

ANALISIS JUMLAH PENDUDUK TENAGA KERJA INDUSTRI DI JAWA TIMUR BERDASARKAN TAHUN 2017-2018, DENGAN MENGGUNAKAN METODE RM MANOVA

Ardra Jamie Hibatullah ^{1*}, Nahda Hayu Hemalina ², Genesis Bunga E ³, Muhammad Nasrudin ⁴, Trimono ⁵

^{1,2,3,4,5}Program Studi Sains Data , Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur

E-mail: 23083010099@student.upnjatim.ac.id*

ABSTRACT

This study aims to analyze industrial data in East Java using a multivariate analysis approach through the Repeated Multivariate Analysis of Variance (RM-MANOVA) method. Validation is carried out to ensure the suitability of the model to data used. The assumption tests applied include the homogeneity of variance-covariance test using the Box's M test multivariate normality test using the Mardia test, and the independence test using the Levene statistic. The results of the Box's M test show a statistic of 0.9981 with 6 degrees of freedom and p-value of 0.99857, so it cannot reject H_0 which means that the covariance matrix between groups is homogeneous. The Mardia Skewness and Kurtosis tests produce p values of 0.9433 and 1.0000, respectively, so it cannot reject H_0 which means that the data follows a multivariate normal distribution. After that, the PCA test was carried out when analyzing PC1 and PC2 successfully extracting the original data information (PC1 produced 99.48% of the data variance with 0.99837937 and PC2 only explained . RM-MANOVA analysis revealed significant differences between groups with a Wilk's Lambda value of 0.698379 ($F= 0.55117$, $P < 0.68984$). This results indicates that the factor tested do not have a significant influence on the dependent variables in the model. Therefore, this study emphasizes the importance of validating assumptions in the applications of RM-MANOVA to ensure accurate analysis results.

Keywords: *Box's M, Mardia Test, Bartlett Test, Levene Statistical Test, RM MANOVA Analysis*

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis data industri di Jawa Timur dengan menggunakan pendekatan analisis multivariat melalui metode Repeated Measures Multivariate Analysis of Variance (RM-MANOVA). Validasi asumsi dilakukan untuk memastikan kesesuaian model dengan data yang digunakan. Uji asumsi yang diterapkan meliputi uji homogenitas varians-kovarians menggunakan Box's M, uji normalitas multivariat menggunakan uji Mardia, dan uji independensi menggunakan statistik Levene. Hasil uji Box's M menunjukkan statistik sebesar 0.9981 dengan 6 derajat kebebasan dan nilai p sebesar 0.9857, sehingga tidak dapat menolak H_0 yang berarti matriks kovariansi antar kelompok bersifat homogen. Uji Skewness dan Kurtosis Mardia menghasilkan nilai p-value masing-masing sebesar 0.9433 dan 1.0000, sehingga tidak dapat menolak H_0 yang berarti data mengikuti distribusi normal multivariat. Setelah itu melakukan Uji PCA saat di analisis PC1 dan PC2 berhasil mengekstraksi informasi data asli (PC1 menghasilkan 99.48% varians data dengan 0.99837937 serta PC2 hanya menjelaskan 0.15% varians yaitu 0.00149764 . Analisis RM-

Article History

Received: April 2025

Reviewed: April 2025

Published: April 2025

Plagiarism Checker No 235

Prefix DOI :

[10.8734/Kohesi.v1i2.365](https://doi.org/10.8734/Kohesi.v1i2.365)

Copyright : Author

Publish by : Kohesi



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



MANOVA mengungkapkan perbedaan yang signifikan antara kelompok, dengan nilai Wilk's Lambda sebesar 0.698379 ($F = 0.55117$, $P < 0.6984$). Hasil ini menunjukkan bahwa faktor yang diuji memiliki tidak memiliki pengaruh signifikan terhadap variabel dependen dalam model. Oleh karena itu, penelitian ini menekankan pentingnya validasi asumsi dalam penerapan RM-MANOVA untuk memastikan hasil analisis yang akurat

Kata Kunci: Uji Box's M, Uji Mardia Bartlett test, Uji Statistik Levene, Analisis RM-MANOVA

1. PENDAHULUAN

Provinsi Jawa Timur merupakan salah satu pusat industri utama di Indonesia dengan kontribusi ekonomi yang signifikan. Sektor industri di wilayah ini terus mengalami perkembangan, baik dalam jumlah Perusahaan yang beroperasi, tenaga kerja yang terserap, maupun investasi yang masuk, yang berdampak pada nilai produksi yang dihasilkan (Badan Pusat Statistik [BPS], 2023). Perubahan dalam berbagai aspek industri ini menjadi indikator penting dalam mengevaluasi pertumbuhan ekonomi suatu daerah.

