

Analisis faktor kondisi dan kesehatan lingkungan di Indonesia tahun 2022

Ahmad Abror¹, Muhammad Rizki², Sri Pingit Wulandari³

^{1,2,3}Institut Teknologi Sepuluh Nopember

2043221003@student.its.ac.id

Info Artikel :

Diterima :

9 November 2024

Disetujui :

20 Januari 2025

Dipublikasikan :

25 Januari 2025

ABSTRAK

Perubahan iklim di Indonesia, yang meliputi perubahan suhu, curah hujan, penyinaran matahari, kelembaban udara, dan kecepatan angin, menimbulkan dampak seperti cuaca ekstrem, gangguan pertanian, ketersediaan air bersih, peningkatan hama tanaman, dan masalah kesehatan akibat polusi udara, yang mengancam keberlangsungan ekosistem. Penelitian ini bertujuan untuk menyusun strategi dalam menghadapi tantangan kondisi lingkungan di Indonesia melalui analisis faktor. Analisis faktor digunakan untuk mereduksi data menjadi variabel yang lebih sedikit tanpa mengurangi informasi penting. Setelah menguji asumsi-asumsi analisis faktor, langkah selanjutnya adalah analisis faktor dengan Principal Component Analysis (PCA). Berdasarkan hasil penelitian, karakteristik data yang memiliki keragaman paling tinggi adalah variabel rata-rata kecepatan angin. Maka, variabel yang digunakan dalam penelitian ini memenuhi semua asumsi analisis faktor. Hasil analisis menunjukkan terbentuknya dua faktor yang diberi nama 'Kelembapan dan Curah Hujan' serta 'Radiasi dan Sirkulasi' dari faktor tersebut terbukti dapat meringkas variabel asli dengan varians terbesar yang dapat dijelaskan oleh faktor yang terbentuk adalah variabel suhu rata-rata, sedangkan varians terkecil yang dapat dijelaskan oleh faktor yang terbentuk adalah variabel jumlah curah hujan.

Kata Kunci: Analisis Faktor, Asumsi Analisis Faktor, Kondisi dan Kesehatan Lingkungan, *Principal Component Analysis*

ABSTRACT

Climate change in Indonesia, which includes changes in temperature, rainfall, solar irradiation, humidity, and wind speed, causes impacts such as extreme weather, agricultural disruption, clean water availability, increased crop pests, and health problems due to air pollution, which threaten the sustainability of the ecosystem. This research aims to develop strategies to deal with the challenges of environmental conditions in Indonesia through factor analysis. Factor analysis is used to reduce data into fewer variables without losing important information. After testing the assumptions of factor analysis, the next step is factor analysis with Principal Component Analysis (PCA). Based on the research results, the data characteristic that has the highest diversity is the average wind speed variable. Therefore, the variables used in this study fulfill all the assumptions of factor analysis. The results of the analysis showed the formation of two factors named 'Humidity and Rainfall' and 'Radiation and Circulation' from these factors proved to be able to summarize the original variables with the largest variance that can be explained by the factors formed is the average temperature variable, while the smallest variance that can be explained by the factors formed is the variable amount of rainfall.

Keywords: Factor Analysis, Factor Analysis Assumptions, Environmental Health and Conditions, *Principal Component Analysis*



©2022 Penulis. Diterbitkan oleh Arka Institute. Ini adalah artikel akses terbuka di bawah lisensi Creative Commons Attribution NonCommercial 4.0 International License.
(<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>)

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara kepulauan dengan kondisi geografis yang sangat beragam, sehingga memiliki berbagai iklim dan ekosistem yang memengaruhi kesehatan lingkungan serta kualitas hidup masyarakat. Namun, di tengah perubahan iklim global yang semakin nyata, beberapa faktor lingkungan di Indonesia mengalami perubahan signifikan yang berdampak langsung pada kondisi dan kesehatan ekosistem. Temperatur, yang telah meningkat sekitar 0,5°C dalam dekade terakhir akibat pemanasan global. Kenaikan suhu ini dapat mempercepat laju evaporasi, mengubah pola cuaca, dan mempengaruhi ketersediaan air. Di sisi lain, curah hujan di Indonesia yang sebelumnya rata-rata mencapai 2.500–3.000 mm per tahun kini menunjukkan ketidakstabilan yang signifikan.

Banyak wilayah mengalami penurunan intensitas curah hujan atau distribusi hujan yang tidak merata, yang memengaruhi ketahanan lahan pertanian, mengganggu keberlanjutan sumber air, serta menambah risiko kekeringan di musim kemarau. Hal tersebut diperkuat dengan penyinaran matahari yang rata-rata 4–5 jam per hari di Indonesia turut mengalami variasi terutama di wilayah dengan awan tebal yang dapat menghambat proses fotosintesis dan memengaruhi keberlanjutan vegetasi alami. Penyinaran yang tidak merata ini dapat memengaruhi produktivitas tanaman dan mengganggu ekosistem yang bergantung pada sumber cahaya.

Tingginya kelembapan udara, yang rata-rata mencapai 70–90%, juga memberikan dampak signifikan terhadap kondisi lingkungan, terutama karena kelembapan tinggi dapat meningkatkan risiko penyebaran penyakit menular. Kelembapan yang tinggi menciptakan kondisi ideal bagi perkembangan hama, yang berdampak langsung pada kesehatan manusia dan satwa. Kecepatan angin, dengan rata-rata 1,5 hingga 4,0 m/s, turut memengaruhi distribusi polusi udara dan kelembapan tanah, yang berdampak pada stabilitas ekosistem.

Angin berperan penting dalam sirkulasi udara dan penyebaran polutan, sehingga kecepatan yang terlalu rendah atau terlalu tinggi dapat menyebabkan ketidakseimbangan dalam distribusi polutan atau kelembapan di wilayah tertentu. Oleh karena itu, kondisi dan kesehatan lingkungan perlu dianalisis untuk mengembangkan strategi yang lebih tepat sasaran dalam menghadapi tantangan lingkungan yang kompleks di Indonesia. Salah satu metode yang dapat digunakan adalah analisis faktor, yang memungkinkan identifikasi dan pengelompokan faktor-faktor lingkungan yang berkorelasi ke dalam faktor-faktor yang lebih sederhana, sehingga interpretasi dan analisis data menjadi lebih mudah dilakukan.

