

Pengelompokan Kabupaten/Kota Berdasarkan Indeks Pembangunan Manusia Provinsi Jawa Timur Tahun 2023 Menggunakan Analisis Kluster

Muhammad Akmal Hafiz Abidin

Departemen Statistika Bisnis, Fakultas Vokasi Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Satria Raditya Nugroho

Departemen Statistika Bisnis, Fakultas Vokasi Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Sri Pingit Wulandari

Departemen Statistika Bisnis, Fakultas Vokasi Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Alamat: Kampus ITS Sukolilo-Surabaya 60111, Indonesia

Korespondensi penulis: 2043221057@student.its.ac.id

Abstract. *Quality human resources are the key to success in achieving goals, both individual and regional. One of the main indicators of the quality of human resources is the Human Development Index (HDI), which includes poverty, life expectancy, unemployment, education, and labor participation. East Java Province, with its diversity and large population, faces great challenges in improving the quality of human resources. One method of measuring whether these factors affect HDI is by dividing clusters based on the region, then analyzed using cluster analysis. Cluster analysis, both hierarchical and non-hierarchical methods, can be used to group cities/districts in East Java based on HDI indicators. This grouping is expected to assist the government in designing more targeted policies. In this practicum, a cluster analysis of HDI in 2023 was conducted using these methods. Data on factors affecting the Human Development Index (HDI) showed high variability, especially in the labor force participation rate, by fulfilling the assumptions of multivariate normal distribution and independence. Hierarchical cluster analysis showed two optimal clusters with the K-Means method: the first cluster included 13 districts/cities, while the second cluster contained 25 districts/cities. In the non-hierarchical cluster analysis, three clusters were formed with each member: 16 districts/cities in cluster 1, 10 in cluster 2, and 12 in cluster 3, and there were significant differences between clusters in the grouping of certain variables.*

Keywords: *Cluster Analysis, Hierarchical, HDI, Non Hierarchical*

Abstrak. Sumber daya manusia yang berkualitas menjadi kunci keberhasilan dalam mencapai tujuan, baik individu maupun wilayah. Salah satu indikator utama kualitas sumber daya manusia adalah Indeks Pembangunan Manusia (IPM), yang mencakup angka kemiskinan, harapan hidup, pengangguran, pendidikan, dan partisipasi kerja. Provinsi Jawa Timur, dengan keanekaragaman dan jumlah penduduk yang besar, menghadapi tantangan besar dalam meningkatkan kualitas SDM yang berkualitas. Salah satu metode dalam mengukur faktor-faktor tersebut apakah berpengaruh terhadap IPM

Received November 05, 2024; Revised November 17, 2024; Accepted November 26, 2024

*Corresponding author, 2043221057@student.its.ac.id

dengan pembagian cluster berdasarkan wilayahnya, maka dianalisis menggunakan analisis cluster. Analisis cluster, baik metode hierarki maupun non-hierarki, dapat digunakan untuk mengelompokkan kota/kabupaten di Jawa Timur berdasarkan indikator IPM. Pengelompokan ini diharapkan membantu pemerintah dalam merancang kebijakan yang lebih tepat sasaran. Dalam praktikum ini, dilakukan analisis cluster IPM tahun 2023 menggunakan metode tersebut. Data faktor-faktor yang memengaruhi Indeks Pembangunan Manusia (IPM) menunjukkan keragaman tinggi, terutama pada tingkat partisipasi angkatan kerja, dengan memenuhi asumsi distribusi normal multivariat dan independensi. Analisis cluster hierarki menunjukkan dua cluster optimal dengan metode K-Means: cluster pertama mencakup 13 kabupaten/kota, sedangkan cluster kedua berisi 25 kabupaten/kota. Pada analisis cluster non-hierarki, terbentuk tiga cluster dengan anggota masing-masing: 16 kabupaten/kota di cluster 1, 10 di cluster 2, dan 12 di cluster 3, serta terdapat perbedaan signifikan antar-cluster dalam pengelompokan variabel tertentu.

Kata kunci: Analisis Cluster, Hierarki, IPM, Non Hierarki

LATAR BELAKANG

Sumber daya manusia adalah salah satu sumber daya yang paling penting dalam berkembangnya suatu daerah. Dengan sumber daya manusia yang baik dapat dimanfaatkan sehingga meraih keberhasilan untuk mencapai tujuan baik secara individu maupun dalam tingkat yang lebih tinggi. Salah satu indikator baik tidaknya sumber daya manusia adalah dengan melihat indeks pembangunan manusia. Semakin tinggi indeks pembangunan manusia pada suatu wilayah maka dapat dikatakan wilayah tersebut. Indeks pembangunan manusia yang mencakup seperti penduduk miskin, angka harapan hidup, pengangguran terbuka, rata-rata lama sekolah, partisipasi angkatan kerja dan lain lain. Provinsi Jawa Timur yang memiliki penduduk yang banyak dan beragam antar kota kabupaten memiliki tantangan besar dalam meningkatkan kualitas sumber daya manusianya. Berbagai upaya dilakukan untuk meningkatkan indeks pembangunan manusia (IPM), yang menjadi salah satu tolok ukur utama kualitas hidup masyarakat. Dalam untuk meningkatkan IPM yang merata diperlukan untuk memahami pola-pola perkembangan IPM di seluruh Jawa Timur. Dari kota/kabupaten yang memiliki kemiripan antara satu sama lain di buat kelompok-kelompok yang memiliki kemiripan satu sama lain. Dengan adanya pengelompokan antar kota/kabupaten hal ini dapat membantu dalam merancang kebijakan yang spesifik dan lebih tepat sasaran sesuai kelompok wilayah lebih baik dalam kualitas sumber daya manusia antar wilayah. Pengelompokan dapat menggunakan analisis kluster.

Analisis kluster merupakan salah satu metode statistik yang digunakan untuk melakukan proses pengelompokan. Dalam pengelompokannya digunakan suatu ukuran yang dapat menerangkan kedekatan antar data untuk menerangkan struktur grup sederhana dari data yang kompleks yaitu ukuran jarak (Fathia, Rahmawati, & Tarno, 2016). Terdapat dua pendekatan utama dalam analisis kluster, yaitu metode hierarki dan metode non-hierarki. Metode hierarki menciptakan struktur kluster berjenjang (hierarki) yang mengelompokkan data secara bertahap berdasarkan kedekatan objek, membentuk suatu dendrogram (Apriliana & Widodo, 2023). Sedangkan metode non-hierarki langsung mengelompokkan data ke dalam sejumlah kluster yang telah ditentukan di awal. Pada K-Means, objek-objek dialokasikan ke dalam kluster berdasarkan centroid atau pusat kluster terdekat, dan proses ini berlangsung iteratif hingga tidak ada lagi perubahan signifikan dalam pembagian kluster, yaitu ketika pusat-pusat kluster telah mencapai stabilitas (Ayuningtias, Debataraja, & Imroah, 2019). Pada penelitian ini akan menggunakan kedua metode kemudian akan dibandingkan metode yang paling baik diantara kedua metode klustering.

