

Implementasi Metode *Fuzzy C-Means* dalam Pengelompokan Kabupaten/Kota di Provinsi Jawa Tengah Berdasarkan Indikator Sanitasi Total Berbasis Masyarakat Tahun 2023

Implementation of the Fuzzy C-Means Method in Clustering Regencies/Cities in Central Java Province Based on Community-Based Total Sanitation Indicators in 2023

Rachmat Kahfiwan Nur¹, Muhammad Raffy Annas¹, Kamilah Citra Chumairoh¹, Elsa Nudyawati¹, Nida Faoziatun Khusna¹, Fathkhurokhman Fauzi¹

¹ Jurusan Statistika, Fakultas Sains dan Teknologi Pertanian, Universitas Muhammadiyah Semarang, Semarang

Corresponding author : rachmatkahfi13@gmail.com

Abstrak

Sanitasi ialah upaya pengendalian berbagai faktor lingkungan fisik yang berdampak pada manusia, khususnya yang menimbulkan risiko terhadap kelangsungan hidup, perkembangan fisik, serta kesehatan manusia. Salah satu program di Indonesia mengenai sanitasi adalah program Sanitasi Total Berbasis Masyarakat. Provinsi Jawa Tengah saat ini menghadapi tantangan besar terkait Sanitasi Total Berbasis Masyarakat, mengingat provinsi ini memiliki jumlah penduduk terbesar di Indonesia. Oleh karena itu, diperlukan pengelompokan dengan suatu metode *clustering* agar Sanitasi Total Berbasis Masyarakat ini dapat merata, salah satu metodenya yaitu menggunakan *Fuzzy C-Means* (FCM) yang mengelompokkan data berdasarkan kesamaan atribut. Hasil dari penelitian ini yakni didapatkan *cluster* optimum mempunyai nilai *Davies Bouldin Index* (DBI) yang terkecil yaitu 1,498 pada 2 *cluster*. *Cluster* 1 memiliki anggota memiliki anggota 17 kabupaten dan 2 kota, sedangkan *cluster* 2 memiliki 12 Kabupaten dan 4 kota. Karakteristik *cluster* 1 didominasi oleh kabupaten/kota dengan jumlah KK dan puskesmas terbanyak, yang menunjukkan potensi lebih besar untuk mencapai target Sanitasi Total Berbasis Masyarakat. Sementara itu, *cluster* 2 didominasi oleh kabupaten/kota dengan jumlah KK dan puskesmas yang lebih sedikit, sehingga memerlukan upaya peningkatan untuk mendukung implementasi program Sanitasi Total Berbasis Masyarakat.

Kata Kunci : Sanitasi, Sanitasi Total Berbasis Masyarakat, *Fuzzy C-Means*, *Davies Bouldin Index*

Abstract

Sanitation is the effort to control various physical environmental factors that impact humans, particularly those that pose risks to human survival, physical development, and health. One of Indonesia's programs related to sanitation is the Community-Based Total Sanitation program. The province of Central Java currently faces significant challenges concerning Community-Based Total Sanitation, given that it has the largest population in Indonesia. Therefore, a clustering method is needed to ensure the equitable implementation of the Community-Based Total Sanitation program. One such method is Fuzzy C-Means (FCM), which groups data based on attribute similarities. The results of this study indicate that the optimal cluster has the smallest Davies Bouldin Index (DBI) value, which is 1.498 for 2 clusters. Cluster 1 comprises 17 regencies and 2 cities, while Cluster 2 comprises 12 and 4 cities. The characteristics of Cluster 1 are dominated by regencies/cities with the highest number of households and healthcare centers, indicating a greater potential to achieve Community-Based Total Sanitation targets. Meanwhile, Cluster 2 is dominated by regencies/cities with a smaller number of households and healthcare centers, requiring more efforts to support the implementation of the Community-Based Total Sanitation program.

Keywords : Sanitation, Community-Based Total Sanitation, *Fuzzy C-Means*, *Davies Bouldin Index*

PENDAHULUAN

Menurut WHO, sanitasi ialah upaya pengendalian beragam faktor lingkungan fisik yang berdampak pada manusia, khususnya yang menimbulkan risiko terhadap kelangsungan hidup, perkembangan fisik, serta kesehatan (Susilawati & Nurzannah, 2023). Sanitasi merupakan salah satu komponen penting yang berkontribusi dalam meningkatkan tingkat kesehatan manusia. Penyediaan fasilitas sanitasi dasar dapat memberikan manfaat yang positif bagi para penggunanya (Celesta & Fitriyah, 2019). Ketersediaan air bersih yang terjamin, pengelolaan yang baik, serta sanitasi berkelanjutan adalah bagian dari tujuan ke-6 dalam *Sustainable Development Goals* (SDGs) (Syabil et al., 2022). Baik pada *Millennium Development Goals* (MDGs) yang berakhir tahun 2015 ataupun pada *Sustainable Development Goals* (SDGs) yang masih berjalan, belum sepenuhnya memenuhi target sanitasi (Sri Suryani, 2020).

