

Pengelompokkan Kemiskinan di Provinsi Jawa Timur Menggunakan Fuzzy Geographically Weighted Clustering

Anisa^{1*}, Tony Yulianto², Kuzairi³, Faisol⁴

^{1,2,3,4} Prodi Matematika, Fakultas MIPA, Universitas Islam Madura, Indonesia

* Penulis Korespondensi. Email: annisasarimin29@gmail.com

ABSTRAK

Masalah kemiskinan menjadi isu global yang menarik untuk dibahas karena berdampak pada kondisi sosial ekonomi, pendidikan, kesehatan, maupun stabilitas politik suatu wilayah. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS), jumlah penduduk miskin di Provinsi Jawa Timur sebanyak 4,19 juta orang pada Maret 2023 mengalami penurunan sebanyak 47,7 ribu orang dari September 2022. Namun Jawa Timur masih menjadi Provinsi dengan jumlah penduduk miskin tertinggi di Indonesia. Upaya yang dapat dilakukan dalam pengentasan kemiskinan yaitu mengetahui daerah dengan tingkat kemiskinan tertinggi, sedang atau rendah di Provinsi Jawa Timur dengan cara mengelompokkan Kabupaten/Kota berdasarkan indikator kemiskinan. Dalam penelitian ini pengelompokan Kabupaten/Kota berdasarkan indikator kemiskinan dilakukan dengan mempertimbangkan efek geografis menggunakan metode Fuzzy Geographically Weighted Clustering (FGWC). Hasil Penelitian diperoleh 3 cluster yang optimum dengan karakteristik cluster yang berbeda berdasarkan indikator kemiskinan. Cluster 1 dengan kemiskinan rendah, cluster 2 dengan kemiskinan sedang dan cluster 3 dengan kemiskinan tinggi.

Kata Kunci: Fuzzy Geographically Weighted Clustering; Kemiskinan; Pengelompokan

ABSTRACT

The problem of poverty is a global issue that is important to discuss because it affects the socio-economic conditions, education, health and political stability of a region. According to data from the Central Statistics Agency (BPS), the number of poor people in East Java Province reached 4.19 million people in March 2023, a decrease of 47.7 thousand people since September 2022. However, East Java is still the province with the most poor people highest in Indonesia. One effort to alleviate poverty is to identify areas with the highest, medium or low poverty levels in East Java Province through grouping districts/cities based on poverty indicators. In this research, district/city grouping was carried out by considering geographic effects using the Fuzzy Geographically Weighted Clustering (FGWC) method. The research results show that there are three optimum clusters with different characteristics based on poverty indicators: cluster 1 with low poverty, cluster 2 with moderate poverty, and cluster 3 with high poverty.

Keyword: Fuzzy Geographically Weighted Clustering; Poverty; Grouping

Article info: 1 November 2024

Accepted: 29 November 2024

How to cite this article:

Anisa, A., Yulianto, T., Kuzairi, K., & Faisol, F. (2024). Pengelompokkan Kemiskinan di Provinsi Jawa Timur Menggunakan Fuzzy Geographically Weighted Clustering. Zeta - Math Journal, 9(2), 105-114. <https://doi.org/10.31102/zeta.2024.9.2.105-114>



This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

1. PENDAHULUAN

Kemiskinan merupakan masalah kritis bagi semua negara, baik negara maju maupun negara berkembang. Sampai saat ini, kemiskinan ekstrim telah meningkat secara signifikan di negara berkembang. Kemiskinan di negara berkembang merupakan salah satu masalah utama yang harus ditangani oleh pemerintah (Alvin & Hukom, 2023). Masalah kemiskinan menjadi isu global yang menarik untuk dibahas karena berdampak pada kondisi sosial ekonomi, pendidikan, kesehatan, maupun stabilitas politik suatu wilayah (Priseptian & Primandhana, 2022).

Permasalahan kemiskinan disebabkan oleh banyak faktor, diantaranya jumlah pengangguran yang semakin bertambah tanpa diikuti dengan bertambahnya lapangan pekerjaan, upah kerja yang tidak sesuai dengan kebutuhan hidup dan kualitas hidup masyarakat yang rendah (Prayoga, Muchtolifah, & Sishadiyant, 2021). Menurut Mohammad dkk pada tahun 2021 masalah pengangguran merupakan salah satu masalah makro ekonomi yang menjadi penghambat pembangunan daerah karena akan menimbulkan masalah-masalah sosial lainnya (Mokoagow & Mardiana, 2023). Selain itu menurut Padambo dkk pada tahun 2021 kemiskinan juga dipengaruhi oleh indikator pembangunan ekonomi diantaranya pertumbuhan ekonomi, inflasi dan indeks pembangunan manusia. Pertumbuhan ekonomi merupakan indikator untuk melihat keberhasilan pembangunan dan merupakan syarat keharusan bagi pengurangan tingkat kemiskinan (Sulasih, Novandari, & Findianingsih, 2023).

