

IMPLEMENTASI FUZZY C-MEANS CLUSTER ANALYSIS UNTUK MENGELOMPOKKAN KABUPATEN/KOTA BERDASARKAN DATA KEMISKINAN DI PROVINSI JAWA TENGAH TAHUN 2024 BERBASIS WEB

Aurellia Ratnaduhita, Veronica Lusiana
Teknik Informatika, Universitas Stikubank Semarang
Jalan Tri Lomba Juang No. 1 Semarang, Indonesia
aurelliaratnaduhita@mhs.unisbank.ac.id

ABSTRAK

Kemiskinan merupakan masalah yang kompleks secara sosial dan ekonomi, terutama di Provinsi Jawa Tengah yang memiliki tingkat kemiskinan yang bervariasi antar Kabupaten/Kota. Untuk membantu pemerintah membuat kebijakan yang lebih tepat sasaran, analisis *clustering* dapat digunakan untuk mengelompokkan daerah berdasarkan karakteristik kemiskinan. Penelitian ini menggunakan metode *Fuzzy C-Means* untuk mengelompokkan Kabupaten/Kota di Provinsi Jawa Tengah berdasarkan lima variabel utama, yaitu jumlah penduduk miskin, persentase penduduk miskin, laju pertumbuhan penduduk, kepadatan penduduk, dan tingkat pengangguran terbuka. Sistem yang dikembangkan berbasis *web* untuk mempermudah akses dan visualisasi hasil *clustering*. Data yang digunakan dalam penelitian ini bersumber dari Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi Jawa Tengah tahun 2024. Hasil dari penelitian dengan mengelompokkan Kabupaten/Kota ke dalam 4 *cluster*, yaitu didapatkan anggota dari *cluster* 1 terdiri dari 9 Kabupaten/Kota dengan kategori kemiskinan sangat rendah, *cluster* 2 terdiri dari 6 Kabupaten/Kota dengan kategori kemiskinan rendah, *cluster* 3 terdiri dari 12 Kabupaten/Kota dengan kategori kemiskinan menengah, dan *cluster* 4 terdiri dari 8 Kabupaten/Kota dengan kategori kemiskinan tinggi.

Kata kunci : Kemiskinan, Fuzzy C-Means, Clustering, Jawa Tengah

1. PENDAHULUAN

Kemiskinan merupakan masalah yang serius, jika dalam jangka panjang akan berdampak pada terhambatnya pembangunan nasional [1].

Pemerintah telah berupaya dengan berbagai program, seperti PKH misalnya, dengan memberikan bantuan keuangan bersyarat kepada Rumah Tangga Sangat Miskin [2].

Di Provinsi Jawa Tengah, menurut data yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS) menunjukkan adanya variasi signifikan dalam distribusi kemiskinan di seluruh wilayah provinsi. Pengelompokan wilayah berdasarkan tingkat kemiskinan adalah salah satu metode yang dapat memberikan wawasan tentang karakteristik kemiskinan di masing-masing daerah [3].

Fuzzy C-Means tepat untuk tujuan tersebut. *Fuzzy C-Means* adalah teknik pengelompokan dimana keberadaan setiap bagian data pada suatu *cluster* ditentukan oleh nilai keanggotaannya. Penentuan *cluster* nilai keanggotaan akan dilakukan dengan cara berulang, sehingga didapat pusat *cluster* yang nantinya akan bergerak ke lokasi yang tepat [4].

Penelitian terdahulu oleh [5] mengelompokkan kemiskinan di Kabupaten/Kota Provinsi Aceh dan menghasilkan 3 *cluster*. Terdapat penelitian serupa oleh [6] di Kecamatan Bantul dengan 4 *cluster* dengan 1.313 data keluarga miskin dan menggunakan 11 indikator.

Penelitian lain oleh [7] mengelompokkan penduduk miskin di Indonesia dari tahun 2015 hingga 2017. Menghasilkan 3 *cluster*, *Cluster* 1 dengan

tingkat kemiskinan tinggi, *Cluster* 2 dengan tingkat kemiskinan rendah, dan *Cluster* 3 dengan tingkat kemiskinan sedang.

Berdasarkan penelitian terdahulu, peneliti menggunakan algoritma *Fuzzy C-Means* untuk melakukan analisis *clustering* tingkat kemiskinan di Provinsi Jawa Tengah, dengan menggunakan data kemiskinan pada tahun 2024 dalam penelitian ini.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Data Clustering

Clustering adalah proses partisi sekumpulan objek data ke dalam himpunan bagian yang disebut *cluster*. Melalui penggunaan algoritma *clustering*, partisi dilakukan secara otomatis. *Clustering* sangat penting karena tidak dapat dilepaskan dari sejumlah data yang menghasilkan informasi yang berguna [8].

2.2. Machine Learning

Machine Learning adalah teknik pendekatan dari *Artificial Intelligent* (AI) yang digunakan untuk meniru, menggantikan peran manusia dalam melakukan aktivitas untuk memecahkan masalah [9]. Secara umum tipe belajar dari *machine learning* terbagi menjadi dua metode yaitu *Supervised Learning* dan *Unsupervised Learning*.

2.2.1. Supervised Learning

Supervised Learning adalah teknik yang mempelajari data operasional suatu sistem untuk membuat prediksi. Data dipilah dan diproses, langkah berikutnya adalah memilih model, seperti *classifier*

atau *regression model*. *Classification* yang bentuk labelnya kategori sedangkan *regression* yang bentuk labelnya bilangan real [10].

