

Analisis Pengaruh Jenis Laptop Terhadap Frekuensi Kecepatan CPU dan Harga Laptop Dalam Euro Menggunakan Pendekatan Metode Manova

Muhammad Zulfadhli

Departemen Statistika, Fakultas Sains dan Analitika Data, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111, Indonesia, Indonesia

Article Info

Article history:

Received: August 15, 2025,
Revised: November 12, 2025
Accepted: December 27, 2025

Keywords:

Bartlett Test
Box's M Test
CPU
Harga Laptop
MANOVA

ABSTRACT

Perkembangan era globalisasi telah berperan penting dalam kemajuan teknologi, khususnya evolusi laptop yang semakin canggih. Penyebaran laptop memunculkan jenis dan tipe keunggulan yang semakin efisien. Selain itu, juga diprediksi mempengaruhi adanya kecepatan CPU laptop yang meningkat secara signifikan. Hal tersebut memungkinkan pengguna menjalankan aplikasi kompleks dengan lebih cepat. Kenaikan produktivitas dan efisiensi juga memberikan dampak positif terhadap pendapatan ekonomi untuk individu maupun perusahaan. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui lebih lanjut terkait pengaruh jenis laptop terhadap frekuensi kecepatan CPU dan harga laptop dalam euro menggunakan pendekatan metode analisis variansi multivariat. MANOVA atau analisis variansi multivariat mempunyai pengertian yaitu suatu teknik statistik yang digunakan untuk menghitung pengujian signifikansi perbedaan rata-rata secara bersamaan antara kelompok untuk dua atau lebih variabel terikat. Data yang digunakan pada praktikum ini adalah data jenis laptop, frekuensi kecepatan CPU, dan harga laptop dalam euro. Kemudian dilakukan analisa karakteristik data dengan boxplot dan pie chart, lalu melakukan perhitungan untuk pengujian asumsi yaitu uji normalitas multivariat, uji korelasi independensi, dan uji homogenitas varians. Setelah itu pengujian MANOVA dan uji perbandingan berganda serta melakukan interpretasi dan menarik kesimpulan. Hasil yang diperoleh pada praktikum ini ialah pada data kecepatan frekuensi CPU tidak memiliki outlier sedangkan data harga laptop memiliki banyak outlier. Pada pengujian asumsi MANOVA yaitu data berdistribusi normal, dependen serta memiliki varians dan kovarians yang homogen. Masing - masing tipe laptop pada rata-rata frekuensi kecepatan CPU adalah sama dan masing - masing tipe laptop pada rata-rata harga laptop tidak sama.

This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) 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. INTRODUCTION

Globalisasi telah menjadi pendorong utama dalam percepatan perkembangan teknologi informasi dan komunikasi, khususnya pada perangkat komputasi portabel seperti laptop [1], [2]. Kemajuan ini ditandai oleh peningkatan kemampuan perangkat keras, efisiensi energi, serta miniaturisasi komponen yang memungkinkan laptop menjadi lebih ringan namun memiliki performa tinggi [3]. Laptop merupakan komputer bergerak yang dirancang agar mudah dipindahkan, dengan ukuran relatif kecil dan bobot yang bervariasi tergantung pada spesifikasi, material, serta teknologi yang digunakan [4].

Perkembangan teknologi laptop juga terlihat dari meningkatnya kecepatan frekuensi CPU yang berperan penting dalam menentukan performa komputasi [5]. Peningkatan frekuensi CPU, jumlah core, serta arsitektur prosesor modern terbukti memberikan dampak signifikan terhadap kemampuan multitasking dan efisiensi pemrosesan data [6], [7]. Selain spesifikasi teknis, jenis laptop—seperti laptop bisnis, gaming, ultrabook, dan consumer memiliki karakteristik performa dan harga yang berbeda-beda [8].