Kepala Badan Kebijakan Fiskal (BKF) Kementerian Keuangan mengatakan jumlah penduduk miskin di Indonesia pada Maret 2023 sebanyak 25,90 juta orang, turun 0,46 juta orang dari September 2022. Secara akumulatif, sejak Maret 2021 hingga Maret 2023 tercatat 1,6 juta orang yang berhasil keluar dari garis kemiskinan (Kementerian Keuangan Republik Indonesia, 2023). Sedangkan berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS), jumlah penduduk miskin di Provinsi Jawa Timur sebanyak 4,19 juta orang pada Maret 2023. Kemiskinan di Jatim sebelumnya di angka 4,24 juta orang pada September 2022, kini turun 47,7 ribu orang pada Maret 2023. Walaupun mengalami penurunan, Jawa Timur masih menjadi Provinsi dengan jumlah penduduk miskin tertinggi ketiga di Pulau Jawa (Badan Pusat Statistik Jawa Timur, 2023). Meskipun dari tahun ke tahun tingkat kemiskinan mengalami penurunan, namun masih terdapat beberapa daerah yang tingkat kemiskinannya masih tinggi yang diakibatkan tidak meratanya pembangunan di setiap daerah (Alfianto, Istiyani, & Priyono, 2019). Berdasarkan permasalahan tersebut, upaya yang dapat dilakukan dalam pengentasan kemiskinan yaitu mengetahui daerah dengan tingkat kemiskinan tertinggi, sedang atau rendah di Provinsi Jawa Timur dengan cara mengelompokkan Kabupaten/Kota berdasarkan indikator kemiskinan. Pengelompokan tingkat kemiskinan di Jawa Timur dapat menjadi referensi bagi pemerintah dalam merancang kebijakan yang sesuai berdasarkan karakteristik kemiskinan yang dimiliki oleh setiap Kabupaten/kota dan hasil pengelompokan dapat membantu pemerintah dalam upaya penanganan yang dilakukan akan tepat sasaran sehingga perekonomian masyarakat Jawa Timur dapat lebih merata (Widodo, Ermayani, Laila, & Madani, 2021).

Dalam penelitian ini pengelompokan Kabupaten/Kota berdasarkan indikator kemiskinan di Provinsi Jawa Timur dilakukan dengan mempertimbangkan efek geografis menggunakan metode *Fuzzy Geographically Weighted Clustering* (FGWC). Mason dan Jacobson (2007) memperkenalkan FGWC yaitu penggabungan dari teknik *Fuzzy Clustering* dan *Neighborhood Effect*. Pada algoritma FGWC efek kewilayahan telah diperhitungkan pada penghitungan nilai keanggotaannya, sehingga *cluster* yang terbentuk akan sensitif terhadap efek lingkungan dan mempengaruhi nilai-nilai pusat *cluster* (Maliku, Rais, & Fajri, 2022). Pada mulanya fungsi objektif yang digunakan dalam FGWC serupa dengan fungsi objektif pada metode FCM kemudian, terdapat modifikasi karena pada *data set* yang berisi n jumlah data dan d jumlah variabel (dimensi) terdapat dua fungsi objektif yang berbeda. Jika $n > d$, maka fungsi objektif dengan parameter nilai keanggotaan dapat mempermudah proses penyelesaian. Namun jika $n \leq d$ maka fungsi objektif dengan parameter *centroid* (titik pusat klaster) dapat mempermudah proses penyelesaian (Nadifan, 2022).

Penelitian tentang *Fuzzy Geographically Weighted Clustering* pernah dilakukan oleh Maliku dkk (2022) mengenai penerapan FGWC terhadap pengelompokan Kabupaten/Kota Di Provinsi Sulawesi Tengah berdasarkan indikator pembangunan ekonomi hasil dari penelitiannya menunjukkan bahwa diperoleh 3 *cluster* optimum dengan karakteristik setiap *cluster* yang relatif berbeda berdasarkan indikator pembangunan ekonomi. *cluster* 1 dengan pembangunan ekonomi rendah, *cluster* 2 dengan pembangunan ekonomi tinggi, dan *cluster* 3 dengan pembangunan ekonomi sedang dan pengelompokan kabupaten/kota berdasarkan indikator pembangunan ekonomi dengan menggunakan metode *Fuzzy Geographically Weighted Clustering* mampu memberikan gambaran karakteristik tiap *cluster* yang diperoleh. Penelitian tentang kemiskinan pernah

dilakukan oleh Sachriar dan Iskandar (2023) mengenai Analisa Perbandingan Complete Linkage AHC dan K-Medoids Dalam Pengelompokan Data Kemiskinan di Indonesia yang hasil penelitiannya menunjukkan bahwa Penerapan metode AHC menghasilkan *cluster* 2 dengan jumlah provinsi terbanyak, yaitu 22 provinsi, diikuti oleh *cluster* 0 dengan 9 provinsi, dan *cluster* 1 dengan hanya 3 provinsi. Sedangkan penerapan metode K-Medoids menghasilkan *cluster* 1 dengan jumlah provinsi terbanyak, yaitu 22 provinsi, diikuti oleh *cluster* 0 dengan 9 provinsi, dan *cluster* 2 dengan hanya 3 provinsi. Meskipun letak *clusternya* berbeda antara kedua metode tersebut namun jumlah provinsi dalam *cluster* sama sehingga *cluster* dengan jumlah 3 provinsi dinyatakan sebagai provinsi dengan jumlah penduduk miskin terbanyak. Penelitian lain tentang kemiskinan juga pernah diteliti oleh Novitasari dan Arovah (2023) mengenai penerapan metode *clustering average linkage* untuk mengelompokkan Kabupaten/Kota di Provinsi Sumatera Utara berdasarkan indikator kemiskinan hasil dari penelitiannya menunjukkan bahwa metode *Average Linkage* menghasilkan 2 *cluster*. Setiap *cluster* memiliki jumlah yang berbeda. *Cluster* pertama terdiri dari 25 kabupaten dan 7 kota, sedangkan *cluster* kedua terdiri dari 1 kota.

Berdasarkan latar belakang tersebut, peneliti ingin mengelompokkan Kabupaten/Kota di Provinsi Jawa Timur menggunakan metode *geographically weighed clustering* berdasarkan 4 indikator kemiskinan yaitu pertumbuhan ekonomi, indeks pembangunan manusia (IPM), tingkat pengangguran, dan upah minimum. Penelitian ini dilakukan dengan mempertimbangkan efek geografis berdasarkan keragaman kondisi kemiskinan yang terjadi antar kabupaten/kota di Jawa Timur yang mengindikasikan adanya perbedaan kondisi/karakteristik di masing-masing wilayah.

