

Implementasi *Fuzzy Possibilistic C-Means* untuk Pengelompokan Kabupaten/Kota di Provinsi Nusa Tenggara Barat

Muhammad Gazali^{1*}, Chandrawati², Ertina Septia Adini³

¹²³Universitas Hamzanwadi, Jl. TGKH. Muhammad Zainuddin Abdul Majid No.132, Nusa Tenggara Barat, Indonesia

E-mail: ¹muhammad.gazali@hamzanwadi.ac.id, ²chandrawati@hamzanwadi.ac.id,

³ertinasa.210304007@student.hamzanwadi.ac.id

*Corresponding Author

ABSTRACT

Mapping regional health conditions is crucial for identifying disparities in healthcare services and determining priority interventions. West Nusa Tenggara Province faces persistent challenges, including the unequal distribution of healthcare facilities and a steady increase in infectious disease cases. This study aims to classify regencies/municipalities based on healthcare facility availability and infectious disease prevalence using the Fuzzy Possibilistic C-Means (FPCM) method. The variables analyzed include the number of community health centers, hospitals, and reported cases of tuberculosis, HIV/AIDS, dengue fever, and diarrhea. Cluster validity was assessed using Partition Entropy (PE), Partition Coefficient (PC), and Modified Partition Coefficient (MPC), with the optimal configuration achieved at three clusters (PE = 0.6125, PC = 0.9799, MPC = 0.9698). The cluster profiles indicate that Cluster 1 comprises areas with limited healthcare facilities and high infectious disease prevalence, Cluster 2 includes areas with extensive healthcare facilities and relatively low disease prevalence, and Cluster 3 contains regions with adequate healthcare facilities yet facing a considerable disease burden. These findings underscore the importance of data-driven approaches in guiding targeted and responsive health intervention strategies tailored to the specific needs of each region in West Nusa Tenggara.

Keywords: Healthcare Facilities; Fuzzy Possibilistic C-Means; Clustering; West Nusa Tenggara; Infectious Diseases

ABSTRAK

Pemetaan wilayah berdasarkan kondisi kesehatan penting untuk mengidentifikasi ketimpangan pelayanan dan menentukan prioritas intervensi. Provinsi Nusa Tenggara Barat menghadapi tantangan berupa distribusi fasilitas kesehatan yang belum merata serta peningkatan kasus penyakit menular. Penelitian ini bertujuan mengelompokkan Kabupaten/Kota berdasarkan ketersediaan fasilitas kesehatan dan prevalensi penyakit menular menggunakan metode *Fuzzy Possibilistic C-Means* (FPCM). Variabel yang digunakan meliputi jumlah puskesmas, rumah sakit, serta kasus tuberculosis, HIV/AIDS, demam berdarah, dan diare. Evaluasi hasil klusterisasi menggunakan *Partition Entropy* (PE), *Partition Coefficient* (PC), dan *Modified Partition Coefficient* (MPC) menunjukkan konfigurasi optimal pada tiga cluster (PE = 0.6125239, PC = 0.9798644, dan MPC = 0.9697966). Profilisasi hasil kluster menunjukkan bahwa *Cluster 1* terdiri dari daerah-daerah dengan ketersediaan fasilitas kesehatan yang relatif rendah serta tingkat prevalensi penyakit menular yang tinggi. *Cluster 3* mencakup wilayah dengan fasilitas kesehatan yang lebih memadai, namun tetap menghadapi beban penyakit menular yang signifikan. *Cluster 2* mencakup wilayah dengan fasilitas kesehatan yang tinggi sedangkan kasus penyakit menular yang rata-rata rendah. Temuan ini menunjukkan pentingnya pendekatan berbasis data dalam mendukung perencanaan intervensi kesehatan yang lebih terfokus dan responsif terhadap kebutuhan masing-masing wilayah di Provinsi Nusa Tenggara Barat.

Kata kunci: Fasilitas Kesehatan; Fuzzy Possibilistic C-Means; Klusterisasi; Nusa Tenggara Barat; Penyakit Menular

Dikirim: Agustus 2025; Diterima: Desember 2025; Dipublikasikan: Maret 2026

Cara sitasi: Gazali, M., Chandrawati., & Adini, E.S. (2026). Implementasi *Fuzzy Possibilistic C-Means* untuk Pengelompokan Kabupaten/Kota di Provinsi Nusa Tenggara Barat. *Teorema: Teori dan Riset Matematika*, 11(01), 139-148. DOI: <http://dx.doi.org/10.25157/teorema.v11i1.20886>.