2.2.2. Unsupervised Learning

Metode *unsupervised learning* yang paling umum adalah analisis *cluster*, yang digunakan pada analisa data untuk mencari pola-pola tersembunyi atau pengelompokan dalam data [11].

Cluster Analysis disebut juga data *segmentation*. Bertujuan untuk mengelompokkan (*grouping*) atau segmentasi (*segmenting*) sekumpulan objek ke dalam kelompok yang lebih kecil (subset) atau "*cluster*".

2.3. Algoritma Fuzzy C-Means

Fuzzy C-Means Clustering, yang juga dikenal sebagai *Fuzzy Isodata*, adalah salah satu teknik pengelompokan yang termasuk dalam kelompok *unsupervised learning*. Algoritma *Fuzzy C-Means* adalah algoritma pengelompokan khas yang memungkinkan titik data tertentu berada dalam satu atau lebih *cluster*, dan tingkat keberadaan data dalam suatu *cluster* ditentukan oleh derajat keanggotaannya [12].

2.4. Kemiskinan

Kemiskinan adalah ketika seseorang atau keluarga tidak dapat memenuhi kebutuhan sehari-hari karena memiliki pendapatan yang rendah. Kondisi kemiskinan suatu negara atau wilayah merupakan cerminan dari tingkat kesejahteraan penduduk. Suatu negara dianggap sejahtera ketika tingkat kemiskinannya berhasil atau rendah [2].

Jumlah penduduk juga merupakan dampak dari kemiskinan dan pembangunan ekonomi [13]. Jumlah penduduk yang meningkat setiap tahunnya tidak seimbang dengan jumlah pendapatan, yang menjadi salah satu alasan mengapa banyak orang miskin. Semakin tinggi laju pertumbuhan penduduk, maka dapat menyebabkan kesenjangan dan mempengaruhi kondisi sosial masyarakat, salah satunya adalah banyak munculnya pengangguran. Pengangguran masih menjadi masalah utama dalam hubungannya dengan kemiskinan karena merupakan pintu gerbang menuju kemiskinan.

3. METODE PENELITIAN

3.1. Flowchart Penelitian



Gambar 1. Flowchart Penelitian

Flowchart pada Gambar 1 akan digunakan dalam penelitian *Clustering* Kemiskinan dengan metode *Fuzzy C-Means* berbasis *website*.

3.1.1. Analisis Masalah

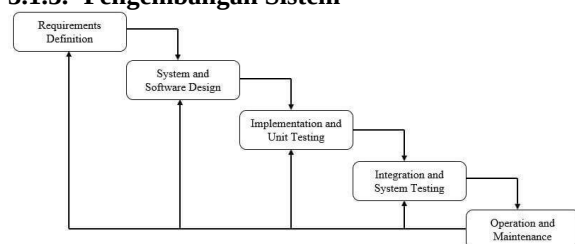
Provinsi Jawa Tengah memiliki 35 Kabupaten/Kota dengan tingkat kemiskinan yang beragam, yang ditunjukkan dengan perbedaan sosial, ekonomi, dan geografis. Perbedaan besar ini membuat pemerintah sulit membuat kebijakan yang tepat untuk mengurangi kemiskinan di setiap daerah. Hal ini dikarenakan pendekatan analisis deskriptif yang biasa digunakan untuk mengumpulkan data kemiskinan tidak memadai untuk mengungkap pola atau karakteristik khusus dari masing-masing Kabupaten/Kota.

Dalam hal ini, *Fuzzy C-Means* memiliki keunggulan karena dapat memberikan derajat keanggotaan pada setiap Kabupaten/Kota, yang menghasilkan data kemiskinan yang lebih akurat. Diharapkan metode ini akan membantu pemerintah membuat program pengentasan kemiskinan yang lebih khusus dan berkelanjutan yang disesuaikan dengan keadaan setiap klaster daerah.

3.1.2. Pengumpulan Data

Data Kemiskinan Kabupaten/Kota di Provinsi Jawa Tengah pada tahun 2024 yang menjadi objek penelitian ini didapatkan melalui *website* BPS Provinsi Jawa Tengah. Dengan menggunakan variabel Jumlah Penduduk Miskin, Presentase Penduduk Miskin, Laju Pertumbuhan Penduduk, Kepadatan Penduduk, dan Tingkat Pengangguran Terbuka. Selain itu terdapat juga data pendukung lain yang diperoleh dari berbagai sumber, yang dikumpulkan melalui *studi literatur*. Metode ini melibatkan pencarian buku, artikel, dan jurnal ilmiah yang berhubungan dengan sistem informasi, rekayasa perangkat lunak [14].