2. METODE PENELITIAN

3.1 Data Penelitian

Pada penelitian ini, data yang digunakan adalah data sekunder yang diperoleh dari website resmi BPS Provinsi Jawa Timur. Data yang digunakan adalah data indikator kemiskinan yang terdiri dari jumlah penduduk miskin (ribu jiwa), indeks pembangunan manusia (persen), pertumbuhan ekonomi (persen), upah minimum (rupiah) dan tingkat pengangguran (persen). Selain itu juga dilakukan pengambilan data jumlah penduduk tiap Kabupaten/Kota (juta jiwa) dan jarak antar Kabupaten/Kota (*latitude* dan *longitude*) sebagai data pendukung untuk pembobotan. Data mengenai kemiskinan, indikator kemiskinan dan jumlah penduduk di ambil dari website resmi Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Timur yaitu <https://jatim.bps.co.id> sedangkan untuk data jarak antar Kabupaten/Kota di dapat dari google map.

3.2 Tahapan Penelitian

Adapun tahapan analisis data yang dilakukan dalam penelitian pengelompokan kemiskinan di Provinsi Jawa Timur menggunakan *Fuzzy Geographically Weighted Clustering* adalah sebagai berikut:

- Menentukan inialisasi parameter yang akan digunakan, yaitu menentukan jumlah *cluster* (c), *fuzziness* (m), error terkecil (ϵ), penimbang efek jarak (a), dan penimbang efek populasi (b).
- Penentuan pembobot geografis menggunakan data populasi dan data jarak antar wilayah dengan menerapkan beberapa metode jarak dengan menggunakan rumus.
- Menentukan derajat keanggotaan awal dengan ukuran $n \times c$ dimana n merupakan banyak data, sedangkan c adalah banyak cluster. Nilai ditentukan secara acak dengan syarat jumlah nilai elemen dalam setiap baris adalah 1.
- Menentukan pusat *cluster* dengan menerapkan beberapa metode jarak menggunakan rumus.
- Memperbaiki derajat keanggotaan dengan menerapkan beberapa metode jarak menggunakan rumus
- Pembobotan geografis untuk menentukan keanggotaan kelompok pada *Fuzzy Geographically Weighted Clustering* sehingga *cluster* yang terbentuk memiliki efek geografis menggunakan rumus. Keanggotaan suatu data (Kabupaten/Kota) ditentukan berdasarkan nilai derajat keanggotaan terbesar.
- Pemberhentian iterasi. Iterasi yang dilakukan pada analisis FGWC akan berhenti jika memenuhi salah satu kriteria yaitu jika nilai maksimum dari perubahan *membership function* kurang dari sama dengan nilai *threshold* yang ditentukan yaitu 1×10^{-5} atau saat iterasi yang dilakukan sudah sampai iterasi maksimum yang ditentukan yaitu 1000 iterasi.
- Menentukan jumlah cluster yang optimal pada analisis FGWC menggunakan indeks validitas. Indeks validitas yang digunakan yaitu *Partition Coefficient* (PC), *Classification Entropy* (CE), *Partition Index* (SC), *Separation Index* (S), *Xie and Beni's Index* (XB), and IFV index.

- i. Menganalisis karakteristik masing-masing *cluster* yang terbentuk menggunakan nilai rata-rata dari variabel pada setiap *cluster*

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Statistika deskriptif pada penelitian ini berisi tentang rata-rata (*mean*), standar deviasi, data terendah (minimum) dan data tertinggi (maksimum) variabel pertumbuhan ekonomi x_1 , indeks pembangunan manusia x_2 , pengangguran x_3 , dan upah minimum x_4 .

Tabel 41 Deskripsi Variabel Penelitian

Variabel	Minimum	Maksimum	<i>mean</i>	Standar deviasi
pertumbuhan ekonomi	-6,16	8,88	4,63316	2,42995
Indeks Pembangunan Manusia	63,39	82,74	72,96921	5,077042
Pengangguran	1,36	8,8	5,273158	1,775418
Upah Minimum	211433527	452547919	269476849	78914713

Pada Tabel 1 dilihat bahwa nilai minimum tertinggi yaitu 211433527 terletak pada variabel upah minimum di Kabupaten Sampang dan nilai maksimum tertinggi yaitu 452547919 terletak pada variabel upah minimum juga namun letaknya yaitu di Kota Surabaya.

4.1. Menulis Persamaan Matematika

1. Menentukan jumlah *cluster*, parameter *fuzziness* (m), error terkecil/kriteria pemberhentian iterasi (ε), penimbang efek jarak (a), dan penimbang efek populasi (b). Jumlah *cluster* yang akan dibentuk pada penelitian ini yaitu 2 dan 3 *cluster*. Pada penelitian ini parameter *fuzziness* (m) yang digunakan yaitu 5. Pemberhentian iterasi pada *fuzzy geographically weighted clustering* apabila perpindahan matriks partisi lebih kecil daripada nilai *threshold*. Nilai *threshold* yang digunakan pada penelitian ini yaitu 10^{-5} atau ketika iterasi sudah mencapai 1000. Dan dalam penelitian ini penimbang efek jarak (a) yang digunakan adalah 5 dan penimbang efek populasi (b) adalah 2.
2. Menentukan pembobot geografis menggunakan persamaan $w_{ij} = \frac{(m_i m_j)^b}{d_{ij}^a}$ dengan menerapkan metode jarak *eclidean*, *Squared Euclidean*, *cityblock*, *chebychev* dan *minkowski*. Dan dari persamaan tersebut diperoleh 12 matriks berukuran 38×38 dengan 6 matriks untuk 2 *cluster* dan 6 matriks untuk 3 *cluster* dengan hasil seperti berikut:

Tabel 2 Nilai Pembobot Geografis Dengan Jarak *Squared Euclidean*

w_{ij}	w_{i1}	w_{i2}	...	w_{i38}
w_{1j}	0	$1,65 \times 10^{-23}$...	$1,59 \times 10^{-30}$
w_{2j}	$1,65 \times 10^{-23}$	0	...	$8,41 \times 10^{-29}$
\vdots	\vdots	\vdots	\ddots	\vdots
w_{38j}	$1,59 \times 10^{-30}$	$8,41 \times 10^{-29}$...	0

Tabel 2 merupakan hasil fungsi pembobot dengan menggunakan metode jarak *Squared Euclidean*.