Program Sanitasi Total Berbasis Masyarakat (STBM), yang dirilis oleh Kementerian Kesehatan Indonesia pada tahun 2008, menggunakan teknik pemicuan untuk memberdayakan masyarakat dan mengubah perilaku mereka terkait sanitasi dan kebersihan (Sari et al., 2019). Lima pilar program STBM meliputi pengelolaan makanan dan air minum di rumah, pengelolaan limbah cair di rumah, pengelolaan sampah di rumah, serta penghentian buang air besar sembarangan. Kementerian Kesehatan menciptakan lima pilar ini untuk menginspirasi dan memotivasi masyarakat untuk menerapkan pola hidup yang bersih dan sehat (Maliga et al., 2022).

Provinsi Jawa Tengah, sebagai salah satu provinsi terpadat di Indonesia yang menghadapi tantangan signifikan dalam hal sanitasi. Pada Profil Kesehatan Jawa Tengah Tahun 2023 dari 35 kabupaten/kota tercatat ada 11.597.329 jumlah Kepala Keluarga (KK) (Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Tengah, 2023). Oleh karenanya, perlu dilakukan pengelompokan kabupaten/kota di Jawa Tengah menurut indikator Sanitasi Total Berbasis Masyarakat (STBM) untuk memetakan wilayah yang memerlukan intervensi lebih lanjut dan mengidentifikasi wilayah yang berhasil mencapai target indikator Sanitasi Total Berbasis Masyarakat (STBM). Pengelompokan ini ialah salah satu cara untuk memahami perbedaan kondisi sanitasi di setiap kabupaten/kota. Salah satu metode clustering yang sering dipakai ialah *Fuzzy C-Means* (FCM). FCM ialah salah satu teknik clustering yang berguna untuk mengelompokkan data ke dalam beberapa kelompok berdasarkan kesamaan atributnya (Putera & Huizen, 2024).

Banyak penelitian telah dilakukan sebelumnya menggunakan metode *Fuzzy C-Means*. Penelitian yang dilakukan oleh Ferdiyan Teguh Permadi, Agung Nilogiri dan Ulya Anisatur Rosyidah tahun 2023 dengan judul “Algoritma *Fuzzy C-Means* dan Metode *Davies Bouldin Index* (DBI) untuk Mengelompokkan Kabupaten/Kota di Jawa Timur Berdasarkan Sanitasi Layak, Air Minum Layak, dan Rumah Layak Huni” menghasilkan *cluster* optimum pada 2 *cluster* dengan nilai DBI 0,740173. Pada *cluster* 1 memiliki 12 kabupaten dan 0 kota. Sedangkan *cluster* 2 memiliki 17 kabupaten dan 9 kota. Penelitian oleh Ari Eko Wardoyo dan Nigati Triuspita tahun 2020 dengan judul “Penentuan *Cluster* Optimum pada Tingkat Pengangguran dan Tingkat Kemiskinan di Jawa Timur Menggunakan Algoritma *Fuzzy C-Means*” menghasilkan *cluster* optimum yaitu 4 *cluster* dengan nilai DBI terkecil yaitu 0,8737. Pada *cluster* 1 mempunyai 15 wilayah, *cluster* 2 mempunyai 4 wilayah, *cluster* 3 mempunyai 10 wilayah serta *cluster* 4 mempunyai 9 wilayah.

Dari permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengelompokkan 35 kabupaten/kota di Jawa Tengah berdasarkan Sanitasi Total Berbasis Masyarakat (STBM) per Kepala Keluarga (KK) dengan memakai metode *Fuzzy C-Means*. Diharapkan

penelitian ini bisa memberikan kontribusi yang signifikan dalam memahami kondisi sanitasi di Provinsi Jawa Tengah dan mendorong kolaborasi antara pemerintah, masyarakat, dan akademisi dalam upaya membuat lingkungan yang lebih sehat dan berkelanjutan.

METODE

1. Sumber Data

Data sekunder yang bersumber dari Profil Kesehatan Jawa Tengah tahun 2023 dipakai pada penelitian ini. Data tersebut meliputi informasi terkait Sanitasi Total Berbasis Masyarakat dan Rumah Sehat berdasarkan Kabupaten/Kota di Provinsi Jawa Tengah, dengan variabel sebagai berikut.