Sebagai salah satu provinsi dengan pertumbuhan ekonomi yang cukup tinggi Jawa Timur memiliki daya Tarik bagi para investor dan pelaku usaha, Faktor-faktor seperti kebijakan pemerintahan daerah, infrastruktur yang berkembang, serta ketersediaan tenaga kerja yang memadai berkontribusi pada dinamika industry di wilayah ini. Oleh karena itu, pemantauan dan analisis terhadap perkembangan sektor industri sangat diperlukan untuk mengidentifikasi tren serta merancang strategi kebijakan ekonomi yang lebih efektif (Setiawan et al, 2021).

Dalam kurun waktu 2018-2019, terjadi berbagai perubahan dalam jumlah perusahaan, tenaga kerja, Investasi dan nilai produksi di setiap kabupaten/kota di Jawa Timur. Beberapa daerah mengalami peningkatan yang signifikan dalam aspek-aspek tersebut, sementara daerah lainnya menunjukkan pertumbuhan yang lebih moderat atau bahkan stagnasi. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perubahan tersebut dengan menggunakan metode *Repeated Measures Multivariate Analysis of Variance* (RM MANOVA) yang memungkinkan evaluasi lebih akurat terhadap perubahan antar tahun dengan mempertimbangkan hubungan antar variabel yang dianalisis secara bersamaan (Rencher & Christensen, 2023).

Dengan memahami pola perubahan yang terjadi, hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan yang lebih mendalam mengenai dinamika industri di Jawa Timur. Temuan ini juga dapat menjadi bahan pertimbangan bagi pemerintah daerah dalam merumuskan kebijakan yang mendukung yang mendukung pertumbuhan ekonomi yang lebih berkelanjutan.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan data sekunder yang diperoleh dari statistik resmi terkait industri di Jawa Timur RM MANOVA diterapkan untuk menguji perbedaan variabel jumlah perusahaan, tenaga kerja, investasi dan nilai produksi antara dua tahun berturut-turut (2017-2018). Analisis Data yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari Badan Pusat Statistiik (BPS) Jawa Timur, yang menyediakan data statistik Jumlah Tenaga kerja Industri termasuk jumlah perusahaan, tenaga kerja, investasi, nilai produksi. Variabel dalam penelitian ini terdiri dari satu



variabel independen dan empat variabel dependen. Tujuan untuk mengetahui jumlah tenaga kerja industri berdasarkan tahun.

Analisis dilakukan menggunakan Uji Manova satu arah untuk menguji apakah perbedaan tidak signifikan dalam variabel Tahun dengan Jumlah perusahaan antara dua data Tahun 2017-2018. Beberapa pengujian statistik yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi :

2.1 Uji Asumsi Normalitas (Bartlett)

Uji Bartlett bertujuan untuk mengetahui apakah variabel dalam kasus multivariat Uji Bartlett digunakan untuk menguji hipotesis bahwa matriks korelasi adalah matriks identitas (Tabachnick & Fidell, 2019). Namun uji Bartlett sangat sensitif terhadap ketidaknormalan distribusi, sehingga dibutuhkan uji normalitas distribusi untuk setiap kelompok (Mardia, 2020). Uji Bartlett untuk independensi dimulai dengan merumuskan uji hipotesis, yang dirumuskan sebagai berikut:

H_0 = Tidak ada hubungan antara variabel X dan Y (variabel Independen)

H_1 = Terdapat hubungan antara variabel X dan Y (variabel dependen)

Langkah Pertama dalam uji Bartlett adalah memastikan korelasi mendekati matriks

identitas dan menghitung determinan matriks identitas. Jika determinan matriks mendekati 1, maka tidak ada korelasi antar variabel. Sebaliknya, jika determinan matriks mendekati 0 maka ada korelasi yang kuat antar variabel.

Untuk menghitung uji Bartlett dapat menggunakan rumus :

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

dengan :

n = Jumlah sampel

p = Jumlah variabel

$|R|$ = Determinan dari matriks korelasi

Kemudian hitung derajat kebebasan untuk menentukan distribusi probabilitas dengan menggunakan rumus berikut :

$$df = \frac{p \cdot (p-1)}{2} \quad (2)$$

Setelah itu menginterpretasikan mengenai Uji Bartlett akan signifikan jika p -value < 0.05 atau dapat dikatakan ada hubungan variabel.

2.2 Uji Homogenitas kovarians (Statistik Box)

Sesudah melakukan Uji Bartlett selanjutnya menekankan pengguna Uji Box's M dalam analisis multivariat yakni Uji Box's M. Uji ini didasarkan pada kriteria rasio kemungkinan pendekatan yang sama seperti uji Bartlett untuk memeriksa homogenitas varians dalam analisis univariat.

Perumusan hipotesis nol adalah sebagai berikut :

H_0 = Semua kelompok memiliki matriks kovarians yang sama

H_1 = Setidaknya ada satu pasangan matriks kovarians yang berbeda.