Dalam praktikum ini akan mencari karakteristik data indeks pembangunan manusia Provinsi Jawa Timur tahun 2023, melakukan analisis kluster hierarki dan non hierarki kemudian melakukan pemilihan model terbaik berdasarkan nilai F-Pseudo terakhir melakukan interpretasi dan kesimpulan. Dari praktikum kali ini diharapkan dapat digunakan untuk pemerintah agar dapat dijadikan acuan untuk membuat kelompok dalam IPM, untuk pembaca diharapkan dapat mengetahui pembagian kluster Jawa Timur berdasarkan IPM, kemudian untuk peneliti diharapkan dapat dijadikan acuan untuk penelitian selanjutnya.

URAIAN PENELITIAN

A. Penelitian Terdahulu

Tabel 1. Penelitian Terdahulu

No	Penulis	Metode	Hasil
1	Invalid source specified.	Regresi linear berganda	Berdasarkan penelitian didapatkan bahwa rata-rata lama sekolah berpengaruh signifikan terhadap indeks pembangunan manusia di Indonesia. Hal ini semakin tinggi rata-rata lama sekolah, maka dapat menurunkan indeks pembangunan manusia.

2	Invalid source specified.	Regresi linear berganda	Berdasarkan hasil penelitian bahwa angka harapan hidup dan kemiskinan berpengaruh signifikan terhadap IPM.
3	Invalid source specified.	Regresi Data Panel	Berdasarkan hasil pengujian bahwa tingkat pengangguran terbuka berpengaruh dan signifikan terhadap IPM.

B. Analisis Cluster

Analisis cluster merupakan cabang ilmu statistik analisis multivariat dengan tujuan untuk mengelompokkan objek-objek berdasarkan kemiripan karakteristik di antara objek-objek tersebut (Irwan, Perbandingan Analisis Cluster Metode Complete Linkage dan Metode Ward dalam Pengelompokan Indeks Pembangunan Manusia di Sulawesi Selatan, 2024). Analisis cluster memiliki dua metode, yaitu metode hirarki dan metode non-hirarki. Tujuan dari analisis cluster adalah menentukan dan mengidentifikasi kelompok objek yang memiliki sebuah kemiripan dan karakteristik yang dapat dipisahkan oleh kelompok lainnya. Analisis cluster ini sebagai penentu dalam mengelompokkan objek-objek berdasarkan kesamaan karakteristik dari objek-objek yang dikelompokkan sebelumnya. Hasil analisis cluster yang baik adalah cluster yang anggota-anggotanya yang memiliki kemiripan karakteristik yang tinggi. Berikut adalah ciri-ciri dari cluster adalah sebagai berikut (Mayang, Metode Clustering Untuk Penyakit Berbahaya, 2024).

- Homogenitas (kesamaan) yang memiliki tinggi antar anggota dalam satu cluster (within-cluster)
- Heterogenitas (perbedaan) yang tinggi antar cluster yang satu dengan cluster yang lainnya (between-cluster)

Tujuan analisis cluster adalah sebagai berikut (Mayang, Metode Clustering Untuk Penyakit Berbahaya, 2024).

- Pengelompokan analisis klaster digunakan sebagai tujuan explanatory dan confirmatory
- Penyederhanaan data analisis klaster menetapkan struktur dari observasi
- Pengidentifikasi hubungan analisis cluster dapat menunjukkan adanya hubungan observasi atau objek dalam analisis.

Berikut adalah penjelasan mengenai analisis cluster hirarki dan cluster non-hirarki adalah sebagai berikut.

1. Analisis Cluster Hirarki

Analisis cluster hirarki merupakan suatu metode yang membuat sebuah dekomposisi berhierarki (tingkatan) dari himpunan data berdasarkan kesamaan karakteristik objeknya (Syafiyah Umi, 2022). Analisis cluster hirarki memulai pengelompokan dengan dua atau lebih objek yang mempunyai kesamaan karakteristik paling dekat, kemudian dari proses akan diteruskan ke objek-objek lain yang mempunyai kedekatan lainnya.

II. Single Linkage

Single linkage merupakan suatu metode analisis cluster hierarki dengan melakukan pengelompokan objek berdasarkan jarak paling dekat terlebih dahulu (Megawati, Agglomerative Nesting Cluster Analystin Mapping District/City Health Facilities in West Java Province, 2024). Metode ini merupakan salah satu metode yang paling sederhana dengan dibentuk dari entitas individu dengan menggabungkan individu dengan yang terdekat.

$$d(uv)w = \min \{duw, dvw\} \quad (1)$$

Keterangan:

$d(uv)w$ = Data kelompok ke (uv) dengan w

duw = Data kelompok ke uw

dvw = Data kelompok ke vw 2

III. Complete Linkage

Complete linkage merupakan suatu metode analisis cluster hierarki berdasarkan jarak terjauh antar setiap objek (Megawati, Agglomerative Nesting Cluster Analystin Mapping District/City Health Facilities in West Java Province, 2024). Jarak tersebut didapat melalui hasil perhitungan objek yang memiliki jarak terjauh. Complete linkage memastikan semua objek-objek yang diamati dalam sebuah klaster berada dalam jarak yang maksimum satu sama lain.

$$d(uv)w = \max \{duw, dvw\} \quad (2)$$

Keterangan:

$d(uv)w$ = Data kelompok ke (uv) dengan w

duw = Data kelompok ke uw

dvw = Data kelompok ke vw

IV. Average Linkage

Average linkage merupakan suatu metode analisis cluster hierarki yang menggunakan rata-rata jarak selisih individu dalam suatu kelompok yang memiliki jarak seluruh individu dalam kelompok yang lain (Megawati, Agglomerative Nesting Cluster Analystin Mapping District/City Health Facilities in West Java Province, 2024). Average linkage digunakan untuk memperlakukan jarak antara dua klaster sebagai jarak euclidean dengan rata-rata antara semua pasangan item dari salah satu anggotanya dari pasangan yang dimiliki oleh setiap klaster (Asrafi Iqbal, 2022)

$$d(u, v)w = \frac{\sum_q \sum_r dqr}{n(y)n(w)} \quad (3)$$

Keterangan:

- $d_{(uv)w}$ = Data kelompok ke (uv) dengan w
 d_{qr} = Data kelompok ke qr
 $n(y)$ = Terdapat banyaknya item dalam cluster y
 $n(w)$ = Terdapat banyaknya item dalam cluster w

V. Metode Ward

Metode ward adalah suatu metode cluster hirarki yang informasinya hilang akibat adanya penggabungan objek menjadi sebuah cluster (Irwan, Perbandingan Analisis Cluster Metode Complete Linkage dan Metode Ward dalam Pengelompokan Indeks Pembangunan Manusia di Sulawesi Selatan, 2024). Di dalam metode ini, terdapat proses pengelompokan yang didasarkan oleh kriteria jumlah kuadrat kesalahan dengan ukuran kehomogenan antara dua objek yang memiliki kesalahan minimal. Jika terdapat N item yang dikelompokkan menjadi satu cluster, maka untuk rumus perhitungannya dapat disajikan menggunakan nilai SSE pada Persamaan sebagai berikut.