Analisis faktor merupakan suatu proses untuk mereduksi data atau meringkat sejumlah variabel menjadi sedikit tanpa kehilangan informasi yang berguna. Tujuan dari analisis faktor, yaitu untuk menjelaskan struktur hubungan antara banyak variabel dalam bentuk faktor (Verdian, 2019). Mereduksi data dengan pada analisis faktor dapat menggunakan Principal Component Analysis (PCA). PCA merupakan teknik statistik yang dapat digunakan untuk menjelaskan struktur varians-kovarians dari sekumpulan variabel melalui beberapa variabel baru dimana variabel baru ini saling bebas, dan merupakan kombinasi linier dari variabel asalnya (Abdullah, 2018). Tujuan dari PCA adalah mereduksi dimensi data yang besar dan saling berkorelasi menjadi dimensi data yang kecil dan tidak saling berkorelasi.

Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh (Sunarmi et al., 2022) mengenai kondisi cuaca di Kabupaten Pasuruan juga memanfaatkan PCA dalam analisis faktor untuk mengidentifikasi variabel-variabel lingkungan utama yang mempengaruhi perubahan iklim. Dari enam variabel yang dianalisis, ditemukan bahwa kelembapan udara dan lama penyinaran matahari adalah variabel yang paling dominan dalam membentuk faktor pertama, sedangkan suhu udara mendominasi faktor kedua. Dengan terbentuknya dua faktor utama, penelitian ini menunjukkan pentingnya analisis faktor dalam merangkum variabel-variabel kompleks terkait kondisi lingkungan. Kebaruan dalam penelitian ini terletak pada pendekatan yang lebih menyeluruh. Pertama, dilakukan visualisasi karakteristik data menggunakan boxplot untuk memberikan gambaran awal keragaman variabel, sehingga dapat diketahui variabel mana yang memiliki keragaman data tertinggi. Setelah analisis faktor dengan PCA, dilakukan penamaan faktor yang disesuaikan untuk memudahkan interpretasi dan pemahaman.

Penelitian kali ini menggunakan data yang didapat dari e book berjudul “Statistika Lingkungan Hidup 2023” yang diterbitkan BPS dengan variabelnya adalah rata-rata temperatur, jumlah curah hujan, penyinaran matahari, rata-rata kelembapan, dan rata-rata kecepatan angin di Indonesia tahun 2022. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik, pengujian dan pengecekan asumsi analisis faktor, dan analisis faktor dengan menggunakan PCA. Hasil dari praktikum ini dapat bermanfaat pada pemerintah, karena pemerintah dapat mengidentifikasi strategi yang tepat untuk menghadapi tantangan dalam perubahan iklim.

Dengan demikian, pemerintah dapat mengalokasikan sumber daya secara efisien. Tidak hanya itu, manfaat lain bagi peneliti sendiri adalah dapat memahami konsep dari analisis faktor dan mampu menerapkannya secara langsung dengan pengaruh faktor-faktor yang memengaruhi kondisi dan kesehatan lingkungan. Bagi pembaca sendiri, penelitian ini dapat dijadikan bahan untuk menambah wawasan dan rujukan, dan hasil dari penelitian ini dapat menjadi sebuah pemahaman yang penting yang dikelompokkan pada data kondisi dan kesehatann lingkungan di Indonesia tahun 2022.

METODE PENELITIAN

Sumber Data

Sumber data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder dari data rata-rata temperatur, jumlah curah hujan, penyinaran matahari, rata-rata kelembapan, dan rata-rata kecepatan angin di Indonesia tahun 2022 sebanyak 34 provinsi dengan total 170 data. Data tersebut diperoleh melalui e-book dengan judul “Statistika Lingkungan Hidup Indonesia 2023” yang diterbitkan oleh BPS Indonesia.

Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dengan skala pengukuran dan satuannya pada penelitian ini disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Variabel Penelitian

Variabel	Keterangan	Skala Data	Satuan
X ₁	Rata-Rata Temperatur	Rasio	Celsius
X ₂	Jumlah Curah Hujan	Rasio	Milimeter/Tahun
X ₃	Penyinaran Matahari	Rasio	Jam
X ₄	Rata-Rata Kelembapan	Rasio	Persen
X ₅	Rata-Rata Kecepatan Angin	Rasio	Knot

Struktur Data

Struktur data yang digunakan dalam penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Struktur Data

Data ke-	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅
1	X ₁₁	X ₂₁	X ₃₁	X ₄₁	X ₅₁
2	X ₁₂	X ₂₂	X ₃₂	X ₄₂	X ₅₂
3	X ₁₃	X ₂₃	X ₃₃	X ₄₃	X ₅₃
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
34	X _{1 34}	X _{2 34}	X _{3 34}	X _{4 34}	X _{5 34}

Langkah Analisis

Langkah analisis yang digunakan dalam analisis faktor kondisi dan kualitas lingkungan di Indonesia tahun 2022 adalah sebagai berikut.

1. Mengumpulkan data kondisi dan kualitas lingkungan di Indonesia tahun 2022 melalui *website* BPS
2. Mendeskripsikan karakteristik data kondisi dan kualitas lingkungan di Indonesia tahun 2022.
3. Melakukan pengujian asumsi pada data kondisi dan kualitas lingkungan di Indonesia tahun 2022 yang meliputi pengujian distribusi normal multivariate, uji *Bartlett*, pemeriksaan kecukupan data, dan pemeriksaan korelasi antar variabel.
4. Melakukan analisis faktor dengan menggunakan *Principal Component Analyst* (PCA) pada data kondisi dan kualitas lingkungan di Indonesia tahun 2022.
5. Menginterpretasikan hasil analisis.
6. Menarik kesimpulan dan saran

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini akan disajikan mengenai karakteristik data menggunakan *boxplot*, pemeriksaan dan pengujian analisis faktor, hingga analisis faktor dengan menggunakan *principal component analysis* pada data kondisi dan kualitas lingkungan di Indonesia tahun 2022. Bagian ini juga akan menyajikan pembahasan yang berupa perbandingan hasil penelitian dengan penelitian terdahulu.