3. Membentuk matriks berukuran $n \times c$ sebagai derajat keanggotaan awal. Dibentuk 2 matriks yaitu matriks berukuran 38×2 dan matriks berukuran 38×3 . Nilai derajat keanggotaan ditentukan secara acak langsung oleh *software* Matlab.
4. Menentukan pusat *cluster* menggunakan persamaan $V_i = \frac{\sum_{k=1}^n u_{ik}^m x_k}{\sum_{k=1}^n u_{ik}^m}$ dengan menerapkan 5 metode jarak yang sudah ditentukan dan diperoleh pusat *cluster* sebagai berikut:
 - Untuk 2 *cluster* menggunakan jarak *Squared Euclidean* yaitu:

$$\begin{aligned} V_1 &= 73,80443 & 5,64227 & 325872463 & 5,617972 \\ V_2 &= 73,67845 & 3,980917 & 244905400 & 5,355278 \end{aligned}$$
 - Untuk 3 *cluster* menggunakan jarak *Squared Euclidean* yaitu:

$$\begin{aligned} V_1 &= 71,20793 & 6,367092 & 399770425 & 4,888277 \\ V_2 &= 73,62261 & 3,976511 & 262710322 & 5,346777 \\ V_3 &= 71,99611 & 4,261241 & 251128940 & 5,014342 \end{aligned}$$

5. Memperbaiki matriks derajat keanggotaan menggunakan persamaan $u_{ik} = \frac{1}{\sum_{j=1}^c \left(\frac{\|v_i - x_k\|}{\|v_j - x_k\|} \right)^{\frac{2}{m-1}}}$ dengan

menerapkan metode jarak *euclidean*, *Squared Euclidean*, *cityblock*, *chebychev* dan *minkowski*, dari persamaan tersebut didapatkan 12 matriks dengan 6 matriks berukuran 38×2 dan 6 matriks berukuran 38×3 . Berikut hasil perbaikan nilai derajat matriks keanggotaan:

Tabel 3 Nilai Perbaikan Derajat Keanggotaan **2 Cluster Squared Euclidean**

Kabupaten/Kota	u_{i1}	u_{i2}
Pacitan	$1,90 \times 10^{-9}$	$2,70 \times 10^{-8}$
Ponorogo	$1,91 \times 10^{-9}$	$2,63 \times 10^{-8}$
\vdots	\vdots	\vdots
Kota Surabaya	$4,90 \times 10^{-9}$	$1,82 \times 10^{-9}$
Kota Batu	$3,14 \times 10^{-8}$	$4,85 \times 10^{-9}$

Tabel 3 Merupakan hasil dari nilai perbaikan derajat keanggotaan **2 cluster** dengan metode jarak *squared euclidean*. Adapun nilai perbaikan derajat keanggotaan pada **3 cluster** dengan metode jarak *Squared Euclidean* yaitu seperti pada Tabel 4.

Tabel 44 Nilai Perbaikan Derajat Keanggotaan **3 Cluster Squared Euclidean**

Kabupaten/Kota	u_{i1}	u_{i2}	u_{i3}
Pacitan	$4,19 \times 10^{-10}$	$6,44 \times 10^{-9}$	$1,13 \times 10^{-8}$
Ponorogo	$4,23 \times 10^{-10}$	$6,35 \times 10^{-9}$	$1,107 \times 10^{-8}$
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
Kota Surabaya	$9,61 \times 10^{-9}$	$7,43 \times 10^{-10}$	$6,60 \times 10^{-10}$
Kota Batu	$1,536 \times 10^{-9}$	$8,83 \times 10^{-9}$	$5,33 \times 10^{-9}$

Tabel 4 Merupakan hasil dari nilai perbaikan derajat keanggotaan **3 cluster** dengan metode jarak *squareeuclidean*.

6. Pembobotan geografis untuk menentukan keanggotaan kelompok menggunakan persamaan $u'_i = \alpha u_i + \beta \frac{1}{A} \sum_j^n w_{ij} u_j$. Dan dari persamaan tersebut diperoleh 34 vektor yang terdiri dari 12 vektor di **2 cluster** (6 vektor di *cluster 1* dan 6 vektor di *cluster 2*) dan 18 vektor di **3 cluster** (6 vektor di *cluster 1*, 6 vektor di *cluster 2* dan 6 vektor di *cluster 3*) dengan hasil sebagaimana sebagai berikut:

Tabel 5 Nilai Derajat Keanggotaan terboboti **2 Cluster Squared Euclidean**

Kabupaten/Kota	<i>cluster 1</i>	<i>cluster 2</i>	<i>Cluster</i>
Pacitan	$1,48 \times 10^{-9}$	$2,11 \times 10^{-8}$	2
Ponorogo	$1,49 \times 10^{-9}$	$2,05 \times 10^{-8}$	2
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
Kota Surabaya	$3,83 \times 10^{-9}$	$1,42 \times 10^{-9}$	1
Kota Batu	$2,45 \times 10^{-8}$	$3,79 \times 10^{-9}$	1

