

Pengelompokan Indikator Kesejahteraan Masyarakat Berdasarkan Kabupaten/Kota di Jawa Tengah Tahun 2023 Menggunakan Analisis Cluster

Daniel Wicaksono Nugroho¹, Farhan Bramhatchi², Sri Pingit Wulandari³,
Albertus Eka⁴

¹⁻⁴ Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Indonesia

Alamat: Surabaya, Indonesia

Korespondensi penulis: 202043221051@student.its.ac.id

Abstract. *Community welfare is a primary objective of national development, encompassing various aspects such as health, education, and decent employment, all of which play crucial roles in achieving national stability and progress. However, welfare is not solely dependent on economic factors but also on the overall quality of life. Unfortunately, disparities in welfare persist across different regions, influenced by local environmental factors, including access to education, which in turn affects job opportunities and income levels. Inequalities in employment opportunities can potentially slow down national development by reducing the number of individuals capable of contributing productively to key economic sectors. To enhance national development, further analysis of welfare indicators such as the open unemployment rate, human development index, labor force participation rate, and poverty levels is essential. Therefore, this study conducts cluster analysis on welfare indicators across districts/cities in Central Java for the year 2023. Both hierarchical and non-hierarchical (K-Means) clustering methods are employed to identify patterns of inequality by partitioning data into groups based on specific similarities. This approach facilitates a more effective review of policies to address welfare disparities across various regions. The findings indicate that the welfare indicators in Central Java are in a relatively poor condition, with low labor force participation rates, low human development indices, and high poverty rates. The hierarchical and non-hierarchical cluster analysis identified 5 optimal clusters, with all welfare variables having significant influence, requiring four iterations to reach the final centroids.*

Keywords: *Community Welfare Indicators, Hierarchical Cluster Analysis, Non-Hierarchical Cluster Analysis.*

Abstrak. ABSTRAK Kesejahteraan masyarakat merupakan tujuan utama pembangunan negara, mencakup berbagai aspek seperti kesehatan, pendidikan, dan pekerjaan yang layak, yang semuanya berperan penting dalam mencapai stabilitas dan kemajuan nasional. Namun, kesejahteraan ini tidak hanya bergantung pada aspek ekonomi semata, melainkan juga pada kualitas hidup secara keseluruhan. Sayangnya, masih terdapat ketimpangan kesejahteraan antar daerah yang dipengaruhi oleh faktor lingkungan lokal, termasuk akses pendidikan yang berdampak pada kesempatan kerja serta pendapatan. Ketimpangan dalam kesempatan bekerja berpotensi memperlambat pembangunan karena berkurangnya individu yang dapat berkontribusi secara produktif di sektor-sektor penting. Untuk meningkatkan pembangunan negara, diperlukan analisis lebih lanjut terhadap indikator kesejahteraan masyarakat seperti tingkat pengangguran terbuka, indeks pembangunan manusia, tingkat partisipasi angkatan kerja, dan jumlah penduduk miskin. Sehingga pada praktikum ini, akan dilakukan analisis klaster pada data indikator kesejahteraan rakyat berdasarkan Kabupaten/Kota di Jawa Tengah tahun 2023. Metode analisis klaster, baik hirarki maupun non-hirarki (K-Means), digunakan untuk mengidentifikasi pola ketimpangan ini dengan mempartisi data ke dalam kelompok-kelompok berdasarkan kesamaan tertentu, sehingga memungkinkan peninjauan ulang kebijakan yang lebih efektif dalam mengatasi masalah kesejahteraan di berbagai daerah. Kesimpulan yang didapat yaitu indikator kesejahteraan masyarakat di Jawa Tengah menunjukkan kondisi yang kurang baik, dengan tingkat partisipasi kerja dan indeks pembangunan manusia rendah serta angka kemiskinan tinggi. Analisis klaster hirarki dan non-hirarki menunjukkan 5 klaster optimal, dengan semua variabel kesejahteraan berpengaruh signifikan, dan iterasi 4 kali untuk mencapai centroid akhir.

Kata kunci: Analisis Klaster Hirarki, Analisis Klaster Non-Hirarki, Indikator Kesejahteraan Masyarakat.

1. LATAR BELAKANG

Sebagai salah satu tujuan pembangunan negara, kesejahteraan masyarakat menjadi salah satu aspek fundamental yang sangat penting bagi kemajuan dan stabilitas negara. Hal ini dibuktikan dengan cakupan-cakupan utama yang terkandung didalamnya, serta tujuannya

untuk memenuhi kebutuhan dan aspirasi manusia (A. H. Rahadian, 2016). Kesejahteraan yang dimaksud tidak terbatas dalam aspek ekonomi saja, tetapi juga kualitas hidup yang meliputi kesehatan, pendidikan, serta pekerjaan yang layak. Namun pada kenyataannya, kesejahteraan masyarakat sangat bergantung dengan kondisi lingkungan masing-masing daerah, dan masih terdapat ketimpangan kesejahteraan antar daerah. Ketimpangan tersebut dapat berupa akses pendidikan, yang kemudian berdampak pada kesempatan bekerja serta pendapatan masyarakat (Donabella Juventia & Shafaa Alaadini Yuan, 2024). Minimnya kesempatan bekerja dapat menghambat pembangunan negara, tentu karena berkurangnya individu yang dapat berkontribusi secara produktif pada sektor-sektor penting. Maka dari itu, dalam upaya untuk meningkatkan pembangunan negara, dapat dilakukan pengelompokan atau analisis kluster indikator untuk meninjau ulang permasalahan yang menghambat kesejahteraan masyarakat di suatu daerah.