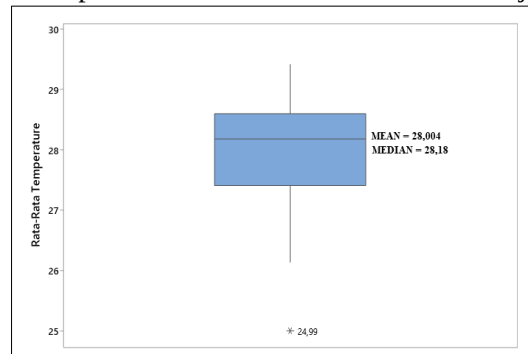
Karakteristik Data

Statistika deskriptif adalah bagian statistika mengenai pengumpulan data, penyajian, penentuan nilai-nilai statistika, pembuatan diagram atau gambar mengenai sesuatu dengan tujuan untuk menyajikan data yang lebih mudah dipahami atau dibaca (Nasution, 2017). Statistik deskriptif bertujuan untuk mendeskripsikan karakteristik data (Mailili, 2018). Salah satu metode untuk mendeskripsikan

karakteristik data dapat menggunakan *boxplot*. *Boxplot* merupakan salah satu teknik analisis yang digambarkan secara grafis berdasarkan kuartil yang membantu menggambarkan sekumpulan data. Untuk membuat *boxplot* hanya dibutuhkan lima statistik, yaitu nilai minimal, Q_1 (Kuartil pertama), Q_2 (Median), Q_3 (Kuartil ketiga) dan nilai maksimal. *Boxplot* merupakan ringkasan distribusi sampel yang disajikan secara grafis yang bisa menggambarkan bentuk distribusi data (*skewness*), ukuran tendensi sentral dan ukuran penyebaran keragaman data pengamatan (Sari, 2019). Karakteristik besarnya rata-rata temperatur, jumlah curah hujan, penyinaran matahari, rata-rata kelembapan, dan rata-rata kecepatan angin di Indonesia tahun 2022 menggunakan *boxplot* adalah sebagai berikut.

1. Karakteristik Data Rata-Rata Temperatur di Indonesia tahun 2022

Karakteristik rata-rata temperatur di Indonesia tahun 2022 ditunjukkan pada Gambar 1.

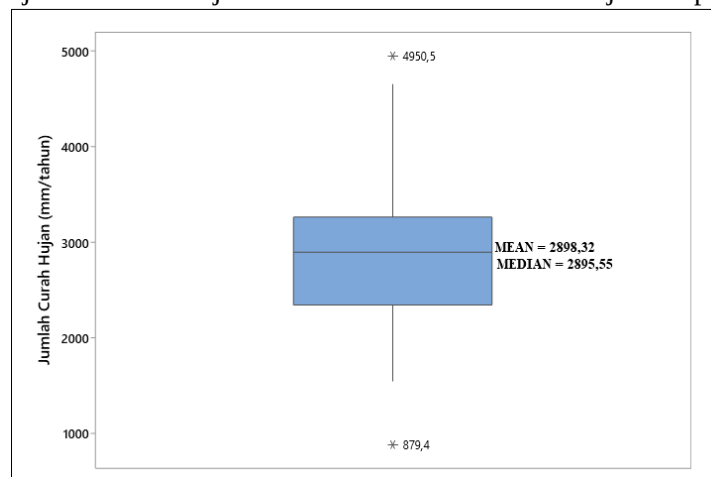


Gambar 1. Boxplot Rata-Rata Temperatur

Gambar 1. menunjukkan bahwa data rata-rata temperatur di Indonesia tahun 2022 memiliki rata-rata sebesar 28,004 celsius dimana 50% data berada di atas dan di bawah 28,18 celsius. Garis median tidak berada tepat di tengah sehingga *boxplot* tidak simetris dan cenderung mengarah ke atas yang berarti keragaman data di atas nilai median lebih kecil daripada keragaman data di bawah garis median. Dapat dilihat dari lebar bidang *boxplot* yang cenderung kecil sehingga dapat dikatakan bahwa data tersebut tidak memiliki keragaman yang tinggi. Selain itu, pada *boxplot* terdapat satu data *outlier*.

2. Karakteristik Data Jumlah Curah Hujan di Indonesia tahun 2022

Karakteristik jumlah curah hujan di Indonesia tahun 2022 ditunjukkan pada Gambar 2.



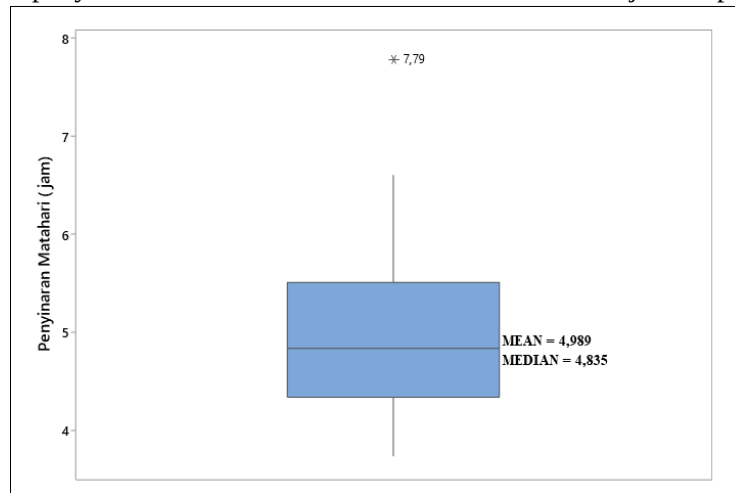
Gambar 2. Boxplot Jumlah Curah Hujan

Gambar 2. diatas menunjukkan bahwa data jumlah curah hujan di Indonesia tahun 2022 memiliki rata-rata sebesar 2898,32 mm/tahun dimana 50% data berada di atas dan di bawah 2895,55 mm/tahun. Garis median tidak berada tepat di tengah sehingga *boxplot* tidak simetris dan cenderung mengarah ke atas yang berarti keragaman data di atas nilai median lebih kecil daripada keragaman data di bawah garis median. Dapat dilihat dari lebar bidang *boxplot* yang cenderung kecil sehingga dapat

dikatakan bahwa data tersebut tidak memiliki keragaman yang tinggi. Selain itu, pada *boxplot* terdapat satu data *outlier*.