3.1.3. Pengembangan Sistem



Gambar 2. Metode Waterfall

Penelitian ini menggunakan Metode *Waterfall*. Metode *Waterfall* menggunakan pendekatan sistematis dan berurutan, langkah demi langkah yang dilalui harus diselesaikan satu per satu (tidak dapat meloncat ke tahap berikutnya) dan berjalan secara berurutan. Tahapan dari Metode *Waterfall* yaitu:

a. Requirement Analysis dan Definition

Requirement merupakan proses analisis dan pengumpulan data terkait dengan sistem yang akan dibuat. Pada tahap ini penulis mengumpulkan data

terkait kemiskinan dari Kabupaten/Kota di Provinsi Jawa Tengah tahun 2024 melalui website BPS Provinsi Jawa Tengah.

b. *System dan Software Design*

Pada tahap ini penulis menentukan teknologi yang akan digunakan (PHP, Python, dan JavaScript), kemudian mendesain basis data untuk menyimpan data kemiskinan serta hasil pengelompokan dari analisis *Fuzzy C-Means*.

c. *Implementation dan Unit Testing*

Tahap *implementation* dan *unit testing* merupakan tahap pemrograman. Penulis mengimplementasikan algoritma *Fuzzy C-Means* untuk melakukan pengelompokan data Kabupaten/Kota berdasarkan indikator-indikator kemiskinan, menghubungkan aplikasi dengan *database* untuk penyimpanan dan pengambilan data, dan mengembangkan fitur antarmuka untuk menampilkan hasil *clustering*.

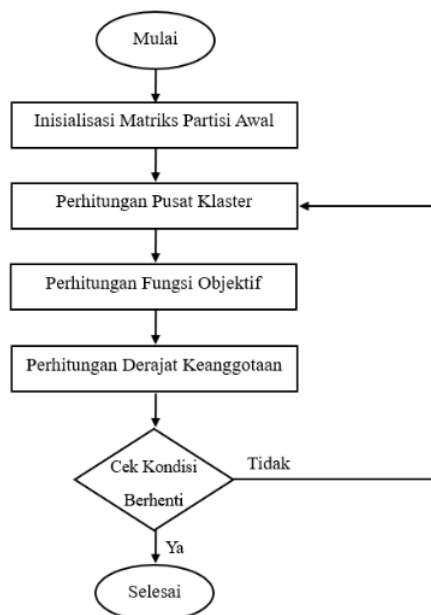
d. *Integration dan System Testing*

Integration dan *System Testing* bertujuan untuk menggabungkan semua modul yang telah diuji menjadi satu sistem utuh dan menguji keseluruhan sistem. Pada tahap ini penulis mengintegrasikan seluruh komponen aplikasi, termasuk modul algoritma *Fuzzy C-Means*, antarmuka pengguna, dan *database*. Kemudian melakukan pengujian, misalnya pengujian algoritma *Fuzzy C-Means* apakah bekerja dengan baik.

e. *Operation dan Maintenance*

Pada tahap ini penulis melakukan pemeliharaan sistem untuk memperbarui data kemiskinan jika ada perubahan di masa mendatang.

3.2. Proses Implementasi Algoritma *Fuzzy C-Means*



Gambar 3. Flowchart Algoritma *Fuzzy C-Means*

Flowchart pada Gambar 3 akan digunakan dalam proses Implementasi algoritma *Fuzzy C-Means*. Tahapan - tahapan dalam *flowchart* tersebut yaitu:

a. Inisialisasi Matriks Partisi Awal

Matriks partisi awal U yang memuat nilai derajat keanggotaan awal μ_{ik} untuk setiap data. Langkah pertama dengan membangkitkan nilai acak sebagai derajat keanggotaan data ke- i terhadap kluster ke- k . Setelah itu, dilakukan normalisasi derajat keanggotaan sehingga jumlah keanggotaan pada tiap data terhadap seluruh kluster menjadi 1, dengan rumus:

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

Kemudian hitung:

$$\mu_{ik} = \frac{\mu_{ik}}{Q_i} \quad (2)$$

Dengan Q_i sebagai jumlah matriks partisi awal.

b. Perhitungan Pusat Kluster

Pada tahap ini, menghitung pusat kluster awal V_{kj} untuk setiap kluster.. Rumus yang digunakan untuk menghitung pusat kluster ke- k adalah:

$$V_{kj} = \frac{\sum_{i=1}^n ((\mu_{ij})^w * X_{ij})}{\sum_{i=1}^n (\mu_{ij})^w} \quad (3)$$

c. Penghitungan Fungsi Objektif

Selama proses iterasi, fungsi objektif Pt dihitung pada setiap iterasi untuk mengukur jarak antara data dan pusat kluster dengan mempertimbangkan derajat keanggotaan:

$$Pt = \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^c \left(\left[\sum_{j=1}^m (X_{ij} - V_{kj})^2 \right] (\mu_{ik})^w \right) \quad (4)$$

Nilai Pt ini digunakan untuk menentukan apakah kondisi konvergensi telah tercapai.

d. Perhitungan Derajat Keanggotaan

Setelah penghitungan fungsi objektif, derajat keanggotaan setiap data terhadap semua kluster dihitung dengan rumus:

$$\mu_{ij} = \frac{\left[\sum_{j=1}^m ((X_{ij} - V_{kj})^2) \right]^{\frac{-1}{w-1}}}{\sum_{k=1}^c \left[\sum_{j=1}^m ((X_{ij} - V_{kj})^2) \right]^{\frac{-1}{w-1}}} \quad (5)$$

Langkah ini akan memberikan nilai keanggotaan yang mencerminkan kedekatan relatif data terhadap setiap kluster.

e. Kondisi Berhenti

Proses iterasi berlanjut hingga salah satu dari dua kondisi berikut tercapai:

- Perubahan fungsi objektif antar iterasi cukup kecil, yaitu $(|Pt - (Pt - 1)| < \xi)$, di mana ξ adalah ambang batas kesalahan.
- Jumlah iterasi telah mencapai batas maksimum yang ditentukan (MaxIter).