Tabel 1.
Variabel Penelitian

Variabel	Keterangan
X1	Persentase KK Cuci Tangan Pakai Sabun
X2	Persentase KK Pengelolaan Air Minum dan Makanan Rumah Tangga
X3	Persentase KK Pengelolaan Sampah Rumah Tangga
X4	Persentase KK Pengelolaan Limbah Cair Rumah Tangga
X5	Persentase KK Pengelolaan Kualitas Udara dalam Rumah Tangga
X6	Persentase KK Akses Rumah Sehat

2. Analisis Cluster

Analisis kelompok (*cluster analysis*) ialah salah satu teknik analisis multivariat yang berfokus pada pengelompokan objek. Teknik ini memastikan bahwa objek yang mempunyai kemiripan paling dekat dikelompokkan bersama, sedangkan objek dengan karakteristik berbeda ditempatkan dalam kelompok terpisah (Purwaningtyas & Haryanto, 2024).

3. Metode Fuzzy C-Means

Fuzzy C-Means (FCM) ialah teknik klasterisasi data yang mana setiap titik data pada sebuah *cluster* ditetapkan oleh tingkat keanggotaannya. Pada tahun 1981, Jim Bezdek pertama kali memperkenalkan teknik ini (Permadi et al., 2023). *Fuzzy C-Means* mempunyai keunggulan berupa algoritma serta perhitungan yang sederhana, serta tidak memerlukan banyak komputasi. Hal ini membuatnya mudah diimplementasikan dan mampu menghasilkan hasil yang baik. (Nugraha & Riyandari, 2020). Berikut adalah algoritma *Fuzzy C-Means*:

1. Masukkan data yang ada di *cluster* X, dalam matriks yang berukuran $n \times p$ (n = jumlah sampel data, p = atribut masing-masing data). X_{kj} = sampel data ke- k ($k = 1, 2, \dots, n$), atribut ke- j ($j = 1, 2, 3, 4, \dots, m$).
2. Langkah selanjutnya adalah menentukan input yang diperlukan dalam menghitung FCM, yakni:
 - a. Jumlah atau banyaknya *cluster* (c)
 - b. Pangkat (m) atau nilai eksponen.
 - c. Iterasi maksimum ($MaxIter$)
 - d. Kesalahan terkecil (ϵ)

- e. Fungsi objektif ($P_0 = 0$)
f. Iterasi awal ($t = 1$)
3. Membangkitkan nilai acak μ_{ik} , $i = 1,2,3,\dots,n$; $k = 1,2,3,\dots,n$; sebagai elemen dari matriks partisi awal U (derajat keanggotaan dalam cluster), μ_{ik} menunjukkan derajat keanggotaan yang menunjukkan seberapa besar kemungkinan suatu data menjadi anggota *cluster*. Matriks ini memiliki nilai serta posisi yang dibangkitkan secara acak, dengan nilai keanggotaan berkisar antara 0 hingga 1. Kecenderungan data untuk masuk ke dalam cluster tidak dapat dipastikan dengan tepat pada tahap awal karena posisi matriks partisi U dan pusat-pusat klaster yang belum akurat.

Hitung setiap kolom atribut:

$$Q_j = \sum_{k=1}^c \mu_{ik} \quad (1)$$

Q_j merupakan jumlah nilai menggunakan derajat keanggotaan per kolom = 1
Derajat $j = 1,2,\dots,m$.

4. Menghitung pusat *cluster* ke- k : V_{kj} dengan $k = 1,2,3,\dots, c$; dan $j = 1,2,3, \dots, m$

$$V_{kj} = \frac{\sum_{i=1}^n (\mu_{ik})^w \times X_{ij}}{\sum_{i=1}^n (\mu_{ik})^w} \quad (2)$$

V_{kj} = Pusat *cluster*

i = Iterasi

μ_{ik} = Perubahan matrix partisi

X_{ij} = Atribut

5. Hitung fungsi objektif pada iterasi ke- t . Fungsi objektif dipakai sebagai syarat dalam proses iterasi untuk memperoleh pusat *cluster* yang akurat. Dengan demikian, kesamaan data dihasilkan yang menentukan klaster mana yang akan menyertakan data pada langkah terakhir.

$$P_t = \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^c \left(\left[\sum_{j=1}^m (X_{ij} - V_{kj})^2 \right] (\mu_{ik})^w \right) \quad (3)$$

6. Menghitung perubahan matrix partisi:

$$\mu_{ik} = \frac{[\sum_{j=1}^m (X_{ij} - V_{kj})^2]^{-1}}{\sum_{k=1}^c [\sum_{j=1}^m (X_{ij} - V_{kj})^2]^{-1}} \quad (4)$$

Dengan $i=1,2,\dots,n$; dan $k=1,2,\dots,c$.

7. Memeriksa kondisi berhenti:

- Jika $(|P_t - P_{t-1}| < \xi)$ atau $(t > \text{MaxIter})$ maka berhenti
Jika tidak : $t = t + 1$, ulangi ke langkah empat.