3. Karakteristik Data Penyinaran Matahari di Indonesia tahun 2022

Karakteristik penyinaran matahari di Indonesia tahun 2022 ditunjukkan pada Gambar 3.

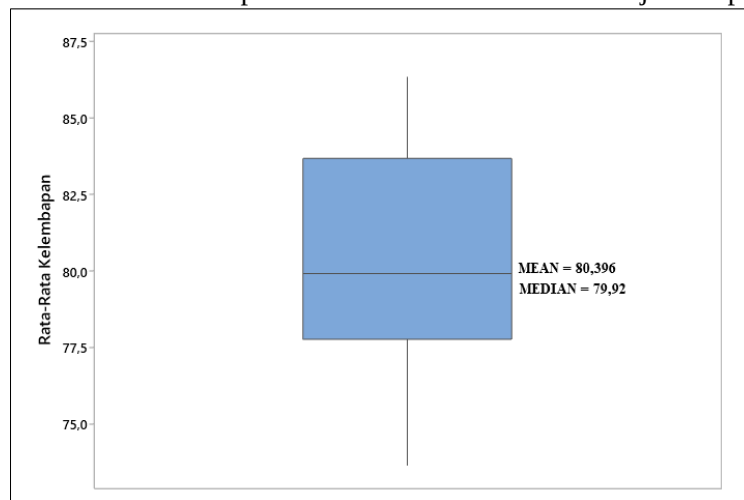


Gambar 3. Boxplot Penyinaran Matahari

Gambar 3. diatas menunjukkan bahwa data penyinaran matahari di Indonesia tahun 2022 memiliki rata-rata sebesar 4,989 jam dimana 50% data berada di atas dan di bawah 4,835 jam. Garis median tidak berada tepat di tengah sehingga *boxplot* tidak simetris dan cenderung mengarah ke bawah yang berarti keragaman data di atas nilai median lebih besar daripada keragaman data di bawah garis median. Dapat dilihat dari lebar bidang *boxplot* yang cenderung kecil sehingga dapat dikatakan bahwa data tersebut tidak memiliki keragaman yang tinggi. Selain itu, pada *boxplot* terdapat satu data *outlier*.

4. Karakteristik Data Rata-Rata Kelembapan di Indonesia tahun 2022

Karakteristik rata-rata kelembapan di Indonesia tahun 2022 ditunjukkan pada Gambar 4.

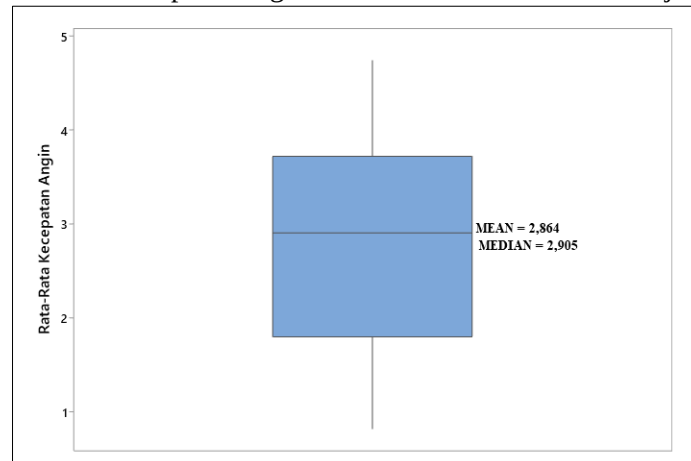


Gambar 4. Boxplot Rata-Rata Kelembapan

Gambar 4. diatas menunjukkan bahwa data rata-rata kelembapan di Indonesia tahun 2022 memiliki rata-rata sebesar 80,396 persen dimana 50% data berada di atas dan di bawah 79,92 persen. Garis median tidak berada tepat di tengah sehingga *boxplot* tidak simetris dan cenderung mengarah ke bawah yang berarti keragaman data di atas nilai median lebih besar daripada keragaman data di bawah garis median. Dapat dilihat dari lebar bidang *boxplot* yang cenderung besar sehingga dapat dikatakan bahwa data tersebut memiliki keragaman yang tinggi.

5. Karakteristik Data Rata-Rata Kecepatan Angin di Indonesia tahun 2022

Karakteristik rata-rata kecepatan angin di Indonesia tahun 2022 ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Boxplot Rata-Rata Kecepatan Angin

Gambar 5. diatas menunjukkan bahwa data rata-rata kelembapan di Indonesia tahun 2022 memiliki rata-rata sebesar 2,864 knot dimana 50% data berada di atas dan di bawah 2,905 knot. Garis median tidak berada tepat di tengah sehingga *boxplot* tidak simetris dan cenderung mengarah ke atas yang berarti keragaman data di atas nilai median lebih besar daripada keragaman data di bawah garis median. Dapat dilihat dari lebar bidang *boxplot* yang besar sehingga dapat dikatakan bahwa data tersebut memiliki keragaman yang tinggi.

Pemeriksaan dan Pengujian Asumsi Analisis Faktor

Pemeriksaan dan pengujian asumsi analisis faktor akan meliputi uji distribusi normal multivariat, uji *barlett*, pemeriksaan kecukupan sampel dengan metode *Kaiser-Meyer-Olkin* (KMO), serta pemeriksaan *anti image correlation* untuk memastikan tingkat korelasi antar variabel. Pemeriksaan dan pengujian diperlukan untuk memastikan bahwa data yang digunakan memenuhi syarat-syarat dalam analisis komponen utama. Berikut ini adalah pemeriksaan dan pengujian analisis faktor (Rizal, 2021).

1. Uji Distribusi Normal Multivariate Mempengaruhi Kondisi dan Kualitas Lingkungan di Indonesia Tahun 2022

Uji distribusi normal multivariat adalah sebuah prosedur statistik yang digunakan untuk memeriksa apakah sekumpulan data multivariat (data dengan lebih dari satu variabel) mengikuti distribusi normal multivariat (Kuntoro, 2021). Uji distribusi normal multivariat kondisi dan kualitas lingkungan di Indonesia tahun 2022 adalah sebagai berikut.