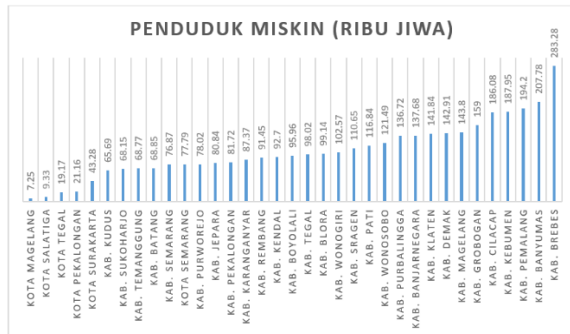
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Analisis Deskriptif

Analisis deskriptif bertujuan memberikan gambaran keseluruhan yang ringkas mengenai dataset, sehingga memudahkan pemahaman bagi pembaca. Oleh karena itu, telah disertakan data mengenai tingkat kemiskinan di Jawa Tengah pada tahun 2024.

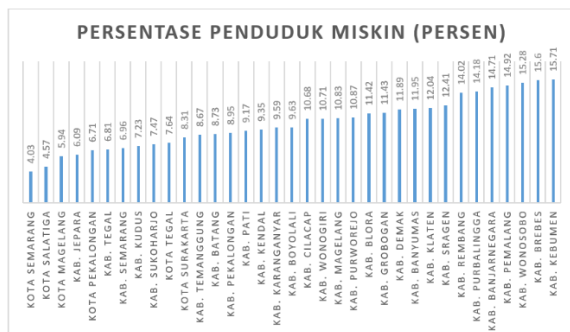
4.1.1. Analisis Jumlah Penduduk Miskin

Provinsi Jawa Tengah pada tahun 2022 sebanyak 3.831,44 ribu jiwa tercatat sebagai penduduk miskin dengan persentase 10,93% dari total penduduk di Provinsi Jawa Tengah. Selain itu pada tahun 2024 juga masih terdapat penduduk miskin dengan data sebagai berikut:



Gambar 4. Data Jumlah Penduduk Miskin (ribu jiwa)

Berdasarkan data di atas, menunjukkan bahwa tingkat penduduk miskin tertinggi ada di Kabupaten Brebes dengan penduduk miskin sebanyak 283,28 ribu jiwa, selain itu juga diketahui bahwa tingkat penduduk miskin terendah ada di Kota Magelang dengan penduduk miskin sebanyak 7,25 ribu jiwa. Tingkat penduduk miskin juga dapat dikategorikan berdasarkan persentase jumlah penduduk, sebagai berikut:

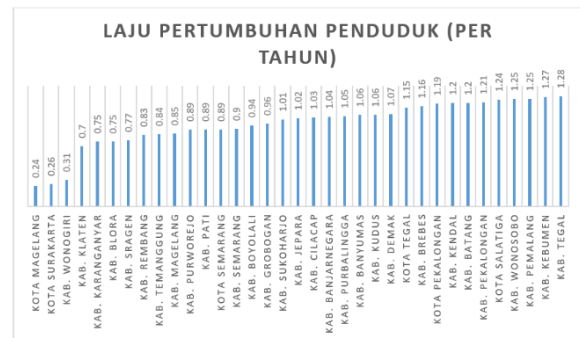


Gambar 5. Persentase Penduduk Miskin (persen)

Berdasarkan data di atas, menunjukkan bahwa persentase penduduk miskin tertinggi ada di Kabupaten Kebumen dengan persentase penduduk miskin sebesar 15,71%, selain itu juga diketahui bahwa persentase penduduk miskin terendah ada di Kota Semarang dengan persentase sebesar 4,03%.

4.1.2. Analisis Laju Pertumbuhan Penduduk

Provinsi Jawa Tengah memiliki tingkat laju pertumbuhan penduduk sebesar 1,17/ tahun pada tahun 2020. Selain itu data laju pertumbuhan penduduk pada tahun 2024 dapat dijelaskan pada data sebagai berikut:



Gambar 6. Data Laju Pertumbuhan Penduduk (per tahun)

Berdasarkan data di atas, menunjukkan bahwa tingkat laju pertumbuhan penduduk Provinsi Jawa Tengah tertinggi terdapat di Kabupaten Tegal sebesar 1,28/tahun, selain itu juga diketahui bahwa tingkat laju pertumbuhan penduduk Provinsi Jawa Tengah terendah ada di Kota Magelang sebesar 0,24/tahun. Hasil tersebut menunjukkan bahwa tingkat pertumbuhan penduduk di wilayah Provinsi Jawa Tengah cukup stabil dan seimbang di setiap Kabupaten/Kota, tetapi memang yang menjadi pokok permasalahan ada pada Kota Magelang yang hanya sebesar 0,24 dalam laju pertumbuhan penduduk yang dikatakan cukup rendah. Selanjutnya terdapat data kepadatan penduduk, sebagai berikut:

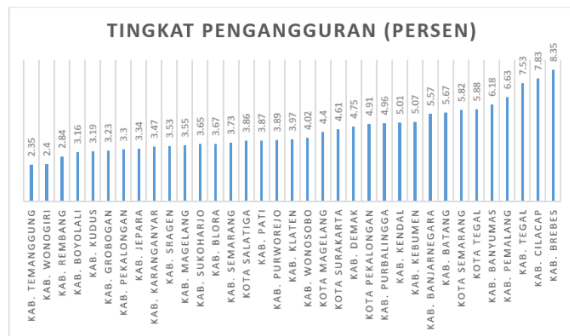


Gambar 7. Tingkat Kepadatan Penduduk (per Km)

Berdasarkan data di atas, menunjukkan bahwa tingkat kepadatan penduduk Provinsi Jawa Tengah yang tertinggi ada di Kota Salatiga dengan jumlah 11.302/km, selain itu tingkat kepadatan penduduk yang terendah terdapat di Kabupaten Grobogan dengan jumlah 464/km. Hasil tersebut menunjukkan bahwa wilayah dengan kepadatan tinggi di Kota Salatiga dikarenakan wilayah yang kecil dengan penduduk yang banyak, berbanding terbalik dengan Wilayah Kabupaten Grobogan yang memiliki wilayah yang cukup luas dengan penduduk yang tersebar di setiap wilayah.