Tabel 5 Merupakan hasil perhitungan derajat keanggotaan terboboti untuk **2 cluster** dengan menggunakan metode jarak *Squared Euclidean*. Adapun nilai derajat keanggotaan baru yang terboboti geografis pada **3 cluster** dengan metode jarak *euclidean* yaitu sebagai berikut:

Tabel 6 Nilai Derajat Keanggotaan terboboti **3 Cluster Squared Euclidean**

Kabupaten/Kota	<i>Cluster 1</i>	<i>Cluster 2</i>	<i>Cluster 3</i>	<i>cluster</i>
Pacitan	$4,19 \times 10^{-10}$	$6,44 \times 10^{-9}$	$1,13 \times 10^{-8}$	3
Ponorogo	$4,23 \times 10^{-10}$	$6,35 \times 10^{-9}$	$1,11 \times 10^{-8}$	3
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
Kota Surabaya	$9,61 \times 10^{-9}$	$7,43 \times 10^{-10}$	$6,60 \times 10^{-10}$	1
Kota Batu	$1,53 \times 10^{-9}$	$8,83 \times 10^{-9}$	$5,33 \times 10^{-9}$	2

Tabel 6 Merupakan hasil perhitungan derajat keanggotaan terboboti untuk 3 *cluster* dengan menggunakan metode jarak *Squared Euclidean*. Dan berdasarkan Tabel 5 dan Tabel 6 diperoleh derajat keanggotaan terboboti Kabupaten/Kota untuk masuk menjadi anggota dari suatu *cluster*. Keanggotaan suatu data ditentukan berdasarkan nilai derajat keanggotaan terbesar.

7. Pemberhentian Iterasi pada analisis FGWC apabila memenuhi salah satu kriteria yaitu jika nilai maksimum dari perubahan *membership function* kurang dari sama dengan nilai *threshold* yaitu 1×10^{-5} atau saat iterasi yang dilakukan sudah sampai 1000 iterasi. Berikut hasil nilai perubahan *membership function* dari setiap *cluster* dan metode jarak yang digunakan:

Tabel 7 Hasil Perubahan *Membership Function*

Metode	Perubahan <i>membership function</i>
<i>euclidean</i> C = 2	$3,92 \times 10^{-10}$
<i>squaredeuclidean</i> C = 3	$1,93 \times 10^{-17}$
:	:
<i>minkowski</i> 3 C = 2	$2,75 \times 10^{-10}$
<i>minkowski</i> 3 C = 3	$2,75 \times 10^{-10}$

Berdasarkan Tabel 7 semua metode jarak dengan banyaknya *cluster* 2 dan 3 menghasilkan nilai *membership function* kurang dari nilai *threshold* artinya iterasi diberhentikan karena sudah memenuhi salah satu kriteria pemberhentian iterasi.

8. Mencari nilai indeks validitas dan fungsi objektif. Dalam penelitian ini indeks validitas yang digunakan yaitu *Partition Coefficient* (PC), *Classification Entropy* (CE), *Partition Index* (SC), *Separation Index* (S), *Xie and Beni's Index* (XB), and IFV index.. Hasil dari indeks validitas penelitian ini yaitu sebagai berikut:

Tabel 8 Hasil Perhitungan Indkes Validitas

Metode	PC	CE	SC	S	XB	IFV
<i>euclidean</i> C = 2	$1,53 \times 10^{-8}$	0,00130911	$4,17 \times 10^{-21}$	$1,04 \times 10^{-8}$	$5,51 \times 10^{-19}$	$7,63 \times 10^{-8}$
<i>euclidean</i> C = 3	$9,22 \times 10^{-9}$	0,00132224	$4,76 \times 10^{-22}$	$4,16 \times 10^{-7}$	$1,50 \times 10^{-19}$	$3,82 \times 10^{-8}$
<i>squaredeuclidean</i> C = 2	$3,04 \times 10^{-9}$	0,00040319	$2,83 \times 10^{-40}$	$3,20 \times 10^{-17}$	$1,46 \times 10^{-32}$	$2,22 \times 10^{-13}$
<i>squaredeuclidean</i> C = 3	$4,76 \times 10^{-15}$	$6,64 \times 10^{-7}$	$6,15 \times 10^{-42}$	$3,75 \times 10^{-14}$	$2,94 \times 10^{-34}$	$8,39 \times 10^{-14}$
<i>cityblock</i> C = 2	$3,81 \times 10^{-8}$	0,0014912	$1,09 \times 10^{-19}$	$2,18 \times 10^{-7}$	$3,47 \times 10^{-17}$	$4,45 \times 10^{-8}$
<i>cityblock</i> C = 3	$9,40 \times 10^{-9}$	0,00117241	$8,60 \times 10^{-23}$	$9,02 \times 10^{-8}$	$3,58 \times 10^{-19}$	$8,56 \times 10^{-8}$
<i>chebychev</i> C = 2	$4,75 \times 10^{-8}$	0,00174702	$5,04 \times 10^{-21}$	$6,56 \times 10^{-9}$	$8,06 \times 10^{-17}$	$2,65 \times 10^{-7}$
<i>chebychev</i> C = 3	$1,53 \times 10^{-8}$	0,00130911	$4,17 \times 10^{-21}$	$1,04 \times 10^{-8}$	$5,51 \times 10^{-19}$	$7,63 \times 10^{-8}$
<i>minkowski</i> 3 C = 2	$1,55 \times 10^{-8}$	0,00171366	$1,24 \times 10^{-19}$	$7,69 \times 10^{-7}$	$1,42 \times 10^{-18}$	$7,14 \times 10^{-9}$
<i>minkowski</i> 3 C = 3	$2,07 \times 10^{-8}$	0,00152861	$1,009 \times 10^{-21}$	$2,69 \times 10^{-8}$	$1,40 \times 10^{-18}$	$1,21 \times 10^{-7}$