Rumus untuk menghitung Uji Statistik Box's M untuk memastikan homogenitas dari data yang akan digunakan sebagai berikut :

$$M = -2 \sum_{i=1}^k v_i \ln \ln |S_i| + v \ln \ln |S| \quad (3)$$

dengan :

- k = Jumlah kelompok yang akan dibandingkan
- i = Indeks kelompok yang akan dihitung
- S_i = Matriks kovarians dari kelompok ke- i
- v = Total derajat kebebasan dalam uji Box's M
- $|S_i|$ = Matriks kovarians gabungan
- v_i = Derajat kebebasan untuk kelompok ke- i

Karena distribusi dari Box's M dengan menggunakan chi-square secara langsung, faktor koreksi diperlukan agar membandingkan dengan distribusi chi-square. Faktor koreksi tersebut dapat dihitung sebagai berikut :

$$C = 1 - \frac{(2p^2 + 3p - 1)}{6(p + 1)(k - 1)} \left(\sum_{i=1}^k \frac{1}{v_i} - \frac{1}{v} \right) \quad (4)$$

Dengan :

- p = jumlah variabel dalam analisis
- k = jumlah kelompok yang dianalisis

Jika ingin mengetahui berapa signifikan hasil uji asumsi nilai kritis pada tabel distribusi chi-square dibandingkan dengan hasil shi-square ini. Jika p-value lebih dari 0.05 maka hipotesis matriks dianggap homogen dan asumsi terpenuhi. Sebaliknya jika p-value kurang dari atau sama dengan 0.05, maka hipotesis nol ditolak, yang menunjukkan bahwa matriks kovarians tidak homogen.

2.3 Uji Normalitas Multivariate (Mardia Statistik)

Uji Mardia digunakan untuk menguji normalitas multivariat yaitu asumsi bahwa data dalam analisis multivariat mengikuti distribusi normal multivariat. Uji ini penting dalam berbagai metode analisis statistik.

Dalam analisis multivariat, banyak metode statistik mengasumsikan bahwa data berasal dari distribusi normal multivariat. Jika asumsi ini tidak terpenuhi, maka hasil uji statistik bisa menjadi tidak valid, terutama dalam hal signifikansi dan keandalan inferensi. Oleh karena uji Mardia digunakan untuk mengevaluasi apakah data memenuhi asumsi normalitas multivariat atau tidak.

Uji Mardia ada dua komponen :

- Uji Mardia Skewness (Asimetri Mardia)

Digunakan untuk menguji keberadaan asimetri dalam distribusi data dengan rumus dasar

$$b_{1,p} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \cdot \sum_{j=1}^n (d_{ij}^3) \quad (5)$$



Di mana :

d_i^2 = jarak Mahalanobis dari observasi ke-i terhadap rata-rata data.

p = jumlah variabel independen dalam analisis

- Uji Mardia's Kurtosis (Asimetri Mardia)

Uji Mardia's Kurtosis adalah bagian multivariate normality yang mengevaluasi, apakah suatu kumpulan data menjadi distribusi normal multivariate, terutama dari sisi kurtosis (keruncingan).

Rumus Mardia Kurtosis :

$$b_{2,p} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n [(x_i - \bar{x})^T S^{-1} (x_i - \bar{x})]^2 \quad (6)$$

Keterangan:

n = jumlah observasi

p = jumlah variabel

x = vektor observasi ke-i

\bar{x} = rata-rata vektor variabel

S = matriks kovarians sampel (p × p)

S^{-1} = invers dari matriks kovarians

Ekspresi $(x_i - \bar{x})^T S^{-1} (x_i - \bar{x})$ disebut jarak Mahalanobis kuadrat

Artinya, kita menghitung normal multivariat, maka:

$$E[b_{2,p}] = p(p + 2)$$

Di mana:

- $b_{2,p}$ = nilai kurtosis Mardia
- p = jumlah variabel dependen

Jika $b_{2,p}$ jauh lebih besar dari $p(p+2)$, maka data kemungkinan tidak normal secara multivariat khususnya mengandung kurtosis berlebih (leptokurtik), dengan interpretasi Hasil signifikan jika p-value diatas 0.05 atau dapat dikatakan ada hubungan antar variabel.

2.4 Uji PCA

PCA (Principal Component Analysis) dapat diintegrasikan dalam analisis RM MANOVA (Repeated Measures Multivariate Analysis of Variance) Untuk mengatasi kompleksitas dimensi dan kolerasi antar variabel dalam pengukuran berulang.

Prosesnya melibatkan beberapa tahap :

- **Standardisasi Data** : Mengubah variabel ke skala yang sama untuk menghindari dominasi variabel dengan varians besar.
- **Perhitungan Matriks** : Menghitung hubungan antar variabel dependen di seluruh pengukuran berulang
- **Ekstraksi komponen** : Mengidentifikasi kombinasi linear variabel asli yang menangkap varians maksimum



