

Pengaruh Tipe Mobil Terhadap Harga dan Kapasitas Mesin di Belarus Dengan Pendekatan Manova

Natasya Liana Putri¹, Muhammad Zulfadhli^{2*}, Melita Handayani³, Amara Luzumi Sabila Haque⁴

^{1,3,4}Program Studi Sarjana Terapan Statistika Bisnis, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Indonesia

²Departemen Statistika, Fakultas Sains dan Analitika Data, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Indonesia

Article Info

Article history:

Received month dd, yyyy

Revised month dd, yyyy

Accepted month dd, yyyy

Keywords:

Harga mobil

Kapasitas mesin

LSD

MANOVA

Tipe bodi mobil

ABSTRACT

Pola konsumsi kendaraan bermotor di Belarus menunjukkan kecenderungan konsumtif yang dipengaruhi oleh preferensi terhadap desain bodi mobil. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh tipe bodi mobil terhadap dua variabel metrik, yaitu harga dan kapasitas mesin, menggunakan pendekatan Multivariate Analysis of Variance (MANOVA) satu arah. Analisis dilakukan dengan pengujian asumsi meliputi normalitas multivariat, korelasi independensi, dan homogenitas matriks varians-kovarians. Hasil menunjukkan bahwa terdapat pengaruh signifikan tipe bodi mobil terhadap kombinasi harga dan kapasitas mesin. Uji LSD menunjukkan bahwa perbedaan kapasitas mesin signifikan terjadi antara hatchback dengan tipe lainnya, namun tidak terdapat perbedaan signifikan harga antar tipe mobil. Studi ini menggarisbawahi pentingnya desain bodi dalam strategi produksi dan pemasaran kendaraan di kawasan Eropa Timur.

This is an open access article under the [CC BY-SA](#) license.



Corresponding Author:

Muhammad Zulfadhli
Departemen Statistika, Fakultas Sains dan Analitika Data
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
60111 Sukolilo, Surabaya, Indonesia
Email: muhammadzulfadhli23@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Pertumbuhan industri otomotif di Eropa Timur, khususnya Belarus, telah menunjukkan perkembangan pesat dalam dua dekade terakhir. Belarus secara strategis memanfaatkan posisinya sebagai penghubung antara Rusia dan pasar Eropa, yang mendorong industrialisasi dalam sektor manufaktur, termasuk otomotif [1]. Data perdagangan menunjukkan bahwa pada tahun 2021, sekitar 12,3% ekspor utama Belarus ke Uni Eropa berasal dari sektor transportasi, dengan pertumbuhan tertinggi pada mobil penumpang yang meningkat tujuh kali lipat sejak awal 1990-an [2].

Dalam konteks pembangunan industri tersebut, perubahan preferensi konsumen menjadi faktor penting yang memengaruhi strategi desain produk. Salah satu elemen desain yang sangat menentukan preferensi dan perilaku konsumen adalah tipe bodi mobil (body type), yang tidak hanya bersifat estetika, tetapi juga memengaruhi performa aerodinamis, efisiensi bahan bakar, dan kenyamanan berkendara [3,4]. Beberapa studi menyebutkan bahwa dimensi dan struktur bodi mobil berkorelasi dengan kapasitas mesin dan harga jual, yang pada akhirnya berdampak pada daya saing pasar [5,6].

Harga kendaraan sendiri merupakan hasil kombinasi dari berbagai faktor termasuk biaya produksi, fitur teknis, strategi pemasaran, serta persepsi merek [7,8]. Sementara itu, kapasitas mesin—yang sering diasosiasikan dengan performa—berkaitan erat dengan kebutuhan konsumen terhadap efisiensi energi dan kekuatan kendaraan, terutama di wilayah yang memiliki beragam kondisi geografis [9,10]. Pengetahuan mengenai keterkaitan antara tipe bodi dengan harga dan kapasitas mesin mobil dapat membantu pelaku industri dalam menetapkan kebijakan produksi, segmentasi pasar, dan strategi ekspor.

Dalam pengujian hubungan antara satu variabel kategorik dengan satu variabel metrik dapat menggunakan ANOVA [11]. Sedangkan pengujian hubungan antara satu variabel kategorik dengan lebih dari satu variabel metrik, pendekatan Multivariate Analysis of Variance (MANOVA) dianggap lebih informatif dibanding ANOVA univariat terpisah. MANOVA mempertimbangkan interkorelasi antar variabel dependen sehingga dapat meningkatkan kekuatan uji dan menghindari inflasi tingkat kesalahan tipe I [12,13]. MANOVA telah banyak digunakan dalam studi transportasi dan teknik untuk mengevaluasi perbedaan karakteristik teknis dan ekonomi berdasarkan kelas kendaraan, jenis bahan bakar, maupun wilayah produksi [14,15]. Namun, penting untuk dicatat bahwa analisis MANOVA memiliki beberapa asumsi penting yang harus dipenuhi, seperti normalitas multivariat, independensi observasi, dan homogenitas matriks varians-kovarians [16,17]. Kegagalan memenuhi asumsi-asumsi ini dapat mengakibatkan bias dalam interpretasi hasil.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh tipe bodi mobil terhadap dua variabel penting dalam industri otomotif yaitu harga dan kapasitas mesin mobil di Belarus. Pendekatan MANOVA satu arah digunakan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan signifikan secara simultan dalam kedua variabel tersebut berdasarkan kategori tipe bodi mobil (universal, SUV, sedan, dan hatchback). Dengan menggunakan data sekunder dari portal *Kaggle* dan memverifikasi asumsi statistik yang relevan, penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi terhadap pemahaman ilmiah dalam bidang analisis pasar otomotif dan metodologi statistik terapan.

2. METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif eksplanatori dengan metode cross-sectional. Tujuan utamanya adalah untuk menguji pengaruh tipe bodi mobil terhadap dua variabel dependen yaitu harga mobil dan kapasitas mesin di negara Belarus. Metode utama yang digunakan adalah Multivariate Analysis of Variance (MANOVA) satu arah.

