

Pengelompokan Kabupaten/Kota di Jawa Timur Berdasarkan IPM dan Rasio Gini Pada Tahun 2023 Menggunakan *Clustering K-Means*

Ardianto Ramadhan^{1*}, Farhan Evantheo², Ulva Yuli Angraini³, Helmaylia Deshynta Putri⁴,
 Mayla Yaasmiin Mumtaazah⁵

^{1,2,3,4,5}Program Studi Matematika Universitas Negeri Surabaya, Indonesia

Info Artikel

Riwayat Artikel

Diterima: 09-12-2024

Disetujui: 30-12-2024

Kata Kunci

Clustering;

K-Means;

IPM;

Rasio Gini;

Jawa Timur

ABSTRAK

Provinsi Jawa Timur merupakan salah satu provinsi dengan kontribusi signifikan terhadap pembangunan ekonomi nasional. Penelitian ini bertujuan untuk mengelompokkan kabupaten/kota di Jawa Timur berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (BPS) Jawa Timur tentang Indeks Pembangunan Manusia (IPM) dan Rasio Gini pada tahun 2023. Data IPM digunakan untuk menggambarkan tingkat kesejahteraan masyarakat yang meliputi dimensi kesehatan, pendidikan, dan standar hidup layak, sedangkan Rasio Gini digunakan untuk mengukur ketimpangan distribusi pendapatan. Menggunakan metode *Elbow* untuk membantu dalam menentukan jumlah *cluster*, sedangkan algoritma *K-Means* digunakan untuk proses *clustering*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa 38 kabupaten/kota terbagi menjadi 4 *cluster*: 16 wilayah dengan IPM rendah dan Rasio Gini sedang (*cluster 0*); 5 wilayah dengan IPM tinggi dan Rasio Gini tinggi (*cluster 1*); 7 wilayah dengan IPM rendah dan Rasio Gini rendah (*cluster 2*); serta 10 wilayah dengan IPM tinggi dan Rasio Gini sedang (*cluster 3*). Temuan ini memberikan wawasan penting untuk pengambilan kebijakan pembangunan yang lebih tepat sasaran.

*ardianto.23083@mhs.unesa.ac.id

1. PENDAHULUAN

Jawa Timur adalah salah satu provinsi penting di Indonesia yang berkontribusi besar terhadap pembangunan ekonomi nasional. Dengan jumlah penduduk yang besar dan sektor ekonomi yang beragam, Jawa Timur memiliki peran strategis dalam mendukung pertumbuhan ekonomi negara. Pembangunan dapat diartikan sebagai upaya untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat melalui peningkatan kualitas hidup, pengurangan kemiskinan, dan penyediaan kesempatan ekonomi yang lebih luas [1]. Namun, meskipun perannya penting, masih ada kesenjangan pembangunan antar kabupaten/kota di provinsi ini yang terlihat dari variasi Indeks Pembangunan Manusia (IPM) dan Rasio Gini di setiap wilayah. Hal ini menjadi tantangan besar dalam memastikan pembangunan yang adil dan merata di seluruh Jawa Timur.

Pembangunan manusia adalah salah satu aspek penting dalam pembangunan, yang mencakup upaya untuk meningkatkan kapasitas dan kualitas hidup masyarakat agar dapat berkontribusi secara aktif dalam pembangunan ekonomi dan sosial [2]. Indeks Pembangunan Manusia (IPM) menjadi indikator sosial yang digunakan untuk menggambarkan tingkat kesejahteraan masyarakat melalui dimensi kesehatan, pendidikan, dan standar hidup yang layak [3]. Sementara itu, Rasio Gini menjadi indikator ekonomi yang digunakan untuk mengukur ketimpangan distribusi pendapatan. Ketimpangan ekonomi yang tinggi menunjukkan distribusi pendapatan yang tidak merata, sehingga menjadi perhatian penting dalam upaya pembangunan yang inklusif dan berkelanjutan [4].

Menurut Mubyarto, pembangunan yang ideal adalah pembangunan yang dapat meningkatkan pemerataan kesempatan ekonomi dan sosial bagi seluruh lapisan masyarakat [6]. Hal ini selaras dengan pandangan Bappenas yang menyatakan bahwa "indikator sosial dan ekonomi, seperti IPM dan Rasio Gini, adalah alat penting untuk mengevaluasi keberhasilan pembangunan yang berkeadilan" [7]. Pandangan ini menunjukkan bahwa fokus pembangunan harus tidak hanya pada pertumbuhan ekonomi, tetapi juga pada pemerataan hasil pembangunan.