$$SSE = \sum_{i=1}^n (Xi - \bar{X})' - (Xi - \bar{X}) \quad (4)$$

Keterangan:

- i = 1,2,..., n
 Xi = Vektor kolom yang entrinya nilai objek ke-i
 \bar{X} = Vektor kolom yang berisi rata-rata nilai pengamatan dalam cluster
 n = Banyaknya objek dalam cluster yang terbentuk

VI. Cluster Divisif (penyebaran)

Cluster divisif merupakan sebuah pendekatan *top-down*, yaitu semua objek ditempatkan dalam satu cluster yang secara berturut-turut dibagi menjadi kelompok-kelompok secara terpisah (Hayati Memi Nor, 2021). Cluster ini dimulai dengan menempatkan semua objek dalam satu cluster besar (*root hirarki*). Dari root hirarki tersebut akan dibagikan menjadi sub-cluster lebih kecil.

VII. Dendogram

Dendogram merupakan hirarki yang bertingkat dengan cluster di satu Tingkat digabungkan untuk membentuk cluster di tingkat berikutnya (Rusyiana Aris, 2020). Hal ini memungkinkan dalam memutuskan tingkat untuk memotong pohon untuk menghasilkan kelompok objek data yang sesuai.

1. Analisis Cluster Non-Hirarki

Analisis cluster non-hirarki merupakan suatu metode yang digunakan untuk pengelompokan objek, dimana jumlah klaster yang dibentuk dapat ditentukan sebelumnya (Syafiyah Umi, 2022). Analisis cluster non-hirarki dimulai dengan metode yang sesuai dengan jumlah cluster yang diinginkan, yaitu dua cluster, tiga cluster, dan seterusnya. Setelah mengetahui jumlah clusternya, maka selanjutnya proses cluster dilakukan tanpa mengikuti proses hirarki. Metode umum yang digunakan di analisis cluster non-hirarki adalah metode *K-Means* (Widyadhana, 2021).

a. K-Means

K-Means merupakan suatu metode data clustering non hirarki yang mempartisi data ke dalam bentuk satu atau lebih cluster, sehingga data memiliki karakteristik yang sama untuk dikelompokkan ke dalam satu cluster yang sama dan apabila data dengan karakteristik yang berbeda, maka akan dikelompokkan ke dalam kelompok lainnya (Mayang, Metode Clustering Untuk Penyakit Berbahaya, 2024).

Berikut kelebihan dan kekurangan *K-Means* clustering (Asrafi Iqbal, 2022) adalah sebagai berikut.

Tabel 2. Kelebihan dan Kekurangan *K-means*

Kelebihan	Kekurangan
Kompleksitas rendah	Pelru menentukan dalam jumlah klaster terlebih dahulu
Perhitungan cepat	Sensitif terhadap pencilan
Mampu menangani data besar	Tidak mampu digunakan untuk klaster yang bervariasi
Anggota dalam klaster dapat disesuaikan	Sensitif terhadap skala data
	Sentroid awal yang berbeda untuk menghasilkan hasil yang berbeda

b. ANOVA

ANOVA (*Analysis of Variance*) merupakan sebuah uji statistic yang menyerupai T test yang digunakan untuk menguji signifikansi dari perbedaan dua rerata atau lebih, dapat diartikan sebagai pengujian hipotesis kesamaan rata-rata antara dua grup atau lebih (Janani Khairina, 2024). Kelebihan uji statistic ini adalah dapat menguji perbedaan lebih dari dua jenis kelompok. ANOVA dapat dibagi menjadi dua jenis, yaitu ANOVA *one way* dan ANOVA *two way*.

Hipotesis:

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

$H_1 : \text{Min ada satu } \beta_j \neq 0, j =$ (Minimal terdapat satu variabel [rediktor yang berpegaruh terhadap variabel respon)

Taraf signifikan: 0,05

Daerah penolakan: Tolak H_0 jika $F \text{ hitung} > F_{(\alpha, db1, db2)}$ atau $P\text{-value} < 0,05$

Statistik uji:

Tabel 3. ANOVA

Sumber Variasi	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Rata-rata jumlah kuadrat	$F \text{ hitung}$
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	$\sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})$		

3. Asumsi Analisis Cluster

VIII. Uji Distribusi Normal Multivariat

Uji normalitas merupakan bagian dari ilmu statistic yang digunakan untuk menguji data yang didapatkan memiliki distribusi normal atau tidak, sehingga dapat dipakai dalam statistik parametrik (Kabasan, 2013). Terdapat beberapa metode untuk melakukan uji normalitas multivariat, salah satunya adalah Tproporsi dengan penjelasan sebagai berikut.

Hipotesis :

H_0 : Data berdistribusi normal multivariat

H_1 : Data tidak berdistribusi normal multivariat

Taraf signifikan: 0,05

Daerah penolakan : Tolak H_0 jika $T_{proporsi}$ berada di luar rentang $45\% \leq T_{proporsi} \leq 55\%$

Statistik uji:

$$T = n(\bar{X} - \mu_0)^T \Sigma^{-1} (\bar{X} - \mu_0) \quad (5)$$

Keterangan:

n = Jumlah data

\bar{X} = Rata-rata data

μ_0 = Rata-rata keseluruhan variabel

IX. Uji Independensi (Uji Bartlett)

Uji independensi digunakan untuk mengetahui hubungan antar dua variabel dan uji bartlett ini merupakan suatu uji untuk menilai kesetaraan varians dalam populasi yang berbeda (Rahmana, 2013). Pengujian asumsi independensi menggunakan uji Bartlett dijelaskan sebagai berikut.

Hipotesis:

$H_0 : \rho = 1$ (Matriks korelasi identik dengan matriks identitas atau antar variabel Independen)

$H_1 : \rho \neq 1$ (Matriks korelasi tidak identik dengan matriks identitas atau antar variabel dependen)

Taraf signifikan : α

Daerah penolakan : Tolak H_0 jika $X^2 > X^2(\alpha; df)$

Statistik Uji:

$$X^2 = -\left\{n - 1 - \frac{2p+5}{6}\right\} \ln|\rho| \quad (6)$$

Keterangan:

n = Banyak data pengamatan

p = Banyak variabel yang digunakan

ρ = Matriks korelasi

1. *Indeks Pembangunan Manusia (IPM)*

Konsep IPM pertama kali diperkenalkan oleh United Nations Development Programme (UNDP) dalam laporan yang berjudul Human Development Report pada tahun 1996. Menurut UNDP, indeks Pembangunan manusia merupakan alat untuk mengukur, merancang, dan mengevaluasi kemajuan Pembangunan manusia secara holistic. IPM adalah sebuah alat ukur yang dirancang untuk menilai Tingkat Pembangunan manusia untuk menilai tingkat pembangunan manusia secara pendekatan yang lebih luas dan menyeluruh. IPM melibatkan tiga aspek yang mendasar meliputi Kesehatan, Pendidikan, dan standar kehidupan yang layak dengan memberikan Gambaran secara menyeluruh tentang kemajuan Pembangunan manusia (Lubis Ros Juliana, 2024).