- **Pemilihan Komponen** : Memilih sejumlah komponen utama berdasarkan kriteria eigenvalue atau presentase varians yang dijelaskan.
 - **Analisis MANOVA pada Skor Komponen** : Melakukan analisis MANOVA pada skor komponen utama, bukan variabel asli
- Standarisasi Data
- Menghitung Matriks Kovarians/Korelasi menggunakan rumus :

$$\Sigma = \frac{1}{n-1} X^T X \quad (7)$$

Gunakan matriks kovarians (Σ) jika variabel berskala sama

Gunakan matriks korelasi (R) jika variabel terstandarisasi atau berskala berbeda

- Dekomposisi Eigen
Di mana rumus untuk eigenvector

$$PC_k = Z_{vk} \quad (8)$$

PC1 : Komponen dengan varians terbesar (eigenvalue terbesar)

PC2 : Komponen dengan varians terbesar kedua

- Seleksi Komponen
- Pilih komponen dengan eigenvalue > 1 (Kaiser's rule) atau yang menjelaskan $> 80-90\%$ varians kumulatif
 - Hitung proporsi varians yang dijelaskan

$$\text{Proporsi Varians} = \frac{\lambda_k}{\sum_{j=1}^p \lambda_j} \quad (9)$$

- Jika Hasil PCA PC1 dan PC2 menjelaskan $>80\%$ varians, Dimensi bisa reduksi tanpa kehilangan informasi signifikan
- Hasil PCA : Kelompok terpisah jelas di plot : maka hasil signifikan MANOVA,
- Loading tinggi pada variabel X di PC1 : Variabel X berkontribusi besar terhadap perbedaan antar kelompok
- Eigenvalue ~ 0 : Ada multikolinieritas, dan harus di pertimbangkan reduksi variabel.

Dengan menggabungkan MANOVA dan PCA Anda mendapatkan baik signifikan statistik (dari MANOVA) maupun wawasan struktural data (dari PCA).

2.5 Repeated-Measures MANOVA (RM-MANOVA)

Repeated Measures MANOVA adalah metode statistik yang diterapkan untuk menganalisis data dengan pengukuran berulang pada setiap subjek. Ini berguna untuk mengevaluasi apakah ada perbedaan antara kondisi atau waktu dalam satu atau lebih variabel dependen, sambil mempertimbangkan korelasi antar pengukuran dalam subjek yang sama. RM Manova dapat digunakan jika *sphericity* atau uji independensi tidak terpenuhi. Sebelum menggunakan uji RM Manova rumuskan hipotesis uji sebagai berikut.:

H_0 = Tidak ada perbedaan yang signifikan dalam variabel antara waktu atau kondisi

H_1 = Ada setidaknya satu perbedaan yang signifikan dalam variabel dependen antara waktu atau kondisi

Setelah melakukan hipotesis dirumuskan terdapat beberapa asumsi yang harus dipenuhi yakni normalitas



multivariat, homogenitas kovarians, *sphericity* atau independensi observasi. Setelah seluruh asumsi terpenuhi, dilakukan perhitungan statistik dalam RM MANOVA dengan mempertimbangkan matriks kovarians antar waktu serta uji signifikansi menggunakan Wilk's Lambda adalah rasio determinan dari matriks jumlah kuadrat dan hasil kali error (E) terhadap determinan dari matriks. Dalam menentukan uji statistik yang digunakan untuk menentukan signifikansi perbedaan antara kelompok Wilks' Lambda Statistik utama dalam MANOVA yang menguji perbedaan antar kelompok, Pillai's Trace yaitu Alternatif jika asumsi MANOVA tidak terpenuhi. Hotelling Trace Digunakan jika ada dua kelompok perbandingan, Roy's Largest Root Digunakan dalam kasus tertentu.

Dengan rumus :

$$\Lambda = \frac{|E|}{|H|+|E|} \quad (10)$$

dengan

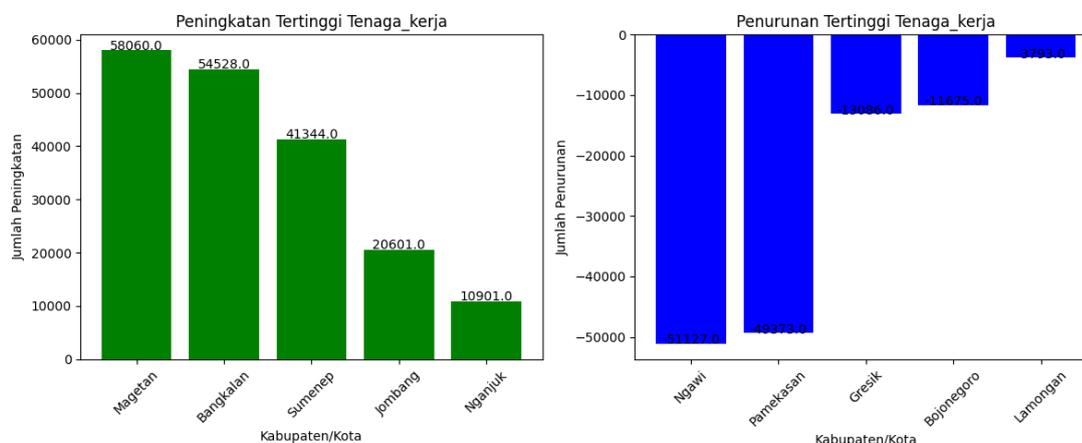
E = Matriks Error (residual)