Hubungan antara IPM dan Rasio Gini sangat erat, karena ketimpangan distribusi pendapatan yang diukur oleh Rasio Gini dapat memengaruhi kemampuan masyarakat untuk mengakses layanan pendidikan, kesehatan, dan kebutuhan dasar lainnya yang menjadi penentu IPM. Sebaliknya, peningkatan IPM melalui perbaikan di sektor pendidikan, kesehatan, dan pendapatan dapat membantu menurunkan Rasio Gini dengan menciptakan peluang ekonomi yang lebih merata. Oleh karena itu, upaya pembangunan yang berfokus pada pengurangan kesenjangan harus mempertimbangkan kedua indikator ini secara bersamaan untuk memastikan hasil yang berkelanjutan.

Penelitian ini berfokus pada tahun 2023 sebagai tahun analisis utama, karena data terkini memberikan gambaran yang relevan untuk mengevaluasi keberhasilan kebijakan pembangunan di masa lalu serta menyusun strategi untuk masa depan. Dengan demikian, penelitian ini memiliki konteks temporal yang jelas dan relevan untuk menganalisis pola pembangunan dan ketimpangan di wilayah tersebut.

Menurut Kuncoro, IPM tidak hanya menjadi gambaran keberhasilan pembangunan sosial, tetapi juga berperan sebagai alat evaluasi untuk mengidentifikasi wilayah yang memerlukan prioritas dalam pembangunan [5]. Di sisi lain, Rasio Gini membantu mengukur efektivitas kebijakan ekonomi dalam mengurangi ketimpangan dan mendorong distribusi pendapatan yang lebih adil. Dengan menggabungkan kedua indikator ini, penelitian dapat memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai kondisi sosial-ekonomi suatu wilayah.

Penelitian ini berfokus pada pengelompokan kabupaten/kota di Jawa Timur berdasarkan IPM dan Rasio Gini tahun 2023. Hasil analisis diharapkan mampu memberikan wawasan baru tentang bagaimana pola pembangunan manusia dan distribusi pendapatan terjadi di wilayah ini. Dengan pendekatan berbasis data, penelitian ini bertujuan memberikan rekomendasi kebijakan yang relevan dan efektif untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat serta mengurangi ketimpangan antar wilayah di Jawa Timur.

2. METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *lustering* dengan algoritma *K-Means*, serta menggunakan metode *Elbow* untuk membantu dalam menentukan jumlah *cluster* yang optimal.

2.1. Asumsi Penelitian

- a. Validitas data: Data yang digunakan dalam penelitian ini diasumsikan telah diperoleh dari sumber yang terpercaya yaitu Badan Pusat Statistik (BPS) Jawa Timur, sehingga dapat mewakili kondisi sebenarnya dari kabupaten/kota di Jawa Timur.
- b. Kebaruan data: Data Indeks Pembangunan Manusia (IPM) dan Rasio Gini dianggap valid, terbaru, dan relevan untuk digunakan dalam analisis pembangunan dan ketimpangan di Jawa Timur.
- c. Keterhubungan indikator: Diasumsikan bahwa terdapat hubungan yang signifikan dan saling terkait antara Indeks Pembangunan Manusia (IPM) dan Rasio Gini dalam menggambarkan pola pembangunan serta ketimpangan antar kabupaten/kota di Jawa Timur. Asumsi ini selaras dengan hasil penelitian terdahulu [10] [11].
- d. Metode analisis: *Clustering* menggunakan algoritma *K-Means* telah banyak digunakan dalam berbagai aplikasi dalam data *mining*, menunjukkan signifikansi dan fleksibilitasnya dalam mengelompokkan dan menganalisis data di berbagai domain, terutama kemudahan dalam penerapan dan tingkat efektivitasnya [8].

Penelitian ini juga mengasumsikan bahwa normalisasi data menggunakan teknik standar deviasi, seperti *Z-score normalization*, memastikan bahwa setiap variabel memiliki pengaruh yang seimbang dalam proses *clustering*, sehingga menghasilkan pengelompokan yang tidak bias [9]. Dengan asumsi tersebut, hasil *clustering* diharapkan memberikan wawasan yang dapat digunakan sebagai dasar pengambilan kebijakan pembangunan