Adapun hasil fungsi objektif pada penelitian ini yaitu sebagai berikut:

Tabel 9 Hasil Perhitungan Fungsi Objektif

Metode	Fungsi Objektif
<i>euclidean</i> $C = 2$	$2,05 \times 10^{14}$
<i>euclidean</i> $C = 3$	$6,35 \times 10^{13}$
<i>squaredeuclidean</i> $C = 2$	$5,26 \times 10^{29}$
<i>squaredeuclidean</i> $C = 3$	$2,81 \times 10^{29}$
<i>cityblock</i> $C = 2$	$1,84 \times 10^{14}$
<i>cityblock</i> $C = 3$	$9,39 \times 10^{13}$
<i>chebychev</i> $C = 2$	$4,21 \times 10^{14}$
<i>chebychev</i> $C = 3$	$6,08 \times 10^{13}$
<i>minkowski</i> 3 $C = 2$	$4,69 \times 10^{14}$
<i>minkowski</i> 3 $C = 3$	$4,28 \times 10^{13}$

Berdasarkan Tabel 8 didapatkan bahwa PC yang maksimum terdapat pada metode jarak *squaredeuclidean* $C = 3$, CE yang minimum terdapat pada metode jarak *squaredeuclidean* $C = 3$, SC yang minimum terdapat pada metode jarak *squaredeuclidean* $C = 3$, S yang minimum terdapat pada metode jarak *squaredeuclidean* $C = 2$, XB yang minimum terdapat pada metode jarak *squaredeuclidean* $C = 3$ dan IFV yang maksimum terdapat pada metode jarak *chebychev* $C = 2$, sehingga dapat disimpulkan bahwa jumlah *cluster* yang optimal yaitu 3 *cluster* dengan metode jarak *Squared Euclidean* karena 3 *cluster* dengan metode jarak *Squared Euclidean* merupakan jumlah *cluster* terbanyak yang optimal. Dan Tabel 9 merupakan hasil fungsi objektif dari beberapa *cluster* yang terbentuk dengan metode jarak yang berbeda.

9. Analisis karakteristik masing-masing *cluster*

Untuk mengetahui karakteristik masing-masing *cluster* dilakukan analisis karakteristik *cluster* berdasarkan rata-rata variabel dari setiap *cluster*.

Tabel 10 Hasil rata-rata variabel tiap *cluster*

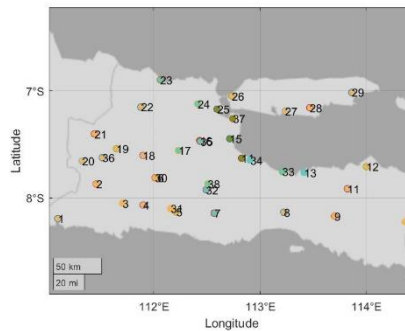
Variabel	Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3
Indeks Pembangunan Manusia	60,55	66,92	67,77
Pertumbuhan Ekonomi	5,21	5,36	3,39
Upah minimum	361210654,4	258365139,5	211991709,8
Pengangguran Terbuka	5,47	4,93	4,40

Dari Tabel 10 dapat dilihat bahwa nilai rata-rata tertinggi suatu *cluster* yaitu ditandai dengan warna kuning dan nilai rata-rata terendah suatu *cluster* ditandai dengan tanda merah. Berdasarkan hal tersebut diketahui karakteristik dari ketiga *cluster* yang terbentuk, sehingga diperoleh interpretasi sebagai berikut:

- Cluster* 1 terdapat 5 daerah yaitu (Pasuruan, Sidoarjo, Mojokerto, Gresik, dan Kota Surabaya) dan daerah yang berada pada *cluster* 1 merupakan daerah yang kemiskinannya rendah berdasarkan indikator kemiskinan karena rata-rata variabel yang ada di *cluster* 1 memiliki nilai yang besar.
- Cluster* 2 terdapat 10 daerah yaitu (Malang, Probolinggo, Jombang, Tuban, Lamongan, Kota Malang, Kota Probolinggo, Kota Pasuruan, Kota Mojokerto, Kota Batu) dan daerah yang berada pada *cluster* 2 merupakan daerah yang kemiskinannya sedang berdasarkan indikator kemiskinan karena rata-rata variabel yang ada di *cluster* 2 memiliki nilai yang sedang.
- Cluster* 3 terdapat 23 daerah yaitu (Pacitan, Ponorogo, Trenggalek, Blitar, Kediri, Lumajang, Jember, Banyuwangi, Bondowoso, Situbondo, Nganjuk, Madiun, Magetan, Ngawi, Bojonegoro, Bangkalan, Sampang, Pamekasan, Sumenep, Kota Kediri dan Kota Blitar) dan daerah yang berada

pada *cluster* 3 merupakan daerah yang kemiskinannya tinggi berdasarkan indikator kemiskinan karena rata-rata variabel yang ada di *cluster* 2 memiliki nilai yang rendah.

Berikut visualisasi peta hasil *cluster* optimal:



Gambar 1 Peta Visualisasi Hasil *Cluster*

Berdasarkan Gambar 1 menunjukka bahwa *cluster* 1 yang berwarna hijau tua, *cluster* 2 yang berwarna biru muda dan *cluster* 3 yaitu yang berwarna kuning.