4.1.3. Analisis Tingkat Pengangguran

Provinsi Jawa Tengah memiliki angka pengangguran 5,13% pada tahun 2023, selain itu data tingkat pengangguran pada tahun 2024 dapat dijelaskan pada data sebagai berikut:



Gambar 8. Tingkat Pengangguran (Persen)

Berdasarkan data di atas, menunjukkan bahwa tingkat pengangguran tertinggi di Provinsi Jawa Tengah terdapat di Kabupaten Brebes dengan persentase sebesar 8,35%, sedangkan tingkat pengangguran terendah ada di Kabupaten Temanggung dengan persentase sebesar 2,35%. Hal ini menunjukkan bahwa wilayah Provinsi Jawa Tengah masih memiliki tingkat pengangguran yang tinggi dikarenakan masih tidak seimbangnya tingkat lapangan pekerjaan dengan jumlah tenaga kerja yang tersedia.

4.2. Pengujian

Metode yang digunakan dalam pengelompokkan kabupaten/kota di Provinsi Jawa Tengah pada penelitian ini adalah metode *fuzzy c-means*. Sebelum melakukan analisis *cluster*, supaya antar variabel tidak ada hubungan atau saling independen maka terlebih dahulu dilakukan analisis faktor.

4.2.1. Pengujian KMO (Keiser-Mayer-Olkin)

Sebelum melakukan analisis *cluster*, diperlukan pemenuhan dua asumsi yaitu, jumlah populasi/sampel harus dapat merepresentasikan keadaan sesungguhnya (representatif) dan tidak boleh adanya korelasi antar variabel penelitian (non multikolinearitas). Asumsi pertama yaitu jumlah sampel harus dapat mewakili populasi (representatif). Uji asumsi ini dilakukan menggunakan nilai dari Kaiser Meyer-Olkin (KMO).

Tabel 1. Uji KMO

Aspek	Nilai KMO
Penduduk Miskin	0,461
Persentase Penduduk Miskin	0,595
Laju Pertumbuhan Penduduk	0,370
Kepadatan Penduduk	0,379
Tingkat Pengangguran	0,259

Berdasarkan tabel di atas, menunjukkan bahwa nilai KMO dari keseluruhan aspek tingkat kemiskinan penduduk di Provinsi Jawa Tengah mendapatkan nilai $> 0,50$ yang dapat diartikan bahwa persyaratan analisis faktor telah terpenuhi untuk dilakukan analisis pengujian selanjutnya.

4.2.2. Pengujian Bartlett's Test

Pengujian *Bartlett* dilakukan untuk mengetahui apakah ada korelasi antar variabel. Pengujian asumsi ini menggunakan *Bartlett's test of sphericity* dengan hasil sebagai berikut:

Tabel 2. Hasil Pengujian Bartlett's Test

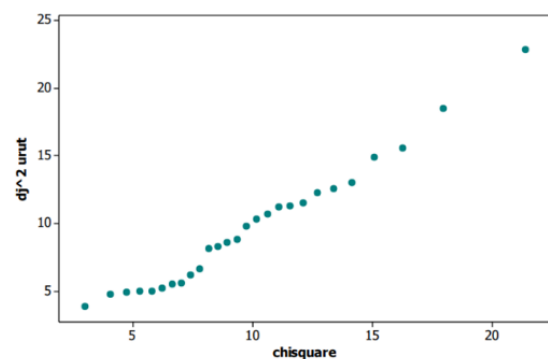
KMO and Bartlett's Test		
Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.	,415	
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	73,046
	df	10
	Sig.	,000

Berdasarkan tabel di atas, menunjukkan bahwa didapatkan nilai *chi-square* sebesar 73,046. Didapatkan hasil bahwa nilai *chi-square* hitung lebih besar dari nilai *chi-square* tabel maka keputusannya adalah ada korelasi antar variabel. Berdasarkan pengujian *bartlett's test* karena adanya hubungan antar variabel maka perlu dilakukan analisis faktor.

4.3. Hasil Analisis Cluster

4.3.1. Analisis Faktor Fuzzy C-Means Cluster

Analisis faktor merupakan salah satu analisis untuk mereduksi dimensi dari seluruh variabel sehingga terbentuk menjadi sejumlah faktor baru yang merupakan kombinasi linier dari variabel asal. Sebelum melakukan analisis faktor, terlebih dahulu harus melakukan pemeriksaan asumsi normal multivariat, kecukupan korelasi antar variabel dan pengujian kebebasan antar variabel.