H = Matriks Hipotesis

Wilk's Lambda kecil (mendekati 0) akan menunjukkan terdapat perbedaan signifikan antar kelompok. Sementara itu, Wilk's Lambda besar (mendekati 1) akan menunjukkan tidak ada perbedaan signifikan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada Bagian ini, akan disajikan hasil analisis data berdasarkan uji statistik yang telah dilakukan Analisis bertujuan menguji hubungan antar variabel, homogenitas varians serta normalitas data yang digunakan dalam penelitian. Berbagai uji statistik seperti Bartlett's Test, Statistik Box's M Test, Mardia's Test, Levene's Test, sampai pada uji MANOVA One-Way diterapkan untuk memastikan keabsahan data sebelum dilakukan analisis lebih lanjut. Selain itu, visualisasi berupa boxplot digunakan untuk menggambarkan distribusi data dari masing-masing variabel. Hasil pengujian ini akan menjadi dasar dalam menarik kesimpulan terkait pola dan hubungan yang terdapat dalam data penelitian.



Grafik di atas menunjukkan 5 daerah dengan peningkatan dan penurunan tenaga kerja tertinggi di Jawa Timur. Pada grafik kiri (hijau). Magetan mencatat peningkatan tenaga kerja tertinggi sekitar 58.060 pekerja diikuti oleh Bangkalan, Sumenep, Jombang dan Nganjuk Sementara itu, grafik kanan (biru), menampilkan daerah dengan



penurunan tenaga kerja tertinggi, dimana Ngawi mengalami penurunan terbesar sekitar -51.372 pekerja, diikuti oleh Pamekasan, Gresik, Bojonegoro dan Lamongan. Grafik tersebut memberikan gambaran daerah yang mengalami pertumbuhan dan penurunan signifikan dalam jumlah tenaga kerja industri.

3.1 Uji Asumsi Normalitas (Bartlett)

Uji Bartlett dilakukan untuk mengevaluasi apakah variabel yang diuji memiliki hubungan satu sama lain atau tidak. Hasil dari uji Bartlett menunjukkan nilai statistik Chi-square sebesar 1498.6139 dengan derajat kebebasan 6.0 dan p-value = 0.0000. Karena p-value lebih kecil dari 0.05, maka H_0 ditolak, yang berarti terdapat hubungan antara variabel-variabel yang diuji (tidak independen). Dengan demikian, analisis lebih lanjut diperlukan untuk memahami hubungan ini lebih dalam.

Tabel 1. Hasil Uji Asumsi Normalitas (Bartlett)

Metode	Hasil
Statistik Chi-Square Bartlett	1498.6139
Derajat Kebebasan	6.0
P-Value	0.000

3.2 Uji Statistik Box's M

Uji Box's M digunakan untuk menguji apakah variabel-variabel independen memiliki kovarians yang sama. Disini hasil uji menunjukkan statistik Box's M sebesar 0.9981, derajat kebebasan 6.0, dan p-value = 0.9857. Karena p-value jauh lebih besar dari 0.05, maka artinya gagal menolak H_0 . Dimana variabel-variabel independen memiliki kesamaan kovarians yang cukup untuk analisis lebih lanjut.

Tabel 2. Hasil Uji Box's M

Metode	Hasil
Statistik Box's M	0.998148960
Derajat Kebebasan	6.0
P-Value	0.9856823

3.3 Uji Normalitas Multivariat (Mardia's Test)

Uji normalitas dilakukan menggunakan Mardia's Skewness dan Mardia's Kurtosis :

- 1) Mardia's Skewness : Nilai statistik 11.1092 dengan p-value 0.9433. Skewness dalam konteks ini mengukur sejauh mana distribusi data memiliki kemiringan yang tidak simetris. Jika data mengikuti distribusi normal multivariat, maka nilai skewness seharusnya tidak terlalu besar, dan p-value yang dihasilkan harus lebih



besar dari 0.05 agar dapat menyimpulkan bahwa tidak ada penyimpangan signifikan dari normalitas. Pada hasil ini, p-value 0.9433 jauh lebih besar dari 0.05, yang berarti gagal menolak H_0 . Dengan kata lain, tidak terdapat bukti kuat bahwa data memiliki kemiringan yang menyimpang dari normalitas multivariat.

- 2) Mardia's Kurtosis : Nilai statistik -20.0533 dengan p-value 1.0000. Pada hasil ini, p-value 1.0000 menunjukkan bahwa tidak ada indikasi signifikan dari penyimpangan kurtosis terhadap normalitas multivariat. Karena p-value sangat tinggi, maka gagal menolak H_0 , yang berarti data memiliki karakteristik distribusi normal dimana pola distribusi tersebar secara merata dan tidak menunjukkan adanya keanehan seperti outlier ekstrim atau distribusi yang condong ke satu sisi.