2.1. MANOVA

Model umum MANOVA satu arah dapat dituliskan sebagai berikut:

$$X_{ijk} = \mu_k + \tau_{ik} + \varepsilon_{ijk} \quad (1)$$

Keterangan:

X_{ijk} : nilai pengamatan variabel dependen ke m dari ulangan ke j yang memperoleh variabel independen ke- i

μ_k : nilai rata-rata umum sesungguhnya dari variabel dependen ke- k

τ_{jk} : pengaruh dari variabel independen ke- j terhadap variabel dependen ke- m

ε_{ijk} : pengaruh galat (*error*) yang muncul pada pengukuran Y_{ijk}

Hipotesis:

$H_0 : \tau_1 = \dots = \tau_m = 0$ (variabel dependen tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap variabel independen)

$H_1 : \text{Minimal ada 1 } \tau_k \neq 0, \text{ dimana } k = 1, 2, \dots, m$ (Minimal ada satu variabel dependen yang memberikan pengaruh terhadap variabel independen)

Taraf Signifikan yang digunakan sebesar α yakni 5%

Daerah Penolakan :

H_0 ditolak apabila H_0 jika $F > F_{1-\alpha}(\text{dbr}, \text{dbg})$ atau $p\text{-value} < \alpha$

Statistik Uji :

Rumus perhitungan statistik uji adalah [18] sebagai berikut.

$$F = \frac{|W|}{|B+W|} \quad (2)$$

$$B = \sum_{t=1}^g n_t (x_t - \bar{x})(x_t - \bar{x})' \quad (3)$$

$$W = \sum_{t=1}^g \sum_{j=1}^{n_t} (x_{tj} - \bar{x}_t)(x_{tj} - \bar{x}_t)' \quad (4)$$

dimana $j = 1, 2, \dots, p$ dan $t = 1, 2, \dots, g$

Keterangan :

B : Matriks Jumlah Kuadrat Perlakuan

W : Matriks Jumlah Kuadrat Galat

n_t : Jumlah observasi dalam grup ke- t .

$\bar{x}$: Rata-rata vektor keseluruhan

$\bar{x}_t$: Rata-rata vektor dari grup ke- t .

Setelah uji MANOVA dilakukan, apabila ditemukan pengaruh yang signifikan, maka dilanjutkan dengan uji perbandingan berganda *Least Significant Difference* (LSD) untuk mengetahui pasangan kelompok mana yang memiliki perbedaan nyata [19].

2.2. LSD

Uji LSD (*Least Significance Different*) yakni uji yang digunakan untuk menentukan apakah rata-rata dua perlakuan berbeda secara statistik atau tidak dengan kata lain uji beda nyata terkecil (BNt) [19].

Hipotesis:

$H_0 : \mu_k = \mu_l$

$H_1 : \mu_k \neq \mu_l$

Taraf Signifikan yang digunakan sebesar α yakni 5%

Daerah Kritis : H_0 ditolak apabila H_0 jika $T > T_{\alpha, \text{db galat}}$ atau $p\text{-value} < \alpha$ sebesar 5%

Statistik Uji :

a. Menghitung LSD

Berikut adalah rumus dalam menghitung LSD [20].

$$\text{LSD} = t_{\frac{\alpha}{2}, \text{dbgalat}} \times \sqrt{\left(\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2}\right) \times \text{MSE}} \quad (5)$$

dengan $t_{\frac{\alpha}{2}, \text{dbgalat}}$ = tabel distribusi t dengan tingkat signifikan α dan derajat bebas galat [20].

$$\text{MSE} = \sqrt{KTG_{\text{efektif}} \left(\frac{2}{\alpha} + \frac{v}{\alpha(\alpha-1)(v-1)} \right)} \quad (6)$$

b. Menghitung rata-rata tiap perlakuan

c. Mengurutkan rata-rata tiap perlakuan dari yang terkecil sampai dengan yang terbesar

d. Membandingkan selisih dua rata-rata perlakuan dengan nilai LSD, apabila lebih dari nilai LSD maka memiliki pengaruh yang berbeda sedangkan apabila kurang dari nilai LSD maka memiliki pengaruh yang sama

Dimana inti dari pengujian ini adalah membandingkan selisih dua rata-rata perlakuan dengan nilai LSD, apabila nilai statistik uji lebih besar daripada LSD artinya memiliki pengaruh yang berbeda sedangkan apabila nilai statistik uji lebih kecil dari LSD artinya memiliki pengaruh yang sama.

2.3. Sumber Data

Pada penelitian ini, data yang digunakan adalah tipe bodi mobil sebagai kemudian harga mobil dan kapasitas mesin mobil masing-masing sebanyak 60 data di Belarus (Eropa Barat) yang merupakan jenis data sekunder diperoleh melalui *website* resmi *kaggle* [21].

2.4. Variabel Penelitian

Berikut adalah variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

Table 1. Variabel Penelitian

Variabel	Keterangan	Skala	Satuan
Y ₁	Harga Mobil	Rasio	USD
Y ₂	Kapasitas mesin Mobil	Rasio	Liter
X	Tipe Bodi Mobil 1. Universal 2. SUV 3. Sedan 4. Hatchback	Nominal	-

2.5. Definisi Operasional

Variabel yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

2.5.1. Harga Mobil (Y₁)

Harga adalah sejumlah uang yang dibutuhkan untuk mendapat sejumlah kombinasi dan barang beserta pelayanannya atau dapat didefinisikan secara luas harga sebagai jumlah nilai yang ditukarkan konsumen untuk keuntungan memiliki dan menggunakan produk atau jasa yang memungkinkan perusahaan mendapatkan laba yang wajar dengan cara dibayar untuk nilai pelanggan yang diciptakannya. Hal ini menandakan bahwa harga mobil adalah sejumlah uang/ nilai yang dikeluarkan konsumen untuk memperoleh suatu produk yakni mobil [7].