PENDAHULUAN

Kesehatan merupakan kondisi optimal yang tercermin dari kesejahteraan fisik dan mental individu sehingga memungkinkan seseorang menjalankan aktivitas sehari-hari secara produktif (Nugraha & Riyandari, 2020). Kesehatan tidak hanya dipahami sebagai kondisi fisik dan mental, tetapi juga menjadi salah satu komponen penting dalam penilaian Indeks Pembangunan Manusia (IPM) (Simanjuntak *et al.*, 2024). Oleh karena itu, pemerintah terus berupaya meningkatkan kualitas sumber daya manusia melalui penguatan pengendalian penyakit serta peningkatan akses dan mutu pelayanan kesehatan (Lestari, 2018). Strategi tersebut mencakup penguatan sistem kesehatan nasional secara menyeluruh, termasuk perbaikan tata kelola pelayanan kesehatan, pengembangan sumber daya manusia kesehatan, serta peningkatan pengawasan terhadap obat dan makanan guna menjamin keamanan dan efektivitas intervensi kesehatan bagi masyarakat (Kementerian Kesehatan, 2020).

Salah satu tantangan utama dalam pembangunan sektor kesehatan di Indonesia adalah masih tingginya angka kejadian penyakit menular yang menjadi beban kesehatan masyarakat (Irawan, 2022). Penyakit menular merupakan kondisi infeksi yang disebabkan oleh mikroorganisme patogen seperti virus, bakteri, parasit, maupun jamur yang dapat menular dari satu individu ke individu lain, baik secara langsung maupun tidak langsung (Jayanti *et al.*, 2024). Tingginya angka kejadian penyakit menular dapat berdampak pada meningkatnya angka kesakitan dan kematian, sehingga memerlukan upaya pengendalian yang efektif dan terarah (Hendrawati *et al.*, 2023).

Provinsi Nusa Tenggara Barat (NTB) merupakan salah satu wilayah yang masih menghadapi permasalahan terkait tingginya kasus penyakit menular serta distribusi fasilitas kesehatan yang belum merata. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik dan Dinas Kesehatan Provinsi NTB, beberapa penyakit menular seperti tuberkulosis, HIV/AIDS, demam berdarah dengue (DBD), dan diare menunjukkan angka kejadian yang relatif tinggi selama periode 2021 hingga 2023. Sebagai contoh, kasus tuberkulosis di NTB meningkat dari 5.890 kasus pada tahun 2021 menjadi 9.009 kasus pada tahun 2023. Kondisi ini menunjukkan adanya ketimpangan kondisi kesehatan antar wilayah kabupaten/kota di Provinsi NTB, sehingga diperlukan suatu pendekatan analisis yang mampu mengidentifikasi karakteristik wilayah berdasarkan indikator kesehatan yang relevan.

Pengelompokan kabupaten/kota berdasarkan ketersediaan pelayanan kesehatan dan tingkat prevalensi penyakit menular diperlukan untuk mengevaluasi sejauh mana pemerataan pelayanan kesehatan telah tercapai, khususnya di Provinsi Nusa Tenggara Barat. Dengan melakukan pengelompokan ini, pemerintah dan pemangku kebijakan dapat mengidentifikasi wilayah yang masih mengalami ketimpangan dalam akses layanan kesehatan, serta merumuskan intervensi yang lebih tepat sasaran untuk meningkatkan kualitas hidup masyarakat di daerah tersebut (Mulyaningsih, 2021). Salah satu metode yang digunakan untuk mengelompokkan kabupaten/kota di Provinsi Nusa Tenggara Barat berdasarkan fasilitas pelayanan kesehatan dan penyakit menular adalah metode *Fuzzy Possibilistic C-Means*.

Fuzzy Possibilistic C-Means adalah satu metode yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi karakteristik wilayah melalui teknik klasterisasi. Metode klasterisasi bertujuan untuk mengelompokkan objek yang memiliki karakteristik serupa ke dalam kelompok yang sama sehingga mempermudah proses analisis dan pengambilan keputusan. Beberapa metode klasterisasi yang umum digunakan antara lain K-Means, *Fuzzy C-Means* (FCM), dan *Possibilistic C-Means* (PCM). Metode FCM memiliki kelebihan dalam menangani ketidakpastian data melalui konsep derajat keanggotaan *fuzzy*, namun metode ini masih memiliki kelemahan karena sensitif terhadap *noise* dan *outlier* sehingga dapat mempengaruhi hasil pengelompokan data (Mubarak, 2024). Sementara itu, metode PCM memperkenalkan konsep derajat kekhasan (*typicality*) untuk menggambarkan tingkat kesesuaian suatu data terhadap *cluster* tertentu sehingga mampu mengurangi pengaruh *noise* dalam proses klasterisasi (Nuansari, 2018).

Untuk mengatasi keterbatasan tersebut, dikembangkan metode *Fuzzy Possibilistic C-Means* (FPCM) yang mengombinasikan konsep keanggotaan *fuzzy* dari FCM dengan konsep *possibilistic* dari

PCM sehingga mampu menghasilkan proses pengelompokan yang lebih stabil dan *robust* terhadap data yang mengandung *noise* maupun *outlier* (Nuansari, 2018 ; Mubarak, 2024). Dalam metode ini, proses optimasi dilakukan melalui minimisasi fungsi objektif yang melibatkan derajat keanggotaan (*membership*) dan derajat kekhasan (*typicality*) dari setiap data terhadap pusat *cluster* (Putri *et al.*, 2022). Pendekatan tersebut memungkinkan proses klasterisasi merepresentasikan struktur data secara lebih akurat serta meningkatkan stabilitas hasil pengelompokan (Nurhasanah & Kurnia, 2025).