Tabel 3. Hasil Uji Normalitas Multivariat

Metode	Hasil	P-Value
Mardia's Skewness	11.1092	0.9433
Derajat Kebebasan	-20.0533	1.000

3.4 Uji PCA (Principal Components)

Komponen Utama dalam PC1 dan PC2 berhasil mengekstraksi informasi dari data asli.

PC1 mendominasi dengan menjelaskan 99.84% varians data ($\text{explained_variance_ratio}(0) = 0.99837937$)

PC2 hanya menjelaskan 0.15% varians : ($\text{explained_variance_ratio}(1) = 0.00149764$)

Observasi	PC1	PC2	Kabupaten_Kota	Tahun
1	0.167148	-0.019806	Pacitan	0
2	0.180555	-0.021536	Pacitan	1
3	-1.199348	0.011546	Ponorogo	0
4	-1.186996	0.010955	Ponorogo	1
5	1.888251	-0.066930	Trenggalek	0

Interpretasi :

Pacitan : Nilai PC1 positif dan stabil antar tahun.

Ponorogo : Nilai PC1 negatif dan stabil antar tahun

Trenggalek : Nilai PC1 sangat positif (paling ekstrem)

- Menampilkan eigenvector

PCA	Perusahaan	Tenaga_kerja	Investasi	Nilai_produksi
PC1	0.500	0.500	0.500	0.499
PC2	-0.263	-0.289	-0.313	0.866



Interpretasi :

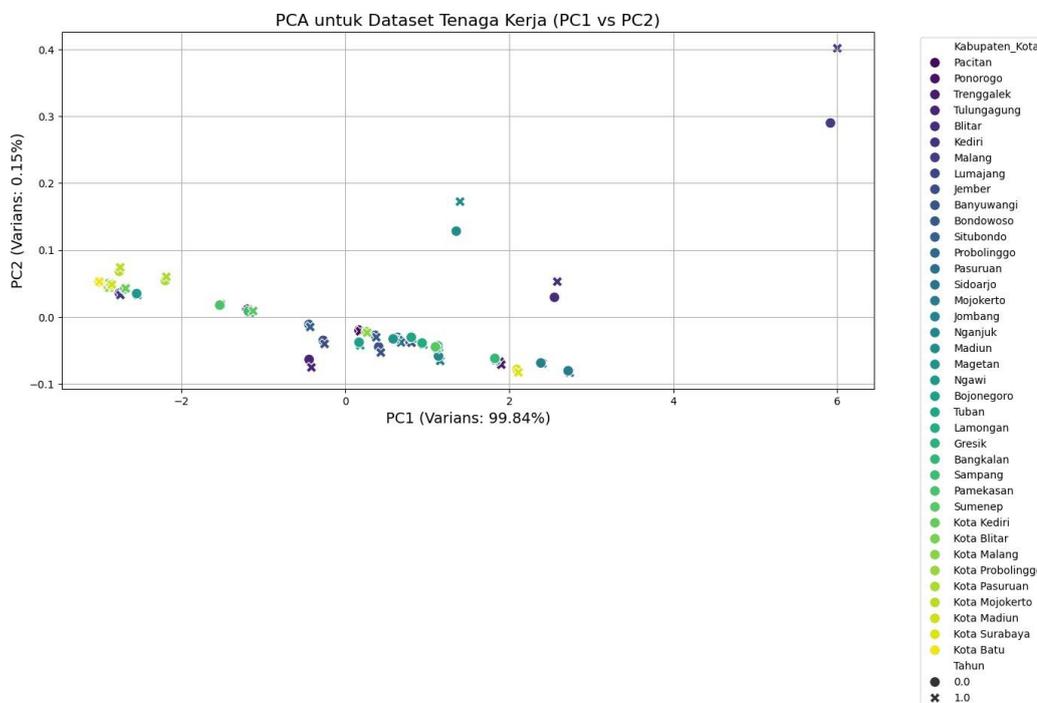
PC1 (Komponen Utama Pertama)

- Semua variabel (Perusahaan, Tenaga_kerja, Investasi dan Niai_produksi) memiliki bobot hampir sama dan positif
- Ini menunjukkan bahwa PC1 menangkap variasi umum dari semua variabel. Bisa dianggap sebagai semacam ukuran umum aktivitas ekonomi.

PC2 (Komponen Utama Kedua)

- Variabel **Nilai Produksi** punya bobot positif yang dominan (0.866), sedangkan tiga variabel lainnya negatif
- Ini menunjukkan bahwa PC2 memisahkan Nilai Produksi dari variabel lainnya sehingga bisa diartikan sebagai dimensi yang membedakan nilai produksi terhadap jumlah perusahaan, tenaga kerja, dan Investasi.
- Menampilkan Visualisasinya

Visualisasi ini menampilkan hasil Principal Component Analysis (PCA) dalam bentuk scatter plot 2D antara PC1 (Principal Component 1) dan PC2 (Principal Component 2) untuk data tenaga kerja diberbagai kabupaten/kota



Kesimpulan Interpretasi Visual :

PC1 sangat dominan (99.84%)

- Hampir Seluruh informasi dari datasets tenaga kerja dijelaskan oleh PC1
- Variabel seperti jumlah perusahaan, tenaga kerja, investasi dan nilai produksi berkontribusi secara seragam terhadap PC1

Sebaran data utama di sepanjang sumbu X (PC1)

- Titik (Kabupaten/Kota) tersebar luas secara horizontal, menunjukkan variasi nyata antar wilayah
- Wilayah dengan nilai PC1 tinggi kemungkinan memiliki aktivitas ekonomi lebih besar.