Dari sisi ekonomi, perkembangan teknologi laptop berkontribusi terhadap pertumbuhan ekonomi melalui peningkatan produktivitas, penciptaan lapangan kerja baru, dan efisiensi proses bisnis [9], [10]. Penggunaan laptop dalam sektor pendidikan, industri kreatif, dan teknologi informasi telah meningkatkan akses terhadap pengetahuan dan memperkuat kolaborasi lintas wilayah dan negara [11], [12]. Dengan demikian, laptop tidak hanya berfungsi sebagai alat kerja, tetapi juga sebagai simbol kemajuan teknologi yang mendukung konektivitas global dan inovasi berkelanjutan [13].

Harga laptop di pasar internasional, termasuk dalam satuan euro, dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti spesifikasi CPU, kapasitas memori, jenis penyimpanan, merek, serta segmen pasar yang dituju [14], [15]. Studi empiris menunjukkan adanya hubungan signifikan antara spesifikasi teknis laptop dan harga jualnya, terutama pada frekuensi CPU dan kelas prosesor yang digunakan [16]. Untuk menganalisis pengaruh jenis laptop terhadap lebih dari satu variabel terikat secara simultan, metode Multivariate Analysis of Variance (MANOVA) merupakan pendekatan statistik yang tepat [17]. MANOVA memungkinkan pengujian perbedaan rata-rata beberapa variabel dependen secara bersamaan antar kelompok variabel independen [18]. Keunggulan MANOVA terletak pada kemampuannya mengendalikan tingkat kesalahan tipe I dibandingkan analisis univariat terpisah [19]. Beberapa penelitian terdahulu yang menggunakan analisis serupa diantaranya [20], [21], [22], [23], [24].

Beberapa statistik uji yang umum digunakan dalam MANOVA meliputi Wilks' Lambda, Pillai's Trace, Hotelling's Trace, dan Roy's Largest Root, yang masing-masing memiliki sensitivitas berbeda terhadap pelanggaran asumsi statistik [25]. Oleh karena itu, penggunaan MANOVA dalam penelitian ini diharapkan mampu memberikan gambaran komprehensif mengenai pengaruh jenis laptop terhadap frekuensi kecepatan CPU dan harga laptop dalam euro secara simultan dan akurat.

2. METHOD

2.1. MANOVA

Teknik dalam analisis multivariat yaitu Multivariate Analysis of Variance (MANOVA) atau Analisis Variansi Multivariat. MANOVA mempunyai pengertian yaitu suatu teknik statistik yang digunakan untuk menghitung pengujian signifikansi perbedaan rata-rata secara bersamaan antara kelompok untuk dua atau lebih variabel terikat. MANOVA adalah generalisasi dari ANOVA untuk situasi dimana terdapat beberapa variabel terikat. Penggunaan MANOVA memiliki keunggulan yaitu mampu menganalisis semua variabel terikat secara simultan, sehingga dapat memperkecil kesalahan tipe I (α) dalam pengambilan keputusan uji statistik [26]. Pengujian MANOVA memiliki beberapa metode, yaitu Wilk's Lambda, Roy's, Hotelling, atau Pillai's Trace. Model umum MANOVA satu arah sebagai berikut [26].

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

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.

2.2. LSD

Uji LSD (Least Significant Difference) merupakan prosedur pengujian perbedaan di antara rata-rata perlakuan yang paling sederhana dan paling umum digunakan. Metode ini diperkenalkan oleh Fisher, sehingga dikenal pula dengan metode Fisher's LSD. Untuk menggunakan uji LSD, hal-hal yang diperlukan adalah nilai kuadrat tengah galat (KTG), taraf nyata, derajat bebas (db) galat, dan tabel t untuk menentukan nilai kritis uji perbandingan [27]. Dalam penggunaan uji ini, ada beberapa hal yang perlu diperhatikan:

1. Menggunakan uji LSD apabila uji F dalam analisis ragam signifikan
2. Prosedur LSD akan mempertahankan taraf nyata ≤ 0.05 hanya jika perbandingan semua kombinasi pasangan nilai tengah perlakuan ≤ 3 perlakuan
3. Menggunakan uji LSD untuk perbandingan terencana tanpa memperhatikan banyaknya perlakuan

Hipotesis yang digunakan untuk uji LSD ini adalah sebagai berikut.