Indikator-indikator makro yang dianalisis dengan analisis kluster untuk menilai kesejahteraan masyarakat pada praktikum ini berupa persentase tingkat pengangguran terbuka, indeks pembangunan manusia, tingkat partisipasi angkatan kerja, dan jumlah penduduk miskin. Indikator tersebut dapat merepresentasikan kesejahteraan masyarakat melalui kacamata pendidikan, kualitas pekerjaan, serta pertumbuhan ekonomi masyarakat suatu daerah. Analisis kluster sendiri adalah suatu teknik data mining yang digunakan untuk menganalisis data untuk memecahkan permasalahan dalam pengelompokan data atau lebih tepatnya mempartisi dari dataset ke dalam subset (Ali, 2021). Analisis kluster memiliki dua metode dalam pengelompokkannya, yaitu analisis kluster hirarki (*hierarchical clustering*) dan analisis kluster non-hirarki (*non-hierarchical clustering*). Analisis kluster hirarki merupakan suatu metode pengelompokkan data yang cara kerjanya dengan mengelompokkan dua data atau lebih yang mempunyai kesamaan atau kemiripan, kemudian proses dilanjutkan ke objek lain yang memiliki kedekatan dua, proses ini terus berlangsung sehingga kluster membentuk semacam *tree* dimana ada hirarki atau tingkatan yang jelas antar objek dari yang paling mirip hingga yang paling tidak mirip (Ali, 2021). Sedangkan analisis kluster non-hirarki dimulai dengan menentukan jumlah kluster yang diinginkan, kemudian proses kluster dimulai tanpa mengikuti proses hirarki (Ali, 2021). Nama lain dari metode ini adalah metode *k-Means clustering*.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hasil pengelompokan indikator kesejahteraan masyarakat berdasarkan kabupaten/kota di Jawa Tengah yang didapatkan melalui analisis kluster hirarki dan non-hirarki. Manfaat penelitian ini bagi penulis adalah memahami konsep dan penerapan analisis kluster, sedangkan untuk pembaca adalah dapat mengetahui pengelompokan indikator kesejahteraan masyarakat berdasarkan kabupaten/kota di Jawa

Tengah pada tahun 2023. Penelitian diharapkan dapat memberikan kontribusi yang besar dalam meningkatkan perkembangan pembangunan negara, khususnya dalam aspek kesejahteraan rakyat.

2. METODE PENELITIAN

Data yang digunakan untuk melakukan analisis kluster adalah data indikator kesejahteraan masyarakat yang mencakup persentase tingkat pengangguran terbuka, indeks pembangunan manusia, tingkat partisipasi angkatan kerja, dan jumlah penduduk miskin berdasarkan provinsi Jawa Tengah pada tahun 2023 di mana data tersebut termasuk data sekunder yang diperoleh melalui *website* BPS. Data tersebut diakses pada tanggal 9 November 2024 pukul 13.00 di Kota Sidoarjo, Jawa Timur.

Variabel indikator kesejahteraan masyarakat tersebut dianalisis menggunakan analisis kluster hirarki dan non-hirarki. Langkah analisis pada praktikum ini adalah sebagai berikut: (1) Mengumpulkan data, (2) Mendeskripsikan Karakteristik data, (3) Melakukan analisis kluster hirarki, (4) Melakukan analisis kluster non-hirarki, (5) Menginterpretasikan hasil analisis, dan (6) Menarik kesimpulan dan saran.

Statistika Deskriptif

Statistika deskriptif adalah cabang dari statistika yang berfokus pada pengumpulan, pengolahan, penyajian data untuk memberikan gambaran yang jelas tentang karakteristik suatu kelompok atau populasi tanpa membuat inferensi atau generalisasi. Statistika deskriptif mencakup ukuran pemusatan, ukuran penyebaran, serta penyajian data dalam bentuk tabel dan grafik (Adiwibowo, et al., 2024).

Mean

Mean atau rata-rata adalah kecenderungan sentral suatu data, yaitu bilangan yang tersebar di seluruh data. Untuk mencari *mean*, cukup jumlahkan semua nilai respons dan bagi hasilnya dengan jumlah total respons. Jumlah seluruh tanggapan atau pengamatan disebut N. Secara sistematis, *mean* dirumuskan sebagai berikut (Beno, et al., 2024).

$$\mu = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{N} \quad (2.1)$$

Keterangan:

μ = Rata-rata / *mean* populasi

X_i = Nilai data ke-i

N = Banyaknya data

Varians

Varians (*variance*) mengukur deviasi kuadrat rata-rata setiap titik dari *mean*. Varians mengukur penyebaran titik data di sekitar *mean* (Beno, et al., 2024). Rumus dari varians populasi dituliskan sebagai berikut.