2.5.2. Kapasitas Mesin Mobil (Y₂)

Kapasitas adalah kemampuan pembatas dari unit produksi untuk memproduksi dalam waktu tertentu, dan biasanya dinyatakan dalam bentuk keluaran (*output*) per satuan waktu, tetapi kapasitas adalah konsep, karena harus dihubungkan dengan sejauh mana suatu peralatan digunakan sedangkan mesin adalah input dalam proses produksi yang membutuhkan energi untuk menjalankan aktivitas proses produksi. Sehingga dapat dikatakan kapasitas mesin mobil adalah kemampuan pembatas dari unit produksi mobil yang dihasilkan dari kerja piston pada silinder mesin pembakaran untuk beroperasi [9].

2.5.3. Tipe Mobil (X)

Tipe atau Bodi kendaraan adalah salah satu bagian penting pada kendaraan selain dari mesin atau penggerak kendaraan dan juga frame atau rangka kendaraan karena bodi akan mempengaruhi laju kendaraan dan secara tidak langsung bodi akan berpengaruh pada pemakaian bahan bakar salah satunya mobil. Bodi mobil merupakan bagian dari kendaraan mobil yang dapat dilihat langsung yang berupa pelat atau komponen yang menutupi *frame* atau rangka kendaraan dan melindungi penumpang dan barang di dalamnya. Bodi yang baik sebaiknya memiliki bentuk yang aerodinamis sehingga faktor gesekan yang menghambat kendaraan akan semakin kecil [4].

2.6. Struktur Data

Struktur data yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

Tabel 2. Variabel Penelitian

Tipe Mobil (X)	Harga Mobil (Y ₁)	Kapasitas Mesin Mobil (Y ₂)
Universal	Y _{1 1}	Y _{2 1}
	Y _{1 2}	Y _{2 2}
	⋮	⋮
SUV	Y _{1 31}	Y _{2 31}
	Y _{1 1}	Y _{2 1}
	Y _{1 2}	Y _{2 2}
Sedan	⋮	⋮
	Y _{1 15}	Y _{2 15}
	Y _{1 1}	Y _{2 1}
Hatchback	Y _{1 2}	Y _{2 2}
	⋮	⋮
	Y _{1 11}	Y _{2 11}
	Y _{1 1}	Y _{1 1}

Tipe Mobil (X)	Harga Mobil (Y ₁)	Kapasitas Mesin Mobil (Y ₂)
	Y _{1 2}	Y _{1 2}
	Y _{1 3}	Y _{1 3}

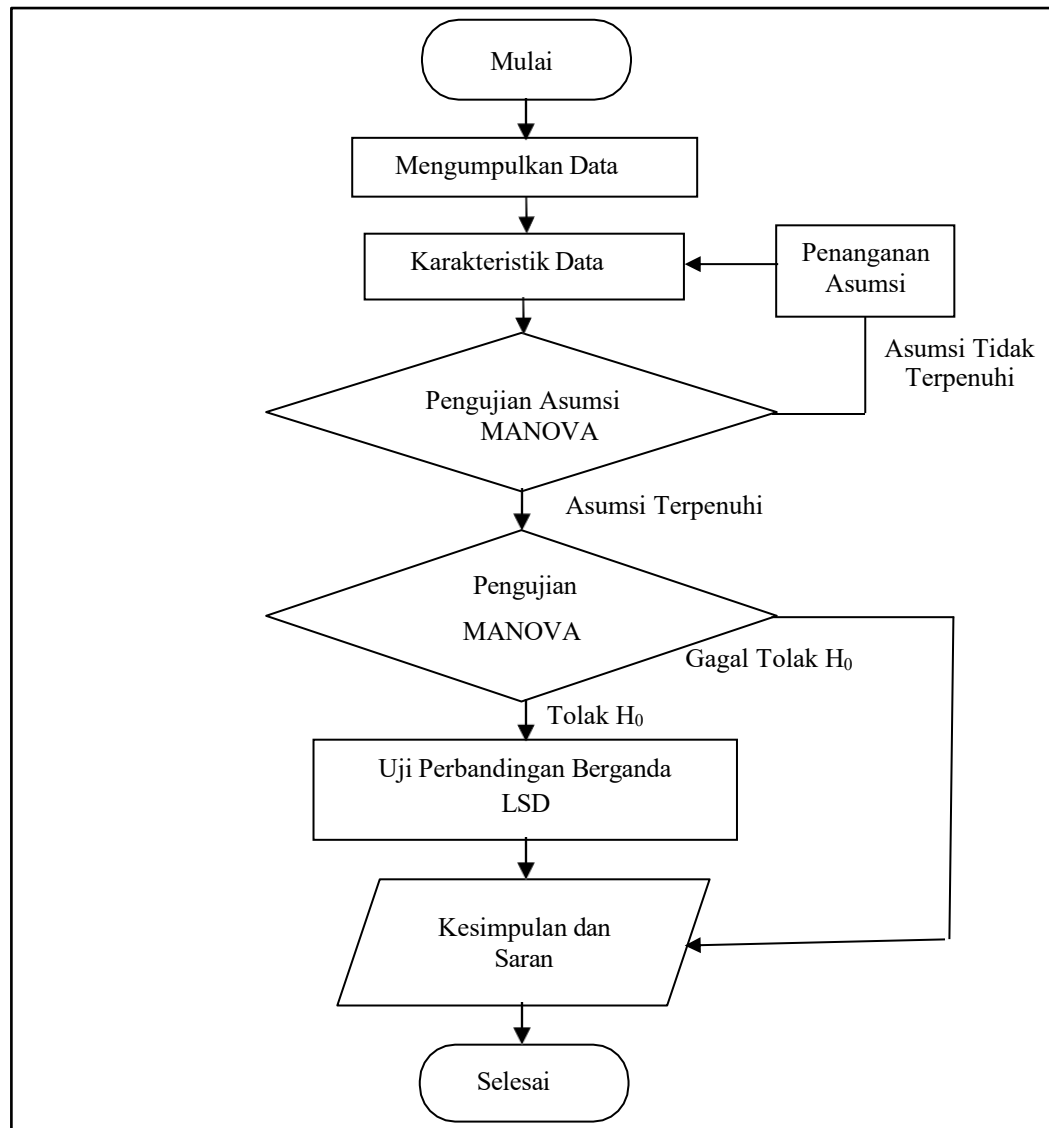
2.7. Langkah Analisis

Langkah analisis yang digunakan dalam penelitian kali ini adalah sebagai berikut.