PC2 tidak banyak menjelaskan variasi (0.15%)

- Sebaran data pada sumbu Y (PC2) relatif sempit



- Perbedaan antar titik PC2 hanya mencerminkan variasi kecil yang tidak signifikan secara keseluruhan Polanya menunjukkan kemiripan antar beberapa wilayah
- Ada kecenderungan klaster wilayah dengan karakteristik serupa (secara ekonomi) yang muncul berdekatan di plot (visualisasinya)

Tanda titik (bulat dan silang) menunjukkan dimensi waktu (tahun)

- Jika diperhatikan lebih lanjut, bisa terlihat apakah terjadi perubahan posisi antar tahun (perubahan kondisi antar waktu)
- Loading Faktor

Loading faktor yang menunjukkan seberapa besar kontribusi atau pengaruh tiap variabel asli terhadap komponen utama. Semakin besar nilai absolutnya, semakin penting peran variabel tersebut dalam membentuk PC1. Nilai positif/negatif menunjukkan arah kontribusi, tetapi besarnya (absolut) yang lebih penting untuk interpretasi pengaruh

Variabel	PC1	Abs_PC1
Perusahaan	0.500278	0.500278
Investasi	0.500227	0.500227
Tenaga_kerja	0.500214	0.500214
Nilai produksi	0.499286	0.499286

Interpretasi Utama :

Semua variabel memberikan kontribusi hampir seimbang PC1, dengan nilai sekitar 0.5

“Perusahaan” memberikan kontribusi tertinggi terhadap PC1 diikuti sangat dekat oleh “Investasi” dan “Tenaga_kerja”.

Perbedaan antar loading sangat kecil – menunjukkan PC1 adalah gabungan seimbang dari semua variabel, bukan didominasi satu saja.

3.5 Uji Repeated-Measures MANOVA ONE WAY

One-Way Repeated Measures Manova (RM MANOVA One - Way) adalah metode statistik yang digunakan untuk menguji perbedaan lebih dari satu variabel dependen dalam satu faktor independen di mana pengukuran dilakukan berulang kali pada subjek yang sama.

Tabel 5. Hasil Uji Multivariat dalam RM MANOVA

Factor	Value	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
Wilks's lambda	0.8015	4.0000	33.000	2.0427	0.1111
Pillai's trace	0.1985	4.0000	33.000	2.0427	0.1111



Hotelling- Lawley trace	100.0359	4.0000	33.000	2.0427	0.1111
-------------------------------	----------	--------	--------	--------	--------

Hasil analisis dari Uji RM MANOVA menunjukkan bahwa p-value dari Tahun yaitu 0.1110869561 jauh lebih besar $\alpha = 0.05$. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa tidak signifikan dalam jumlah tenaga kerja. Berdasarkan tahun dengan subjek Kabupaten/Kota.

KESIMPULAN

Penelitian ini menganalisis jumlah perusahaan, tenaga kerja, investasi dan nilai produksi pada sektor industri di Provinsi Jawa Timur menurut kabupaten/kota selama tahun 2017-2018 dengan menggunakan metode *Repeated Measures* MANOVA (RM MANOVA). Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan signifikan antar tahun, yang mengindikasikan adanya pertumbuhan industri di beberapa wilayah, namun tidak merata di seluruh kabupaten/kota.

Hasil analisis juga menunjukkan bahwa setiap kabupaten/kota memiliki pola pertumbuhan yang berbeda. Beberapa daerah dengan basis industri yang kuat mengalami peningkatan signifikan dalam jumlah perusahaan, tenaga kerja, investasi dan nilai produksi, sedangkan daerah lain menunjukkan pertumbuhan yang lebih lambat. Selain itu, ditemukan interaksi signifikan antara tahun dan kabupaten kota yang menunjukkan bahwa perubahan dalam variabel-variabel yang diamati tidak seragam di seluruh wilayah Jawa Timur.

Uji asumsi RM MANOVA menunjukkan bahwa Uji Box's M mengindikasikan ketidakhomogenan matriks kovarians, namun analisis tetap dapat dilakukan dengan koreksi yang sesuai. Sementara itu, Uji Mardia menunjukkan bahwa data tidak sepenuhnya memenuhi asumsi normalitas multivariat, namun masih dapat dianalisis dengan pendekatan yang tepat.