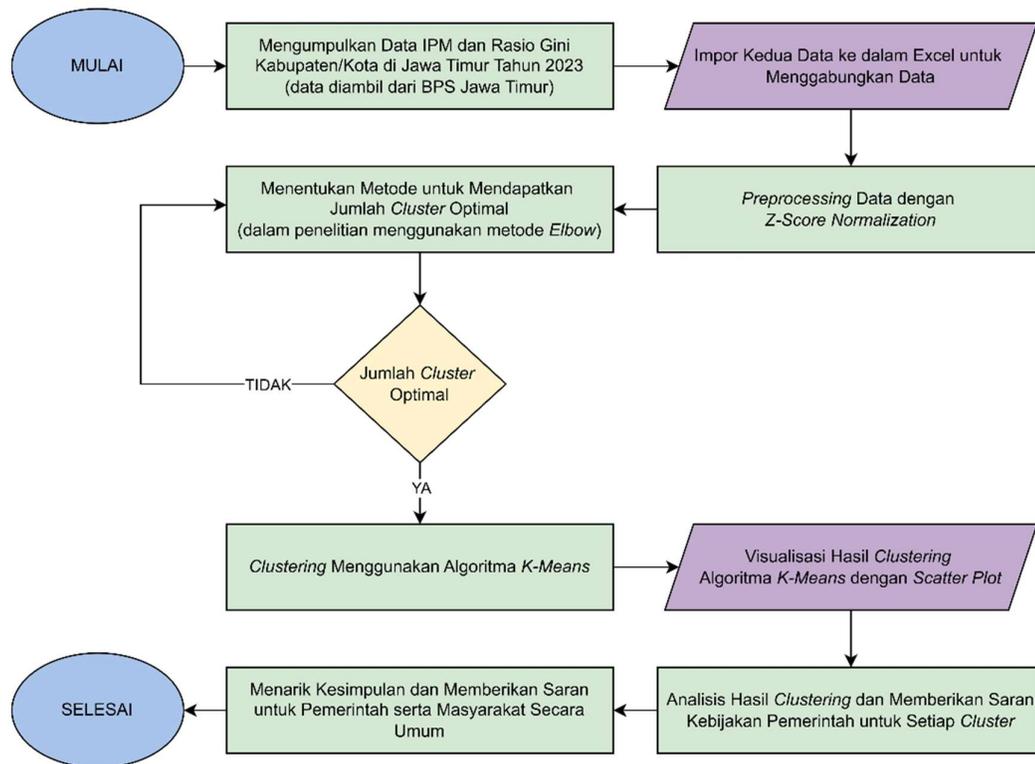
2.2. Kegiatan Penelitian

Susunan *flowchart* kegiatan penelitian ini adalah sebagai berikut.

Gambar 1. *Flowchart* kegiatan penelitian

2.3. Deskripsi Data

Data yang digunakan merupakan data sekunder yang diperoleh dari situs resmi Badan Pusat Statistik (BPS) Jawa Timur [3] [4]. Data tersebut diperoleh dari laman web BPS yang



terpisah, dengan Rasio Gini terdapat pada subjek Pendapatan dan Konsumsi, sementara data Indeks Pembangunan Manusia (IPM) terdapat pada subjek Statistik Lingkungan Hidup dan Multi-domain. Kedua data tersebut kami gabungkan dengan cara mengimpornya ke dalam Excel. Mengingat kebaruan data, penelitian ini menggunakan data tahun 2023 yang diasumsikan masih relevan dengan kondisi terkini..

Tabel 1. Data IPM dan Rasio Gini kabupaten/kota di Jawa Timur tahun 2023

Kota/Kabupaten di Jawa Timur	IPM 2023	Rasio Gini 2023	Kota/Kabupaten di Jawa Timur	IPM 2023	Rasio Gini 2023
1. Kabupaten Pacitan	70,19	0,352	20. Kabupaten Magetan	75,41	0,373
2. Kabupaten Ponorogo	72,5	0,341	21. Kabupaten Ngawi	72,47	0,328
3. Kabupaten Trenggalek	71,73	0,336	22. Kabupaten Bojonegoro	70,85	0,283
4. Kabupaten Tulungagung	74,61	0,328	23. Kabupaten Tuban	70,34	0,338
5. Kabupaten Blitar	72,49	0,36	24. Kabupaten Lamongan	74,53	0,295
6. Kabupaten Kediri	73,96	0,306	25. Kabupaten Gresik	77,98	0,33
7. Kabupaten Malang	72,16	0,378	26. Kabupaten Bangkalan	65,75	0,299
8. Kabupaten Lumajang	67,87	0,391	27. Kabupaten Sampang	64,13	0,254
9. Kabupaten Jember	68,64	0,344	28. Kabupaten Pamekasan	67,96	0,348

10. Kabupaten Banyuwangi	72,61	0,351	29. Kabupaten Sumenep	68,61	0,287
11. Kabupaten Bondowoso	67,99	0,35	30. Kota Kediri	80,44	0,4
12. Kabupaten Situbondo	69,16	0,326	31. Kota Blitar	80,63	0,397
13. Kabupaten Probolinggo	67,79	0,319	32. Kota Malang	83,39	0,413
14. Kabupaten Pasuruan	70,29	0,367	33. Kota Probolinggo	75,43	0,347
15. Kabupaten Sidoarjo	81,55	0,359	34. Kota Pasuruan	77,17	0,378
16. Kabupaten Mojokerto	75,53	0,338	35. Kota Mojokerto	80,07	0,353
17. Kabupaten Jombang	74,6	0,339	36. Kota Madiun	82,71	0,416
18. Kabupaten Nganjuk	73,71	0,324	37. Kota Surabaya	83,45	0,423
19. Kabupaten Madiun	72,97	0,342	38. Kota Batu	78,18	0,33

2.4. Teknik Analisis Data

Penelitian ini menggunakan pendekatan analisis data kuantitatif dengan metode *clustering K-Means* untuk mengelompokkan kabupaten/kota di Provinsi Jawa Timur berdasarkan Indeks Pembangunan Manusia (IPM) dan Rasio Gini pada tahun 2023. Data yang digunakan diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS) sebagai sumber resmi dan terpercaya yang menyediakan data IPM dan Rasio Gini untuk setiap kabupaten/kota. IPM digunakan sebagai indikator sosial, meliputi kualitas pembangunan manusia yang mencakup dimensi pendidikan, kesehatan, dan standar hidup layak. Sedangkan Rasio Gini digunakan untuk mengukur tingkat ketimpangan distribusi pendapatan antar-penduduk.