$H_0 : \mu_k = \mu_l$

$H_1 : \mu_k \neq \mu_l$

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]

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

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

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

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

Data yang digunakan pada praktikum ini adalah data sekunder sebesar 338 data mengenai klasifikasi tipe laptop terhadap frekuensi kecepatan CPU beserta harga laptop. Data diperoleh dari website Kaggle pada laman resmi <https://www.kaggle.com/datasets/owm4096/laptop-prices> dengan waktu dan tempat yang tidak disebutkan.

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	Frekuensi Kecepatan CPU	Rasio	Hz
Y ₂	Harga Leptop	Rasio	Euro
X	Jenis Laptop 0. Gaming 1. Notebook 2. Workstation 3. Ultrabook	Nominal	-

2.5. Definisi Operasional

Variabel yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

2.5.1. Frekuensi Kecepatan CPU (Y₁)

Prosesor merupakan bagian utama Computer Personal Unit (CPU) yang menentukan kecepatan CPU pada komponen laptop/PC secara keseluruhan. Supaya kerja CPU efektif diperlukan penyerapan dan penyebaran panas yang baik. Jika CPU mengalami overheating, maka CPU akan menjadi lambat untuk memproses kerjanya dan umur CPU akan lebih singkat bahkan bisa terjadi kerusakan yang mempengaruhi keseluruhan komponen laptop/PC lainnya sehingga akan mempengaruhi kinerja laptop/PC [28].

2.5.2. Harga Leptop (Y₂)

Harga adalah segala bentuk biaya moneter yang dikorbankan oleh konsumen untuk memperoleh, memiliki, memanfaatkan sejumlah kombinasi dari barang beserta pelayanan dari suatu produk. Produk adalah segala sesuatu yang dapat ditawarkan kepada pasar untuk mendapatkan perhatian, dibeli, digunakan, atau dikonsumsi yang dapat memuaskan keinginan atau kebutuhan [29].

2.5.3. Jenis Laptop (X)

Laptop merupakan komputer bergerak atau bisa dipindahkan dengan mudah yang berukuran relatif kecil dan ringan, beratnya bermacam-macam, tergantung ukuran, bahan, dari spesifikasi laptop tersebut. Laptop dapat digunakan dalam lingkungan yang berbeda dari bermain game, desain grafis dan lain-lain. Dengan berkembangnya teknologi mobile saat ini menjadikan jenis dan merk laptop semakin banyak [30].

2.6. Struktur Data

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

Tabel 2. Struktur Data

Jenis Leptop (X)	Frekuensi Kecepatan CPU (Y ₁)	Harga Leptop (Y ₂)
Notebook	Y ₁₁	Y ₂₁
	Y ₁₂	Y ₂₂

	⋮	⋮
	$Y_{1\ 31}$	$Y_{2\ 31}$
	$Y_{1\ 1}$	$Y_{2\ 1}$
Gaming	$Y_{1\ 2}$	$Y_{2\ 2}$
	⋮	⋮
	$Y_{1\ 15}$	$Y_{2\ 15}$
	$Y_{1\ 1}$	$Y_{2\ 1}$
Ultrabook	$Y_{1\ 2}$	$Y_{2\ 2}$
	⋮	⋮
	$Y_{1\ 11}$	$Y_{2\ 11}$
	$Y_{1\ 1}$	$Y_{1\ 1}$
Workstation	$Y_{1\ 2}$	$Y_{1\ 2}$
	$Y_{1\ 3}$	$Y_{1\ 3}$