2. *Kemiskinan*

Kemiskinan adalah kekurangan yang dihadapi seseorang dalam menjalani kehidupan seperti masyarakat yang normal (Hong Law Chee, Kemiskinan Adalah Satu Fenomena Multidimensi: Suatu Pemerhatian Awal, 2021). Kemiskinan dibagikan menjadi dua dimensi kemiskinan yang multidimensi, yaitu kemiskinan secara material dan non-material. Kekurangan yang dihadapi secara material seperti pendapatan yang tidak mencukupi dalam memenuhi keperluan sehari-hari, tahap pendidikan yang tidak tinggi, perolehan harta ataupun aset kekayaan yang tidak banyak, serta adanya masalah kesehatan yang dapat mengganggu keberlangsungan hidup. Sedangkan, kemiskinan secara non-material, yaitu kemiskinan yang mengukur segi emosi, psikologi, dan kerohanian

seseorang (Hong Law Chee, Kemiskinan Adalah Satu Fenomena Multidimensi: Suatu Pemerhatian Awal, 2021).

3. *Angka Harapan Hidup (AHH)*

Angka harapan hidup merupakan perkiraan rata-rata tahun hidup yang masih dijalani oleh penduduk di suatu wilayah yang bertujuan untuk menilai derajat kesehatan penduduk (Lubis Ros Juliana, 2024). Angka harapan hidup digunakan sebagai suatu ukuran untuk mengevaluasi usia hidup rata-rata dalam suatu kelompok atau masyarakat (Ginting, 2023). Angka harapan hidup memiliki peran dalam membantu dalam mengevaluasi kualitas hidup dan kesehatan masyarakat setempat. Sebagai contoh, apabila nilai angka harapan hidup rendah, maka diperlukan adanya program-program yang membantu dalam menaikkan nilai dalam angka harapan hidup.

4. *Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT)*

Faktor pengangguran telah menjadi masalah yang sangat mendasar dan berkesinambungan dengan indikator pembangunan ekonomi (Priyoga Dhimas, 2024). Pengangguran dapat diartikan sebagai suatu situasi atau kondisi dengan ketidakmampuan angkatan kerja dalam berpartisipasi untuk mendapatkan pekerjaan sesuai dengan keterampilan yang dimilikinya. Sedangkan, pengangguran terbuka menurut *International Labor Organization* (ILO) dapat diartikan sebagai angkatan kerja yang tidak bekerja atau sedang mencari pekerjaan, dan tidak mencari pekerjaan karena adanya sikap yang pesimis, sehingga tidak mendapatkan pekerjaan yang sesuai dengan keinginan dan keterampilan yang dimilikinya.

5. *Rata-Rata Lama Sekolah*

Rata-rata lama sekolah adalah seberapa lama seseorang dalam menempuh pendidikan yang telah ditentukan oleh pemerintah yang menyesuaikan dengan aturan berlaku (Wijayanti Diana, 2024). Rata-rata lama sekolah sebagai faktor yang penting dalam memberikan kualitas sumber daya manusia yang berkualitas. Apabila semakin tinggi pendidikan yang dijenjang, maka peluang untuk mendapatkan pekerjaan yang layak juga besar.

6. *Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja (TPAK)*

Angkatan kerja diartikan sebagai usia produktif masyarakat yang dinilai mampu untuk bekerja atau mencari pekerjaan yang layak. Sedangkan, tingkat partisipasi angkatan kerja merupakan sebagai indikator penting yang mencerminkan dinamika ekonomi dalam mengukur proporsi penduduk usia kerja yang aktif di pasar tenaga kerja, baik pekerja maupun yang sedang mencari pekerjaan (Putra G. R., Pengaruh Pengeluaran Perkapita, Jumlah Penduduk Miskin, Tingkat Pengangguran Terbuka(TPT), dan Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja(TPAK) Terhadap Pendapatan Pajak Provinsi Jawa Tengah, 2024). TPAK sebagai faktor pendorong pembangunan. Angkatan kerja diartikan sebagai usia produktif masyarakat yang dinilai mampu untuk bekerja atau mencari pekerjaan yang layak. Sedangkan, tingkat partisipasi angkatan kerja merupakan sebagai indikator penting yang mencerminkan dinamika ekonomi dalam mengukur proporsi penduduk usia kerja yang

aktif di pasar tenaga kerja, baik pekerja maupun yang sedang mencari pekerjaan (Putra G. R., Pengaruh Pengeluaran Perkapita, Jumlah Penduduk Miskin, Tingkat Pengangguran Terbuka(TPT), dan Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja(TPAK) Terhadap Pendapatan Pajak Provinsi Jawa Tengah, 2024). TPAK sebagai faktor pendorong pembangunan. Kriteria Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja (Putra G. R., Pengaruh Pengeluaran Perkapita, Jumlah Penduduk Miskin, Tingkat Pengangguran Terbuka(TPT), dan Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja(TPAK) Terhadap Pendapatan Pajak Provinsi Jawa Tengah, 2024)

Tabel 4. TPAK

Frekuensi	Keterangan
>64,13%	Tinggi
<64,13%	Rendah

METODE PENELITIAN

A. Sumber Data

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data sekunder yang diperoleh dari BPS Jawa Timur yaitu persentase penduduk miskin, angka harapan hidup, tingkat pengangguran terbuka, rata-rata lama sekolah dan tingkat partisipasi angkatan kerja kabupaten/kota Jawa Timur tahun 2022.

B. Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan pada penelitian ini ditunjukkan pada tabel sebagai berikut.

Tabel 5. Variabel Penelitian

Variabel	Keterangan	Satuan	Skala
X_1	Persentase Penduduk Miskin	Persen	Rasio
X_2	Angka Harapan Hidup	Tahun	Rasio
X_3	Tingkat Pengangguran Terbuka	Persen	Rasio
X_4	Rata-rata Lama Sekolah	Tahun	Rasio
X_5	Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja	Persen	Rasio

C. Struktur Data

Struktur data penelitian ditunjukkan pada tabel sebagai berikut.

Tabel 6. Struktur Data

Kab/Kota	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5
1	$X_{1.1}$	$X_{2.1}$	$X_{3.1}$	$X_{4.1}$	$X_{5.1}$
2	$X_{1.2}$	$X_{2.2}$	$X_{3.2}$	$X_{4.2}$	$X_{5.2}$
...
38	$X_{1.38}$	$X_{2.38}$	$X_{3.38}$	$X_{4.38}$	$X_{5.38}$

D. Langkah Analisis

Langkah analisis yang dilakukan dalam praktikum ini adalah sebagai berikut.