Metode *K-Means clustering* dipilih karena kemampuannya dalam mengelompokkan data ke dalam beberapa *cluster* berdasarkan karakteristik yang serupa. Proses analisis dimulai dengan normalisasi data untuk memastikan setiap variabel berada dalam skala yang sebanding. Selanjutnya, penentuan jumlah *cluster* dilakukan menggunakan metode *Elbow* yang bertujuan untuk menentukan jumlah *cluster* optimal.

2.4.1. Metode *Elbow*

- a. Langkah-langkah Metode *Elbow* berdasarkan perubahan nilai *Within-Cluster Sum of Squares* (WCSS):

- 1) Menghitung WCSS untuk berbagai nilai K

Misalnya $K = 2$ hingga $K = 10$ seperti yang dilakukan dalam penelitian ini. Berikut rumus Metode *Elbow* berdasarkan perubahan nilai *Within-Cluster Sum of Squares* (WCSS):

$$WCSS = \sum_{j=1}^K \sum_{x_i \in C_j} (x_i - \mu_j)^2$$

Keterangan:

- K = Jumlah *cluster* yang terbentuk
- C_j = *cluster* ke- j
- x_i = data x pada fitur ke- i
- μ_j = rata-rata K *cluster* pada nilai j , ($j = 1, 2, 3, \dots, K$)

- 2) Plot Grafik *Elbow*

Setelah menghitung WCSS untuk berbagai nilai K , plotkan nilai K di sumbu-x dan WCSS di sumbu-y. Titik di mana penurunan WCSS mulai melambat adalah titik *Elbow* yang mengindikasikan jumlah *cluster* yang optimal.

- b. Interpretasi

WCSS menggambarkan seberapa baik setiap *cluster* mengelompokkan data di dalamnya. Semakin kecil nilai WCSS, semakin baik data dikelompokkan. Namun, menambah jumlah *cluster* selalu menurunkan WCSS, sehingga Metode *Elbow* digunakan untuk menemukan titik optimal.

Metode *Elbow* menggunakan WCSS sebagai indikator untuk menemukan jumlah *cluster* optimal. Titik optimal ditentukan pada 'elbow', di mana penurunan WCSS mulai melambat secara signifikan.

2.4.2. Algoritma *K-Means clustering*

- a. Langkah-langkah *clustering* algoritma *K-Means*:
- 1) Menentukan *centroid* secara acak sesuai jumlah *cluster*
 - 2) Menghitung jarak antara setiap data terhadap *centroid* menggunakan *Euclidean Distance*

Rumus:

$$d(X_i, \mu_k) = \sqrt{\sum_{j=1}^m (x_{ij} - \mu_{kj})^2}$$

Keterangan:

- $X_i = [x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{im}]$: vektor data ke- i
 - $\mu_k = [\mu_{k1}, \mu_{k2}, \dots, \mu_{km}]$: *centroid cluster k*
 - m : Dimensi data
- 3) Mengelompokkan setiap data ke *centroid* terdekat
 - 4) Memperbarui posisi *centroid* berdasarkan rata-rata semua data yang berada di *cluster* C_k

Rumus:

$$\mu_k = \frac{1}{|C_k|} \sum_{X_i \in C_k} X_i$$

Keterangan:

$|C_k|$: Banyaknya data dalam *cluster*

$\sum_{X_i \in C_k} X_i$: Penjumlahan semua data dalam *cluster* C_k

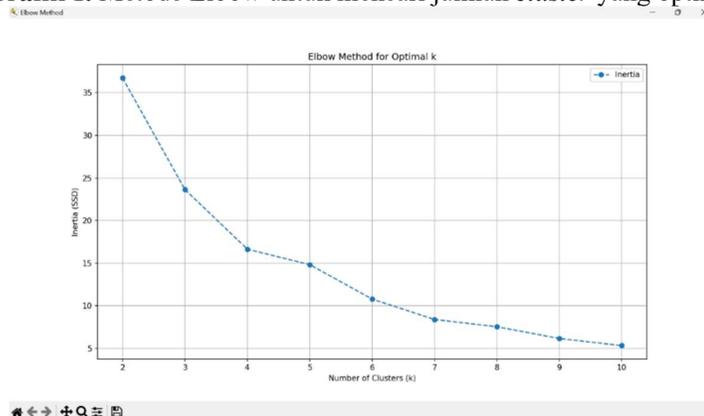
- 5) Mengulangi proses hingga tidak ada lagi perubahan yang signifikan pada posisi *centroid* atau hingga kriteria konvergensi terpenuhi
- b. Interpretasi

Algoritma *K-Means* bekerja dengan cara iteratif untuk mengelompokkan data ke dalam *cluster* berdasarkan kedekatannya dengan pusat *cluster* (*centroid*). Proses ini melibatkan pemilihan pusat *cluster* secara acak, penghitungan jarak antar data dan *centroid*, pengelompokan data, serta pembaruan posisi *centroid* hingga posisi tersebut stabil dan tidak berubah lagi secara signifikan.