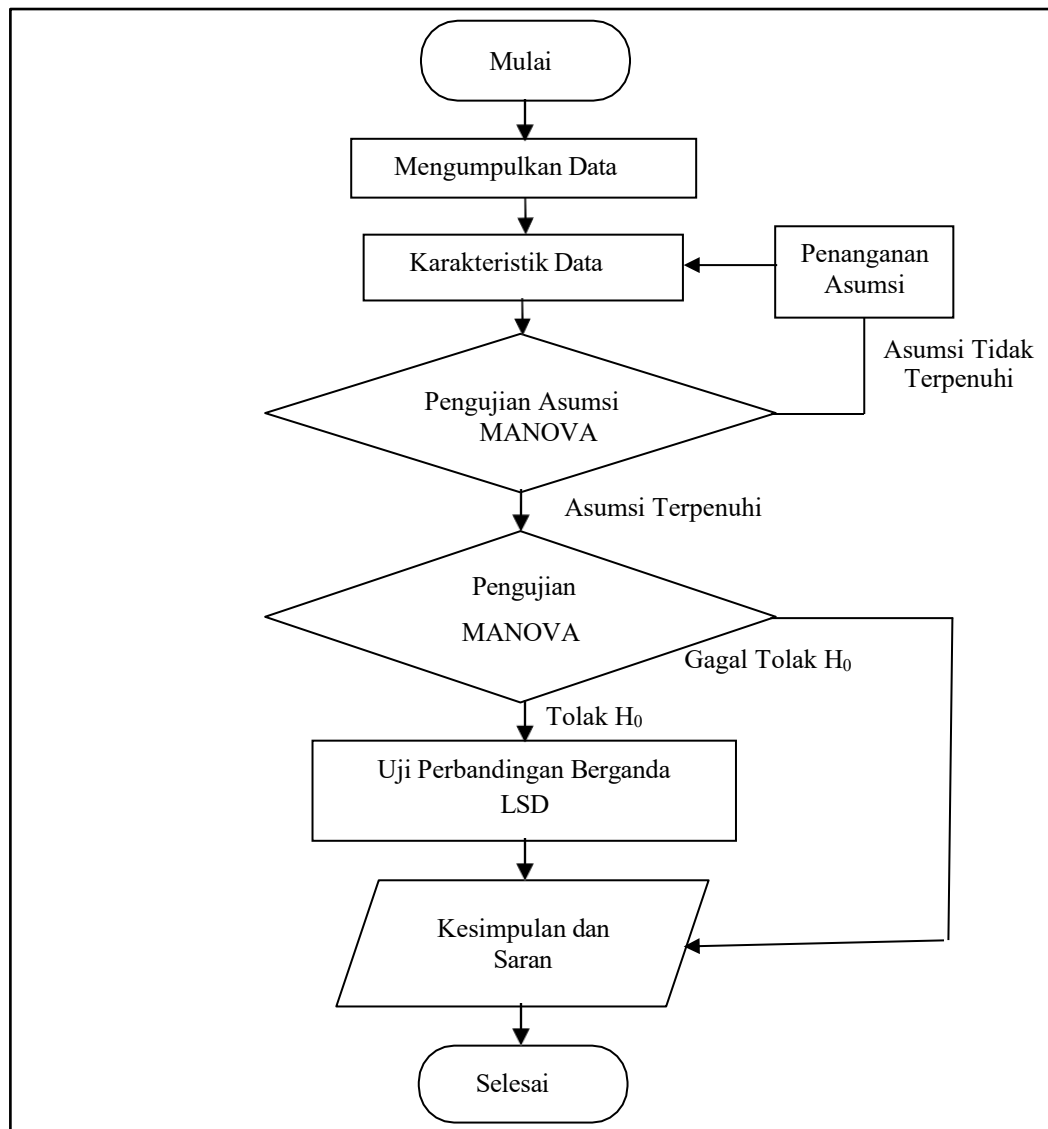
2.7. Langkah Analisis

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

- Mengambil data frekuensi kecepatan CPU dan harga laptop berdasarkan tipe laptop di website Kaggel.
- Mendeskripsikan karakteristik data frekuensi kecepatan CPU dan harga laptop berdasarkan tipe laptop.
- Melakukan pengujian asumsi MANOVA menggunakan uji distribusi normal multivariat, uji bartlett, dan uji homogenitas varians terhadap data frekuensi kecepatan CPU dan harga laptop berdasarkan tipe laptop.
- Menganalisis uji MANOVA menggunakan uji serentak data frekuensi kecepatan CPU dan harga laptop berdasarkan tipe laptop.
- Melakukan uji perbandingan berganda menggunakan uji LSD pada data frekuensi kecepatan CPU dan harga laptop berdasarkan tipe laptop.
- 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