1. Mendeskripsikan data yang mempengaruhi indeks pembangunan manusia kota/kabupaten Jawa Timur tahun 2023
2. Melakukan analisis kluster hirarki dan non hirarki pada data yang mempengaruhi indeks pembangunan manusia kota/kabupaten Jawa Timur Tahun 2023.
3. Melakukan pemilihan kluster hirarki dan non hirarki berdasarkan nilai F-pseudo tertinggi pada data yang mempengaruhi indeks pembangunan manusia kota/kabupaten Jawa Timur Tahun 2023.
4. Menginterpretasikan hasil analisis data.
5. Menarik kesimpulan dan saran

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Karakteristik Data

Karakteristik data indeks pembangunan manusia yang meliputi tingkat partisipasi angkatan kerja, penduduk miskin, rata-rata lama sekolah, tingkat pengangguran terbuka, dan angka harapan hidup dapat dijelaskan sebagai berikut.

Tabel 7. Karakteristik Data

Variabel	Min	Max	Mean	Varians
X ₁	3,31	21,76	10,293	18,662
X ₂	67,6	74,91	72,418	3,928
X ₃	1,71	8,05	4,663	2,042
X ₄	5,07	11,82	8,375	2,753
X ₅	66,89	81,64	73,159	14,191

Tabel 7 menunjukkan bahwa variabel X₁ atau persentase penduduk miskin di Jawa Timur tahun 2023 masih tergolong rendah, yaitu 10,293%, dan persentase penduduk miskin sebesar 3,31% sampai 21,76%. Kemudian, variabel X₂ atau angka harapan hidup tergolong tinggi, yaitu sebesar 72,418 tahun atau setara dengan 72 tahun, dan angka harapan hidup sebesar 67,6 tahun sampai 74,91 tahun. Variabel X₃ atau tingkat pengangguran terbuka masih tergolong rendah, yaitu 4,663%, dan persentase tingkat pengangguran terbuka di antara rentang 1,71% sampai 8,05%. Selanjutnya, variabel X₄ atau rata-rata lama sekolah sebesar 8,375 tahun atau setara dengan 8 tahun, dan rentang

rata-rata lama sekolah di antara 5,07 tahun sampai 11,82 tahun. Terakhir, variabel X_5 atau tingkat partisipasi angkatan kerja sebesar 73,159%, dan persentase tingkat partisipasi angkatan kerja di Jawa Timur tahun 2023 di antara rentang 66,89% sampai 81,64%. Sehingga, dihasilkan bahwa nilai rata-rata faktor yang memengaruhi indeks pembangunan manusia tertinggi sebesar 73,159% untuk tingkat partisipasi angkatan kerja.

B. Pengujian Asumsi Distribusi

Pengujian distribusi pada faktor-faktor yang mempengaruhi indeks pembangunan manusia di Provinsi Jawa Timur tahun 2023 yang meliputi pengujian distribusi normal multivariate dan uji *bartlett* sebagai berikut.

1. Pengujian Distribusi Normal

Pengujian distribusi normal multivariat pada faktor-faktor yang memengaruhi indeks pembangunan manusia di Provinsi Jawa Timur tahun 2023 dijelaskan sebagai berikut.

Hipotesis:

H_0 : Data faktor-faktor yang memengaruhi indeks Pembangunan manusia di Provinsi Jawa Timur tahun 2023 berdistribusi normal multivariat.

H_1 : Data faktor-faktor yang memengaruhi indeks pembangunan manusia di Provinsi Jawa Timur tahun 2023 tidak berdistribusi normal multivariat.

Ditetapkan taraf signifikan (α) sebesar 0,05 dan diperoleh daerah penolakan yaitu tolak H_0 jika $r_Q < r_{(\alpha,n)}$. Hasil pengujian distribusi normal dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 8. Uji Distribusi Normal

r_Q	$r_{(\alpha,n)}$
0,001	0,034

Tabel 8 menunjukkan bahwa nilai r_Q sebesar 0,001 dimana kurang dari nilai $r_{(\alpha,n)}$ sebesar 0,034 sehingga dapat diputuskan gagal tolak H_0 . Hal ini berarti data faktor-faktor yang memengaruhi indeks pembangunan manusia di Provinsi Jawa Timur tahun 2023 berdistribusi normal multivariat.

2. Uji Bartlett

Uji *Barlett* digunakan untuk mengetahui adakah korelasi antar faktor-faktor yang memengaruhi indeks pembangunan manusia di Provinsi Jawa Timur tahun 2023 independen atau tidak dengan hipotesis sebagai berikut.

Hipotesis:

$H_0 : \rho = I$ (Data faktor-faktor yang memengaruhi indeks pembangunan manusia di Provinsi Jawa Timur tahun 2023 independen)

$H_1 : \rho \neq I$ (Data faktor-faktor yang memengaruhi indeks pembangunan manusia di Provinsi Jawa Timur tahun 2023 dependen)

Ditetapkan taraf signifikan (α) sebesar 0,05 dan diperoleh daerah penolakan yaitu tolak H_0 jika $\chi^2 > \chi^2_{(\alpha;df)}$. Hasil pengujian *uji barlett* dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 9. Uji Barlett

χ^2	$\chi^2_{(0,05;37)}$	p-value
91,130	24,075	0,001

Tabel 9 menunjukkan bahwa nilai χ^2 lebih besar dari $\chi^2_{(0,05;37)}$ diperkuat oleh p-value lebih kecil dari sebesar 0,05, sehingga diputuskan tolak H_0 . Hal ini berarti bahwa data faktor-faktor yang memengaruhi indeks pembangunan manusia di Provinsi Jawa Timur tahun 2023 dependen.

C. Analisis Cluster Hierarki

Analisis cluster hirarki digunakan untuk mengelompokkan objek yang mempunyai karakteristik yang paling dekat dengan cara menghitung nilai jarak antar cluster. Penentuan jumlah cluster optimum dan dendogram serta pengelompokkannya sebagai berikut.

1. Penentuan Jumlah Cluster Optimum

Penentuan jumlah cluster optimum ditentukan berdasarkan perhitungan pseudo-F. Hasil nilai pseudo-F ditunjukkan pada Tabel 2.

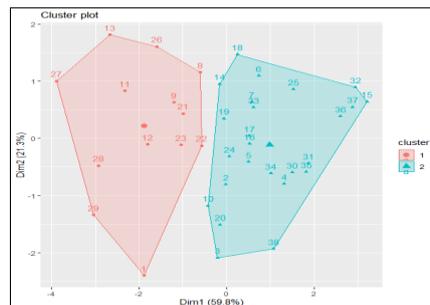
Tabel 10. Nilai Pseudo-F

Metode	Jumlah Cluster	Pseudo-F	Icdrate
<i>Complete Linkage</i>	2	17,215	0,677
	3	13,886	0,558
	4	12,619	0,473
	5	16,258	0,337
	2	2,450	0,936
<i>Single Linkage</i>	3	4,320	0,802
	4	3,289	0,775
	5	2,562	0,763
<i>Average Linkage</i>	2	17,215	0,677
	3	11,143	0,611
	4	7,930	0,588
	5	8,928	0,480
	2	18,681	0,658
<i>K-Means</i>	3	15,766	0,526
	4	18,350	0,382
	5	16,128	0,338

Tabel 4 menunjukkan nilai pseudo-F pada masing-masing jumlah *cluster*, diperoleh nilai pseudo-F tertinggi pada metode *K-Means* sebesar 18,681, sehingga jumlah cluster optimum yang terbentuk sebanyak 2 *cluster*.