METODE PENELITIAN

Tahapan analisis dalam penerapan metode *Fuzzy Possibilistic C-Means* dijabarkan sebagai berikut:

a. *Preprocessing data*

Sebelum dilakukan proses klasterisasi, data terlebih dahulu melalui tahap *preprocessing* untuk memastikan kualitas data yang digunakan dalam analisis. Tahapan ini meliputi:

- 1) Pengumpulan data, yaitu data jumlah puskesmas, rumah sakit, serta jumlah kasus tuberkulosis, HIV/AIDS, demam berdarah, dan diare pada setiap kabupaten/kota di Provinsi Nusa Tenggara Barat.
- 2) Pemeriksaan kelengkapan data, untuk memastikan tidak terdapat nilai yang hilang (*missing value*) pada variabel yang digunakan.
- 3) Standarisasi data, yang dilakukan untuk mengurangi perbedaan skala antar variabel sehingga setiap variabel memiliki kontribusi yang seimbang dalam proses klasterisasi.

Tahap *preprocessing* ini penting dilakukan agar hasil klasterisasi yang diperoleh dapat merepresentasikan karakteristik data secara lebih akurat.

b. Analisis Deskriptif

Analisis deskriptif dimanfaatkan untuk menyajikan gambaran menyeluruh terhadap karakteristik data yang dianalisis (Masnidar, 2017). Informasi yang ditampilkan mencakup nilai simpangan baku, nilai minimum, dan nilai maksimum, yang berfungsi sebagai indikator untuk mengilustrasikan pola sebaran serta sifat umum dari data yang digunakan *Fuzzy Possibilistic C-Means*.

c. *Fuzzy Possibilistic C-Means*

Berikut adalah langkah-langkah klasterisasi menggunakan metode *Fuzzy Possibilistic C-Means* (FPCM):

1. Menyusun data (X_{ij}) yang akan dikelompokkan ke dalam bentuk matriks $n \times m$, dimana n menyatakan jumlah objek atau sampel data yang akan di*cluster*, sedangkan m merepresentasikan jumlah atribut atau variabel yang melekat pada setiap objek data.
2. Menentukan
 - a. Jumlah *Cluster* = $c(\geq 2)$;
 - b. Nilai pangkat/pembobot fuzzifikasi = $w(> 1)$ dan $\eta(> 1)$;
 - c. Nilai toleransi galat maksimum = ξ ;
 - d. Nilai awal fungsi objektif = $P_0 = 0$;
 - e. Iterasi awal = $t = 1$
3. Memanggil matriks kekhasan relatif (μ_{ik}) serta pusat *cluster* (V_{kj}) yang diperoleh dari hasil algoritma FCM, yang kemudian digunakan sebagai dasar perhitungan untuk memperoleh matriks derajat kekhasan *absolut* (t_{ik}) . Adapun bentuk umum dari persamaan derajat kekhasan absolut adalah sebagai berikut:

$$t_{ik} = \begin{bmatrix} t_{11} & \cdots & t_{1c} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ t_{n1} & \cdots & t_{nc} \end{bmatrix} \quad (8)$$

dimana elemen matriksnya adalah:

$$t_{ik} = \frac{[\sum_{j=1}^m (X_{ij} - V_{kj})^2]^{-1/\eta-1}}{\sum_{i=1}^n [\sum_{j=1}^m (X_{ij} - V_{kj})^2]^{-1/\eta-1}} \quad (9)$$

dengan $i = 1, 1, \dots, n; k = 1, 2, \dots, c; j = 1, 2, \dots, m$

dimana:

X_{ij} : nilai atribut ke- j dari data ke- i

V_{kj} : pusat *cluster* ke- k pada atribut ke- j

η : parameter pembobot *possibilistic*

n : jumlah data

m : jumlah variabel

4. Pembaruan atau perbaikan pusat *cluster* (V_{kj}) dengan perhitungan sebagai berikut:

$$V_{kj} = \frac{\sum_{i=1}^n (\mu_{ik}^w + t_{ik}^\eta) X_{ij}}{\sum_{i=1}^n (\mu_{ik}^w + t_{ik}^\eta)} \quad (10)$$

dimana:

X_{ij} : nilai atribut ke- j dari data ke- i

μ_{ik} : derajat keanggotaan *fuzzy* dari data ke- i ke *cluster* k

t_{ik} : derajat kedekatan (*typicality*) data ke- i terhadap *cluster* ke- k . Ini menunjukkan sejauh mana data ke- i cocok (*typical*) dengan *cluster* ke- k dalam konteks *possibilistic*

w : pangkat pembobot untuk keanggotaan *fuzzy*

η : pangkat pembobot *possibilistic* (biasanya $w = 2$)

n : jumlah data

5. Menghitung nilai fungsi objektif pada iterasi ke- t

Nilai fungsi objektif pada iterasi ke- t dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$P_t = \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^c \left(\left[\sum_{j=1}^m (X_{ij} - V_{kj})^2 \right] (\mu_{ik}^w + t_{ik}^\eta) \right) \quad (11)$$

dimana:

n : jumlah data

c : jumlah *cluster*

m : jumlah variabel

X_{ij} : nilai data ke- i pada atribut ke- j

V_{kj} : pusat *cluster* ke- k pada atribut ke- j

μ_{ik} : derajat keanggotaan *fuzzy* dari data ke- i ke *cluster* k

t_{ik} : derajat kedekatan (*typicality*) data ke- i terhadap *cluster* ke- k (komponen *possibilistic*)

w : pangkat pembobot untuk keanggotaan *fuzzy*

η : pangkat pembobot untuk *possibilistic*

6. Memperbaiki matriks kekhasan relatif (μ_{ik}) dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\mu_{ik} = \frac{[\sum_{j=1}^m (X_{ij} - V_{kj})^2]^{-1/w-1}}{\sum_{i=1}^n [\sum_{j=1}^m (X_{ij} - V_{kj})^2]^{-1/w-1}} \quad (12)$$

dimana:

m : jumlah variabel

n : jumlah data

w : pangkat pembobot untuk keanggotaan *fuzzy*

X_{ij} : nilai data ke- i pada atribut ke- j
 V_{kj} : pusat *cluster* ke- k pada atribut ke- j

7. Memperbaiki matriks kekhasan *absolut* (t_{ik}) melalui proses perhitungan yang dirumuskan sebagai berikut:

$$t_{ik} = \frac{[\sum_{j=1}^m (X_{ij} - V_{kj})^2]^{-1/\eta-1}}{\sum_{i=1}^n [\sum_{j=1}^m (X_{ij} - V_{kj})^2]^{-1/\eta-1}} \quad (13)$$

dimana:

X_{ij} : nilai atribut ke- j dari data ke- i
 V_{kj} : pusat *cluster* ke- k pada atribut ke- j
 η : parameter pembobot *possibilistic*
 n : jumlah data
 m : jumlah variabel

8. Mengecek kondisi berhenti:
- Jika ($|P_t - P_{t-1}| < \xi$) atau ($t > \text{MaksIter}$) maka berhenti;
 - Jika tidak: $t = t + 1$, ulangi Langkah ke-4
 - Menghitung Indeks Validitas

Indeks Validitas Cluster (*Cluster Validity Index/CVI*) mencakup beberapa metode evaluasi, diantaranya *Partition Entropy* (PE), *Partition Coefficient* (PC), dan *Modified Partition Coefficient* (MPC) (Anggraini & Dzirkullah, 2024).

- Partition Entropy* (PE), dianggap menunjukkan kualitas yang baik apabila mendekati angka 0.
- Partition Coefficient* (PC), dikatakan optimal apabila nilai yang dihasilkan berada mendekati angka 1.
- Modified Partition Coefficient* (MPC), dianggap optimal apabila mendekati angka 1.
- Profilisasi terhadap Hasil *Cluster*

Profilisasi hasil *cluster* dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui dan menggambarkan karakteristik unik yang menjadi ciri khas dari setiap *cluster* yang terbentuk (Mulyaningsih, 2021).

HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Analisis Deskriptif

Analisis deskriptif dimanfaatkan untuk menyajikan gambaran menyeluruh terhadap karakteristik data yang dianalisis. Informasi yang ditampilkan mencakup nilai simpangan baku, nilai minimum, dan nilai maksimum, yang berfungsi sebagai indikator untuk mengilustrasikan pola sebaran serta sifat umum dari data yang digunakan *Fuzzy C-Means*.

Tabel 1. Hasil Analisis Deskriptif Kesehatan di Provinsi NTB

	Puskesmas	Rumah Sakit	Tuberculosis	Demam Berdarah	HIV/AIDS	Diare
<i>Std.Devition</i>	9,163	3,452	604,37	50,21	63,48	7265,57
<i>Minimum</i>	7	1	180	0	0	1423
<i>Maximum</i>	35	16	2094	164,15	188,71	26610

Berdasarkan Tabel 1, hasil analisis deskriptif menunjukkan bahwa setiap variabel memiliki tingkat variasi data yang berbeda antar wilayah kabupaten/kota di Provinsi Nusa Tenggara Barat. Variabel jumlah puskesmas memiliki simpangan baku sebesar 9,163, sedangkan variabel rumah sakit memiliki simpangan baku sebesar 3,452, yang menunjukkan adanya perbedaan jumlah

fasilitas kesehatan antar wilayah. Pada variabel penyakit menular, variasi data yang cukup tinggi terlihat pada kasus diare dengan simpangan baku sebesar 7265,57, diikuti oleh tuberkulosis sebesar 604,37, HIV/AIDS sebesar 63,48, dan demam berdarah sebesar 50,21. Nilai simpangan baku yang relatif besar pada beberapa variabel menunjukkan adanya ketimpangan tingkat penyebaran penyakit menular antar kabupaten/kota di Provinsi Nusa Tenggara Barat.