5. KESIMPULAN

Pada penelitian ini terdapat 4 variabel yaitu pertumbuhan ekonomi x_1 , indeks pembangunan manusia x_2 , pengangguran x_3 , dan upah minimum x_4 . variabel pertumbuhan ekonomi memiliki nilai minimum (data terendah) yaitu -6,16, maksimum (data tertinggi) yaitu 8,88, *mean* (rata-rata) yaitu 4,63316 serta standard deviasi yaitu 2,42995. Variabel indeks pembangunan manusia memiliki nilai minimum (data terendah) yaitu 63,39 maksimum (data tertinggi) yaitu 82,74, *mean* (rata-rata) yaitu 72,96921 serta standard deviasi yaitu 5,077042. Variabel pengangguran memiliki nilai minimum (data terendah) yaitu 1,36 maksimum (data tertinggi) yaitu 8,8, *mean* (rata-rata) yaitu 5,273158 serta standard deviasi yaitu 1,7754. Dan variabel Upah minimum memiliki nilai minimum (data terendah) yaitu 211433527 maksimum (data tertinggi) yaitu 452547919, *mean* (rata-rata) yaitu 269476849 serta standard deviasi yaitu 78914713. Nilai minimum tertinggi yaitu 211433527 terletak pada variabel upah minimum di Kabupaten Sampang dan nilai maksimum tertinggi yaitu 452547919 terletak pada variabel upah minimum juga namun letaknya yaitu di Kota Surabaya.

Dalam penelitian ini *cluster* yang terbentuk yaitu ada 3 *cluster*. *Cluster* 1 merupakan daerah yang kemiskinannya rendah dan dalam *cluster* 1 terdapat 5 daerah yaitu (Pasuruan, Sidoarjo, Mojokerto, Gresik, Kota Surabaya), sedangkan *cluster* 2 merupakan daerah yang kemiskinannya sedang dan dalam *cluster* 2 terdapat 10 daerah yaitu (Malang, Probolinggo, Jombang, Tuban, Lamongan, Kota Malang, Kota Probolinggo, Kota Pasuruan, Kota Mojokerto, Kota Batu), dan *cluster* 3 merupakan daerah yang tingkat kemiskinannya tinggi dalam *cluster* 3 terdapat 23 daerah yaitu (Pacitan, Ponorogo, Trenggalek, Blitar, Kediri, Lumajang, Jember, Banyuwangi, Bondowoso, Situbondo, Nganjuk, Madiun, Magetan, Ngawi, Bojonegoro, Bangkalan, Sampang, Pamekasan, Sumenep, Kota Kediri dan Kota Blitar).

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, F. D., & Priana, W. (2023). Pengaruh pengeluaran pemerintah daerah, Pertumbuhan ekonomi, Dan Upah Minimum Terhadap Kemiskinan Di provinsi Jawa barat. *Jurnal Randai*, 3(2), 2723-4657.
- Alfianto, D. B., Istiyani, N., & Priyono, T. H. (2019). Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Tingkat Kemiskinan di Provinsi Jawa Timur. *e-Journal Ekonomi Bisnis dan Akuntansi*, VI (1), 85-90. <https://doi.org/10.19184/ejeba.v6i1.11108>
- Alvin, A., & Hukum, A. (2023). Faktor – Faktor Yang Mempengaruhi Kemiskinan Di Provinsi Kalimantan Tengah Tahun 2013-2022. *Jurnal Ekonomi Manajemen Akuntansi*, 29(1), 85-96.
- Badan Pusat Statistik Jawa Timur. (2023). *Badan Pusat Statistik Jawa Timur*. Dipetik Oktober Rabu, 2023, dari <https://jatim.bps.go.id/pressrelease/2023/07/17/1381/persentase-penduduk-miskin-maret-2023-turun-menjadi-10-35-persen.html>
- Bimantara, S., & Widiartha, . (2023). Optimization Of K-Means Clustering Using Particle Swarm Optimization Algorithm For Grouping traveler Reviews Data On Tripadvisor Sites. *Jurnal Ilmiah Kursor*, 12(1), 1 - 10. <https://doi.org/10.21107/kursor.v12i01.269>