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{N} \quad (2.2)$$

Keterangan:

σ^2 = varians

$\bar{x}$ = rata-rata sampel

x_i = setiap nilai dari sampel

N = jumlah sampel

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1} \quad (2.3)$$

Keterangan:

s^2 = varians

$\bar{x}$ = rata-rata sampel

x_i = setiap nilai dari sampel

n = jumlah sampel

Nilai Maksimum

Nilai maksimum merupakan kebalikan dari nilai minimum, dimana nilai yang didapatkan pada penelitian dari hasil jawaban responden nilai tersebut memiliki makna tertinggi dari semua pilihan yang ada. Nilai maksimum adalah nilai terkecil dari sekumpulan angka (Ahmad Rudini & Rizal Azmi, 2023).

Nilai Minimum

Nilai minimum merupakan suatu nilai yang didapatkan pada penelitian yang diberikan responden dimana nilai tersebut memiliki makna terendah dari semua pilihan yang ada. Nilai minimum adalah nilai terkecil dari sekumpulan angka (Ahmad Rudini & Rizal Azmi, 2023).

Analisis Cluster Hirarki

Metode hirarki (*hierarchical method*) adalah suatu metode pada analisis klaster yang membentuk tingkatan tertentu seperti pada struktur pohon karena proses *clustering*-nya

dilakukan secara bertahap / bertingkat. Hasil *clustering* dengan metode hirarki dapat disajikan dalam bentuk Dendogram (Darmawan Harefa, et al., 2023).

Cluster Aglomeratif

Teknik ini dikenal juga sebagai AGNES atau *agglomerative nesting* yang bekerja secara *bottom up* atau dari bawah ke atas artinya setiap objek pada awalnya dipandang sebagai *cluster* dengan elemen tunggal. Pada setiap tahap algoritma 2 *cluster* yang paling mirip digabungkan menjadi *cluster* yang berukuran lebih besar. Prosedur ini di iterasi hingga semua titik menjadi anggota dari satu *cluster* terbesar (Musa, 2022).

Cluster Divisif

Teknik ini juga dikenal sebagai DIANA yang bekerja secara Top Down atau dari atas ke bawah. Algoritma yang diterapkan merupakan kebalikan dari teknik AGNES. Teknik ini dimulai dari satu kelas terbesar dengan anggota seluruh titik selanjutnya pada setiap tahap iterasi, Faktor yang paling heterogen dipisahkan menjadi dua. Proses ini diulang terus-menerus hingga semua objek menjadi *cluster* tunggal (Musa, 2022).

Single Linkage

Single Linkage merupakan metode dimana jarak antara dua klaster diukur berdasarkan jarak terdekat antar pasangan data dalam klaster yang berbeda. Artinya, jarak antara klaster adalah jarak terpendek antara data dalam klaster yang berbeda (Rahayu, et al., 2024).

Complete Linkage

Complete Linkage adalah metode dimana jarak antar dua klaster diukur berdasarkan jarak terjauh antar pasangan data dalam klaster yang berbeda. Artinya, jarak antara dua klaster adalah jarak maksimum antar data dalam klaster yang berbeda (Rahayu, et al., 2024).

Average Linkage

Average Linkage merupakan metode keterkaitan dimana jarak antara setiap pasangan kesimpulan data dijumlahkan dan kemudian dibagi dengan total jumlah kumpulan data untuk menghitung jarak rata-rata antara dua kelompok (Randi Farmana Putra, et al., 2024).

Metode Ward

Metode Ward adalah metode *clustering* hirarki yang bersifat *agglomerative* untuk memperoleh klaster yang memiliki varian internal sekecil mungkin. Metode Ward berusaha untuk meminimalkan variasi antar objek yang ada dalam satu klaster dan memaksimalkan variasi dengan objek yang ada di klaster lainnya (Darmawan Harefa, et al., 2023).

Analisis Cluster Non-Hirarki

Analisis klaster non-hirarki atau *partitioning clustering* adalah teknik membagi titik data menjadi sejumlah klaster yang tidak tumpang tindih. Dengan mengelompokkan titik data yang

serupa menjadi satu, menjadi lebih mudah untuk mengidentifikasi tren dan hubungan yang mungkin tidak terlihat saat memeriksa titik data individual (Randi Farmana Putra, et al., 2024).

K-Means

K-means adalah mendefinisikan cluster-cluster dengan meminimumkan variasi dalam *cluster* (*within cluster variation*). Salah satu algoritma K-means clustering yang umum digunakan adalah algoritma Hartigan-Wong. Berdasarkan algoritma ini total variasi dalam *cluster* didefinisikan sebagai jumlah kuadrat antar pengamatan dengan nilai centeroid sebagai berikut (Musa, 2022).

$$W(C_k) = \sum_{x_i \in C_k} (x_i - \mu_k)^2 \quad (2.4)$$

Keterangan:

x_i = pengamatan ke-i yang berada dalam klaster-k

μ_k = *centeroid* atau nilai rata-rata pengamatan dalam *cluster* k

ANOVA

Analisis ragam (*Analysis of Variance*) atau yang lebih dikenal dengan istilah ANOVA adalah suatu teknik untuk menguji kesamaan beberapa rata-rata sekaligus bila datanya berbentuk interval atau rasio. Uji yang digunakan dalam ANOVA ini ialah uji F karena dipakai untuk pengujian lebih dari dua sampel (Sugiarto, 2021).