Variasi data tersebut menunjukkan bahwa kondisi fasilitas kesehatan dan tingkat kejadian penyakit menular di setiap wilayah memiliki karakteristik yang berbeda. Oleh karena itu, diperlukan metode analisis yang mampu mengelompokkan wilayah dengan karakteristik yang serupa. Dalam penelitian ini digunakan metode *Fuzzy Possibilistic C-Means* (FPCM) untuk mengidentifikasi kelompok wilayah berdasarkan kesamaan karakteristik fasilitas kesehatan dan prevalensi penyakit menular

b. *Fuzzy Possibilistic C-Means*

1. Menginput data dalam bentuk matriks berukuran $n \times m$, dimana n merupakan jumlah objek data dan m adalah jumlah atribut pada masing-masing objek. Matriks data dilambangkan sebagai berikut:

$$X = \begin{bmatrix} 20 & \dots & 15243 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 7 & \dots & 3055 \end{bmatrix}$$

2. Menentukan

- a. Jumlah *Cluster*, dengan ketentuan $c(\geq 2)$;
- b. Nilai pangkat/parameter *fuzzifikasi* $w(> 1)$ dan $\eta(> 1)$;
- c. Batas maksimum galat error yang diharapkan $= \xi$;
- d. Nilai awal fungsi objektif $= P_0 = 0$;
- e. Iterasi awal, dimulai dari $t = 1$.

3. Memanggil matriks kekhasan relatif (μ_{ik}) dan pusat *cluster* (V_{kj}) yang diperoleh dari algoritma FCM, untuk digunakan dalam perhitungan kekhasan absolut (t_{ik}) pada tahap selanjutnya.

$$t_{ik} = \begin{bmatrix} 0,129 & 0,348 & 0,031 & 0,936 & \dots & 0,512 & 0,994 & 0,908 & 0,766 \\ 0,057 & 0,177 & 0,013 & 0,838 & \dots & 0,315 & 0,984 & 0,823 & 0,600 \end{bmatrix}$$

4. Memperbaiki pusat *cluster*

$$\begin{aligned} V_{11} &= \frac{\sum_{i=1}^{30} (\mu_{i1}^2 + t_{i1}^2) X_{11}}{\sum_{i=1}^{30} (\mu_{i1}^2 + t_{i1}^2)} \\ &= \frac{((0,003 + 0,129)^2 20) + \dots + ((0,980 + 0,776)^2 7)}{(0,003 + 0,129)^2 + \dots + (0,980 + 0,776)^2} \\ &= 14,00351 \end{aligned}$$

$$V_{kj} = \begin{bmatrix} 14,00351 & 4,159493 & 582,4599 & 48,83076 & 66,89262 & 5092,016 \\ 14,04285 & 4,078058 & 595,4015 & 45,29231 & 67,42447 & 5186,891 \end{bmatrix}$$

5. Menghitung fungsi objektif pada iterasi ke-1

$$P_t = \sum_{i=1}^{12} \sum_{k=1}^2 \left(\left[\sum_{j=1}^6 (X_{ij} - V_{kj})^2 \right] (\mu_{ik})^2 + (t_{ik})^2 \right)$$

$$\begin{aligned}
&= ([260782683,3](0,003293883) + [132316990,1](0,254028615) \\
&\quad + [759543867,2](0,03934964) + [45704274,09](1,664272501) \\
&\quad + [24510165,43](1,883717251) + [64978084,45](0,037639987) \\
&\quad + [3966213,26](1,031666873) + [2231029,48](1,863863884) \\
&\quad + [34431928,92](1,814142263) + [5122737,75](1,065985723) \\
&\quad + [329168124](0,001906831) + [35899361,07](0,004233265)) \\
&= 265994397,9
\end{aligned}$$

6. Memperbaiki matriks kekhasan relatif

$$\mu_{ik} = \frac{[\sum_{j=1}^6 (X_{ij} - V_{1j})^2]^{-1}}{\sum_{k=1}^2 [\sum_{j=1}^m (X_{ij} - V_{kj})^2]^{-1}} = \frac{1/[\sum_{j=1}^6 (X_{1j} - V_{1j})^2]}{\sum_{k=1}^2 (1/[\sum_{j=1}^6 (X_{1j} - V_{kj})^2])}$$

$$= 0,495$$

$$\mu_{ik} = \begin{bmatrix} 0,495 & 0,491 & 0,497 & 0,455 & 0,565 & 0,493 & 0,513 & 0,445 & 0,434 & 0,514 & 0,495 & 0,494 \\ 0,504 & 0,508 & 0,502 & 0,544 & 0,434 & 0,506 & 0,486 & 0,554 & 0,565 & 0,485 & 0,504 & 0,505 \end{bmatrix}$$