- Mencari dan mengumpulkan data
- Mendesripsikan karakteristik data berupa tipe bodi mobil terhadap harga mobil dan kapasitas mesin mobil di Belarus (Eropa Barat)
- Melakukan uji asumsi MANOVA yakni uji distribusi normal multivariate dengan pendekatan Q-Q plot dan T-*proporsi*, uji korelasi independensi dengan uji *bartlet*, dan uji homogenitas varians dengan uji Box's M terhadap harga mobil dan kapasitas mesin mobil berdasarkan tipe bodi mobil di Belarus (Eropa Barat)
- Melakukan analisis dengan uji MANOVA menggunakan uji serentak pada data harga mobil dan kapasitas mesin mobil berdasarkan tipe bodi mobil di Belarus (Eropa Barat)
- Melakukan uji perbandingan berganda menggunakan uji LSD pada data harga mobil dan kapasitas mesin mobil
- Menarik kesimpulan dan saran.

2.8. Diagram Alir

Berdasarkan langkah analisis, dibawah ini merupakan diagram alir yang digunakan pada penelitian ini, yaitu sebagai berikut.



Gambar 1. Diagram Alir

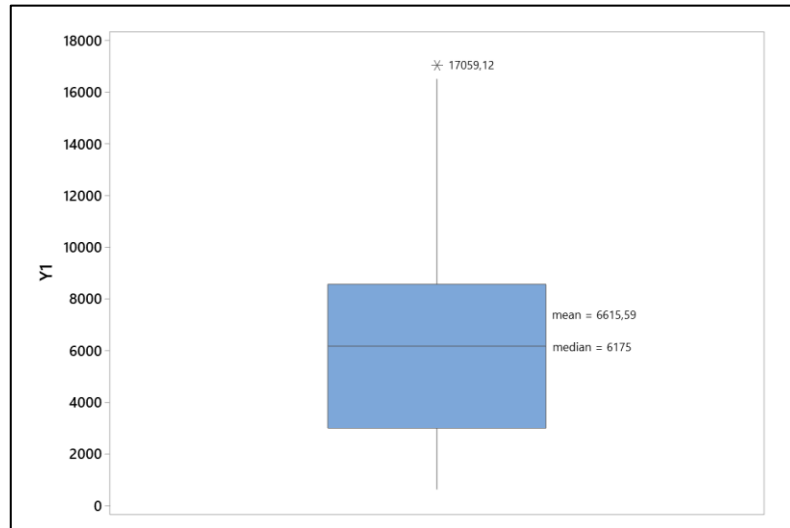
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Karakteristik Data

Sub bab ini akan membahas mengenai karakteristik data dari harga dan kapasitas mesin berdasarkan tipe mobil.

3.2.1. Karakteristik Harga Mobil

Karakteristik data harga mobil ditunjukkan oleh Gambar 2 yaitu sebagai berikut.

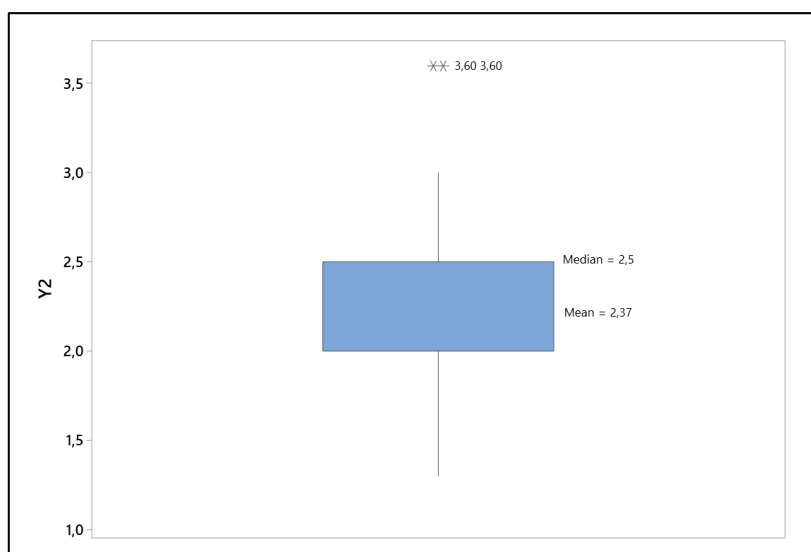


Gambar 2. Boxplot Harga Mobil

Gambar 2 menunjukkan bahwa pada variabel harga mobil, *boxplot* tidak simetris karena nilai *mean* sebesar 6615,59 USD tidak sama dengan nilai median sebesar 6175 USD, lalu terdapat nilai *outlier*, yakni sebanyak 1 nilai *outlier*, hal ini bisa disebabkan kondisi mobil yang diamati berbeda-beda sehingga bisa saja timbul data *outlier*, serta keragaman dibawah nilai median sebesar 6175 USD lebih besar dibandingkan keragaman di atas nilai median.

3.2.2. Karakteristik Kapasitas Mesin Mobil

Karakteristik data kapasitas mesin mobil ditunjukkan oleh **Gambar 3** yaitu sebagai berikut.