Hipotesis:

$H_0: \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_k = 0$ Semua variabel prediktor tidak berpengaruh terhadap variabel respon

H_1 : Min ada satu $\beta_j \neq 0, j = 1, 2, \dots, k$ Minimal terdapat satu variabel prediktor yang berpengaruh terhadap variabel respon

Taraf signifikan: α

Daerah penolakan: Tolak H_0 jika $F_{hitung} > F_{(\alpha, db1, db2)}$ atau $P\text{-Value} < \alpha$

Statistik uji:

Tabel 1 Tabel ANOVA

Sumber Variasi	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Rata-Rata Jumlah Kuadrat	F_{hitung}
Regresi	1	$\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})$	$\frac{JK_{regresi}}{db_{regresi}}$	$\frac{RJK_{regresi}}{RJK_{residual}}$
Residual	n - p	$JK_{total} - JK_{regresi}$	$\frac{JK_{residual}}{db_{residual}}$	
Total	n - 1	$\sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})$		

Indikator Kesejahteraan Masyarakat

Indikator kesejahteraan masyarakat adalah faktor penentu dalam usaha-usaha yang dilakukan oleh semua pihak dalam mencapai kesejahteraan. Kesejahteraan masyarakat sendiri adalah suatu kondisi yang didambakan oleh semua anggota masyarakat untuk menjalani suatu kehidupan (Markhamah, et al., 2021).

Persentase Tingkat Pengangguran Terbuka

Pengangguran terbuka adalah angkatan kerja yang sama sekali tidak mempunyai pekerjaan. Pengangguran ini terjadi karena angkatan kerja tersebut belum mendapat pekerjaan padahal telah berusaha maksimal atau dikarenakan faktor malas mencari pekerjaan atau malas bekerja (Anizir Ali Murad & Wahyuddin, 2022).

Indeks Pembangunan Manusia

Indeks pembangunan manusia adalah pengukuran perbandingan dari harapan hidup, melek huruf, pendidikan, dan standar hidup untuk semua negara seluruh dunia. Indeks pembangunan manusia digunakan untuk mengklasifikasi apakah sebuah negara maju, negara berkembang, atau negara terbelakang dan juga untuk mengukur pengaruh dari kebijaksanaan ekonomi terhadap kualitas hidup (Muhammad Amsal Sahban, 2018).

Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja

Tingkat partisipasi angkatan kerja adalah ukuran proporsi penduduk umur kerja yang melihat secara aktif dipasar tenaga kerja, baik dengan bekerja atau mencari pekerjaan. Tingkat partisipasi angkatan kerja menunjuk pada persentase jumlah angkatan kerja yang mempunyai pekerjaan (*employment rate*) (Lasiyama, et al., 2022).

Jumlah Penduduk Miskin

Jumlah penduduk miskin adalah jumlah penduduk yang berada di suatu batas yang disebut dengan batas garis kemiskinan, yang merupakan nilai rupiah dari kebutuhan minimum makanan dan non-makanan. Sedangkan kemiskinan sendiri dikonseptualisasikan sebagai ketidakmampuan untuk memenuhi kebutuhan dasar (Hasang & Nur, 2020).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Eksplorasi Data

Indikator kesejahteraan masyarakat berdasarkan kabupaten/kota di Jawa Tengah tahun 2023 meliputi Indeks Pembangunan Manusia, Tingkat Pengangguran Terbuka, Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja dan Jumlah Penduduk Miskin. Karakteristik masing-masing variabel data tersebut dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 2. Karakteristik Data

Variabel	Mean	Varian	Min	Max
Tingkat Pengangguran Terbuka (%)	4,87	2,85	1,92	8,98
Indeks Pembangunan Manusia	74,31	18,34	68,08	84,99
Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja (%)	72,11	17,07	64,60	82,45
Jumlah Penduduk Miskin	108,33	3.671,62	7,45	286,14

Tabel 2 menunjukkan bahwa persentase rata-rata tingkat Pengangguran Terbuka (TPT) Provinsi Jawa Tengah tahun 2023 sebesar 4,8%. Hal ini tergolong rendah karena persentase TPT kabupaten/kota di Jawa Tengah terendah sebesar 1,92% pada Kabupaten Wonogiri, sedangkan Kabupaten Brebes memiliki nilai tertinggi yakni 8,98%. Indeks Pembangunan Manusia (IPM) Provinsi Jawa Tengah tahun 2023 memiliki rata-rata sebesar 74,31%. Hal ini tergolong rendah karena nilai IPM kabupaten/kota di Jawa Tengah terendah sebesar 68,08 pada Kabupaten Pemalang, sedangkan Kota Salatiga memiliki nilai tertinggi yakni 84,99. Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja (TPAK) Provinsi Jawa Tengah tahun 2023 memiliki rata-rata sebesar 72,11%. Hal ini tergolong rendah karena persentase TPAK kabupaten/kota di Jawa Tengah memiliki nilai terendah sebesar 64,60% pada Kabupaten Wonogiri, sedangkan Kabupaten Brebes memiliki nilai tertinggi yakni 82,45%. Jumlah penduduk miskin di Provinsi Jawa Tengah tahun 2023 memiliki rata-rata sebanyak 108,33 ribu jiwa. Hal ini tergolong tinggi karena jumlah penduduk miskin kabupaten/kota di Jawa Tengah memiliki nilai terendah sebesar 7,45 ribu jiwa pada Kabupaten Wonogiri, sedangkan Kabupaten Brebes memiliki nilai tertinggi yakni 286,14 ribu jiwa.