7. Memperbaiki matriks kekhasan absolut

$$t_{ik} = \frac{[\sum_{j=1}^6 (X_{ij} - V_{1j})^2]^{-1}}{\sum_{k=1}^2 [\sum_{j=1}^m (X_{ij} - V_{kj})^2]^{-1}} = \frac{1/[\sum_{j=1}^6 (X_{1j} - V_{1j})^2]}{\sum_{k=1}^2 (1/[\sum_{j=1}^6 (X_{1j} - V_{kj})^2])} = 0,495$$

$$t_{ik} = \begin{bmatrix} 0,495 & 0,491 & 0,497 & 0,455 & 0,565 & 0,493 & 0,513 & 0,445 & 0,434 & 0,514 & 0,495 & 0,494 \\ 0,504 & 0,508 & 0,502 & 0,544 & 0,434 & 0,506 & 0,486 & 0,554 & 0,565 & 0,485 & 0,504 & 0,505 \end{bmatrix}$$

8. Mengecek kondisi berhenti

$$P_t > \text{MaxIter}$$

$$265994397,9 > 1000$$

a. Menghitung Indeks Validitas

Tabel 2. Indeks Validitas *Cluster*

Jumlah <i>Cluster</i>	<i>Fuzzy Possibilistic C Means</i>		
	PE	PC	MPC
<i>Cluster 2</i>	0.4095486	0.773395	0.54679
<i>Cluster 3</i>	0.6125239	0.9798644	0.9697966
<i>Cluster 4</i>	0.5453297	0.6499893	0.5333191
<i>Cluster 5</i>	0.5898662	0.6552501	0.5690626

Berdasarkan Tabel 2 hasil evaluasi indeks validitas, jumlah *cluster* sebanyak tiga (*Cluster 3*) dinyatakan sebagai konfigurasi yang paling optimal dalam implementasi metode *Fuzzy Possibilistic C-Means*. Hal ini ditunjukkan oleh nilai *Partition Entropy* (PE) sebesar 0.6125239, *Partition Coefficient* (PC) sebesar 0.9798644, dan *Modified Partition Coefficient* (MPC) sebesar 0.9697966. Nilai-nilai tersebut mengindikasikan bahwa struktur *cluster* yang terbentuk bersifat lebih tegas dan stabil.

d. Profilisasi terhadap Hasil *Cluster*

Penyebaran tingkat keanggotaan setiap kabupaten/kota di Provinsi Nusa Tenggara Barat berdasarkan hasil klasterisasi menggunakan metode *Fuzzy Possibilistic C-Means* (FCM) ditampilkan secara lengkap pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Cluster

Cluster	Kabupaten/Kota
Cluster 1	Sumbawa, Dompu, Sumbawa Barat, Lombok Utara, Mataram, dan Kota Bima
Cluster 2	Lombok Barat
Cluster 3	Lombok Tengah, Lombok Timur, Bima

Berdasarkan hasil klasterisasi menggunakan metode *Fuzzy Possibilistic C-Means* (FPCM), kabupaten/kota di Provinsi Nusa Tenggara Barat terbagi ke dalam tiga *cluster* dengan karakteristik yang berbeda. *Cluster 1* terdiri dari Sumbawa, Dompu, Sumbawa Barat, Lombok Utara, Mataram, dan Kota Bima. Wilayah pada *cluster* ini memiliki ketersediaan fasilitas kesehatan yang relatif rendah namun tingkat kejadian penyakit menular cukup tinggi. Kondisi ini menunjukkan adanya ketidakseimbangan antara kebutuhan layanan kesehatan dan ketersediaan fasilitas kesehatan. *Cluster 2* terdiri dari Kabupaten Lombok Barat. Wilayah ini memiliki ketersediaan fasilitas kesehatan yang relatif tinggi dengan jumlah kasus penyakit menular yang lebih rendah dibandingkan *cluster* lainnya, sehingga menunjukkan kondisi pelayanan kesehatan yang relatif lebih baik. *Cluster 3* terdiri dari Lombok Tengah, Lombok Timur, dan Bima. Wilayah pada *cluster* ini memiliki fasilitas kesehatan yang cukup memadai, namun masih diikuti oleh tingginya jumlah kasus penyakit menular. Hal ini menunjukkan bahwa ketersediaan fasilitas kesehatan belum sepenuhnya mampu menekan penyebaran penyakit menular.