4. *Davies Bouldin Index (DBI)*

DBI memiliki tujuan untuk meminimalkan jarak di dalam setiap kluster sekaligus memaksimalkan jarak antar kluster. Angka yang paling sebanding ialah nilai rata-rata yang dipakai dalam pengukuran DBI, yang bisa dibandingkan di semua cluster. Nilai DBI yang menurun atau nilai positif yang mendekati 0

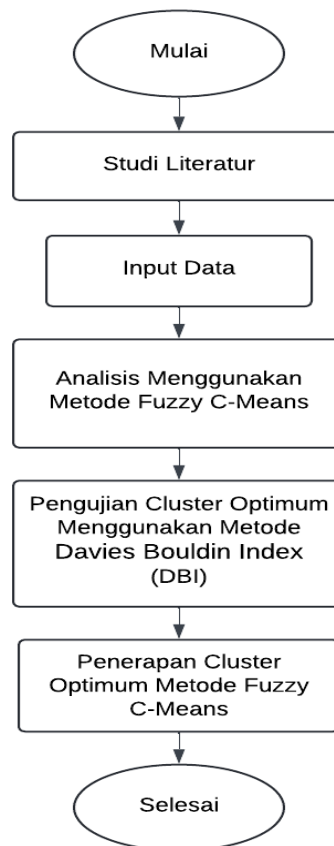
menunjukkan pendekatan pengelompokan yang optimal (Syukron et al., 2022). Dalam menentukan nilai DBI dapat menggunakan persamaan berikut ini.

$$DBI = \sum_{i=1}^p \frac{\sigma_i + \sigma_i}{p} \quad (5)$$

5. Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian yang akan dilakukan dapat dilihat pada Gambar 1 berikut.

Gambar 1:
Diagram Alir Penelitian



HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Statistik Deskriptif

Sebelum menganalisis data, statistik deskriptif diperlukan untuk menentukan karakteristik awal data. Tabel 2 menunjukkan *mean*, standar deviasi, *minimum* serta *maximum* setiap variabel.

Tabel 2.
Statistik Deskriptif

Variabel	Mean	Standar Deviasi	Minimum	Maximum
X1	89.21	7.20	74.81	100.00
X2	90.81	8.02	63.10	100.00

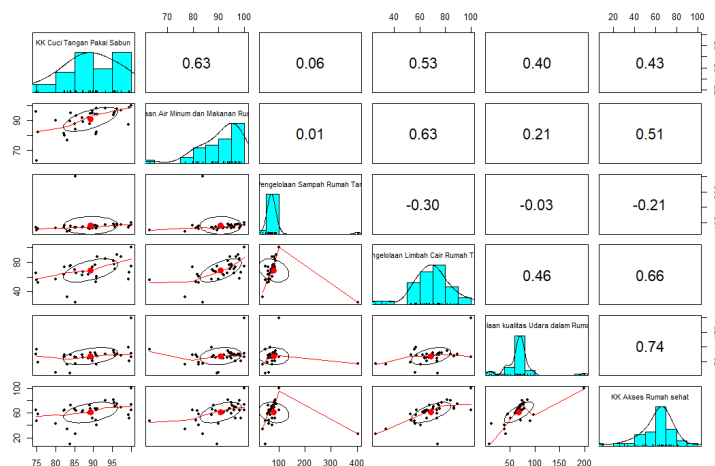
X3	80.71	57.58	38.33	402.18
X4	68.75	15.44	25.65	100.00
X5	68.24	29.40	9.52	198.77
X6	61.15	16.74	9.52	100.00

Dari tabel 2, terlihat bahwa untuk variabel X1 memiliki rata-rata sebesar 89,21, standar deviasi sebesar 7,20, memiliki nilai terkecil 74,81 dan nilai terbesar 100. Variabel X2 memiliki rata-rata sebesar 90,81, standar deviasi sebesar 8,02, memiliki nilai terkecil 63,10 dan nilai terbesar 100. Variabel X3 memiliki sebesar 80,71, standar deviasi sebesar 57,58, memiliki nilai terkecil 38,33 dan nilai terbesar 402,18. Variabel X4 memiliki rata-rata sebesar 68,75, standar deviasi sebesar 15,44, memiliki nilai terkecil 25,65 dan nilai terbesar 100. Variabel X5 memiliki rata-rata sebesar 68,24 standar deviasi sebesar 29,40, memiliki nilai terkecil 9,52 dan nilai terbesar 198,77. Variabel X6 memiliki rata-rata sebesar 61,15, standar deviasi sebesar 16,74, memiliki nilai terkecil 9,52 dan nilai terbesar 100.