Penentuan Jumlah Cluster Optimum

Analisis *cluster* dapat dilakukan dengan 2 cara, yakni *cluster* hirarki dan *cluster* non-hirarki. *Cluster* hirarki memiliki beberapa metode seperti *complete linkage*, *single linkage* dan *average linkage*. Sedangkan analisis *cluster* non-hirarki salah satunya dapat dilakukan dengan metode *K-Means*. Penentuan jumlah *cluster* optimum dilakukan dengan melihat nilai F-pseudo yang paling tinggi dan *ICD-rate* paling rendah. Hasil perhitungan nilai F-pseudo dan *ICD-rate* menggunakan *software* R dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 3. Nilai F-Pseudo

Metode	Jumlah <i>Cluster</i>	F-Pseudo	<i>ICD-rate</i>
<i>Complete Linkage</i>	2	20,321	0,619
	3	60,434	0,514
	4	90,352	0,507
	5	139,600	0,462
<i>Single Linkage</i>	2	14,181	0,699
	3	39,170	0,620

<i>Average Linkage</i>	4	63,183	0,595
	5	91,957	0,566
	2	20,321	0,619
	3	82,176	0,438
	4	82,176	0,437
<i>K-Means</i>	5	119,750	0,362
	2	19,777	0,625
	3	68,5	0,483
	4	147,926	0,386
	5	219,168	0,354

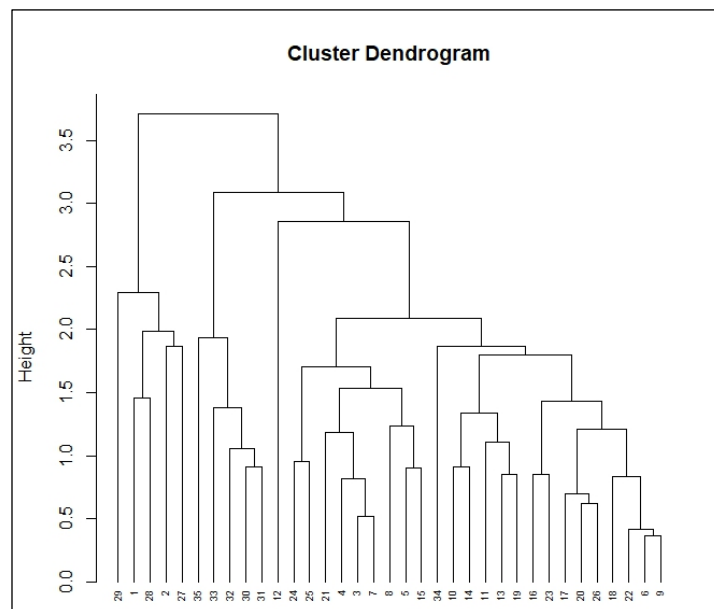
Berdasarkan nilai F-pseudo dan *ICD-rate* pada tabel di atas, diketahui bahwa nilai F-pseudo pada *cluster* hirarki tertinggi ialah metode *average linkage* sebesar 119,75 dengan *ICD-rate* terendah pada jumlah *cluster* 5. Sedangkan pada *cluster* non-hirarki, nilai F-pseudo tertinggi (219,168) dan *ICD-rate* terendah (0,354) ialah jumlah *cluster* 5.

Analisis Cluster Hirarki

Pada bagian sebelumnya, diketahui bahwa jumlah *cluster* optimum pada *cluster* hirarki sebanyak 5 *cluster*. Analisis *cluster* hirarki dilakukan dengan melihat bentuk dendrogram, agar dapat mengetahui anggota *cluster* serta membuat peta *cluster* hirarki.

Dendrogram

Dendrogram ialah salah satu visualisasi yang dapat menunjukkan hirarki daripada *cluster*. Bentuk dendrogram hasil *clustering* dengan metode *average linkage* ialah sebagai berikut.



Gambar 1. Dendrogram Analisis Klaster Hirarki

Gambar 1 secara visual menunjukkan bahwa pada indikator kesejahteraan masyarakat berdasarkan kabupaten/kota di Jawa Tengah tahun 2023, terdapat 2 *cluster* utama yang terbentuk dari dendrogram. *Cluster* pertama terdiri dari Kabupaten Brebes, Cilacap, Tegal,

Banyumas dan Pemalang. Sedangkan kabupaten/kota di Jawa Tengah lainnya masuk ke dalam *cluster* kedua.

Cluster Optimum

Hasil analisis *cluster* hirarki pada indikator kesejahteraan masyarakat berdasarkan kabupaten/kota di Jawa Tengah tahun 2023 dapat dilihat pada tabel berikut.