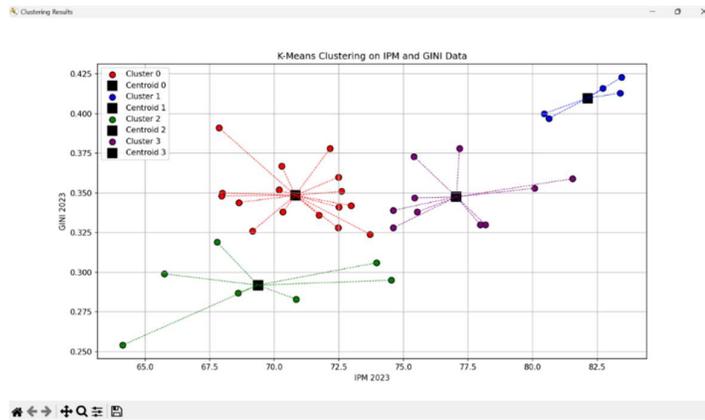
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Grafik Plot Data IPM dan Rasio Gini Provinsi Jawa Timur tahun 2023

Grafik 1. Metode Elbow untuk mencari jumlah *cluster* yang optimal



Grafik 2. Scatter Plot hasil *K-Means clustering* terhadap IPM dan Rasio Gini



3.2. Informasi Grafik Plot

Indeks Pembangunan Manusia:

- IPM Tinggi: $IPM > 74.53$
- IPM Rendah: $IPM \leq 74.5$

Rasio Gini:

- Rasio Gini Tinggi: $Rasio\ Gini > 0.391$
- Rasio Gini Sedang: $0.324 \leq Rasio\ Gini \leq 0.391$
- Rasio Gini Rendah: $Rasio\ Gini < 0.324$

Informasi berdasarkan tiap cluster:

Tabel 2. Informasi tiap cluster berdasarkan data IPM dan Rasio Gini tahun 2023

	IPM tahun 2023			Rasio Gini tahun 2023		
	Min	Max	Mean	Min	Max	Mean
Cluster 0	67,87	73,71	70,82	0,324	0,391	0,348
Cluster 1	80,44	83,45	82,12	0,397	0,423	0,410
Cluster 2	64,13	74,53	69,37	0,254	0,319	0,292
Cluster 3	74,60	81,55	77,05	0,328	0,378	0,437

3.3. Pembahasan

Berdasarkan hasil dari data penelitian yang kami lakukan, diperoleh 4 cluster yang mengelompokkan kabupaten/kota di Jawa Timur berdasarkan IPM (Indeks Pembangunan Manusia) dan Rasio Gini, yaitu:

- (i) Cluster 0, dengan karakteristik IPM yang relatif rendah dan Rasio Gini relatif sedang, antara lain:

Tabel 3. Data Kabupaten/Kota di Jawa Timur yang berada pada cluster 0

Kota/Kabupaten di Jawa Timur	IPM 2023	Rasio Gini 2023	Kota/Kabupaten di Jawa Timur	IPM 2023	Rasio Gini 2023
1. Kabupaten Pacitan	70,19	0,352	9. Kabupaten Bondowoso	67,99	0,35
2. Kabupaten Ponorogo	72,50	0,341	10. Kabupaten Situbondo	69,16	0,326
3. Kabupaten Trenggalek	71,73	0,336	11. Kabupaten Pasuruan	70,29	0,367
4. Kabupaten Blitar	72,49	0,360	12. Kabupaten Nganjuk	73,71	0,324
5. Kabupaten Malang	72,16	0,378	13. Kabupaten Madiun	72,97	0,342
6. Kabupaten Lumajang	67,87	0,391	14. Kabupaten Ngawi	72,47	0,328
7. Kabupaten Jember	68,64	0,344	15. Kabupaten Tuban	70,34	0,338
8. Kabupaten Pamekasan	67,96	0,348	16. Kabupaten Banyuwangi	72.61	0.351

Wilayah dalam cluster ini memiliki tantangan ganda. IPM yang rendah menunjukkan bahwa kualitas hidup masyarakat belum memadai, baik dari segi pendidikan, kesehatan, maupun standar hidup. Sementara itu, Rasio Gini yang sedang mengindikasikan adanya ketimpangan distribusi pendapatan, meskipun tidak terlalu ekstrem. Wilayah-wilayah ini kemungkinan besar berada dalam

situasi stagnasi pembangunan. Akses masyarakat terhadap fasilitas publik seperti sekolah, puskesmas, dan sarana transportasi masih terbatas. Selain itu, pemanfaatan sumber daya alam di daerah-daerah ini cenderung tidak memberikan manfaat yang signifikan bagi masyarakat lokal.