2. Korelasi Antar Variabel

Setelah memperoleh statistik deskriptif dari data, langkah berikutnya adalah melakukan analisis korelasi antar variabel. Analisis ini berfokus pada interaksi statistik antara dua atau lebih variabel pada suatu dataset, dengan tujuan untuk mengidentifikasi pola dan keterkaitan di antara variabel-variabel tersebut. Analisis ini akan menghasilkan nilai Korelasi Pearson untuk setiap pasangan variabel, yang berkisar antara -1 hingga 1. Nilai positif mengindikasikan adanya korelasi langsung, sementara nilai negatif menunjukkan korelasi invers. Gambar 2 menggambarkan hubungan korelasi antar variabel atau atribut dalam data yang akan dianalisis.

Gambar 2:
Korelasi Antar Variabel



Dari gambar 2, dapat dilihat bahwa hasil korelasi antar variabel yang cukup kuat yaitu antara variabel Persentase KK Cuci Tangan Pakai Sabun (X1) dengan Persentase KK Rumah Sehat (X6) dengan nilai korelasi positif paling tinggi yaitu 0,74. Hal ini menunjukkan bahwa semakin banyak KK yang memiliki akses rumah sehat, semakin tinggi kecenderungannya untuk mencuci tangan menggunakan sabun, atau sebaliknya. Sebaliknya, hubungan Persentase KK Cuci

Tangan Pakai Sabun (X1) dengan Persentase KK Pengelolaan Sampah Rumah Tangga (X3) dengan korelasi negatif yang berarti adanya kecenderungan bahwa peningkatan salah satu variabel tidak sejalan dengan peningkatan variabel lainnya, meskipun korelasi ini tidak terlalu kuat.

3. Metode *Fuzzy C-Means*

Dalam analisis memakai metode *Fuzzy C-Means* digunakan beberapa *cluster* yaitu *cluster* 2, 3, 4, dan 5, $m = 2$, $MaxIter = 1000$ dan $\varepsilon = 10^{-5}$ dengan hasil sebagai berikut.

a. 2 *cluster*

Analisis metode *Fuzzy C-Means* memakai 2 *cluster* yang berhenti pada iterasi ke-35 dengan hasil matriks keanggotaan menunjukkan keanggotaan setiap *cluster* sebagai berikut.

Tabel 3.
Nilai Keanggotaan 2 *Cluster*

No	Nilai Keanggotaan	
	<i>Cluster</i> 1	<i>Cluster</i> 2
1	0.3869134	0.61308665
2	0.9659788	0.03402125
3	0.4337036	0.56629635
4	0.4548469	0.54515310
5	0.2266706	0.77332940
...
31	0.2944555	0.70554449
32	0.1817552	0.81824481
33	0.9084486	0.09155143
34	0.2636122	0.73638783
35	0.3609673	0.63903274

Dari tabel 3, terlihat bahwa nilai keanggotaan masing-masing kabupaten/kota berada dalam 2 *cluster*. *Cluster* tersebut akan berisi tingkat keanggotaan tertinggi yang mendekati nilai satu. Sebagai contoh, pada data pertama, *cluster* 2 memiliki nilai keanggotaan terbesar yaitu 0.61308665, yang menandakan bahwa data pertama termasuk di *cluster* 2, serta seterusnya.

b. 3 *cluster*

Analisis metode *Fuzzy C-Means* memakai 3 *cluster* yang berhenti pada iterasi ke-28 dengan hasil matriks keanggotaan menunjukkan keanggotaan setiap *cluster* sebagai berikut.

Tabel 4.
Nilai Keanggotaan 3 *Cluster*

No	Nilai Keanggotaan		
	<i>Cluster</i> 1	<i>Cluster</i> 2	<i>Cluster</i> 3
1	0.02761455	0.02946510	0.9429204
2	0.53949673	0.04835207	0.4121512
3	0.26917615	0.40505540	0.3257685
4	0.05050223	0.04998424	0.8995135
5	0.09279437	0.71647895	0.1907267
...

31	0.16588330	0.54359513	0.2905216
32	0.10807706	0.59015710	0.3017658
33	0.90495413	0.02237048	0.0726754
34	0.16656840	0.35466735	0.4787643
35	0.08145415	0.09360342	0.8249424

Dari tabel 4, terlihat bahwa nilai keanggotaan masing-masing kabupaten/kota berada dalam 3 *cluster*. *Cluster* tersebut akan berisi tingkat keanggotaan tertinggi yang mendekati nilai satu. Sebagai contoh, pada data pertama, *cluster* 2 memiliki nilai keanggotaan terbesar yaitu 0.9429204, menandakan bahwa data pertama termasuk ke dalam *cluster* 2 serta seterusnya.

c. 4 cluster

Analisis metode *Fuzzy C-Means* menggunakan 4 *cluster* yang berhenti pada iterasi ke-102 dengan hasil matriks keanggotaan menunjukkan keanggotaan setiap *cluster* sebagai berikut.

Tabel 5.