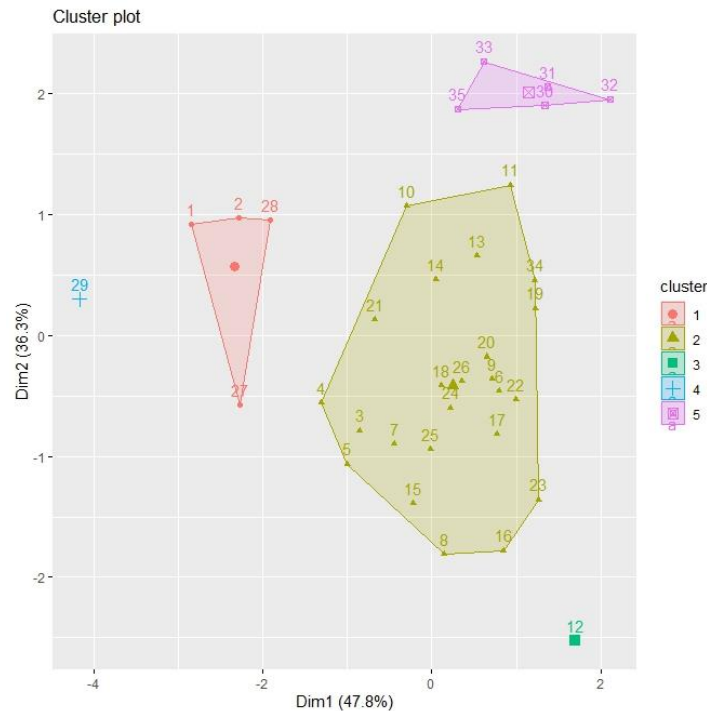
Tabel 4. Hasil *Cluster* Hirarki

Cluster	Kabupaten/Kota
C1	1, 2, 27, 28
C2	3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 34
C3	12
C4	29
C5	30, 31, 32, 33, 35

Tabel 4 mengelompokkan bahwa terdapat 5 *cluster* yang terbentuk pada analisis *cluster* hirarki. *Cluster* pertama adalah Kabupaten Cilacap, Banyumas, Pemalang dan Tegal. *Cluster* kedua ialah Kabupaten Purbalingga, Banjarnegara, Kebumen, Purworejo, Wonosobo, Magelang, Boyolali, Sukoharjo, Karanganyar, Sragen, Grobogan, Blora, Rembang, Pati, Kudus, Jepara, Demak, Semarang, Temanggung, Kendal, Batang, Kabupaten Pekalongan dan Kota Pekalongan. *Cluster* ke-3 dan ke-4 ialah Kabupaten Wonogiri dan Kabupaten Brebes. *Cluster* ke-5 adalah Kota Magelang, Surakarta, Salatiga, Semarang dan Kota Tegal.

Peta Cluster Hirarki

Peta *cluster* hirarki pada indikator kesejahteraan masyarakat berdasarkan kabupaten/kota di Jawa Tengah tahun 2023 dapat dilihat pada gambar peta berikut ini.



Gambar 2. Peta *Cluster Analisis Klaster Hirarki*

Gambar 2 menunjukkan bahwa 35 kabupaten/kota di Jawa Timur terbagi ke dalam 5 *cluster*. Gambar di atas menampilkan *cluster* pertama berwarna merah dengan anggota sebanyak 4 kabupaten/kota. *Cluster* kedua berwarna kuning dengan anggota sebanyak 24 kabupaten/kota. *Cluster* ke-3 dan ke-4 berwarna hijau dan biru dengan masing-masing 1 anggota kabupaten/kota pada *cluster* tersebut. *Cluster* ke-5 berwarna ungu dengan anggota sebanyak 5 kabupaten/kota. Berdasarkan peta tersebut dapat diketahui bahwa *cluster* ke-2 memiliki jumlah anggota paling banyak, sedangkan *cluster* ke-3 dan ke-4 memiliki jumlah anggota paling sedikit.

Analisis *Cluster Non-Hirarki*

Pada bagian sebelumnya, diketahui bahwa jumlah *cluster* optimum pada *cluster non-hirarki* sebanyak 5 *cluster*. Analisis *cluster non-hirarki* dilakukan dengan melihat jumlah *cluster*. Sub bab ini akan membahas jumlah anggota di setiap *cluster*, ANOVA dan juga hasil pengelompokan klaster.

Jumlah *Cluster*

Centeroid atau titik Tengah digunakan untuk mengelompokkan variabel ke dalam *cluster-cluster*. Penentuan *centeroid* awal dipilih secara acak yang dapat dilihat pada Tabel 5 sebagai berikut.

Tabel 5. Centroid Awal

Variabel	Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3	Cluster 4	Cluster 5
TPT	2,44	-0,39	-0,18	0,71	-1,74
IPM	-1,07	0,77	2,49	-0,96	0,545
TPAK	-1,45	-,31	-0,01	1,09	2,5
Jumlah Penduduk Miskin	2,93	0,59	-1,63	-0,630	-0,06

Berdasarkan tabel di atas, diketahui nilai tengah (*centroid*) awal tingkat pengangguran terbuka (TPT) pada *cluster* 1 hingga 5 sebesar 2,44, -0,39, -0,18, 0,71 dan -1,74. *Centroid* awal variabel Indeks Pembangunan Manusia (IPM) pada *cluster* 1 hingga 5 sebesar -1,07, 0,77, 2,49, -0,96 dan 0,545. *Centroid* awal variabel Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja (TPAK) pada *cluster* 1 hingga 5 sebesar -1,45 -0,31, -0,01, 1,09 dan 2,5. *Centroid* awal variabel jumlah penduduk miskin pada *cluster* 1 hingga 5 sebesar 2,93, 0,59, -1,63, -0,63 dan -0,06.