Gambar 9. Plot *Chi-square* Pemeriksaan Normal Multivariat

Berdasarkan gambar di atas menunjukkan bahwa data telah mengikuti distribusi normal multivariat. Setelah dilakukan pemeriksaan kecukupan korelasi antar variabel dan pengujian kebebasan antar variabel sudah terpenuhi, maka langkah selanjutnya adalah melakukan analisis faktor. Analisis faktor digunakan untuk mengetahui faktor baru yang terbentuk.

Tabel 3. Nilai *Eigen Value*

Componet	Initial Eigenvalues		
	Total	% of Variance	Cumulative %
1	2,445	48,897	48,897
2	1,236	24,717	73,614
3	,875	17,497	91,110
4	,333	6,652	97,762
5	,112	2,238	100,000

Berdasarkan tabel di atas, diketahui bahwa terdapat dua faktor yang memiliki *eigen value* bernilai lebih dari 1 dengan persentase kumulatif varians sebesar 73,614%. Maka dapat diartikan bahwa dari kelima aspek direduksi dan terbentuk 2 faktor dengan total varians dari data yang dapat dijelaskan oleh faktor yang terbentuk adalah sebesar 73,614%.

Tabel 4. Aspek Pembentukan Tingkat Kemiskinan

Component	Component	
	1	2
Penduduk_Miskin	,915	-,041
Persentase	,804	-,296
Laju_Pertumbuhan	,541	,447
Kepadatan_Penduduk	-,664	,535
Tingkat_Pengangguran	,479	,813

Berdasarkan tabel di atas, dapat diketahui dari 5 aspek kemiskinan yang digunakan telah didapatkan hasil *component* yang lebih unggul yakni pada *component* 1.

4.3.2. Clustering Aspek Kemiskinan

Perhitungan cluster dalam analisis tingkat kemiskinan di kabupaten/ kota Provinsi Jawa Tengah dibagi menjadi beberapa aspek seperti berikut:

Tabel 5. Hasil Pengelompokkan *Clustering*

	Final Cluster Centers				Sig.
	1	2	3	4	
Penduduk Miskin	43,56	15,86	121,60	43,28	,003
Persentase	4,30	6,76	10,94	8,31	,003
Laju Pertumbuhan	1,07	,86	,98	,26	,046
Kepadatan Penduduk	4140	6954	1119	11302	,000
Tingkat Pengangguran	4,84	5,06	4,44	4,61	,010

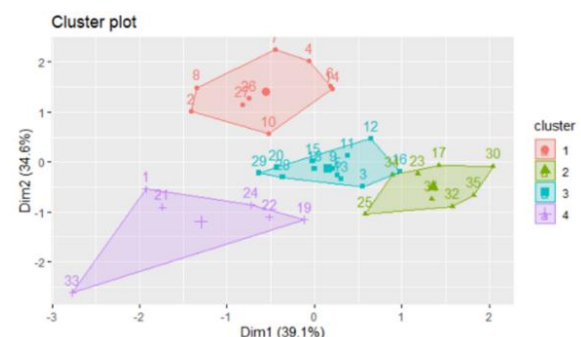
Berdasarkan data di atas, terlihat bahwa nilai Sig. mendapatkan $> 0,05$ dapat diartikan bahwa setiap aspek kemiskinan sesuai dengan kondisi yang diinginkan, dan pengelompokkan *clustering* terbagi menjadi 4 (empat) *cluster*. Dengan pengelompokkan *cluster* sebagai berikut:

Tabel 6. Kelompok *Cluster*

No.	Kabupaten/ Kota	Cluster			
		1	2	3	4
1.	Kab. Cilacap				*
2.	Kab. Banyumas	*			

No.	Kabupaten/ Kota	Cluster			
		1	2	3	4
3.	Kab. Purbalingga			*	
4.	Kab. Banjarnegara	*			
5.	Kab. Kebumen			*	
6.	Kab. Purworejo	*			
7.	Kab. Wonosobo	*			
8.	Kab. Magelang	*			
9.	Kab. Boyolali			*	
10.	Kab. Klaten	*			
11.	Kab. Sukoharjo			*	
12.	Kab. Wonogiri			*	
13.	Kab. Karanganyar			*	
14.	Kab. Sragen	*			
15.	Kab. Grobogan			*	
16.	Kab. Blora			*	
17.	Kab. Rembang		*		
18.	Kab. Pati			*	
19.	Kab. Kudus				*
20.	Kab. Jepara			*	
21.	Kab. Demak				*
22.	Kab. Semarang				*
23.	Kab. Temanggung		*		
24.	Kab. Kendal				*
25.	Kab. Batang		*		
26.	Kab. Pekalongan	*			
27.	Kab. Pemalang	*			
28.	Kab. Tegal			*	
29.	Kab. Brebes			*	
30.	Kota Magelang		*		
31.	Kota Surakarta		*		
32.	Kota Salatiga		*		
33.	Kota Semarang				*
34.	Kota Pekalongan		*		
35.	Kota Tegal		*		

Cluster yang terbentuk yakni 4 (empat) sesuai dengan tabel di atas. Selain itu penggambaran kelompok *cluster* dapat dibentuk melalui *n* dalam *cluster* plot warna untuk membedakan kelompok yang berbeda. Titik-titik pusat setiap kelompok ditandai dengan simbol lingkaran yang tersebar. Titik data yang berdekatan dan warna yang sama dalam plot cenderung menjadi bagian dari kelompok yang sama.