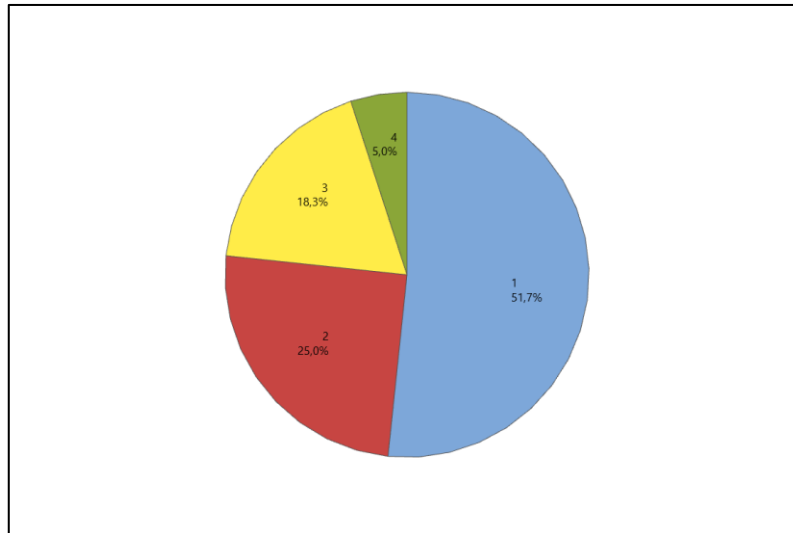


Gambar 3. Boxplot Kapasitas Mesin Mobil

Gambar 3 menunjukkan bahwa pada variabel harga mobil, *boxplot* tidak simetris karena nilai *mean* sebesar 2,37 tidak sama dengan nilai median sebesar 2,5, lalu terdapat nilai *outlier*, yakni sebanyak 2 nilai *outlier* yang sama sebesar 3,60. hal ini bisa disebabkan kondisi mobil yang diamati berbeda-beda sehingga bisa saja timbul data *outlier*, serta keragaman dibawah nilai median sebesar 2,5 sangat besar dibandingkan keragaman di atas nilai median.

3.2.3. Karakteristik Tipe Mobil

Karakteristik data tipe mobil ditunjukkan oleh visualisasi *pie chrt* pada **Gambar 4** berikut ini.



Gambar 4. Pie Chart Tipe Mobil

Keterangan Tipe mobil:

- 1 : Universal
- 2 : Suv
- 3 : Sedan
- 4 : Hatchback

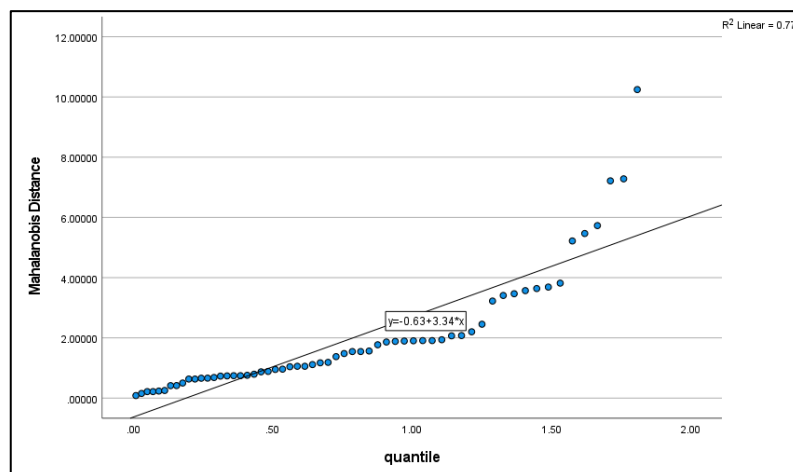
Gambar 4 menunjukkan bahwa pada data tipe mobil terbanyak adalah tipe mobil dengan tipe *universal* yakni sebanyak 31 mobil dari 60 mobil atau sebesar 51,7% dan yang paling sedikit adalah jenis tipe mobil dengan tipe *hatchback* yakni sebanyak 3 dari 60 mobil atau sebesar 5%.

3.2. Pengujian Asumsi

Selanjutnya untuk melakukan uji MANOVA maka perlu menguji asumsinya apakah sudah terpenuhi atau belum, beberapa asumsi yang harus terpenuhi yaitu normal multivariat, Uji *Bartlett*, dan Uji *Box's M*. Berikut ini adalah penjelasan dari masing-masing asumsi Uji MANOVA.

3.2.1. Uji Distribusi Normal Multivariat

Untuk mengetahui apakah data berdistribusi normal dapat dilakukan dengan dua cara yakni pemeriksaan secara visual menggunakan Q-Q Plot dan pengujian statistik menggunakan Proporsi. Berikut merupakan pemeriksaan distribusi normal.



Gambar 5. Q-Q Plot Uji Normal Multivariat

Gambar 5 menunjukkan bahwa plot-plot secara visual hampir mendekati garis normal, sehingga secara visual dapat dikatakan data harga mobil dan kapasitas mesin mobil berdistribusi normal multivariat. Selanjutnya pengujian secara statistik menggunakan proporsi dengan hipotesis sebagai berikut.

Hipotesis:

H_0 : Data berdistribusi normal multivariat

H_1 : Data tidak berdistribusi normal multivariat

Taraf signifikan : $\alpha = 0,05$

Daerah Penolakan :

Tolak H_0 jika $T_{proporsi} > 55\%$ atau $T_{proporsi} < 45\%$

Statistik Uji:

Tabel 3. Pengujian Asumsi Distribusi Normal Multivariat

$T_{proporsi}$	Persentase
0,55	55%

Berdasarkan **Tabel 3** dapat diketahui bahwa $T_{proporsi}$ dari data harga dan kapasitas bahan bakar mobil adalah 55% sehingga diputuskan gagal tolak H_0 yang artinya bahwa kedua variabel yakni harga dan kapasitas bahan bakar mobil berdistribusi normal multivariat.

3.2.2. Uji Bartlett

Uji *Bartlett* digunakan untuk mengetahui apakah korelasi antara harga dan kapasitas bahan bakar mobil dependen atau tidak. Uji *Bartlett* pada data harga dan kapasitas bahan bakar mobil disajikan sebagai berikut.