ANOVA

Hasil *analysis of varians* (ANOVA) pada data indikator kesejahteraan masyarakat berdasarkan kabupaten/kota di Jawa Tengah tahun 2023 terhadap *cluster* atau pengelompokan yang terbentuk dapat dilihat sebagai berikut.

Hipotesis :

$H_0: \beta_i = 0$ (Variabel ke-i tidak berpengaruh terhadap *cluster*)

$H_1: \beta_i \neq 0$ (Variabel ke-i berpengaruh terhadap *cluster*)

Ditetapkan taraf signifikansi (α) = 5%, H_0 ditolak ketika $F_{hitung} > F_{tabel}$ atau $P-value < \alpha$ dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 6. Hasil ANOVA

Variabel	Df	F_{hitung}	F_{tabel}	P-value
TPT	4	26,486	2,690	0,000
IPM	4	18,730		0,000
TPAK	4	18,105		0,000
Jumlah Penduduk Miskin	4	13,792		0,000

Tabel diatas menunjukkan bahwa seluruh variabel berpengaruh signifikan terhadap pengelompokan *cluster* kabupaten/kota di Jawa Tengah. Hal ini diperoleh dari nilai F_{hitung} seluruh variabel yang lebih besar dari nilai F_{tabel} (2,69) dan diperkuat oleh seluruh nilai $P-value$ sebesar 0,000 yang lebih kecil dari 0,05 (α).

Pergeseran Centroid

Pengelompokan kabupaten/kota di Jawa Tengah menggunakan metode *K-means* dapat dilihat dari proses iterasi. Hasil proses iterasi pengelompokan kabupaten/kota di Jawa Tengah tahun 2023 berdasarkan indikator kesejahteraan masyarakat dapat dilihat sebagai berikut ini.

Tabel 7. Iteration History

Iterasi	1	2	3	4	5
1	1,195	0,994	0,794	1,203	0,981
2	0,521	0,347	0,367	0,171	0,366
3	0,000	0,000	0,286	0,151	0,000
4	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Berdasarkan tabel di atas diketahui bahwa pada iterasi pertama perubahan pada pusat *cluster* cukup besar, hal ini menunjukkan bahwa klaster-klaster tersebut masih dalam proses pencarian posisi optimalnya. Selanjutnya pada iterasi ke-2 perubahan pusat *cluster* sudah berkurang secara signifikan, hal ini menunjukkan bahwa algoritma mulai mendekati posisi optimal. Iterasi ke-3 menunjukkan nilai perubahan 0,000 (sangat) kecil, kecuali pada *cluster* ke-3 dan ke-4. Hal ini mengindikasikan bahwa sebagian besar *cluster* sudah stabil. Iterasi terakhir (ke-4) menunjukkan bahwa sudah tidak terjadi perubahan lagi pada seluruh *centroid* (nilai 0,000 untuk setiap *cluster*). Hal ini menunjukkan bahwa algoritma *K-Means* telah mencapai konvergensi dan *centroid* tidak mengalami pergeseran kembali. Setelah melakukan proses iterasi, selanjutnya diperoleh hasil *centroid* akhir yang dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 8. Final Cluster Centers

Variabel	1	2	3	4	5
TPT	1,763	-0,582	0,224	0,011	-1,409
IPM	-0,776	-0,300	1,637	-0,474	-0,666
TPAK	-1,261	-0,551	-0,472	-0,714	1,246
Jumlah Penduduk Miskin	1,494	-0,138	-1,288	0,202	-0,264

Berdasarkan tabel di atas, diketahui nilai tengah (*centroid*) akhir tingkat pengangguran terbuka (TPT) pada *cluster* 1 hingga 5 sebesar 1,763, -0,582, 0,224, 0,001 dan -1,409. *Centroid* akhir variabel Indeks Pembangunan Manusia (IPM) pada *cluster* 1 hingga 5 sebesar -0,776, -0,3, 1,637, -0,474 dan -0,666. *Centroid* akhir variabel Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja (TPAK) pada *cluster* 1 hingga 5 sebesar -1,261, -0,551, -0,472, -0,714 dan 1,246. *Centroid* akhir variabel jumlah penduduk miskin pada *cluster* 1 hingga 5 sebesar 1,494, -0,138, -1,288, 0,202 dan -0,264.

Tingkat kesejahteraan masyarakat Jawa Tengah tahun 2023 masih banyak yang perlu ditingkatkan kembali. Persentase tingkat rata-rata partisipasi angkatan kerja (TPAK) masih cukup tinggi melebihi 50% dari keseluruhan masyarakat di Jawa Tengah. Indeks pembangunan manusia (IPM) Jawa Tengah juga masih tergolong rendah dengan rata-rata kurang dari 75%, bahkan ada kabupaten/kota yang masih memiliki IPM sebesar 64,6. Selain itu, rata-rata jumlah penduduk miskin di Jawa Tengah tercatat sekitar 108,33 ribu jiwa. Namun, tingkat pengangguran terbuka Provinsi Jawa Tengah tahun 2023 dapat dikatakan rendah (baik) dengan