Nilai Keanggotaan 4 *Cluster*

No	Nilai Keanggotaan			
	<i>Cluster</i> 1	<i>Cluster</i> 2	<i>Cluster</i> 3	<i>Cluster</i> 4
1	0.05077477	0.05109337	0.7131599	0.18497200
2	0.35669465	0.03894991	0.5233084	0.08104706
3	0.19497660	0.30973663	0.2361504	0.25913635
4	0.04403378	0.04597317	0.8238387	0.08615430
5	0.06859124	0.56832209	0.1345348	0.22855190
...
31	0.11324796	0.30504721	0.1855426	0.39616223
32	0.07634599	0.37572134	0.1991338	0.34879885
33	0.88798933	0.01766612	0.0689515	0.02539306
34	0.05939050	0.09520041	0.1437464	0.70166271
35	0.07049827	0.07061867	0.4587103	0.40017277

Dari tabel 5, terlihat bahwa nilai keanggotaan masing-masing kabupaten/kota berada dalam 4 *cluster*. *Cluster* tersebut akan berisi tingkat keanggotaan tertinggi yang mendekati nilai satu. Sebagai contoh, pada data pertama, *cluster* 3 memiliki nilai keanggotaan terbesar yaitu 0,7131599, menandakan bahwa data pertama termasuk ke dalam *cluster* 3 serta seterusnya.

d. 5 cluster

Analisis metode *Fuzzy C-Means* menggunakan 5 *cluster* yang berhenti pada iterasi ke-101 dengan hasil matriks keanggotaan menunjukkan keanggotaan setiap *cluster* sebagai berikut.

Tabel 6.

Nilai Keanggotaan 5 *Cluster*

No	Nilai Keanggotaan				
	<i>Cluster</i> 1	<i>Cluster</i> 2	<i>Cluster</i> 3	<i>Cluster</i> 4	<i>Cluster</i> 5
1	0.02147848	0.06078472	0.10085267	0.79524920	0.021634926
2	0.07634326	0.01732660	0.81864624	0.07824318	0.009440719

3	0.15682534	0.21058425	0.18393690	0.19780743	0.250846079
4	0.02245927	0.03792837	0.11262031	0.80323361	0.023758443
5	0.05572719	0.20658076	0.08891132	0.13055958	0.518221151
...
31	0.08975139	0.36512718	0.12957863	0.16844667	0.24709613
32	0.06314680	0.29005961	0.12771084	0.21245940	0.30662335
33	0.83212980	0.01756529	0.09510485	0.04197958	0.01322048
34	0.04985977	0.62190579	0.09777677	0.15219145	0.07826622
35	0.04939185	0.21117320	0.17439726	0.51580460	0.04923310

Dari tabel 6, terlihat bahwa nilai keanggotaan masing-masing kabupaten/kota berada dalam 5 cluster. Cluster tersebut akan berisi tingkat keanggotaan tertinggi yang mendekati nilai satu. Sebagai contoh, pada data pertama, cluster 4 memiliki nilai keanggotaan terbesar yaitu 0,79524920, menandakan bahwa data pertama termasuk ke dalam cluster 4 serta seterusnya.

4. Menentukan Cluster Optimum menggunakan DBI

Setelah dilakukan analisis dengan metode *Fuzzy C-Means* terhadap beberapa cluster yakni cluster 2, 3, 4 dan 5. Langkah berikutnya ialah menetapkan cluster optimum dengan nilai *Davies Bouldin Index* (DBI) dengan hasil sebagai berikut.

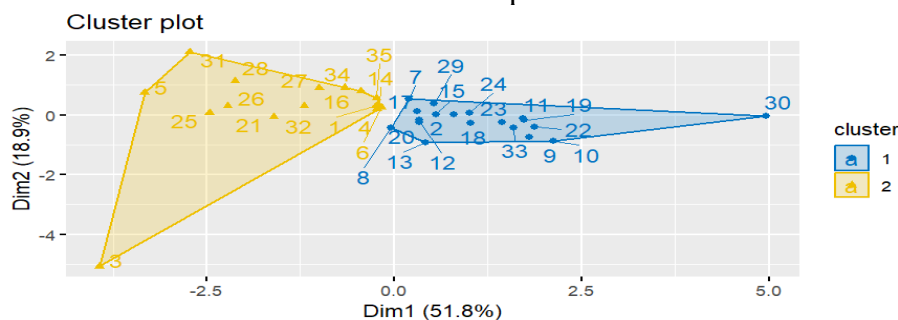
Tabel 7.
Nilai DBI Masing-Masing Cluster

Cluster	DBI
2	1.498
3	1.565
4	1.535
5	1.677

Dari tabel 7, dapat dilihat bahwa cluster optimum adalah 2 cluster karena mempunyai nilai *Davies Bouldin Index* (DBI) terkecil dibandingkan cluster lainnya yakni dengan nilai DBI 1,498.