Gambar 10. Plot Fuzzy C-Means

Berdasarkan gambar di atas, hasil analisis *cluster* plot *cluster* 1 disimbolkan dengan warna merah, *cluster* 2 dengan warna hijau, *cluster* 3 dengan warna biru, dan *cluster* 4 dengan warna ungu. Dari

gambar tersebut terlihat pada *cluster 2* dan *cluster 3* cenderung berdekatan dan berhimpit. Banyaknya data yang tergabung dalam setiap kelompok dapat dilihat pada tabel berikut:

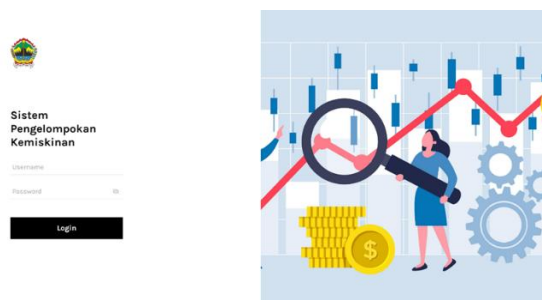
Tabel 7. Jumlah *Cluster* Terbentuk

Cluster	Size	Kabupaten/ Kota
Cluster 1	9	Kab. Banyumas, Kab. Banjarnegara, Kab. Purworejo, Kab. Wonosobo, Kab. Magelang, Kab. Klaten, Kab. Sragen, Kab. Pekalongan, Kab. Pemalang
Cluster 2	6	Kab. Cilacap, Kab. Kudus, Kab. Demak, Kab. Semarang, Kab. Kendal, Kota Semarang
Cluster 3	12	Kab. Purbalingga, Kab. Kebumen, Kab. Boyolali, Kab. Sukoharjo, Kab. Wonogiri, Kab. Karanganyar, Kab. Grobogan, Kab. Blora, Kab. Pati, Kab. Jepara, Kab. Tegal, Kab. Brebes,
Cluster 4	8	Kab. Rembang, Kab. Temanggung, Kab. Batang, Kota Magelang, Kota Surakarta, Kota Salatiga, Kota Pekalongan, Kota Tegal

Jumlah *cluster* yang terbentuk sebanyak $k = 4$. *Fuzzy C-Means* terbentuk dari *cluster 1* sebanyak 9 kabupaten/kota, *cluster 2* sebanyak 8 kabupaten/kota, *cluster 3* sebanyak 12 kabupaten/kota, dan *cluster 4* sebanyak 6 kabupaten/kota.

4.3.3. Sistem Pengelompokan Kemiskinan

Pemerintah Provinsi Jawa Tengah juga memiliki sistem pengelompokan kemiskinan yang menggunakan sistem login akun.



Gambar 11. Login Sistem Pengelompokan Kemiskinan

No.	Wilayah	Jumlah Penduduk Miskin	Persentase Penduduk Miskin	Laju Pertumbuhan Penduduk	Kepadatan Penduduk	Tingkat Pengangguran Terbuka
1	Kab. Cilacap	386.08	10,08%	1,03	872,00	7,63
2	Kab. Purbalingga	336.72	14,39%	1,05	1.388,00	4,96
3	Kab. Kebumen	537.68	14,71%	1,04	903,00	5,57
4	Kab. Sukoharjo	382.95	15,71%	1,27	1.060,00	5,07
5	Kab. Wonorejo	79,02	10,07%	0,89	705,00	3,89
6	Kab. Wonorejo	121.49	19,28%	1,29	919,00	4,02
7	Kab. Magelang	143,80	10,03%	0,85	1.187,00	3,55
8	Kab. Brebes	95,95	0,63%	0,94	1.093,00	8,35
9	Kab. Rembang	141,84	13,53%	0,70	1.811,00	3,87

Gambar 12. Data Kemiskinan

Gambar 13. Tampilan Penambahan Data Kemiskinan

Gambar 14. Tampilan *Cluster Fuzzy C-Means* Tingkat Kemiskinan

Hasil dari pengelompokan kemiskinan melalui *cluster fuzzy c-means* pada sistem Pemerintah Provinsi Jawa Tengah sendiri terdapat beberapa *cluster* tersendiri, antara lain :

- Cluster 1*, yang menampilkan kondisi kemiskinan sangat rendah dengan pusat kemiskinan sangat rendah.
- Cluster 2*, yang menampilkan kondisi kemiskinan rendah dengan pusat kemiskinan rendah.
- Cluster 3*, yang menampilkan kondisi kemiskinan menengah dengan pusat kemiskinan menengah.
- Cluster 4*, yang menampilkan kondisi kemiskinan tinggi dengan pusat kemiskinan tinggi.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Terdapat beberapa hal yang dapat disimpulkan berdasarkan hasil penelitian ini, yakni sebagai berikut: Hasil statistik deskriptif menunjukkan tingkat penduduk miskin tertinggi ada di Kabupaten Brebes dengan penduduk miskin sebanyak 283,28 ribu jiwa, sedangkan tingkat penduduk miskin terendah ada di Kota Magelang dengan penduduk miskin sebanyak 7,25 ribu jiwa. Tingkat laju pertumbuhan penduduk tertinggi terdapat di Kabupaten Tegal sebesar 1,28/tahun, sedangkan tingkat laju pertumbuhan penduduk terendah ada di Kota Magelang sebesar 0,24/tahun. Tingkat kepadatan penduduk yang tertinggi ada di Kota Salatiga dengan jumlah 11.302/km, sedangkan kepadatan penduduk yang terendah terdapat di Kabupaten Grobogan dengan jumlah 464/km. Tingkat pengangguran tertinggi terdapat di Kabupaten Brebes dengan persentase sebesar 8,35%, sedangkan tingkat pengangguran

terendah ada di Kabupaten Temanggung dengan persentase sebesar 2,35%. Hasil penelitian analisis *fuzzy c-means clustering* dengan 4 cluster. Penentuan centroid menghasilkan nilai jarak pusat cluster iterasi pertama, hasil cluster sebanyak 9, 8, 12, dan 6 Kabupaten/Kota.