2. Dendogram

Dendogram yang terbentuk berdasarkan metode *K-Means* ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Dendogram

Gambar 1 menunjukkan dendrogram, diperoleh bahwa terdapat 2 cluster yang terbentuk dengan cluster pertama berwarna merah yang terdiri 13 kabupaten/kota yaitu Kabupaten Probolinggo, Kabupaten Sampang, Kabupaten Pamekasan, Kabupaten Sumenep, Kabupaten Pacitan, Kabupaten Bojonegoro, Kabupaten Tuban, Kabupaten Situbondo, Kabupaten Bondowoso, Kabupaten Jember, Kabupaten Ngawi, Kabupaten Lumajang dan Kabupaten Bangkalan. Cluster kedua berwarna biru yang terdiri dari 25 kabupaten/kota yaitu Kabupaten Ponorogo, Kabupaten Trenggalek, Kabupaten Tulungagung, Kabupaten Blitar, Kabupaten Kediri, Kabupaten Malang, Kabupaten Banyuwangi, Kabupaten Pasuruan, Kabupaten Sidoarjo, Kabupaten Mojokerto, Kabupaten Jombang, Kabupaten Nganjuk, Kabupaten Madiun, Kabupaten Magetan, Kabupaten Lamongan, Kabupaten Gresik, Kota Kediri, Kota Blitar, Kota Malang, Kota Probolinggo, Kota Pasuruan, Kota Mojokerto, Kota Madiun, Kota Surabaya dan Kota Batu.

D. Analisis Cluster Non Hierarki

Analisis cluster non hierarki menggunakan metode *K-Means* digunakan untuk mengelompokkan. Hasil analisis cluster non hierarki sebagai berikut.

1. Final Cluster Center

Hasil final cluster center berdasarkan metode *K-Means* ditunjukkan pada Tabel 11

Tabel 11. Final Cluster Center

Variabel	Cluster		
	1	2	3
X ₁	-0,143	1,065	-0,697
X ₂	0,302	-1,217	0,611
X ₃	0,021	-0,947	0,761
X ₄	-0,054	-1,122	1,008
X ₅	-0,668	-0,032	-0,864

Tabel 5 menunjukkan final cluster center berdasarkan seluruh variabel, diperoleh pada persentase penduduk miskin (X₁) memiliki nilai center untuk cluster 1,2 dan 2 berturut-turut sebesar -0,143; 1,065 dan -0,697. Angka harapan hidup (X₂) memiliki nilai center untuk cluster 1,2 dan 3 berturut-turut sebesar 0,302; -1,217 dan 0,611. Tingkat

pengangguran terbuka (X_3) memiliki nilai center untuk cluster 1,2 dan 3 berturut-turut sebesar 0,021; -0,947 dan 0,761. Rata-rata lama sekolah (X_4) memiliki nilai center untuk cluster 1,2 dan 3 berturut-turut sebesar -0,054; -1,122 dan 1,008. Tingkat partisipasi angkatan kerja (X_5) memiliki nilai center untuk cluster 1,2 dan 3 berturut-turut sebesar -0,668; -0,032 dan -0,864.

2. Jumlah Anggota Cluster

Jumlah anggota cluster pada analisis *K-Means* berdasarkan faktor yang mempengaruhi pembangunan manusia ditunjukkan pada Tabel 12.

Tabel 12. Jumlah Anggota Cluster

Cluster Ke-	Jumlah Anggota
1	16
2	10
3	12

Tabel 6 menunjukkan bahwa pada cluster 1 terdiri atas 16 kota/kabupaten, cluster 2 terdiri atas 10 kota/kabupaten dan cluster 3 terdiri atas 12 kota/kabupaten.

3. Pengelompokkan

Pengelompokkan observasi pada analisis cluster *K-Means* berdasarkan faktor-faktor yang mempengaruhi pembangunan manusia ditunjukkan pada Tabel 13.

Tabel 13. Pengelompokkan

Kelompok	Kabupaten/Kota
1	Kabupaten Nganjuk, Kabupaten Kediri, Kabupaten Gresik, Kota Malang, Kota Madiun, Kota Surabaya, Kota Kediri, Kota Blitar, Kota Mojokerto, Kota Pasuruan, Kabupaten Tulungagung, Kabupaten Sidoarjo, Kabupaten Jombang, Kabupaten Mojokerto, Kota Probolinggo dan Kabupaten Malang.
2	Kabupaten Sampang, Kabupaten Bangkalan, Kabupaten Pamekasan, Kabupaten Sumenep, Kabupaten Ngawi, Kabupaten Probolinggo, Kabupaten Situbondo, Kabupaten Bondowoso, Kabupaten Jember dan Kabupaten Lumajang.

3
Kabupaten Pasuruan, Kabupaten Madiun, Kabupaten Banyuwangi,
Kabupaten Pacitan, Kabupaten Bojonegoro, Kabupaten Tuban,
Kabupaten Lamongan, Kabupaten Ponorogo, Kabupaten Trenggalek,
Kota Batu, Kabupaten Blitar dan Kabupaten Magetan.

4. Uji Signifikansi Cluster yang Terbentuk

Dari pengelompokan yang terbentuk pada masing-masing wilayah kabupaten/kota, selanjutnya dilakukan uji signifikansi dari perbedaan yang ditimbulkan pada masing-masing cluster yang terbentuk menggunakan uji ANOVA sebagai berikut.

Hipotesis :

H_0 : Tidak terdapat perbedaan yang signifikan pada semua cluster ke- i , $i=1,2,3$

H_1 : Minimal ada satu cluster pada cluster ke- i yang berbeda signifikan, $i=1,2,3$

Ditetapkan taraf signifikan (α) sebesar 0,05 dan diperoleh daerah penolakan yaitu tolak H_0 jika $F > F_{(\alpha,df)}$ atau $p\text{-value} < 0,05$. Hasil pengujian ditunjukkan pada Tabel 14.

Tabel 14. ANOVA

Variabel	F	$F_{0,05;(2;35)}$	p-value	Keputusan
X1	15,685		0,000	Tolak H_0
X2	22,331		0,000	Tolak H_0
X3	13,230	3,267	0,000	Tolak H_0
X4	35,712		0,000	Tolak H_0
X5	13,512		0,000	Tolak H_0

Tabel 14 menunjukkan hasil uji signifikansi dari perbedaan yang ditimbulkan pada masing-masing cluster yang terbentuk. Pada setiap variabel diperoleh nilai F yang lebih besar dari $F_{0,05;(2;35)}$ dan diperkuat dengan p-value yang kurang dari 0,05 sehingga diputuskan tolak H_0 yang artinya minimal ada satu cluster pada cluster ke- i yang berbeda signifikan atau berpengaruh signifikan terhadap pengelompokan.