Berdasarkan hal tersebut, kami merekomendasikan pemerintah daerah dalam *cluster* ini untuk fokus meningkatkan akses masyarakat terhadap fasilitas dasar seperti pendidikan dan kesehatan gratis. Selain itu, pembangunan infrastruktur seperti jalan, listrik, dan sanitasi di wilayah terpencil sangat penting untuk mendukung aktivitas ekonomi dan mobilitas masyarakat. Program bantuan sosial yang transparan serta dukungan terhadap UMKM dan sektor pertanian lokal perlu ditingkatkan untuk menggerakkan ekonomi daerah. Pengawasan ketat terhadap distribusi anggaran juga harus dilakukan untuk memastikan manfaatnya dirasakan langsung oleh masyarakat, sekaligus mencegah praktik korupsi.

- (ii) *Cluster 1*, dengan karakteristik IPM tinggi dan Rasio Gini tinggi, antara lain:

Tabel 4. Data Kabupaten/Kota di Jawa Timur yang berada pada *cluster 1*

Kota/Kabupaten di Jawa Timur	IPM 2023	Rasio Gini 2023	Kota/Kabupaten di Jawa Timur	IPM 2023	Rasio Gini 2023
1. Kota Kediri	80,44	0,4	4. Kota Madiun	82,71	0,416
2. Kota Blitar	80,63	0,397	5. Kota Surabaya	83,45	0,423
3. Kota Malang	83,39	0,413			

Kota dalam *cluster* ini menunjukkan keberhasilan pembangunan manusia dengan IPM yang tinggi, tetapi tingkat ketimpangan sosial-ekonomi masih sangat besar. Rasio Gini yang tinggi mencerminkan bahwa pembangunan belum merata, di mana hanya segelintir kelompok masyarakat yang menikmati hasilnya. Kondisi ini memang sering terjadi di wilayah perkotaan dengan tingkat ekonomi yang maju, tetapi tidak diiringi pemerataan pendapatan dan kesempatan yang adil bagi semua lapisan masyarakat.

Berdasarkan hal tersebut, kami merekomendasikan pemerintah daerah yang berada dalam *cluster* ini perlu fokus pada kebijakan yang mendukung pemerataan hasil pembangunan, seperti menerapkan pajak progresif yang lebih efektif untuk mendistribusikan pendapatan secara adil. Program pelatihan keterampilan dan kewirausahaan bagi kelompok dengan pendapatan rendah serta penguatan UMKM berbasis teknologi dapat membantu mengurangi kesenjangan ekonomi. Selain itu, pemerintah dapat memperluas akses beasiswa pendidikan tinggi untuk masyarakat dengan keterbatasan ekonomi dan membangun infrastruktur sosial seperti fasilitas olahraga dan pusat komunitas untuk meningkatkan kualitas hidup masyarakat di kelompok menengah ke bawah.

- (iii) *Cluster 2*, dengan karakteristik IPM relatif rendah dan Rasio Gini rendah, antara lain:

Tabel 5. Data Kabupaten/Kota di Jawa Timur yang berada pada *cluster 2*

Kota/Kabupaten di Jawa Timur	IPM 2023	Rasio Gini 2023	Kota/Kabupaten di Jawa Timur	IPM 2023	Rasio Gini 2023
1. Kabupaten Kediri	73,96	0,306	5. Kabupaten Sampang	64,13	0,254
2. Kabupaten Probolinggo	67,79	0,319	6. Kabupaten Sumenep	68,61	0,287
3. Kabupaten Lamongan	74,53	0,295	7. Kabupaten Bojonegoro	70,85	0,283
4. Kabupaten Bangkalan	65,75	0,299			

Wilayah dalam cluster ini memiliki IPM yang rendah, yang mencerminkan kurangnya akses terhadap layanan dasar seperti pendidikan dan kesehatan. Namun, Rasio Gini yang rendah menunjukkan bahwa tingkat ketimpangan pendapatan relatif kecil, meskipun pendapatan rata-rata masyarakat cenderung rendah. Wilayah-wilayah ini biasanya adalah daerah pedesaan dengan perekonomian homogen yang didominasi oleh sektor pertanian atau perikanan, tetapi produktivitasnya masih terbatas akibat minimnya teknologi, infrastruktur, dan dukungan modal. Tantangan utama di *cluster* ini adalah meningkatkan kualitas hidup masyarakat sekaligus membuka peluang ekonomi yang lebih luas.