- Dinas Sosial Kabupaten Buleleng. (2016). *Dinas Sosial Kabupaten Buleleng*. Dipetik Oktober Kamis, 2023, dari <https://dinsos.bulelengkab.go.id/informasi/detail/artikel/artikel-masalah-sosial-tentang-kemiskinan-93>
- Efiyah, U. (2014). *Penerapan algoritma fuzzy c-means untuk pengelompokan harga gabah di tingkat penggiling berdasarkan kualitas gabah*. Malang: Jurusan matematika, Fakultas Sains dan teknologi universitas islam negeri maulana malik ibrahim malang.
- Ghufron, , Surarso, B., & Gernowo, R. (2020). Implementation Of K-Medoids Clustering For High Education Accreditation Data. *Jurnal Ilmiah Kursor*, 10(3), 119-128. <https://doi.org/10.21107/kursor.v10i3.232>
- Hadi, B. S. (2017). *Pendekatan Modified Particle Swarm Optimization Dan Artificial Bee Colony Pada Fuzzy Geographically Weighted Clustering (Studi Kasus pada Faktor Stunting Balita di Provinsi Jawa Timur)*. Surabaya Jurusan Statistika Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya: Program Magister.
- Haryati, A. E., Sugiyarto, , & Putri, R. D. (2021). Comparison Of Fuzzy Subtractive Clustering And Fuzzy C-Means. *Jurnal Ilmiah Kursor*, 11(1), 1 - 8. <https://doi.org/10.21107/kursor.v11i1.254>
- Hilmi, Marumu, M. N., Ramlawati, & Peuru, C. D. (2022). Pengaruh Jumlah Penduduk Dan Pengangguran Terhadap Tingkat Kemiskinan Di Kabupaten Tolitoli. *Jurnal Ilmiah Ekonomi Pembangunan*, 1(1), 2621-3842.
- Kementerian Keuangan Republik Indonesia. (2023). *Kementerian Keuangan Republik Indonesia*. Dipetik Oktober Rabu, 2023, dari <https://www.kemenkeu.go.id/informasi-publik/publikasi/berita-utama/Angka-Kemiskinan-Semakin-Turun>
- Maliku, E. T., Rais, & Fajri, M. (2022). Pengelompokan Kabupaten/Kota Di Provinsi Sulawesi Tengah Berdasarkan Indikator Pembangunan Ekonomi Menggunakan Fuzzy Geographically Weighted Clustering . *Jurnal Ilmiah Matematika dan Terapan*, 19(1), 130 - 143. <https://doi.org/10.22487/2540766X.2022.v19.i1.15868>
- Mokoagow, M. I., & Mardiana, A. (2023). Dampak Pengangguran Terhadap Pertumbuhan Ekonomi Di Provinsi Gorontalo. *Edunomika*, 8(1).
- Nadifan, F. I. (2022). *Pengelompokan Kabupaten/Kota Provinsi Jawa Barat Berdasarkan Faktor Terjadinya Stunting Tahun 2018 menggunakan Context based-Fussy Geographcally Weihted Clustering-Particle Swarm Optimization (CFWC-PSO) dengan Linear Decreasing Ineritia Weght*. Bandung Jawa Barat: Universitas Pendidikan Indonesia.
- Novitasari, P., & Arovah, I. (2023). Penerapan Metode Clustering Average Linkage Untuk Mengelompokkan Kabupaten/Kota Di Provinsi Sumatera Utara Berdasarkan Indikator Kemiskinan. *Journal Unirou*, 5(1), 22 – 27. <https://doi.org/10.55719/mv.v5i1.604>
- Nugroho, A. S., Nur, I. M., & Haris, M. A. (2021). Analisis Clustering Dengan Fuzzy Geographically Weighted Clustering (Fgwc) Pada Indikator Indeks Pembangunan Manusia Di Indonesia. *Jurnal Statistika Universitas Islam Muhammadiyah Semarang*, 2(1), 27-36.
- Pangiuk, A. (2018). Pengaruh Pertumbuhan Ekonomi Terhadap Penurunan Kemiskinan Di Provinsi Jambi Tahun 2009-2013. *Itizam Journal Of Shariah Economic Research*, 2(2). <https://doi.org/10.30631/iltizam.v2i2.160>
- Prayoga, M. L., Muchtolifah, & Sishadiyant. (2021). Faktor Kemiskinan Di Kabupaten Sidoarjo. *Jambura Economic Education Journal*, 3(2), 2656-4378 . <https://doi.org/10.37479/jeej.v3i2.11058>
- Pribadi, A. (2023). *Merauke.go.id*. Dipetik Oktober Kamis, 2023, dari <https://portal.merauke.go.id/news/6793/dampak-kemiskinan-mempengaruhi-banyak-hal.html#:~:text=Sedikitnya%20ada%20enam%20dampak%20kemiskinan,terjadi%20di%20masyarakat%20akan%20bermunculan.>
- Priseptian, L., & Primandhana, W. P. (2022). Analisis faktor-faktor yang mempengaruhi kemiskinan. *Forum Ekonomi*, 24 (1), 45-53.
- Rifa, A. L., & Waluyo, A. (2023). Pengaruh Tenaga Kerja, Indeks Pembangunan Manusia dan Upah Minimum terhadap Kemiskinan dengan Zakat sebagai Variabel Moderasi di Provinsi Jawa Tengah Tahun 2017-2020. *Jurnal Ilmu Ekonomi, Manajemen dan Akuntansi*, 12(2), 2580-0043.
- Sachrrial, R. H., & Iskandar, A. (2023). Analisa Perbandingan Complete Linkage AHC dan K-Medoids Dalam Pengelompokan Data Kemiskinan di Indonesia. *Building of Informatics, Technology and Science* , 5(2), 2685-3310. <https://doi.org/10.47065/bits.v5i2.4310>
- Sinaga, M., Damanik, S. W., Zalukhu, R. S., Hutauruk, R. P., & Collyn, D. (2023). Pengaruh Pendidikan, Pendapatan Per Kapita Dan Pengangguran Terhadap Kemiskinan Di Kepulauan Nias. *Jurnal Ekonomi Pembangunan*, 5(1), 2614 -7181.

- Sulasih, S., Novandari, W., & Findianingsih, A. (2023). Dampak Pengangguran, Pendidikan dan Inflasi Terhadap Kemiskinan di Indonesia Periode Tahun 2014-2020. *Disclosure: Journal of Accounting and Finance*, 3(1), 1–21. <https://doi.org/10.29240/disclosure.v3i1.6522>
- Suripto, & Subayil, L. (2020). Pengaruh Tingkat Pendidikan, Pengangguran, Pertumbuhan ekonomi Dan Indeks Pembangunan Manusia Terhadap Kemiskinan di D.I.Yogyakarta periode 2010-2017. *Jurnal Ilmiah Ekonomi Pembangunan*, 1(2), 2716-2443.
- Wicaksono, S. P., & Hutajulu, D. M. (2023). Analisis Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Kemiskinan Di Indonesia Tahun 1999 – 2020. *Transekonomika*, 3(2), 2809-6851.
- Widodo, E., Ermayani, P., Laila, L. N., & Madani, A. T. (2021). Pengelompokan Provinsi di Indonesia Berdasarkan Tingkat Kemiskinan Menggunakan Analisis Hierarchical Agglomerative Clustering. *Seminar Nasional Official Statistics 2021*.
- Yuliyanti, R. (2009). Penentuan Ukuran Contoh Optimum Desain Two Stage Cluster Sampling (Studi Kasus Pendugaan Variabel Demografi di Kabupaten Blitar). *J. Sains MIPA*, 15(1), 66 - 70 .