KESIMPULAN

Karakteristik data faktor-faktor yang memengaruhi Indeks Pembangunan Manusia (IPM) memiliki keragaman yang tinggi pada faktor tingkat partisipasi angkatan kerja, serta telah memenuhi asumsi distribusi normal multivariate dan tidak saling terikat (dependen). Analisis cluster hierarki memiliki jumlah cluster optimum yang terbentuk adalah 2 cluster dengan menggunakan metode K-Means dengan cluster ke-1 terdiri dari 13 kabupaten/kota dan cluster ke-2 terdiri dari 25 kabupaten/kota. Pada analisis cluster non hierarki masing-masing variabel memiliki nilai cluster 1, 2 dan 3 dengan jumlah anggota cluster ke-1 sebesar 16 kabupaten/kota, cluster ke-2 sebesar 10 kabupaten/kota, cluster ke-3 sebesar 12 kabupaten/kota dan minimal ada satu cluster pada cluster ke-i yang berbeda signifikan terhadap pengelompokkan. Saran untuk pemerintahan Provinsi Jawa Timur untuk meningkat segala upaya dalam fakto-faktor yang mempengaruhi Indeks Pembangunan Manusia (IPM) pada maisng-masing kabupaten/kota guna untuk kesetaraan dalam hal pengembangan manusia. Saran untuk peneliti selanjutnya untuk mencari dan menggunakan beberapa variabel yang lain terkait faktor-faktor yang mempengaruhi Indeks Pembangunan Manusia (IPM) guna mendapatkan hasil cluster yang lebih maksimal berdasarkan beberapa variabel yang ada.

DAFTAR PUSTAKA

- Amanda Dhea, d. (2024). PENGARUH ANGKA HARAPAN HIDUP, KEMISKINAN DAN RATA-RATA LAMA SEKOLAH TERHADAP IPM DI PROVINSIDI YOGYAKARTA. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 09.
- Apriliansa, T., & Widodo, E. (2023). Analisis CLuster Hierarki Untuk Pengelompokan Provinsi di Indonesia Berdasarkan Jumlah Base Transeceiver Station dan Kekuatan Sinyal. *Konstelasi : Konvergensi Teknologi dan Sistem Informasi*, 3(2), 286-296.
- Asrafi Iqbal, S. U. (2022). Analisis Perbandingan Hierarchical dan Non-Hierarchical Clustering Pada Data Indikator Ketenagakerjaan di Jawa Barat Tahun 2020. *Seminar Nasional Official Statistics 2022*, 805.
- Ayuningtias, I., Debataraja, N. N., & Imroah, N. (2019). Analisis Kluster Non-Hierarki Dengan Metode K-Modes. *Buletin Ilmiah Mat. Stat. dan Terapannya (Bimaster)*, 8(4), 909-916.
- Bisri. (2019). *Analisis Faktor Internal Dan Eksternal Yang Mempengaruhi Dana Pihak Ketiga Bank Syariah Di Indonesia*. Jakarta: Jurnal Ilmiah M-PROGRESS .
- Canta, H. W. (2018). Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Hasil tangkapan Ikan di Jawa Timur Tahun 2016 dengan Menggunakan Regresi Linear Berganda. *Tugas Akhir*, 40.
- Fathia, A. N., Rahmawati, R., & Tarno. (2016). Analisis Kluster Kecamatan Di Kabupaten Semarang Berdasarkan Poensi Desa Menggunakan Metode Ward Dan Single Linkage. *Jurnal Gaussian*, 5(4), 801-810.
- Fitrianto Anwar, M. d. (2024). Agglomerative Nesting Cluster Analystin Mapping District/City Health Facilities in West Java Province. *Jurnal matematika, statistika, dan komputasi*, 20, 487.
- Ginting, D. I. (2023). Pengaruh Angka Harapan Hidup Dan Harapan Lama Sekolah Terhadap Indeks Pembangunan Manusia. *Jurnal Bisnis Net*, 519-528.
- Hayati Memi Nor, d. (2021). PENGELOMPOKAN DESA ATAU KELURAHAN DI KUTAI KARTANEGARA MENGGUNAKAN ALGORITMA DIVISIVE ANALYSIS. *Jurnal Statistika*, 9, 102.
- Hong Law Chee, d. (2021). Kemiskinan Adalah Satu Fenomena Multidimensi: Suatu Pemerhatian Awal. *Malaysian Journal of Social Sciences and Humanities (MJSSH)*, 6, 41.
- Hong Law Chee, d. (2021). Kemiskinan Adalah Satu Fenomena Multidimensi: Suatu Pemerhatian Awal. *Malaysian Journal of Social Sciences and Humanities (MJSSH)*, 6, 43.
- Indriyani, S. (2020). *Estimasi Parameter Regresi Logistik Biner Dengan Metode Partial Least Squares*. Makasar: Universitas Hassanudin.
- Irwan, d. (2024). Perbandingan Analisis Cluster Metode Complete Linkage dan Metode Ward dalam Pengelompokkan Indeks Pembangunan Manusia di Sulawesi Selatan. *Journal of Mathematics, Computations, and Statistics*, 7, 76.
- Irwan, d. (2024). Perbandingan Analisis Cluster Metode Complete Linkage dan Metode Ward dalam Pengelompokkan Indeks Pembangunan Manusia di Sulawesi Selatan. *Journal of Mathematics, Computations, and Statistics*, 7, 78.
- Janani Khairina, d. (2024). ANALISIS UJI HIPOTESIS PENELITIAN PERBANDINGAN MENGGUNAKAN STATISTIK PARAMETRIK. 8.