rata-rata sebesar 4,87. Setelah mengetahui kondisi daripada masing-masing variabel, selanjutnya dilakukan pengelompokkan (*clustering*) dengan *cluster* hirarkik dan non- hirarki. Jumlah *cluster* terbaik pada *cluster* hiarki dan non-hirarki ialah sebanyak 5 *cluster*, dimana *cluster* hirarki menggunakan metode *average linkage* dan *cluster* non-hirarki menggunakan metode *K-means*. Melalui *Clustering* dengan metode *average linkage* menghasilkan visual dendogram *cluster* untuk mengetahui 2 *cluster* utama pada data. Pengelompokkan menjadi 5 *cluster* menghasilkan *cluster* ke-2 memiliki anggota kabupaten/kota terbanyak, sedangkan kabupaten/kota di Jawa Tengah lainnya masuk ke dalam *cluster* ke-1,3,4 dan ke-5. Pada metode ini juga dapat diketahui visual peta *cluster* untuk lebih jelas melihat perbedaan gambaran dari masing-masing *cluster*. Sedangkan *clustering* dengan metode *K-means* diawali dengan melihat nilai tengah (*centroid*) awal dari masing-masing *cluster*. Selanjutnya dilakukan analisis varians (ANOVA) untuk mengetahui apakah variabel indikator kesejahteraan masyarakat tersebut berpengaruh signifikan terhadap *cluster*. Hasil ANOVA ialah variabel TPT, IPM, TPAK dan jumlah penduduk miskin mempengaruhi *cluster* indikator kesejahteraan masyarakat kabupaten/kota di Jawa Tengah tahun 2023. Terakhir dilakukan proses iterasi sebanyak 4 kali terhadap seluruh *centroid* dari 4 variabel hingga mendapatkan *centroid* yang optimum untuk diperoleh *centroid* akhir.

4. KESIMPULAN

Indikator kesejahteraan masyarakat di Jawa Tengah menunjukkan bahwa kondisi kesejahteraan masih masyarakat Jawa Tengah secara keseluruhan masih tergolong kurang baik. Meskipun rata-rata tingkat pengangguran terbuka Provinsi Jawa Tengah tergolong rendah (baik), namun rata-rata nilai indeks pembangunan manusia dan persentase ingkat partisipasi angkatan kerja masih rendah, serta jumlah penduduk miskin juga masih tinggi. Jumlah *cluster* optimum untuk *cluster* hirarki maupun non-hirarki ialah 5 *cluster*, dimana analisis *cluster* hirarki dilakukan dengan metode *average linkage* dan *cluster* non-hirarki menggunakan metode *K-means*. Hasil *cluster* hirarki menunjukkan bahwa *cluster* ke-2 memiliki anggota kabupaten/kota terbanyak. Hasil analisis varians pada *cluster* non-hirarki menunjukkan bahwa seluruh variabel indikator kesejahteraan masyarakat berpengaruh signifikan terhadap *cluster*, sehingga dilakukan proses iterasi sebanyak 4 kali untuk memperoleh *centroid* akhir.

DAFTAR PUSTAKA

A. H. Rahadian, 2016. Strategi Pembangunan Berkelanjutan. Prosiding Seminar Stiami, Iii(1), P. 46.

- Adiwibowo, P. H. Et Al., 2024. Statistika Deskriptif. Batam: Yayasan Cendekia Mulia Mandiri.
- Ahmad Rudini & Rizal Azmi, 2023. Metodologi Penelitian Bisnis Dan Manajemen Pendekatan Kuantitatif. Kepanjen: Ae Publishing.
- Ali, A., 2021. Clustering Data Antropometri Balita Dengan Menggunakan Algoritma K-Means. Yogyakarta: Penerbit Samudra Biru.
- Anizir Ali Murad & Wahyuddin, 2022. Ekonomi Makro Suatu Analisis Dan Aplikasi "Komputer". Surabaya: Jakad Media Publishing.
- Beno, I. S. Et Al., 2024. Buku Ajar Biostatistik. Jambi: Sonpedia Publishing Indonesia.
- Darmawan Harefa, Et Al., 2023. Teori Statistik Dasar. Sukabumi: Jejak Publisher.
- Donabella Juventia & Shafaa Alaadini Yuan, 2024. Ketimpangan Sosial Dalam Bidang Pendidikan Dan Dampaknya Terhadap Kesejahteraan Masyarakat. Motekar: Jurnal Multidisiplin Teknologi Dan Arsitektur, Ii(1), P. 418.
- Hasang, I. & Nur, M., 2020. Perekonomian Indonesia. Malang: Ahlimedia Book.
- Lasiyama, M. Et Al., 2022. Ekonomi Dan Bisnis Percikan Pemikiran Mahasiswa Ekonomi Syariah Iain Ponorogo. Pekalongan: Nasya Expanding Management.
- Markhamah, Et Al., 2021. Peningkatan Kesejahteraan Masyarakat Berbasis Potensi Moral. Surakarta: Muhammadiyah University Press.
- Muhammad Amsal Sahban, 2018. Kolaborasi Pembangunan Ekonomi Di Negara Berkembang. Makassar: Sah Media.
- Musa, M., 2022. Analisis Multivariat Terapan Untuk Penelitian Ekologi Kuantitatif. Malang: Ub Press.
- Rahayu, P. W. Et Al., 2024. Buku Ajar Data Mining. Jambi: Pt. Sonpedia Publishing Indonesia.
- Randi Farmana Putra, Et Al., 2024. Algoritma Pembelajaran Mesin: Dasar, Teknik, Dan Aplikasi. Jambi: Sonpedia Publishing Indonesia.