5. Hasil Cluster optimum

Gambar 3:
Visualisasi Cluster Optimum



Dari gambar 3, dapat dilihat bahwa hasil visualisasi menggunakan cluster optimum yaitu cluster 2. Pada cluster 1 memiliki anggota 19 kabupaten dan 2 kota,

sedangkan *cluster* 2 memiliki 11 Kabupaten dan 4 kota dengan rincian anggotanya sebagai berikut.

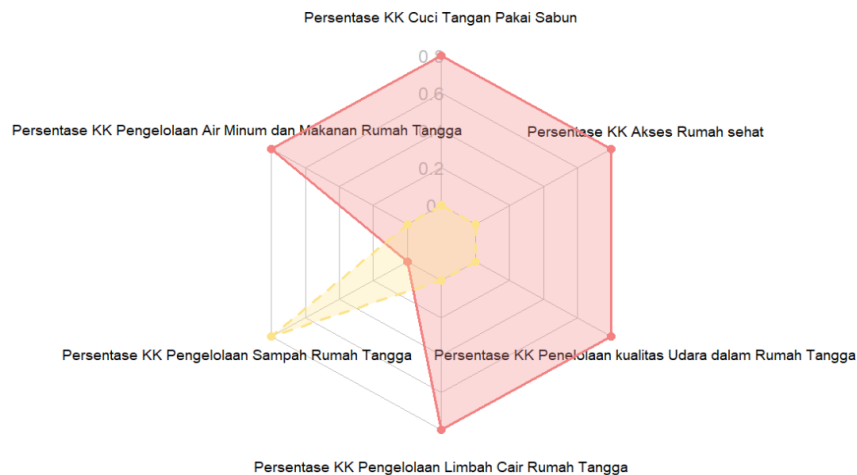
Tabel 8.
Hasil Pengelompokkan *Cluster* Optimum

<i>Cluster</i>	Kabupaten/Kota
<i>Cluster</i> 1	Kabupaten Banyumas, Kabupaten Wonosobo, Kabupaten Magelang, Kabupaten Boyolali, Kabupaten Klaten, Kabupaten Sukoharjo, Kabupaten Wonogiri, Kabupaten Karanganyar, Kabupaten Grobogan, Kabupaten Rembang, Kabupaten Pati, Kabupaten Kudus, Kabupaten Jepara, Kabupaten Semarang, Kabupaten Temanggung, Kabupaten Kendal, Kabupaten Brebes, Kota Magelang, Kota Semarang
<i>Cluster</i> 2	Kabupaten Cilacap, Kabupaten Purbalingga, Kabupaten Banjarnegara, Kabupaten Kebumen, Kabupaten Purworejo, Kabupaten Sragen, Kabupaten Blora, Kabupaten Demak, Kabupaten Batang, Kabupaten Pekalongan, Kabupaten Pemalang, Kabupaten Tegal, Kota Surakarta, Kota Salatiga, Kota Pekalongan, Kota Tegal

6. Karakteristik *Cluster*

Setelah dilakukan analisis *clustering*, selanjutnya adalah melakukan analisis karakteristik *cluster* untuk menunjukkan nilai mean pada masing-masing variabel pada setiap *cluster* dengan hasil sebagai berikut.

Gambar 4:
Karakteristik Cluster



Nilai indikator Sanitasi Total Berbasis Masyarakat (STBM) pada *cluster* 1 umumnya di atas rata-rata, kecuali pada variabel persentase KK yang mengelola sampah rumah tangga (X3). *Cluster* 1 didominasi oleh kabupaten/kota dengan jumlah KK dan puskesmas terbanyak, menunjukkan potensi yang lebih besar untuk mencapai target STBM berkat dukungan infrastruktur dan fasilitas kesehatan yang memadai. Di sisi lain, *cluster* 2 terdiri dari kabupaten/kota dengan jumlah KK dan

puskesmas yang lebih sedikit, sehingga memerlukan intervensi intensif dalam penyediaan infrastruktur sanitasi, peningkatan fasilitas kesehatan, dan kampanye sosialisasi yang lebih masif untuk mendukung program STBM.

KESIMPULAN

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, bisa disimpulkan bahwasanya penerapan metode *Fuzzy C-Means* menggunakan beberapa *cluster* yakni 2 *cluster*, 3 *cluster*, 4 *cluster* serta 5 *cluster*, diperoleh *cluster* optimum memiliki nilai DBI terkecil yaitu 1,498 pada 2 *cluster*. *Cluster* 1 terdiri dari 2 kota serta 17 kabupaten, sedangkan *cluster* 2 terdiri dari 4 kota serta 12 kabupaten. Karakteristik *cluster* 1 didominasi oleh kabupaten/kota dengan jumlah keluarga dan puskesmas terbanyak, yang menunjukkan potensi lebih besar untuk mencapai target STBM. Sementara itu, *cluster* 2 didominasi oleh kabupaten/kota dengan jumlah keluarga dan puskesmas lebih sedikit, sehingga memerlukan peningkatan upaya untuk mendukung pelaksanaan program Sanitasi Total Berbasis Masyarakat (STBM).