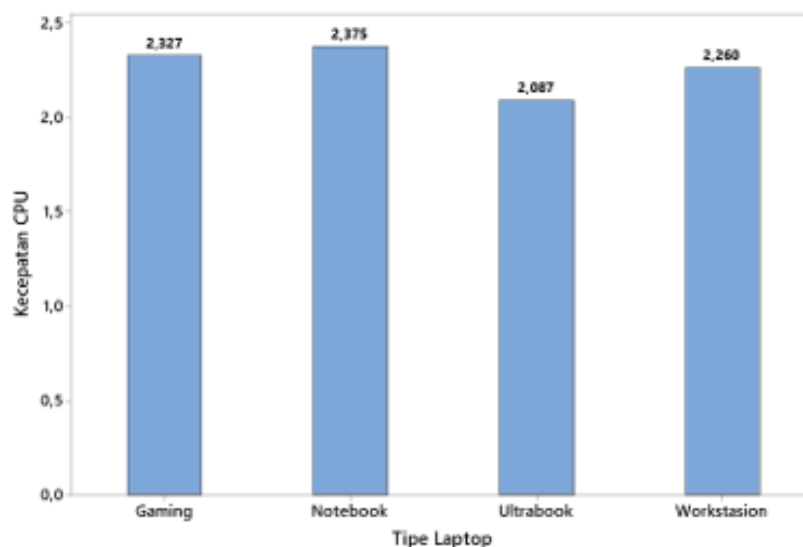
3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1. Karakteristik Data

Karakteristik data frekuensi kecepatan CPU dan harga laptop berdasarkan tipe laptop sebagai berikut.

3.2.1. Karakteristik Data Frekuensi Kecepatan CPU

Karakteristik data frekuensi kecepatan CPU berdasarkan tipe laptop ditunjukkan pada Gambar 2 berikut.

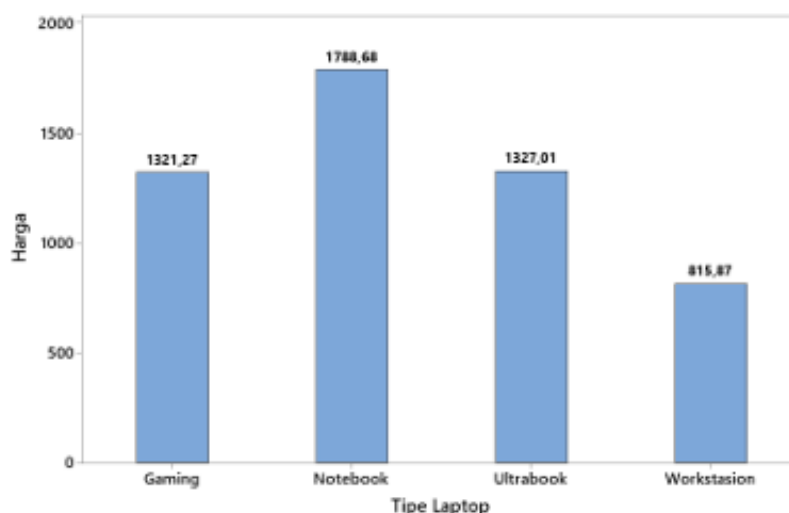


Gambar 2. Bar chart Karakteristik Kecepatan CPU

Gambar 2 menunjukkan bahwa karakteristik frekuensi kecepatan CPU berdasarkan tipe laptop dengan rata-rata frekuensi kecepatan CPU tercepat yaitu pada tipe laptop notebook sebesar 2,375Hz dan rata-rata frekuensi kecepatan CPU terlama yaitu pada tipe laptop ultrabook sebesar 2,087Hz.

3.2.2. Karakteristik Data Harga Laptop

Karakteristik data harga laptop berdasarkan tipe laptop ditunjukkan pada Gambar 3.