Dengan kesimpulan yang telah disampaikan, saran yang dapat diberikan oleh peneliti, antara lain: Dalam melakukan pengelompokan diperhatikan pemilihan variabel dan hubungan antar variabelnya, juga metode yang akan digunakan. Selain itu untuk pemerintah dapat lebih fokus dalam mengukur indikator kemiskinan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. I. Febianto and N. Palasara, "Analisa Clustering K-Means Pada Data Informasi Kemiskinan Di Jawa Barat Tahun 2018," *Jurnal Sisfokom (Sistem Informasi dan Komputer)*, vol. 8, no. 2, pp. 130–140, Aug. 2020, doi: 10.32736/sisfokom.v8i2.653.
- [2] D. Fuji Astri, "CLUSTERING PENDUDUK MISKIN MENGGUNAKAN ALGORITMA K-MEANS PADA WILAYAH JAWA BARAT," 2024.
- [3] S. N. Mayasari and J. Nugraha, "Implementasi K-Means Cluster Analysis untuk Mengelompokkan Kabupaten/Kota Berdasarkan Data Kemiskinan di Provinsi Jawa Tengah Tahun 2022," 2023. [Online]. Available: <https://jateng.bps.go.id/>.
- [4] S. Mulyani, B. N. Sari, and A. A. Ridha, "Clustering Productivity of Rice in Karawang Regency Using The Fuzzy C-Means Method," *Indonesian Journal of Artificial Intelligence and Data Mining (IJAIMD)*, vol. 3, no. 2, pp. 103–112, 2020, doi: 10.24014/ijaidm.v3i2.10415.
- [5] M. K. Sukardi and Indah Manfaati Nur, "Penerapan Algoritma Fuzzy C-Means Untuk Pengelompokkan Kemiskinan Di Kabupaten/kota Provinsi Aceh," *JURNAL ILMIAH MATEMATIKA DAN TERAPAN*, vol. 20, no. 2, pp. 115–126, Dec. 2023, doi: 10.22487/2540766x.2023.v20.i2.16494.
- [6] F. Dwi Astuti, "IMPLEMENTASI FUZZY C-MEANS UNTUK CLUSTERING PENDUDUK MISKIN (STUDI KASUS: KECAMATAN BANTUL)," 2020.
- [7] A. Indriyanti, A. Nugroho, and I. Romli, "Tahun 2022 Call for papers dan Seminar Nasional Sains dan Teknologi Ke-1 2022 Fakultas Teknik, Universitas Pelita Bangsa," vol. 1, no. 1, 2022.
- [8] R. Bahtiyar, S. Lestanti, and S. N. Budiman, "PENERAPAN METODE FUZZY C-MEANS CLUSTER ING UNTUK PENGELOMPOKAN KABUPATEN DI JAWA TIMUR BERDASARKAN INDIKATOR KESEJAHTERAAN RAKYAT," 2023.
- [9] A. Wijoyo, A. Y. Saputra, S. Ristanti, R. Sya'ban, M. Amalia, and R. Febriansyah, "Pembelajaran Machine Learning," *OKTAL : Jurnal Ilmu Komputer dan Science*, vol. Volume 3, Feb. 2024.
- [10] M. N. Fahmi, "Implementasi Mechine Learning menggunakan Python Library: Scikit-Learn (Supervised dan Unsupervised Learning)," *Sains Data Jurnal Studi Matematika dan Teknologi*, vol. 1, no. 2, pp. 87–96, Dec. 2023, doi: 10.52620/sainsdata.v1i2.31.
- [11] F. P. Ferdy Pangestu, N. Y. Nur Yasin, R. C. Ronald Chistover Hasugian, and Y. Yunita, "Penerapan Algoritma K-Means Untuk Mengklasifikasi Data Obat," *Jurnal Sisfokom (Sistem Informasi dan Komputer)*, vol. 12, no. 1, pp. 53–62, Mar. 2023, doi: 10.32736/sisfokom.v12i1.1461.
- [12] F. Nuraeni, D. Tresnawati, Y. Handoko Agustin, and G. Fauzi, "OPTIMIZATION OF MARKET BASKET ANALYSIS USING CENTROID-BASED CLUSTERING ALGORITHM AND FP-GROWTH ALGORITHM," *Jurnal Teknik Informatika (Jutif)*, vol. 3, no. 6, pp. 1581–1590, Dec. 2022, doi: 10.20884/1.jutif.2022.3.6.399.
- [13] Adinda and Abd. Mubaraq, "Pengaruh Jumlah Penduduk dan Pendapatan Perkapita Terhadap Tingkat Kemiskinan di Provinsi Kalimantan Barat".
- [14] R. Aryasatya and V. Lusiana, "Penentuan Klustering Indeks Pembangunan Manusia Provinsi Jawa Tengah dengan Metode K-Means Berbasis Web," *Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi*, vol. 8, no. 1, p. 2024, 2024, doi: 10.35870/jti