Berdasarkan hal tersebut, kami merekomendasikan pemerintah daerah perlu fokus pada pembangunan infrastruktur dasar seperti jalan, listrik, air bersih, dan internet untuk mendukung produktivitas masyarakat. Pengembangan sektor unggulan lokal seperti pertanian, perikanan, dan peternakan harus diperkuat dengan memberikan subsidi, pelatihan, dan bantuan permodalan. Selain itu, pembangunan sekolah, puskesmas, dan rumah sakit di daerah terpencil menjadi prioritas untuk meningkatkan kualitas pendidikan dan kesehatan. Untuk mendiversifikasi ekonomi, pemerintah dapat mendorong pengembangan pariwisata berbasis budaya dan alam guna menciptakan sumber pendapatan baru bagi masyarakat.

- (iv) *Cluster 3*, dengan karakteristik IPM relatif tinggi dan Rasio Gini relatif sedang, antara lain:

Tabel 6. Data Kabupaten/Kota di Jawa Timur yang berada pada *cluster 3*

Kota/Kabupaten di Jawa Timur	IPM 2023	Rasio Gini 2023	Kota/Kabupaten di Jawa Timur	IPM 2023	Rasio Gini 2023
1. Kabupaten Tulungagung	74,61	0,328	6. Kabupaten Gresik	77,98	0,33
2. Kabupaten Sidoarjo	81,55	0,359	7. Kota Probolinggo	75,43	0,347
3. Kabupaten Mojokerto	75,53	0,338	8. Kota Pasuruan	77,17	0,378
4. Kabupaten Jombang	74,6	0,339	9. Kota Mojokerto	80,07	0,353
5. Kabupaten Magetan	75,41	0,373	10. Kota Batu	78,18	0,33

Wilayah dalam cluster ini memiliki tingkat pembangunan manusia yang cukup baik dengan IPM yang tinggi, namun distribusi hasil pembangunan belum sepenuhnya merata, sebagaimana terlihat dari Rasio Gini di tingkat sedang. Kemajuan ekonomi lebih banyak dirasakan oleh kelompok tertentu, sementara kelompok masyarakat lainnya tertinggal. Wilayah ini biasanya berada di daerah kabupaten dengan industri yang berkembang pesat tetapi manfaat ekonominya belum menjangkau seluruh masyarakat.

Berdasarkan hal tersebut, kami menyarankan pemerintah daerah untuk memperkuat kebijakan pemerataan, seperti memberikan insentif kepada perusahaan yang menciptakan lapangan kerja untuk kelompok rentan dan meningkatkan upah minimum yang layak. Selain itu, penguatan pendidikan vokasi dan pelatihan kerja di sektor teknologi dan manufaktur diperlukan untuk mempersiapkan tenaga kerja yang lebih kompetitif. Dukungan terhadap UMKM, seperti akses modal dan pelatihan kewirausahaan, juga dapat membantu memperluas kesempatan ekonomi bagi masyarakat kecil. Infrastruktur yang merata di wilayah pedesaan juga penting untuk memastikan semua kelompok masyarakat dapat merasakan manfaat pembangunan.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1. Kesimpulan

Dari hasil analisis dan pembahasan yang dilakukan, Penelitian ini mengelompokkan 38 kabupaten/kota di Jawa Timur berdasarkan IPM dan Rasio Gini 2023 menggunakan algoritma K-Means, menghasilkan 4 *cluster* dengan karakteristik berbeda. *Cluster* 0 menunjukkan kualitas hidup rendah dan ketimpangan pendapatan sedang, *cluster* 1 memiliki IPM tinggi namun ketimpangan juga besar, *cluster* 2 menunjukkan distribusi pendapatan merata dengan tingkat rendah, dan *cluster* 3 menggambarkan pembangunan manusia baik meski distribusi ekonomi belum merata. Hasil ini menunjukkan hubungan antara IPM dan Rasio Gini yang dapat membantu pemerintah dalam merancang kebijakan pembangunan yang lebih tepat sasaran untuk meningkatkan kualitas hidup dan mengurangi ketimpangan antar wilayah.

4.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, berikut adalah saran yang dapat diberikan, yaitu:

A) Untuk Pemerintah Daerah

- 1) Peningkatan infrastruktur dasar dengan memastikan ketersediaan dan mudahnya akses infrastruktur dasar seperti jalan, listrik, air bersih, internet, sekolah, dan fasilitas kesehatan di seluruh wilayah, terutama daerah terpencil.
- 2) Menerapkan kebijakan yang mendukung pemerataan hasil pembangunan melalui pajak progresif, insentif untuk perusahaan yang mendukung lapangan kerja, dan penguatan tata kelola anggaran secara transparan.
- 3) Mendukung UMKM, koperasi, dan sektor unggulan lokal melalui subsidi, pelatihan, akses pasar, dan bantuan permodalan untuk meningkatkan produktivitas ekonomi masyarakat.