Hipotesis:

H_0 : Data kondisi dan kualitas lingkungan di Indonesia tahun 2022 berdistribusi normal multivariat

H_1 : Data kondisi dan kualitas lingkungan di Indonesia tahun 2022 tidak berdistribusi normal multivariat

Ditetapkan taraf signifikan α sebesar 0,05 dan dengan menggunakan statistik uji $T_{proporsi}$ maka diperoleh daerah kritisi yaitu H_0 ditolak apabila nilai $T_{proporsi}$ berada diluar rentang $45\% \leq T_{proporsi} \leq 55\%$, sehingga diperoleh statistik uji yang ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Uji Distribusi Normal Multivariat Kondisi Dan Kualitas Lingkungan di Indonesia Tahun 2022

$T_{proporsi}$	Persentase
0,500	50%

Tabel 5 menunjukkan bahwa nilai $T_{proporsi}$ sebesar 50% yang nilainya berada diantara rentang $45\% \leq T_{proporsi} \leq 55\%$, Sehingga, diputuskan gagal tolak H_0 . Artinya data kondisi dan kualitas lingkungan di Indonesia tahun 2022 berdistribusi normal multivariat dan memenuhi asumsi.

2. Uji *Barlett* Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kondisi dan Kualitas Lingkungan di Indonesia Tahun 2022

Uji *Bartlett* adalah teknik statistik yang digunakan untuk menguji kesamaan varians (homogenitas varians) antar beberapa kelompok data. Uji ini khususnya berguna dalam analisis faktor dan analisis varians untuk memastikan bahwa data cukup memenuhi asumsi homogenitas varians sehingga analisis lebih lanjut dapat dilanjutkan. Dalam konteks analisis faktor, *Bartlett's Test of Sphericity* digunakan untuk menentukan apakah data cukup sesuai untuk dilakukan analisis faktor. Jika hasil uji menunjukkan nilai signifikansi yang rendah (biasanya $p < 0.05$), maka ini menandakan bahwa korelasi antar variabel cukup kuat untuk dianalisis lebih lanjut dalam analisis faktor (Fajri, 2018). Uji *Bartlett* kondisi dan kualitas lingkungan di Indonesia tahun 2022 adalah sebagai berikut.

Hipotesis:

$H_0 : \rho = I$ (Data faktor-faktor yang mempengaruhi kondisi dan kualitas lingkungan di Indonesia tahun 2022 independen)

$H_1 : \rho \neq I$ (Data faktor-faktor yang mempengaruhi kondisi dan kualitas lingkungan di Indonesia tahun 2022 dependen)

Ditetapkan taraf signifikan α sebesar 0,05 dan dengan menggunakan statistik uji Barlett maka diperoleh daerah kritisi yaitu H_0 ditolak apabila nilai $\chi^2 > \chi^2_{(0,05;10)}$ atau $P\text{-Value} < \alpha$, sehingga diperoleh statistik uji yang ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Uji Barlett Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kondisi dan Kualitas Lingkungan di Indonesia Tahun 2022

χ^2	$\chi^2_{(0,05;10)}$	P-Value
18,550	18,307	0,046

Tabel 4. menunjukkan bahwa nilai χ^2 sebesar 18,550 lebih besar dari $\chi^2_{(0,05;10)}$ sebesar 18,307. $P\text{-Value}$ memiliki nilainya lebih kecil dari 0,05 yaitu sebesar 0,046. Pengambilan keputusan akan dilakukan menggunakan χ^2 sehingga, diputuskan gagal tolak H_0 . Artinya Data faktor-faktor yang mempengaruhi kondisi dan kualitas lingkungan di Indonesia tahun 2022 dependen dan memenuhi asumsi.

3. Uji KMO Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kondisi dan Kualitas Lingkungan di Indonesia Tahun 2022

Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) adalah ukuran untuk menilai kecukupan sampel pada analisis faktor, yang menghitung seberapa baik variabel saling berkorelasi untuk membentuk faktor yang stabil. KMO bernilai antara 0 dan 1, dengan kriteria KMO ditunjukkan pada tabel berikut (Schoemann et al., 2022). Adapun nilai klasifikasi KMO akan ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Klasifikasi Nilai KMO

No	Nilai KMO	Rekomendasi
1	$\geq 0,9$	Sangat Baik
2	0,80 – 0,89	Berguna
3	0,70 – 0,79	Biasa
4	0,60 – 0,69	Cukup
5	0,50 – 0,59	Buruk
6	$< 0,50$	Tidak Diterima

Uji *Bartlett* kondisi dan kualitas lingkungan di Indonesia tahun 2022 akan ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Uji KMO Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kondisi dan Kualitas Lingkungan di Indonesia Tahun 2022

KMO
0,525

Tabel 6. menunjukkan bahwa nilai KMO faktor-faktor yang mempengaruhi kondisi dan kualitas lingkungan di Indonesia tahun 2022 adalah sebesar 0,525, artinya berdasarkan Tabel 5. nilai tersebut berada di rentang 0,50-0,59, sehingga variabel yang digunakan memiliki predikat “buruk” untuk dilakukan analisis faktor.

4. Pemeriksaan *Anti Image Correlation* Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kondisi dan Kualitas Lingkungan di Indonesia Tahun 2022

Anti image correlation digunakan untuk menentukan variabel mana saja yang layak digunakan dalam analisis lanjutan. Bila nilai anti image correlation variabel $> 0,5$ maka variabel tersebut dapat dianalisis lebih lanjut. Sedangkan bila nilai anti image correlation $< 0,5$ maka variabel tersebut harus dikeluarkan (Widyarsana & Putu Eny Suhardiyani, 2023). Pemeriksaan *anti image correlation* faktor-faktor yang mempengaruhi kondisi dan kualitas lingkungan di Indonesia tahun 2022 ditunjukkan pada Tabel 7.