Berdasarkan hasil penelitian ini, disarankan agar pemerintah daerah mengoptimalkan kebijakan pemerataan pertumbuhan industri di seluruh kabupaten/kota di Jawa Timur. Selain itu, kebijakan berbasis data perlu diterapkan untuk meningkatkan investasi dan produktivitas tenaga kerja di daerah dengan pertumbuhan rendah. Dengan strategi yang tepat, pertumbuhan industri di Jawa Timur dapat lebih merata dan berkelanjutan di seluruh wilayah.



DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hair, J, F, Black, W, C., Babin B, J & Anderson, R, E (2019). *Multivariate Data Analysis* (8th ed). Cengage Learning
[Multivariate Data Analysis - Joseph F. Hair, William C. Black, Barry J. Babin, Rolph E. Anderson - Google Buku](#)
- [2] George, D., & Mallery, P (2023) *Repeated-Measures MANOVA*. Dalam G.L.M.: *Repeated-Measures MANOVA* (hal 26). Taylor & Francis
<https://www.taylorfrancis.com/chapters/mono/10.4324/9781032622156-26/repeated-measures-manova-darren-george-paul-mallery>
- [3] *Statistik Multivariat: Analisis Anova, Manova, Ancova, Mancova, Reapted Measures dengan Aplikasi Excel dan SPSS* (2024). Perpustakaan Universitas Sumatera Utara.
<https://library.usu.ac.id/en/portfolio/statistik-multivariat-analisis-anova-manova-ancova-mancova-repeated-measures-dengan-aplikasi-excel-dan-spss/>
- [4] Statology. (2020). How to Perform Multivariate Normality Test in R
<https://real-statistics.com/multivariate-statistics/boxs-test/boxs-test-basic-concepts/>
- [5] Indarini Dwi Pursitasari, Bibit Harianto, Sinta Srie Wulan, Dody Hermanto, Didit Ardianto (2024), *Multivariate Analysis of Variance (MANOVA) in the Field of Health and Mathematics and Natural Sciences Educations*, *jurnal Ilmiah Kanderang Tingang* (2024), Vol. 15. No 1
<https://doi.org/10.37304/jikt.v15i1.307>
- [6] Bilson Simamora(2025), *ANALISIS MULTIVARIAT PEMASARAN* (hal 4), PT Gramedia Pustaka Utama
https://books.google.co.id/books?hl=en&lr=&id=MTrAB756b8C&oi=fnd&pg=PR11&dq=analisis+multivariat+dengan+pendekatan+regresi+berganda+jakarta+pt+gramedia&ots=NfTvVCrfJW&sig=wcijYEdlKp1JJPP4-WkvVuj_64k&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false
- [7] Sarah Friedrich, Frank Konietschke, Markus Pauly, *Analysis Data and Measures Designs with the R Packages MANOVA RM*, *jurnal universitas lambung mangkurat*, (2018), January 25 2018
<https://doi.org/10.48550/arXiv.1801.08002>
- [8] Ricard A Armstrong, *Recommendations for analysis of repeated-measures designs: testing and corrections for sphericity and use of MANOVA and mixed model analysis*, (2017) ,*Ophthalmic and Physiological Optics*, p. 585-593, Volume 37, Issue 5
<https://doi.org/10.1111/opo.12399>
- [9] Esta Dewi Anggita, Abdul Hoyyi, Agus Rusgiyono, Departemen Statistika, FSM, Universitas Diponegoro Indonesia, *ANALISIS STRUCTURAL EQUATION MODELLING PENDEKATAN PARTIAL LEAST SQUARE DAN PENGELOMPOKKAN DENGAN FINITE DAN MIXTURE PLS (FIMIX-PLS) (Studi Kasus: Kemiskinan Rumah Tangga di Indonesia 2017)*, *jurnal Gaussian* ,(2019), vol 8, No 1
<https://doi.org/10.14710/j.gauss.8.1.35-45>
- [10] Fikri Eka Pambudi, Amanda Nur Cahyawati, Sylvie Indah Kartika Sari, *IDENTIFIKASI FAKTOR-FAKTOR MOTIVASI DAN KEPUASAN KERJA KARYAWAN MENGGUNAKAN PENDEKATAN ANALISIS*



STATISTIK MULTIVARIAT,(2025),*Jurnal Rekayasa Sistem & Manajemen Industri*, Vol 3 No 1

<https://jrsmi.ub.ac.id/index.php/jrsmi/article/view/160>

[11] Ani Apriani (2016), “UJI MULTIVARIATE ANALYSIS OF VARIANCE (MANOVA) UNTUK MENGETAHUI PENGARUH PEMEKARAN WILAYAH TERHADAP PERKEMBANGAN LUAS AREA TERBANGUN PERMUKIMAN (STUDI KASUS DI KOTA KOTAMOBAGU SULAWESI UTARA)”, *Prosiding Seminar Nasional ReTII. Ke-10 2015*

<https://journal.itny.ac.id/index.php/ReTII/article/view/175>