B) Untuk Masyarakat:

- 1) Berperan aktif dalam memanfaatkan program pemerintah seperti fasilitas pendidikan, pelatihan kerja, dan layanan kesehatan.
- 2) Memanfaatkan peluang ekonomi lokal seperti UMKM, pariwisata, atau pertanian untuk meningkatkan pendapatan keluarga.
- 3) Bersama-sama menjaga dan merawat infrastruktur serta fasilitas umum untuk mendukung keberlanjutan pembangunan.

C) Untuk Peneliti Selanjutnya:

- 1) Penelitian ini dapat dikembangkan lebih lanjut dengan menambahkan variabel lain seperti tingkat pengangguran, tingkat kemiskinan, dan pertumbuhan ekonomi untuk analisis yang lebih komprehensif.
- 2) Menggunakan algoritma yang berbeda selain *K-Means* dalam melakukan *clustering* sehingga akan didapat hasil yang lebih bervariasi dan mungkin lebih optimal.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] T. Todaro and S. C. Smith, *Economic Development*, 12th ed. Boston: Pearson, 2015.
- [2] M. Kuncoro, *Ekonomi Pembangunan: Teori, Masalah dan Kebijakan*. Yogyakarta: UPP STIM YKPN, 2000.
- [3] Badan Pusat Statistik (BPS), "Indeks Pembangunan Manusia menurut Kabupaten/kota di Jawa Timur," BPS Jawa Timur, 2023. [Online]. Available: <https://jatim.bps.go.id>.
- [4] Badan Pusat Statistik (BPS), "GINI Rasio menurut Kabupaten/kota di Jawa Timur," BPS Jawa Timur, 2023. [Online]. Available: <https://jatim.bps.go.id>.
- [5] M. Kuncoro, "IPM dan Tantangan Pembangunan Daerah," *Jurnal Ekonomi Pembangunan Indonesia*, vol. 10, no. 2, pp. 12–23, 2005.
- [6] Mubyarto, *Ekonomi Rakyat dan Pembangunan*. Jakarta: LP3ES, 2003.
- [7] Bappenas, "Evaluasi Pembangunan Berbasis Indikator Sosial dan Ekonomi," Bappenas, 2022. [Online]. Available: <https://www.bappenas.go.id>.
- [8] D. C. Hariyanto, S. Harini, dan T. Chamidy, "K-Means Clustering Dalam Pengelompokan Relevansi Pekerjaan S1 Informatika," *Jurnal Ilmiah Penelitian dan Pembelajaran Informatika (JIPI)*, vol. 9, no. 2, pp. 792–797, 2024.
- [9] Direktorat Jenderal Kekayaan Negara, Kementerian Keuangan Republik Indonesia, "Normalisasi dan Standardisasi dalam Data Mining," [Online]. Available: <https://www.djkn.kemenkeu.go.id/artikel/baca/15943/Seri-Artikel-DDDM-KPKNL-Mamuju-Normalisasi-dan-Standardisasi-dalam-Data-Mining.html>. [Accessed: Dec. 19, 2024].
- [10] A. H. Saragih, "An Analysis of Local Taxes Revenue's Effect on Human Development Index," *Jurnal Economia*, vol. 14, no. 2, 2018, doi: 10.21831/economia.v14i2.21595.
- [11] P. B. W. Putro, S. Mintarti, dan A. Wijaya, "Analisis determinasi pertumbuhan ekonomi dan kemiskinan," *INOVASI*, vol. 13, no. 2, 2018, doi: 10.29264/jinv.v13i2.2459.
- [12] Arifin, N. H. I., & Shudiq, W. J. F. (2022). Algoritma Decision Tree Dengan Menggunakan Pruning dan Missing Value Untuk Prediksi Kredit Macet. *COREAI: Jurnal Kecerdasan Buatan, Komputasi dan Teknologi Informasi*, 3(1), 38-45.
- [13] Fadilah, A., Pangestu, M. N., Lumbanbatu, S., & Defiyanti, S. (2022). Pengelompokan Kabupaten/Kota Di Indonesia Berdasarkan Faktor Penyebab Stunting Pada Balita Menggunakan Algoritma K-Means. *JIKO (Jurnal Informatika dan Komputer)*, 6(2), 223-230.
- [14] Fikri, R., Mushardiyanto, A., Laudza'Banin, M. N., Maureen, K., & Patria, H. (2021, December). Pengelompokan kabupaten/kota di Indonesia berdasarkan informasi kemiskinan tahun 2020 menggunakan metode k-means clustering analysis. In *Seminar Nasional Teknik dan Manajemen Industri (Vol. 1, No. 1, pp. 190-199)*.
- [15] Talakua, M. W., Leleury, Z. A., & Taluta, A. W. (2017). Analisis cluster dengan menggunakan metode k-means untuk pengelompokan Kabupaten/Kota di provinsi maluku berdasarkan indikator indeks pembangunan manusia tahun 2014. *BAREKENG: Jurnal Ilmu Matematika dan Terapan*, 11(2), 119-128.