Tabel 7. Pemeriksaan Korelasi Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kondisi dan Kualitas Lingkungan di Indonesia Tahun 2022

Variabel	MSA
Rata-Rata Temperatur (X_1)	0,504
Jumlah Curah Hujan (X_2)	0,770
Penyinaran Matahari (X_3)	0,554
Rata-Rata Kelembapan (X_4)	0,526
Rata-Rata Kecepatan Angin (X_5)	0,523

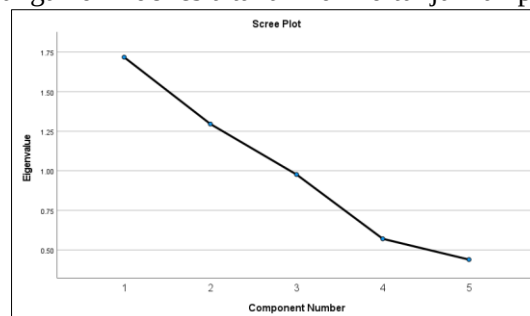
Tabel 7. menunjukkan nilai MSA pada setiap variabel faktor-faktor yang mempengaruhi kondisi dan kualitas lingkungan di Indonesia tahun 2022 berada di rentang 0,504 hingga 0,770. Nilai tersebut lebih dari 0,5, sehingga variabel rata-rata temperatur, jumlah curah hujan, penyinaran matahari, rata-rata kelembapan, dan rata-rata kecepatan angin di Indonesia tahun 2022 dapat dilanjutkan ke tahap analisis selanjutnya.

Analisis Faktor dengan *Principal Component Analysis* Kondisi dan Kualitas Lingkungan di Indonesia Tahun 2022

Bagian ini akan membahas mengenai analisis faktor pada kondisi dan kualitas lingkungan di Indonesia tahun 2022 yang meliputi *total varians explained* atau nilai eigen, *scree plot*, nilai *communalities*, pengelompokan faktor baru, dan pemberian nama pada kelompok faktor baru. Hasil analisis adalah sebagai berikut.

1. *Scree Plot* Faktor Kondisi dan Kesehatan Lingkungan di Indonesia Tahun 2022

Scree plot digunakan untuk memeriksa hubungan antara jumlah faktor dan jumlah *variens* yang dijelaskan dalam variabel yang diamati (diukur dengan nilai *eigen*), dengan tujuan mengidentifikasi untuk faktor mana jumlah *variens* yang dijelaskan menurun tajam. *Scree plot* bergantung pada nilai *eigen* dari matriks kovarians atau korelasi di antara indikator yang diamati (Finch, 2019). Nilai eigen sendiri adalah nilai karakteristik dari suatu matriks bujur sangkar (Matius M.L.T, 2022). *Scree plot* kondisi dan kesehatan lingkungan di Indonesia tahun 2022 ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. *Scree Plot* Kondisi dan Kualitas Lingkungan di Indonesia Tahun 2022

Gambar 6. menunjukkan bahwa pergerakan titik 1 ke titik 4 mengalami penurunan yang paling curam. Penurunan mulai melandai dari titik 4 hingga titik ke 5. Selanjutnya, nilai *eigen* setelah titik 3 relatif kecil dan nilainya cenderung sama dan dari nilai *eigen* hanya ada 2 komponen yang memiliki nilai *eigen* lebih dari 1, maka komponen utama terbentuk yang akan digunakan untuk analisis lebih lanjut berdasarkan *scree plot* adalah sebanyak 2 karena dua komponen utama sudah cukup untuk menjelaskan sebagian besar varians data, sedangkan komponen-komponen selanjutnya memberikan kontribusi kecil.

2. Total Variance Explained Kondisi dan Kesehatan Lingkungan di Indonesia Tahun 2022

Total variance explained menjelaskan tentang besarnya varians yang dapat dijelaskan oleh faktor yang terbentuk. Apabila total eigenvalues ≥ 1 , maka faktor tersebut dapat menjelaskan variabel dengan baik sedangkan eigenvalues < 1 , maka faktor tersebut tidak dapat menjelaskan variabel dengan baik. Perhitungan ini berdasarkan persamaan karakteristik (Anisa et al., 2014). *Total variance* pada kondisi dan kesehatan lingkungan di Indonesia tahun 2022 ditunjukkan pada Tabel 8.

Tabel 8. Total Variance Explained Kondisi dan Kualitas Lingkungan di Indonesia Tahun 2022

Komponen	<i>Extraction Sums of Squared Loadings</i>		
	Total	% Varians	Kumulatif %
1	1,718	34,364	34,364
2	1,296	25,921	60,285

Tabel 8. menunjukkan bahwa berdasarkan *total variance explained* komponen yang terbentuk pada data kondisi dan kesehatan lingkungan di Indonesia tahun 2022 sebanyak 2 yaitu komponen 1 dan komponen 2 karena komponen ini memiliki nilai *eigen* lebih dari 1. Komponen 1 memiliki nilai *eigen* sebesar 1,718 yang menjelaskan 34,364% dari total varians data, sementara komponen 2 memiliki nilai *eigen* sebesar 1,296 yang menjelaskan 25,921%, sehingga secara kumulatif kedua komponen ini menjelaskan 60,285% dari total varians. Dengan total varians tersebut, maka analisis dapat berfokus pada dua faktor ini karena kedua komponen tersebut sudah cukup untuk mewakili varians utama.

3. Nilai Communalities Kondisi dan Kesehatan Lingkungan di Indonesia Tahun 2022

Communalities adalah total varians yang dijelaskan oleh faktor yang diekstrak. Faktor yang diektrak adalah common varians sehingga common varians bernilai kurang dari satu. Faktor mempunyai varians (a_i) dan (e_i) saling bebas (Lumbantobing & Susiana, 2023). Nilai *communalities* pada kondisi dan kesehatan lingkungan di Indonesia tahun 2022 ditunjukkan pada Tabel 9.