- Jasela, & Suhardi. (2022). Analisis Pengaruh Inflasi, Kurs dan Suku Bunga (BI Rate) terhadap Harga Saham Sub-Sektor Perbankan LQ45 di Bursa Efek Indonesia (BEI) Periode 2016-2021. *AKDBB Journal of Economics and Business*, 1, 45-60.
- Kabasan, d. (2013). Uji Normalitas Menggunakan Statistik Jarque-Bera Berdasarkan Metode Bootstrap. *Seminar Nasional Pendidikan Matematika*, 246.
- Khasanah, U. (2017). *PEMODELAN PRODUK DOMESTIK REGIONAL BRUTO (PDRB) PROVINSI JAWA TENGAH DENGAN PENDEKATAN SPASIAL AUTOREGRESSIVE MODEL PANEL DATA*. Universitas Muhammadiyah Semarang : Semarang: Tidak Diterbitkan.
- Kholil. (2018). *Pendekatan Holistik dan Model Dinamik*. Jakarta: Yayasan Komunikasi Pasca Tiga Belas.
- Lubis Ros Juliana, d. (2024). The Influence of Life Expectancy and Poverty on the Human Development Index In Indonesia. *JICN: Jurnal Intelek dan Cendekiawan Nusantara*, 1, 1063.
- Mardiatmoko, G. (2020). PENTINGNYA UJIASUMSIKLASIK PADAANALISIS REGRESI LINIERBERGANDA (STUDI KASUS PENYUSUNAN PERSAMAAN ALLOMETRIK KENARI MUDA [CANARIUM INDICUML.]. *Jurnal Ilmu Matematika dan Terapan*, 14(3), 333-342.
- Mayang, S. R. (2024). Metode Clustering Untuk Penyakit Berbahaya. PT Serasi Media Teknologi.
- Mayang, S. R. (2024). Metode Clustering Untuk Penyakit Berbahaya. PT Serasi Media Teknologi.
- Mayang, S. R. (2024). Metode Clustering Untuk Penyakit Berbahaya. PT Serasi Media Teknologi.
- Mega Sriningsih, D. H. (2018). PENANGANAN MULTIKOLINEARITAS DENGAN MENGGUNAKAN ANALISIS REGRESI KOMPONEN UTAMA PADA KASUS IMPOR BERAS DI PROVINSI SULUT. *Jurnal Ilmiah Sains*, 18, 19.
- Megawati, P. A. (2024). Agglomerative Nesting Cluster Analystin Mapping District/City Health Facilities in West Java Province. *Jurnal Matematika, Statistika, dan Komputasi*, 20, 488.
- Megawati, P. A. (2024). Agglomerative Nesting Cluster Analystin Mapping District/City Health Facilities in West Java Province. *Jurnal Matematika, Statistika, dan Komputasi*, 20, 488.
- Paningrum, D. (2022). *Buku Referensi Investasi Pasar Modal*. Kediri: Lembaga Chakra Brahmanda Lentera.
- Prayogo, B. (2017). Analisis Error Corection Model (ECM) Domowitz El-Badawi pada Data Deret Waktu. *Universitas Lampung*, 5-45.
- Priyoga Dhimas, d. (2024). Pengaruh Upah Minimum Dan Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja Terhadap Tingkat Pengangguran Terbuka Di Jawa Timur Periode 2018-2022. *Journal of Administrative and Sosial Science (JASS)*, 5, 95-96.
- Putra, G. R. (2024). Pengaruh Pengeluaran Perkapita, Jumlah Penduduk Miskin, Tingkat Pengangguran Terbuka(TPT),dan Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja(TPAK)Terhadap Pendapatan Pajak Provinsi Jawa Tengah. *Jurnal Emerging Statistics and Data Science* , 2, 100-101.
- Putra, G. R. (2024). Pengaruh Pengeluaran Perkapita, Jumlah Penduduk Miskin, Tingkat Pengangguran Terbuka(TPT),dan Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja(TPAK)Terhadap Pendapatan Pajak Provinsi Jawa Tengah. *Jurnal Emerging Statistics and Data Science* , 2, 101.

- Putra, R. A. (2023). Penerapan Metode Double Exponential Smoothing Untuk Peramalan Penjualan Unit Mobil. *Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika*.
- Rahmana, d. (2013). Analisis Pola Hubungan Kerugian Negara Akibat Korupsi dengan Demografi Koruptor di Jawa Timur. *Jurnal Sains dan Seni POMITS*, 305-306.
- Rahmawati. (2015). Model Trend untuk Peramalan Jumlah Penduduk Studi Kasus pada Pertumbuhan Penduduk Kabupaten Gowa. *JTRISTE*, 2(2), 46-52.
- Rezaldia, D. A., & Sugiman. (2021). Peramalan Metode ARIMA Data Saham PT. Telekomunikasi. *PRISMA, Prosiding Seminar Nasional Matematika*, 4, 611-620.
- Rini, M. W. (2020). Perbandingan Metode Peramalan Menggunakan Metode Time Series. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri dan Informasi*, 10(2), 90-94.
- Rini, M. W., & Ananda, N. (2020). Perbandingan Metode Peramalan Menggunakan Metode Time Series. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri dan Informasi*, 10(2), 90-94.
- Rizaldy, A. A. (2017). Penerapan Metode Regresi Linear Sederhana Untuk Prediksi Penyebaran Vaksin Covid 19 di Kabupaten Cilacap. *Jurnal ICTEE*, 43-50.
- Rusyiana Aris, d. (2020). PEMETAAN ZONA RESIKO PENULARAN COVID-19 DI SULAWESI SELATAN MENGGUNAKAN PLOT DENDROGRAM HIERARCHICAL CLUSTERING. *Seminar Nasional Official Statistics 2020: Pemodelan Statistika tentang Covid-19*, 58.
- Salim, M. I. (2022). Model Regresi Nonparametrik dengan Pendekatan Deret Fourier pada Kasus Tingkat Pengangguran Terbuka di Sulawesi Selatan. Fakultas Sains dan Teknologi. UIN Alauddin Makassar : Makassar: Skripsi.
- Saputra, M. J. (2021). Analisis & Studi Simulasi Kointegrasi Data Runtun Waktu Indeks Harga Konsumen Beberapa Komoditas pada Kota Kota di Jawa Tengah. Surakarta.
- Syafiyah Umi, W. B. (2022). Analisis Perbandingan Hierarchical dan Non-Hierarchical Clustering Pada Data Indikator Ketenagakerjaan di Jawa Barat Tahun 2020. *Seminar Nasional Official Statistics*, 805.
- Wardani, P. K., & Ratna, M. (2022). Pemodelan Terhadap Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan Ekonomi di Nusa Tenggara Timur Menggunakan Pendekatan Regresi Nonparametrik Spline. *JURNAL SAINS DAN SENI ITS*, 274-281.
- Widiarsih, D., & Romanda, R. (2020). Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Inflasi di Indonesia Tahun 2015-2019 dengan Pendekatan Error Corection Model (ECM). *Jurnal Akuntansi & Ekonomika*, 10(1), 120-128.
- Widyadhana, d. (2021). Perbandingan Analisis Kluster K-Means dan Average Linkage untuk Pengklasteran Kemiskinan di Provinsi Jawa Tengah. *PRISMA, Prosiding Seminar Nasional Matematika*, 584-594.
- Widyasari, M., & Sugiarto. (2015). Analisis Error Corection Mechanism (ECM) untuk Mengetahui Faktor-Faktor yang Memengaruhi Penerimaan Pajak di Indonesia. *Jurnal Aplikasi Statistika & Komputasi Statistik*, 7(2), 2086-4132.
- Wijayanti Diana, d. (2024). Analisis Dampak PDRB, Investasi, Rata-Rata Lama Sekolah dan Upah Minimum terhadap Kesempatan Kerja: Sebuah Studi Empiris di Jawa Tengah Tahun 2018-2022. *Jurnal Aplikasi Bisnis*, 554.
- Yuniarti, R. (2021). Analisa Metode Single Exponential Smoothing sebagai Peramalan Penjualan Terhadap Penyalur Makanan (Studi Kasus : LOKATARA Dimsum). *ALIANSI : Jurnal Manajemen & Bisnis*, 30-32.