DAFTAR PUSTAKA

- Celesta, A. G., & Fitriyah, N. (2019). GAMBARAN SANITASI DASAR DI DESA PAYAMAN, KABUPATEN BOJONEGORO TAHUN 2016. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 11(2), 83–90. <https://doi.org/10.20473/jkl.v11i2.2019.83-90>
- Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Tengah. (2023). *PROFIL KESEHATAN JAWA TENGAH TAHUN 2023*.
- Maliga, I., Rafi'ah, Hasifah, H., & Sholihah, N. A. (2022). Penyuluhan Sanitasi Total Berbasis Masyarakat sebagai Upaya Pencegahan Penyakit Diare di Dusun Batu Bangka Kecamatan Moyo Hilir Kabupaten Sumbawa. *Jurnal Abdidas*, 3(1), 1–9. <https://doi.org/10.31004/abdidas.v3i1.519>
- Nugraha, G. S., & Riyandari, B. A. (2020). IMPLEMENTASI FUZZY C-MEANS UNTUK PENGELOMPOKAN DAERAH BERDASARKAN INDIKATOR KESEHATAN. *Jurnal Teknologi Informasi*, 4(1), 56–62.
- Permadi, F. T., Nilogiri, A., & Rosyidah, U. A. (2023). Algoritma Fuzzy C-Means dan Metode Davies Bouldin Index (DBI) untuk Mengolompokkan Kabupaten/Kota di Jawa Timur Berdasarkan Sanitasi Layak, Air Minum Layak, dan Rumah Layak Huni. *Jurnal Smart Teknologi*, 4(4), 450–459. <http://jurnal.unmuhjember.ac.id/index.php/JST>
- Purwaningtyas, D. A., & Haryanto. (2024). Tingkat Kesejahteraan Ditinjau Berdasarkan Analisis Fuzzy C-Means Clustering. *Prosiding Seminar Nasional 2024 Fakultas Psikologi Universitas Mercu Buana Yogyakarta*, 210–221.
- Putera, K. B. P., & Huizen, R. R. (2024). Analisis Performa Nasabah Kredit Kredivo Menggunakan Fuzzy C Means Clustering. *Prosiding Seminar Hasil Penelitian Informatika Dan Komputer 2024*, 1(2), 430–435.
- Sari, S. K., Afrizal, & Indraddin. (2019). KEBERHASILAN PKBI SUMATERA BARAT DALAM MEWUJUDKAN PERILAKU SEHAT KOLEKTIF PADA PROGRAM SANITASI TOTAL BERBASIS MASYARAKAT (STBM) (Suatu Studi Pemberdayaan Komunitas). *JISPO*, 9(1), 48–68.
- Sri Suryani, A. (2020). Pembangunan Air Bersih dan Sanitasi saat Pandemi Covid-19. *Aspirasi: Jurnal Masalah-Masalah Sosial*, 11(2), 199–214. <https://doi.org/10.22212/aspirasi.v11i2.1757>

- Susilawati, & Nurzannah, S. (2023). PENGARUH SANITASI LINGKUNGAN SPAL (SALURAN PEMBUANGAN AIR LIMBAH) TERHADAP KEJADIAN PENYAKIT DBD (DEMAM BERDARAH DENGUE). *ZAHRA: JOURNAL OF HEALTH AND MEDICAL RESEARCH*, 3(3), 282–289.
- Syabil, S., Putri, S., Pertiwi, R., & Setiyawati, M. E. (2022). PEMBANGUNAN AIR BERSIH DAN SANITASI DALAM MEWUJUDKAN EKONOMI HIJAU. *JURNAL KESEHATAN TAMBUSAI*, 3(4), 550–558.
- Syukron, H., Fayyad, M. F., Fauzan, F. J., Ikhsani, Y., & Gurning, U. R. (2022). Perbandingan K-Means K-Medoids dan Fuzzy C-Means untuk Pengelompokan Data Pelanggan dengan Model LRFM. *MALCOM: Indonesian Journal of Machine Learning and Computer Science*, 2(2), 76–83.
- Wardoyo, A. E., & Triuspita, N. (2020). Penentuan Cluster Optimum pada Tingkat Pengangguran dan Tingkat Kemiskinan di Jawa Timur Menggunakan Algoritma Fuzzy C-Means. *BIOS : Jurnal Teknologi Informasi Dan Rekayasa Komputer*, 1(2), 40–47.