Tabel 9. Nilai Communalities Kondisi dan Kualitas Lingkungan di Indonesia Tahun 2022

Variabel	<i>Extraction</i>
Rata-Rata Temperatur (X_1)	0,769
Jumlah Curah Hujan (X_2)	0,066
Penyinaran Matahari (X_3)	0,704
Rata-Rata Kelembapan (X_4)	0,751
Rata-Rata Kecepatan Angin (X_5)	0,725

Tabel 9. menunjukkan persentase variabilitas yang dapat dijelaskan oleh 1 faktor dari setiap variabel asal. Variabel X_1 memiliki nilai kontribusi paling besar dengan kontribusi sebesar 0,769 atau 76,9% terhadap faktor baru yang terbentuk, sedangkan variabel X_2 memiliki nilai kontribusi paling kecil dengan kontribusi sebesar 0,066 atau 6,6% terhadap faktor baru yang terbentuk. Selanjutnya, variabel X_3 memiliki nilai kontribusi sebesar 0,704 atau 70,4% terhadap faktor baru yang terbentuk. Kemudian, terdapat variabel X_4 memiliki nilai kontribusi sebesar 0,751 atau 75,1% terhadap faktor baru yang terbentuk dan variabel X_5 memiliki nilai kontribusi sebesar 0,725 atau 72,5% terhadap faktor baru yang terbentuk.

4. Pengelompokan Faktor-Faktor Baru Kondisi dan Kesehatan Lingkungan di Indonesia Tahun 2022

Pengelompokan faktor bertujuan untuk memperjelas variabel yang masuk ke dalam kategori tertentu. Hal ini dapat ditentukan berdasarkan hasil *rotated component matrix*. *Rotated component*

matrix berguna untuk memperjelas variabel-variabel mana yang masuk ke dalam tiap-tiap faktor (Purba, 2020). Pengelompokkan faktor-faktor baru kondisi dan kesehatan lingkungan di Indonesia tahun 2022 ditunjukkan Tabel 10.

Tabel 10. Pengelompokan Faktor Kondisi dan Kualitas Lingkungan di Indonesia Tahun 2022

Variabel	Komponen	
	1	2
Rata-Rata Temperatur (X_1)	-0,857	-0,060
Jumlah Curah Hujan (X_2)	0,257	0,003
Penyinaran Matahari (X_3)	-0,161	0,823
Rata-Rata Kelembapan (X_4)	0,836	-0,226
Rata-Rata Kecepatan Angin (X_5)	0,076	0,848

Tabel 10. menunjukkan nilai *rotated component matrix* dengan nilai komponen 1 lebih besar dari komponen 2 terdapat pada variabel X_2 dan X_4 yang nilainya berturut-turut sebesar 0,257 dan 0,836, sehingga komponen ini masuk dalam komponen 1. Selanjutnya, nilai *rotated component matrix* dengan nilai komponen 2 lebih besar dari komponen 1 terdapat pada variabel X_1 , X_3 , dan X_5 yang nilainya berturut-turut sebesar -0,060; 0,823; dan 0,848, sehingga komponen ini masuk dalam komponen 2. bahwa model tidak sesuai.

5. Pemberian Nama Faktor Baru Kondisi dan Kesehatan Lingkungan di Indonesia Tahun 2022

Pemberian nama faktor dilakukan dengan melihat hasil dari perotasian (Tio, 2018). Faktor yang telah terbentuk berdasarkan rotasi komponen matrik akan disajikan dalam Tabel 11.

Tabel 11. Pemberian Nama Kondisi dan Kualitas Lingkungan di Indonesia Tahun 2022

Kelompok	Nama Faktor	Variabel
1	Kelembaban dan Presipitasi	Jumlah Curah Hujan (X_2) Rata-Rata Kelembapan (X_4)
2	Radiasi dan Sirkulasi	Rata-Rata Temperatur (X_1) Penyinaran Matahari (X_3) Rata-Rata Kecepatan Angin (X_5)

Tabel 11. menunjukkan pemberian nama faktor dengan kelompok 1 yaitu ‘Kelembapan dan Presipitasi’ dengan variabelnya jumlah curah hujan dan rata-rata kelembapan, sedangkan kelompok 2 diberi nama ‘Radiasi dan Sirkulasi’ dengan variabelnya adalah rata-rata temperatur, penyinaran matahari, dan rata-rata kecepatan angin.

6. Komponen Transformasi Matriks Kondisi dan Kesehatan Lingkungan di Indonesia Tahun 2022

Komponen transformasi matriks yang terbentuk dari data kondisi dan kesehatan lingkungan di Indonesia tahun 2022 ditunjukkan pada Tabel 12.

Tabel 12. Komponen Transformasi Matriks Kondisi dan Kualitas Lingkungan di Indonesia Tahun 2022

Komponen	1	2
1	-0,794	0,608
2	0,608	0,794

Tabel 12. diketahui bahwa nilai korelasi pada komponen 1 dan 2 berturut-turut sebesar -0,794 dan 0,794. Nilai korelasi tersebut bernilai lebih dari 0,5 yang artinya kedua faktor yang terbentuk dapat dikatakan tepat dalam merangkum variabel rata-rata temperatur, jumlah curah hujan, penyinaran matahari, rata-rata kelembapan, dan rata-rata kecepatan angin di Indonesia tahun 2022.

Pembahasan

Dalam penelitian ini, hasil analisis Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) menunjukkan nilai yang rendah, mengindikasikan “buruk” data untuk dilakukan analisis faktor. Temuan ini berbeda dari

penelitian terdahulu yang juga menggunakan analisis faktor pada variabel lingkungan dan mendapatkan nilai KMO yang cukup baik, menunjukkan data “biasa” untuk analisis faktor. Kemudian, sama halnya dengan penelitian ini, penelitian tersebut juga menggunakan PCA untuk menganalisis variabel lingkungan utama. Namun, temuan di Kabupaten Pasuruan menunjukkan bahwa kelembaban udara dan lamanya penyinaran matahari menjadi variabel yang paling dominan dalam faktor pertama, sementara suhu udara mendominasi faktor kedua. Di sisi lain, dalam penelitian ini, variabel temperatur ditemukan menjadi faktor utama dalam menjelaskan varians terbesar, berbeda dengan penelitian terdahulu yang lebih menitikberatkan pada kelembaban dan penyinaran sebagai faktor dominan.

Selanjutnya, baik penelitian ini maupun penelitian terdahulu sama-sama menghasilkan dua faktor utama. Namun, dalam penelitian ini, faktor yang terbentuk diberi nama "Kelembapan dan Presipitasi" serta "Radiasi dan Sirkulasi," yang bertujuan untuk memudahkan penyebutan dan interpretasi variabel yang dikelompokkan dalam tiap faktor.