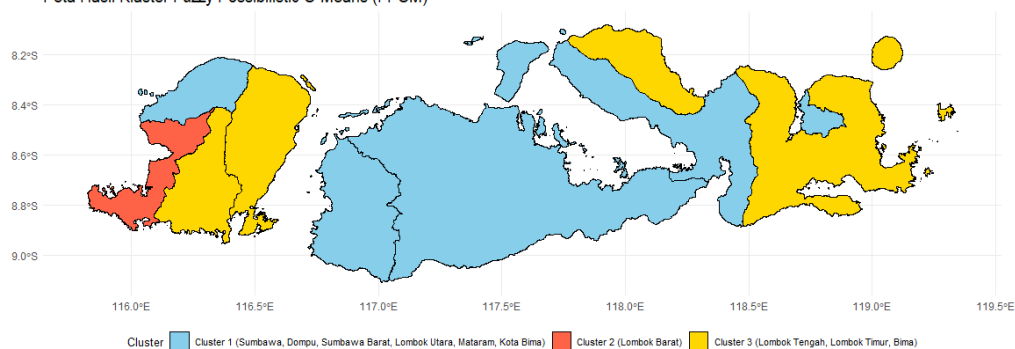
Secara umum, hasil klasterisasi ini menunjukkan adanya variasi kondisi kesehatan antar wilayah di Provinsi Nusa Tenggara Barat. Oleh karena itu, diperlukan kebijakan kesehatan yang disesuaikan dengan karakteristik masing-masing *cluster* agar intervensi kesehatan dapat dilakukan secara lebih tepat sasaran.

Tabel 4. Profilisasi Hasil Cluster

Cluster	Puskesmas	Rumah Sakit	Tuberculosis	Demam Berdarah	HIV/AIDS	Diare	Banyak Anggota
Cluster 1	3,75	3,75	497,75	46,55938	67,08563	4026,063	6
Cluster 2	24,8	3,6	1202,4	21,068	18,6	16032,8	1
Cluster 3	23	4,125	1043,625	20,43125	52,58125	11861	3

Untuk memperjelas distribusi wilayah berdasarkan hasil klasterisasi menggunakan metode *Fuzzy Possibilistic C-Means*, dilakukan visualisasi dalam bentuk peta tematik. Visualisasi ini bertujuan untuk memberikan gambaran spasial mengenai persebaran masing-masing *cluster* pada sepuluh kabupaten/kota di Provinsi Nusa Tenggara Barat. Hasil visualisasi tersebut disajikan pada Gambar 1 sebagai representasi geografis dari *output* klasterisasi.

Peta Hasil Klaster Fuzzy Possibilistic C-Means (FPCM)

Gambar 1. Distribusi Wilayah Menggunakan Metode *Fuzzy Possibilistic C-Means*

Berdasarkan hasil profilisasi pada Gambar 1 tersebut, dilakukan penentuan tingkat urgensi masalah kesehatan. Lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Klasifikasi Tingkat Urgensi Kesehatan di Provinsi NTB

Tingkat Urgensi	Cluster (Kabupaten/Kota)	Keterangan
1	<i>Cluster 1</i> (Kabupaten/Kota Sumbawa, Dompu, Sumbawa Barat, Lombok Utara, Mataram, dan Kota Bima)	Kelompok ini diklasifikasikan sebagai wilayah dengan tingkat urgensi tertinggi, karena enam Kabupaten/Kota yang termasuk di dalamnya menunjukkan tingkat ketersediaan fasilitas pelayanan kesehatan yang relatif rendah, disertai dengan rata-rata kasus penyakit menular yang cukup tinggi.
2	<i>Cluster 3</i> (Kabupaten/Kota Lombok Tengah, Lombok Timur, dan Bima)	<i>Cluster</i> ini berada pada tingkat urgensi kedua atau tergolong cukup tinggi, disebabkan oleh tingginya ketersediaan fasilitas pelayanan kesehatan di keempat Kabupaten/Kota tersebut, namun masih disertai dengan rata-rata jumlah penderita penyakit menular yang juga cukup tinggi.
3	<i>Cluster 2</i> (Kabupaten Lombok Barat)	<i>Cluster</i> ini berada pada tingkat urgensi ketiga atau tergolong rendah, disebabkan oleh tingginya ketersediaan fasilitas pelayanan kesehatan di kabupaten Lombok Barat, sedangkan kasus penyakit menular yang rata-rata rendah.