Hipotesis:

$H_0 : \rho = I$ (Korelasi antara harga dan kapasitas bahan bakar mobil independen)

$H_1 : \rho \neq I$ (Korelasi antara harga dan kapasitas bahan bakar mobil dependen)

Taraf signifikan: $\alpha = 0,05$

Daerah penolakan :

Tolak H_0 jika $\chi^2 > \chi^2_{(0,05;1)}$ atau $p - value < \alpha$

Statistik uji :

Tabel 4. Uji Bartlett

χ^2	$\chi^2_{(0,05;1)}$	p-value
4,075	3,841	0,044

Tabel 4 menunjukkan bahwa diperoleh χ^2 sebesar 4,075 yang lebih besar dari $\chi^2_{(0,05;1)}$ sebesar 3,841 dan diperkuat oleh p-value sebesar 0,044 yang kurang dari α sebesar 0,05, maka dapat diputuskan gagal tolak H_0 artinya harga dan kapasitas bahan bakar mobil memenuhi asumsi dependen.

3.2.3. Uji Homogenitas Varians

Uji *Box's M* digunakan untuk mengetahui apakah matriks varians kovarians homogen atau tidak pada data Harga dan Kapasitas mesin Mobil. Berikut merupakan penyajian untuk Uji *Box's M*.

Hipotesis:

$H_0 : \Sigma_1 = \Sigma_2 = \Sigma_3 = \Sigma_4 = 0$ (Matriks varians kovarians homogen)

H_1 : Minimal ada 1 Σ_j yang tidak sama, $j = 1,2,3,4$

Taraf signifikan : $\alpha = 0,05$

Daerah penolakan:

Tolak H_0 jika $F > F_{\alpha}(dbr, dbg)$ atau $p - value < \alpha$

Statistik Uji :

Tabel 5. Uji Box's M

F_{hitung}	$F_{0,05(9;346,55)}$	p-value
1,814	1,872	0,065

Tabel 5 menunjukkan bahwa F_{hitung} sebesar 1,814 yang lebih kecil dari F_{tabel} sebesar 1,872 dan diperkuat dengan p-value sebesar 0,065 yang lebih besar dari α sebesar 0,05 maka dapat diputuskan gagal tolak H_0 yang artinya matriks varians kovarians data harga dan kapasitas mesin mobil sama.

3.3. Analisis MANOVA

Analisis MANOVA digunakan untuk mengetahui apakah perlakuan tipe mobil memberikan pengaruh yang berbeda terhadap harga dan kapasitas mesin mobil. Karena asumsi yang terpenuhi adalah distribusi normal, dependen dan homogenitas varians, maka digunakan hasil MANOVA *Wilks' Lambda*. Uji MANOVA harga dan kapasitas mesin mobil berdasarkan tipe mobil adalah sebagai berikut.

Hipotesis:

$H_0: \tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = \tau_4 = 0$ (Tipe mobil tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap harga dan kapasitas mesin mobil)

H_1 : Minimal ada 1 $\tau_k \neq 0$; dimana $k = 1, 2, 3, 4$ (Minimal ada satu tipe mobil yang memberikan pengaruh terhadap harga dan kapasitas mesin mobil)

Taraf signifikan : $\alpha = 0,05$

Daerah Penolakan :

Tolak H_0 jika $F_{hitung} > F_{\alpha}(g-1, nl-)$ atau $p-value < \alpha$

Statistik Uji :

Tabel 6. Uji MANOVA

F_{hitung}	$F_{0,05(6;110)}$	$p-value$
2,971	2,182	0,010

Tabel 6 menunjukkan bahwa F_{hitung} sebesar 2,971 lebih besar dari $F_{0,05(6;110)}$ sebesar 2,182 dan diperkuat dengan $p-value$ sebesar 0,010 yang lebih kecil dari α sebesar 0,05 maka dapat diputuskan tolak H_0 yang artinya minimal ada satu tipe mobil yang berpengaruh terhadap harga dan kapasitas mesin mobil sehingga dilakukan uji perbandingan berganda LSD.

3.4. Analisis Perbandingan Berganda LSD

Untuk mengetahui perlakuan yang beda antara satu dengan lainnya maka dilakukan pengujian perbandingan berganda menggunakan *LSD*. Uji perbandingan berganda *LSD* pada data harga dan kapasitas mesin mobil adalah sebagai berikut.

3.4.1. Uji Perbandingan Berganda Harga Mobil

Uji perbandingan berganda *LSD* antara tipe mobil pada variabel harga mobil disajikan sebagai berikut.

Hipotesis:

$H_0: \mu_k = \mu_l$ (Rata-rata tipe mobil $ke-k$ sama dengan rata-rata tipe mobil $ke-l$)

$H_1: \mu_k \neq \mu_l$ (Rata-rata tipe mobil $ke-k$ tidak sama dengan rata-rata tipe mobil $ke-l$)

$k = 1, 2, 3, 4$; $l = 1, 2, 3, 4$; $k \neq l$

Taraf signifikan : $\alpha = 0,05$

Daerah penolakan : Tolak H_0 jika $|\mu_k - \mu_l| > LSD$ atau $p-value < \alpha$

Statistik Uji :

Tabel 7. Uji Tipe Mobil dengan Harga Mobil

Perlakuan	$ \mu_k - \mu_l $	LSD	$p-value$	Keputusan
1 – 2	0,0019	0,260	0,171	Gagal Tolak H_0
1 – 3	0,0008	0,290	0,564	Gagal Tolak H_0
1 – 4	0,0015	0,500	0,557	Gagal Tolak H_0
2 – 3	0,0010	0,328	0,561	Gagal Tolak H_0
2 – 4	0,0035	0,524	0,215	Gagal Tolak H_0
3 – 4	0,0025	0,539	0,393	Gagal Tolak H_0

Keterangan Tipe mobil:

1 = Universal

2 = Suv

3 = Sedan

4 = Hatchback

Tabel 7 menunjukkan bahwa hasil selisih rata-rata tipe mobil 1 dengan tipe mobil 2,3 dan 4 pada harga mobil masing-masing adalah sebesar 191004,73;89265,34; dan 156395,27 USD yang masing-masing lebih besar dari nilai *LSD* sebesar 0,260;0,290 dan 0,500 namun hal ini berbanding terbalik dengan hasil *p-value* masing-masing perlakuan yaitu sebesar 0,171;0,564;dan 0,557 yang lebih besar dari nilai $\alpha = 0,05$, maka dapat diputuskan masing-masing perlakuan gagal tolak H_0 yang artinya rata-rata tipe mobil 1 sama dengan tipe mobil 2,3 dan 4.