Perbedaan antara penelitian yang dilakukan dengan penelitian terdahulu mungkin dikarenakan oleh perbedaan kondisi lingkungan dan karakteristik geografis antara Indonesia secara keseluruhan dan Kabupaten Pasuruan. Hasil ini juga menyoroti bahwa meskipun beberapa variabel cuaca konsisten dalam pengelompokan faktor, faktor dominan dapat bervariasi tergantung pada area dan skala penelitian.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan, penelitian ini menyimpulkan bahwa analisis karakteristik data secara visual menggunakan *boxplot* menunjukkan variabel dengan keragaman data tertinggi adalah rata-rata kecepatan angin, ditandai oleh ukuran *boxplot* yang besar. Selain itu, hasil pemeriksaan dan pengujian asumsi analisis faktor menunjukkan bahwa data kondisi dan kesehatan lingkungan di Indonesia tahun 2022 memenuhi semua asumsi yang diperlukan untuk analisis faktor. Analisis faktor menggunakan *Principal Component Analysis* (PCA) pada data tersebut mengidentifikasi bahwa varians terbesar yang dapat dijelaskan oleh faktor terbentuk adalah variabel rata-rata temperatur, sedangkan variabel dengan varians terkecil yang dapat dijelaskan oleh faktor terbentuk adalah variabel jumlah curah hujan. Berdasarkan *scree plot* dan *total variance explained*, terbentuk dua faktor baru yang diberi nama "Kelembapan dan Presipitasi" serta "Radiasi dan Sirkulasi," yang mampu merangkum variabel asal dengan baik.

Berdasarkan hasil yang diperoleh bagi pembaca disarankan untuk memahami konsep dan penerapan analisis komponen utama dalam analisis faktor, terutama terkait asumsi-asumsi yang diperlukan agar dapat memahami penelitian ini. Selanjutnya, disarankan bagi peneliti untuk menambahkan variabel baru, mengingat hasil KMO menunjukkan variabel yang digunakan memiliki predikat buruk untuk dilakukan analisis faktor. Sementara itu, pemerintah disarankan untuk meningkatkan pemantauan suhu dan manajemen air guna mengantisipasi dampak lingkungan, terutama di daerah rawan kekeringan dan banjir. Penghijauan kota, pemanfaatan energi surya, dan pengelolaan tata ruang hijau dapat membantu menjaga stabilitas temperatur dan kualitas udara. Di wilayah yang memiliki tingkat angin yang tinggi dapat melakukan penguatan infrastruktur untuk mencegah risiko kerusakan. Melalui kebijakan-kebijakan ini, pemerintah diharapkan dapat menjaga dan meningkatkan kualitas lingkungan secara berkelanjutan di Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, A. (2018). Analisis Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Efektifitas Terminal Makassar Metro. *Jurnal Linears*, 1, 78–84.
- Anisa, Y., Bangun, P., & Sinulingga, U. (2014). Kajian Faktor Penyebab Penderita Hipertensi Dengan Menggunakan Analisis Faktor di Kotamadya Medan (Studi Kasus: Rsup H. Adam Malik Medan). *Saintia Matematika*, 333–343.
- Fajri, M. (2018). Uji Bartlett Dan Penggunaan Analisis Varians Dalam Penelitian. *Jurnal Statistika Dan Komputasi*, 15–25.
- Finch, W. H. (2019). *Exploratory Factor Analysis*. Sage Publications.
- Kuntoro, H. (2021). *Teori Dan Aplikasi Analisis Multivariat Lanjut*. Zifatama Jawa.

- Lumbantobing, N. S., & Susiana. (2023). Confirmatory Factor Analysis To Measure The Satisfaction Level Of Air Soda Tourists In North Tapanuli. *Formosa Journal Of Science And Technology*, 2(2), 475–492.
- Mailili, W. H. (2018). Deskripsi Hasil Belajar Matematika Siswa Gaya Kognitif Field Independent Dan Field Dependent. *Anargya: Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika*, 1(1).
- Matius M.L.T. (2022). Perbandingan Antara Metode Forward Dan Metode Backward Chain Pada Penentuan Batas Tumor Otak Dengan Menggunakan Eigenvalue. *Neutro : Jurnal Pendidikan Fisika*, 5(2).
- Nasution, L. M. (2017). Statistika Deskriptif. *Jurnal Hikmah*, 14(1).
- Purba, B. (2020). Analisis Faktor-Faktor Mempengaruhi Kepuasan Kerja Karyawan Pada Pt. Astra Cabang Medan. *Jurnal Manajemen Dan Bisnis (Jmb)*.
- Rizal, D. C. (2021). Analisis Kepuasan Konsumen Di Restoran Sederhana Padang Dengan Menggunakan Analisis Faktor. *Jurnal Matematika Unand*, 449–455.
- Sari, R. P. (2019). Analisis Jumlah Penerimaan Pajak Bumi Dan Bangunan. *Jurnal Teori Dan Aplikasi Matematika (Jtam)*.
- Schoemann, A. M., Rhemtulla, M., & Kline, R. B. (2022). Practical Applications Of The Kaiser-Meyer-Olkin Test In Factor Analysis. *Multivariate Behavioral Research*, 102–110.
- Sunarmi, N., Kumailia, N., Nurfaiza, N., Nikmah, A. K., Aisyah, H. N., Sriwahyuni, I., Laily, S. N., & Artikel, R. (2022). Analisis Faktor Unsur Cuaca Terhadap Perubahan Iklim Di Kabupaten Pasuruan Pada Tahun 2021 Dengan Metode Principal Component Analysis 56. <https://Www.Ejournal.Unib.Ac.Id/Index.Php/Nmj>
- Tio, A. H. (2018). Analisis Faktor Pemilihan Lokasi Usaha Jasa Pada Umkm Di Kecamatan Paciran. *Jurnal Manajemen Bisnis*, 8(2).
- Verdian, E. (2019). Analisis Faktor Yang Merupakan Intensi Perpindahan Merek Transportasi Online Di Surabaya. *Agora*.
- Widyarsana, I. P., & Putu Eny Suhardiyani. (2023). Analisis Identifikasi Variabel Kompetensi Manajer Proyek Pada Pelaksanaan Konstruksi Di Kabupaten Badung. *Journal Of Comprehensive Science*, 2(12).