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa metode *Fuzzy Possibilistic C-Means* (FPCM) efektif dalam mengelompokkan kabupaten/kota di Provinsi Nusa Tenggara Barat berdasarkan indikator ketersediaan fasilitas pelayanan kesehatan dan prevalensi penyakit menular. Keefektifan metode ini diperkuat melalui evaluasi menggunakan tiga indeks validitas *cluster*, yaitu *Partition Entropy* (PE), *Partition Coefficient* (PC), dan *Modified Partition Coefficient* (MPC). Berdasarkan hasil evaluasi tersebut, konfigurasi paling optimal diperoleh pada jumlah tiga *cluster*, dengan nilai PE sebesar 0,6125239, PC sebesar 0,9798644, dan MPC sebesar 0,9697966. Hasil klasterisasi menghasilkan tiga kelompok wilayah. *Cluster 1* terdiri dari daerah-daerah dengan ketersediaan fasilitas kesehatan yang relatif rendah serta tingkat prevalensi penyakit menular yang tinggi. *Cluster 3* mencakup wilayah dengan fasilitas kesehatan yang lebih memadai, namun tetap menghadapi beban penyakit menular yang signifikan. *Cluster 2* mencakup wilayah dengan fasilitas kesehatan yang tinggi sedangkan kasus penyakit menular yang rata-rata rendah. Temuan ini menunjukkan pentingnya pendekatan berbasis data dalam mendukung perencanaan intervensi kesehatan yang lebih terfokus dan responsif terhadap kebutuhan masing-masing wilayah di Provinsi Nusa Tenggara Barat.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggraini & Dzirkullah, (2024). Implementasi Analisis Clustering K-Medoids dalam Pengelompokan Bayi Lahir, Gizi Buruk, dan BBLR Berdasarkan Kecamatan di Kabupaten Sleman Tahun 2020. *Emerging Statistics and Data Science Journal*, 2(1), 30-40.
- Dinas Kesehatan Provinsi NTB. (2023). *Profil Kesehatan Provinsi Nusa Tenggara Barat Tahun 2023*. Mataram: Dinkes NTB.
- Hendrawati, Tiana, R., Mulyani, S., & Minnatika, S. (2023)s Pola Penyebaran Penyakit Menular Berdasarkan Kabupaten/Kota di Jawa Timur Menggunakan Analisis Korespondensi. *Jurnal Lebesgue: Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika, Matematika dan Statistika*, 4(2), 916-929.

- Irawan, (2022). Gambaran Analisis Pembangunan Kesehatan di Indonesia pada Masa Pandemi Covid-19. *Jurnal Kesehatan Tambusai*, 3(3), 369-373.
- Jayanti, Kolupe, V. M., Musrah, A. S., Kasman, Pangadongan, S. E. N., Paulus, A. Y., Sutriyawan, A., Zarkasyi, R., Rafsanjani, T. M., Kistan, Darmawansyah, Magdalena, H., Faisal, Sidebang, P., Saharuddin, Rustam, M. Z. A., Sakriani, Supardi, U. K., Sari, N. F., & Handayani, D. (2024). *Epidemiologi Penyakit Menular*. Penyunting: Hairil Akbar. Aceh: Yayasan Penerbit Muhammad Zaini. ISBN 978-623-8065-02-8.
- Kementerian Kesehatan. (2020). Profil Kesehatan Indonesia 2019. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. Diakses dari <https://pusdatin.kemkes.go.id/resources/download/pusdatin/profilkesehatan-indonesia/Profil-Kesehatan-Indonesia-2019.pd>.
- Lestari. (2018). Upaya Peningkatan Mutu Pelayanan di Puskesmas melalui Pendekatan Manajemen Sumber Daya Manusia Kesehatan. *Kajian*, 23(3), 157-174.
- Masnidar. (2017). Statistik Deskriptif. *Jurnal Hikmah*, 14(1), 49-55.
- Mubarok, (2024). *Sistem Informasi Geografis Pemetaan Penderita HIV/AIDS di Kota Surakarta Berbasis Website*. Skripsi: Universitas Duta Bangsa Surakarta.
- Mulyaningsih, (2021). Implementasi Fuzzy C-Means Dan Fuzzy Possibilistic C-Means untuk Pengelompokan Kabupaten/Kota di Provinsi Banten (Studi Kasus: Fasilitas Pelayanan Kesehatan dan Penyakit Menular di Provinsi Banten Tahun 2019).
- Nuansari, (2018). *Implementasi Fuzzy C-Means dan Fuzzy Possibilistic C-Means untuk Pengelompokan Kabupaten/Kota Di Provinsi Nusa Tenggara Barat*. Skripsi: Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Nugraha & Riyandari (2020). Implementasi Fuzzy C-Means untuk Pengelompokan Daerah Berdasarkan Indikator Kesehatan. (*JurTI*) *Jurnal Teknologi Informasi*, 4(1), 52-62.
- Nurhasanah & Kurnia (2025). Integrasi Logika Fuzzy dengan Teknologi Cerdas: Tinjauan Sistematis atas Peluang, Tantangan, dan Arah Masa Depan. *MIND (Multimedia Artificial Intelligent Networking Database) Journal*, 10(1), 1-17.
- Putri, R. A, Widiharih, T., & Safitri, D. (2022). Implementasi Algoritma Fuzzy C-Means dan Fuzzy Possibilistics C-Means untuk Klasterisasi Data Tweets pada Akun Twitter Tokopedia. *Jurnal Gaussian*, 11(1), 86-98.
- Simanjuntak, R. M., Siregar, H., & Nasution, R. (2024). Pengaruh Angka Harapan Hidup dan Kemiskinan terhadap Indeks Pembangunan Manusia di Indonesia. *Jurnal Intelek dan Cendekiawan Nusantara*, 1(3), 4012-4019.