Kemudian hasil selisih rata-rata tipe mobil 2 dengan tipe mobil 3 dan 4 pada variabel harga mobil masing-masing memiliki hasil sebesar 101739,39 dan 347400,00 USD yang lebih besar dari nilai *LSD* masing-masing sebesar 0,328 dan 0,524 namun hal ini juga terbalik dengan hasil *p-value* masing-masing sebesar 0,561 dan 0,215 yang lebih besar dari nilai $\alpha = 0,05$, maka dapat diputuskan gagal tolak H_0 yang artinya rata-rata tipe mobil 2 sama dengan tipe mobil 3 dan 4.

Hasil selisih rata-rata tipe mobil 3 dengan tipe mobil 4 pada variabel harga mobil adalah sebesar 245660,61 yang lebih besar dari nilai *LSD* sebesar 0,539 namun berbeda pula hasilnya dengan *p-value* sebesar 0,393 yang lebih besar dari nilai $\alpha = 0,05$, maka dapat diputuskan gagal tolak H_0 yang artinya rata-rata tipe mobil 3 sama dengan tipe mobil 4.

3.4.2. Uji Perbandingan Berganda Kapasitas Mesin

Uji perbandingan berganda *LSD* antara tipe mobil pada variabel kapasitas mesin dengan hipotesis taraf signifikan dan daerah penolakan yang sama pada 3.4.1 disajikan sebagai berikut.

Tabel 8. Uji *LSD* Tipe Mobil dengan Kapasitas Mesin Mobil

Perlakuan	$ \mu_k - \mu_l $	<i>LSD</i>	<i>p - value</i>	Keputusan
1 – 2	0,0013	0,260	0,992	Gagal Tolak H_0
1 – 3	0,1023	0,290	0,483	Gagal Tolak H_0
1 – 4	1,0054	0,500	0,000	Tolak H_0
2 – 3	0,1036	0,328	0,530	Gagal Tolak H_0
2 – 4	1,0067	0,524	0,000	Tolak H_0
3 – 4	0,9030	0,539	0,001	Tolak H_0

Keterangan Tipe mobil:

1 = Universal

2 = Suv

3 = Sedan

4 = Hatchback

Tabel 8 menunjukkan bahwa hasil selisih rata-rata tipe mobil 1 dengan tipe mobil 2 dan 3 berdasarkan kapasitas mesin masing-masing adalah sebesar 0,0013 dan 0,1023 liter yang lebih kecil dari nilai *LSD* masing-masing sebesar 0,260 dan 0,290 dan didukung oleh masing-masing *p-value* sebesar 0,992 dan 0,483 yang lebih besar dari nilai $\alpha = 0,05$ maka dapat diputuskan gagal tolak H_0 yang artinya rata-rata tipe mobil 1 sama dengan tipe mobil 2 dan 3. Namun untuk hasil selisih rata-rata tipe mobil 1 dengan tipe mobil 4 memiliki nilai sebesar 1,0054 yang lebih besar dari nilai *LSD* sebesar 0,500 dengan didukung hasil *p-value* sebesar 0,000 yang lebih kecil dari nilai $\alpha = 0,05$ maka dapat diputuskan tolak H_0 yang artinya rata-rata tipe mobil 1 tidak sama dengan tipe mobil 4.

Kemudian hasil selisih rata-rata tipe mobil 2 dengan tipe mobil 3 pada variabel kapasitas mesin didapatkan hasil sebesar 0,1036 liter yang lebih kecil dari nilai *LSD* sebesar 0,328 dan didukung dengan hasil *p-value* sebesar 0,530 yang lebih besar dari nilai $\alpha = 0,05$, maka dapat diputuskan gagal tolak H_0 yang artinya rata-rata tipe mobil 2 sama dengan tipe mobil 3.

Hasil selisih rata-rata tipe mobil 2 dan 3 dengan tipe mobil 4 pada variabel kapasitas mesin yaitu masing-masing sebesar 1,0067 dan 0,9030 yang lebih besar dari nilai *LSD* masing-masing sebesar 0,524 dan 0,539 hal ini juga didukung dengan *p-value* masing-masing sebesar 0,000 dan 0,001 yang lebih kecil dari nilai $\alpha = 0,05$, maka dapat diputuskan tolak H_0 yang artinya rata-rata tipe mobil 2 dan 3 tidak sama dengan tipe mobil 4.

4. CONCLUSION

Hasil analisis tipe mobil terhadap harga dan kapasitas mesin mobil didapatkan kesimpulan sebagai berikut.

- a. Karakteristik data dari variabel tipe mobil yang diamati paling banyak adalah tipe *universal*.
- b. Hasil pengujian asumsi MANOVA menunjukkan bahwa memenuhi seluruh asumsi MANOVA, yaitu data berdistribusi normal multivariat, dependen, dan memiliki matriks varians covarians yang homogen.
- c. Hasil analisis uji MANOVA menunjukkan bahwa terdapat minimal ada satu tipe mobil yang memberikan pengaruh signifikan terhadap harga mobil dan kapasitas mesin mobil.

Hasil uji perbandingan berganda *LSD* menunjukkan tipe mobil berdasarkan harga mobil bahwa tidak terdapat perbedaan antara rata-rata tipe mobil 1,2,3 dan 4. Kemudian berdasarkan kapasitas mesin mobil bahwa rata-rata pada masing-masing tipe mobil 1, 2, dan 3 memiliki perbedaan rata-rata dengan tipe mobil 4.

ACKNOWLEDGMENTS

Penulis menyatakan bahwa tidak terdapat bantuan dalam penelitian ini.

AUTHOR CONTRIBUTIONS STATEMENT

Name of Author	C	M	So	Va	Fo	I	R	D	O	E	Vi	Su	P	Fu
Natasya Liana Putri	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓			✓	
Muhammad Zulfadhli		✓				✓		✓	✓	✓	✓	✓		
Melita Handayani	✓		✓	✓			✓			✓	✓		✓	✓
Amara Luzumi Sabila Haque	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓			✓	
C : Conceptualization			I : Investigation			Vi : Visualization								
M : Methodology			R : Resources			Su : Supervision								
So : Software			D : Data Curation			P : Project administration								
Va : Validation			O : Writing - Original Draft			Fu : Funding acquisition								
Fo : Formal analysis			E : Writing - Review & Editing											

CONFLICT OF INTEREST STATEMENT

Authors state no conflict of interest.

DATA AVAILABILITY

Data availability is not applicable to this paper as no new data were created or analyzed in this study.

REFERENCES

[1] P. Pavlínek, “Restructuring and peripheralisation of the automotive industry in Europe,” *Empirica*, vol. 50, no. 1, pp. 35–37, 2023, doi: 10.1007/s10663-022-09566-3.

[2] Eurostat, *EU trade with Eastern Partnership countries*, European Commission, 2021. [Online]. Available: <https://ec.europa.eu>

[3] M. Rifdarmon, R. Sa’diah, and N. Syaifullah, “Rancang Bangun Media Pembelajaran Bodi Kendaraan sebagai Model Miniatur Menggunakan Bahan Bekas,” *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin*, vol. 10, no. 2, pp. 141–150, 2023.

[4] I. Robert, I. M. Sucipta, and I. K. Widiyarta, “Analisis Streamline Pada Bodi Mobil Menggunakan ANSYS CFD,” *Jurnal Teknik Desain dan Mekanika*, vol. 13, no. 1, pp. 55–60, 2024.

[5] R. Jin, Y. Zhang, and S. Xu, “Design strategies in modern vehicle production,” *Automotive Engineering Review*, vol. 16, no. 4, pp. 182–194, 2022.

[6] S. Ahmed, K. Mahmud, and M. Chowdhury, “Factors influencing car purchasing decisions in emerging markets,” *Journal of Marketing Development*, vol. 4, no. 1, pp. 23–34, 2020.

[7] C. Gunarsih, “Pengaruh Harga terhadap Keputusan Pembelian Konsumen pada Produk Mobil Bekas,” *Jurnal Productivity*, vol. 2, no. 1, pp. 69–72, 2021.

[8] A. Mittal and R. Dhar, “Price sensitivity and automobile purchase decision,” *Journal of Consumer Psychology*, vol. 25, no. 2, pp. 187–199, 2015, doi: 10.1016/j.jcps.2014.08.004.

[9] R. Dremansyah, *Mesin dan Kapasitas Produksi*, Universitas Widyatama, 2016.

[10] S. Lee, J. Lee, and Y. Kim, “Engine displacement and fuel efficiency in consumer decision-making,” *Energy Policy*, vol. 132, pp. 99–109, 2019, doi: 10.1016/j.enpol.2019.05.014.

[11] A. E. P. Haryanto and M. Zulfadhli, “Grouping Provinces Based on Minimum Competency Assessment Results to Improve Education Quality in Indonesia,” *Jurnal Nalar Pendidikan*, vol. 12, no. 2, pp. 155–163, 2024.

[12] B. G. Tabachnick and L. S. Fidell, *Using Multivariate Statistics*, 7th ed., Pearson, 2019.

- [13] M. Iqbal, R. Firmansyah, and A. Hidayat, "Penerapan MANOVA pada Data Eksperimen," *Jurnal Data dan Statistik*, vol. 3, no. 1, pp. 50–61, 2020.
- [14] R. Rusdiani, *Kajian Emisi Kendaraan Bermotor di Kota Surabaya*, Tesis, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2018.
- [15] Sutrisno and D. Wulandari, "Penerapan Multivariate Analysis of Variance (MANOVA) dalam Penelitian," *Aksioma*, vol. 9, no. 1, pp. 37–53, 2018.
- [16] M. Musa, I. Fitriani, and R. F. Rahma, *Analisis Multivariat Terapan untuk Penelitian Ekologi*, Universitas Brawijaya Press, 2022.
- [17] A. H. Hair, C. M. Ringle, and M. Sarstedt, "Partial least squares structural equation modeling: Rigorous applications, better results and higher acceptance," *Long Range Planning*, vol. 46, no. 1–2, pp. 1–12, 2019, doi: 10.1016/j.lrp.2019.02.001.
- [18] F. Hamidah, B. Santoso, and A. Rusgiyono, "Analisis Perbandingan Metode MANOVA dan PCA pada Studi Multivariat," *Jurnal Gaussian*, vol. 11, no. 2, pp. 150–160, 2022.
- [19] R. Zahwa, N. Prasetyo, and H. Nurzaman, "Uji BNT (LSD) pada Hasil Panen Komoditas Cabai dengan Aplikasi SPSS," *Jurnal Statistika Terapan Indonesia*, vol. 6, no. 1, pp. 24–30, 2022.
- [20] Y. Diwangkari, H. Rahmawati, and D. Safitri, "Perbandingan Uji LSD dan Duncan pada Percobaan Petak Terpisah," *Jurnal Statistika dan Komputasi*, vol. 10, no. 2, pp. 122–130, 2016.
- [21] Kaggle, *Belarus Used Cars Dataset*, 2019. [Online]. Available: <https://www.kaggle.com/datasets>