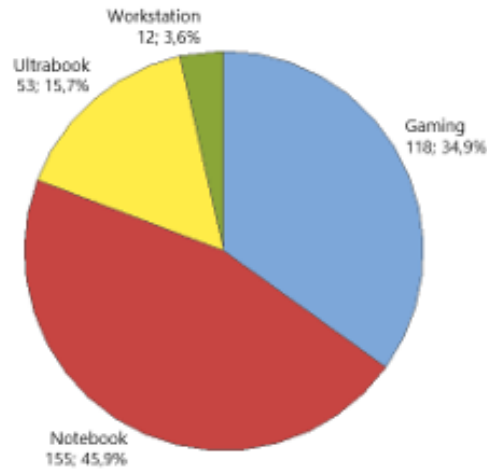


Gambar 3. Bar chart Karakteristik Harga Laptop

Gambar 3 menunjukkan bahwa karakteristik harga laptop berdasarkan tipe laptop dengan rata-rata harga laptop termahal pada jenis laptop notebook sebesar €1788,68 dan rata-rata harga laptop termurah pada jenis laptop workstation sebesar €815,87.

3.2.3. Karakteristik Tipe Mobil

Karakteristik data tipe laptop ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Piechart Karakteristik Tipe Laptop

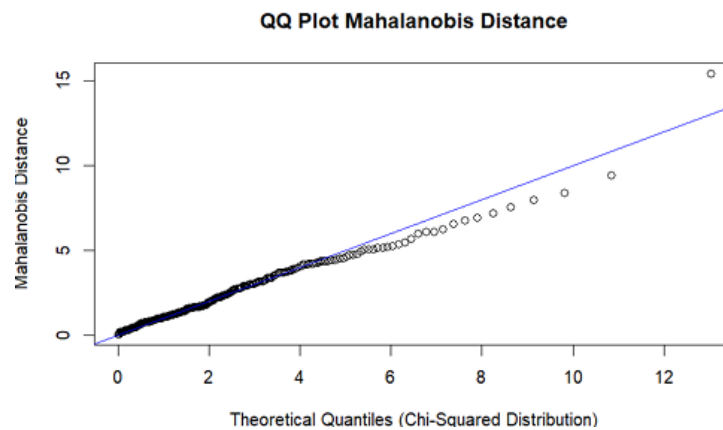
Gambar 4, menunjukkan bahwa karakteristik tipe laptop pengguna terbanyak pertama pada tipe laptop notebook sebesar 115 orang dari 338 orang, pengguna terbanyak kedua pada tipe laptop gaming sebesar 118 orang dari 338 orang, pengguna terbanyak ketiga pada tipe laptop ultrabook sebesar 53 orang dari 338 orang, sedangkan pengguna terkecil pada tipe laptop workstation sebesar 12 orang dari 338 orang.

3.2. Pengujian Asumsi

Uji MANOVA dapat dilakukan ketika asumsinya sudah terpenuhi, berikut 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 visual dan pengujian. Berikut merupakan pemeriksaan distribusi normal.



Gambar 5. *Q-Q Plot* Uji Normal Multivariat

Gambar 5 menunjukkan bahwa plot-plot secara umum hampir mendekati garis normal, sehingga secara visual dapat dikatakan data Kecepatan CPU dan Harga Laptop berdistribusi normal multivariate. Pengujian distribusi normal multivariate digunakan untuk mengetahui apakah data Kecepatan CPU dan Harga Laptop berdistribusi normal multivariat atau tidak. Berikut ini adalah hasil pengujiannya.

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
0.5029	50.29%

Berdasarkan tabel 3 dapat diketahui bahwa $T_{proporsi}$ dari data Kecepatan CPU dan harga laptop adalah 50.29% sehingga diputuskan gagal tolak H_0 yang artinya bahwa kedua variabel yakni Kecepatan CPU dan Harga Laptop berdistribusi normal multivariat.

3.2.2. Uji Bartlett

Uji Bartlett digunakan untuk mengetahui apakah korelasi antara Kecepatan CPU dan Harga Laptop independen atau tidak. Uji Bartlett pada data Kecepatan CPU dan Harga Laptop disajikan sebagai berikut.

Hipotesis:

$H_0 : \rho = I$ (Korelasi antara Kecepatan CPU dan Harga Laptop independen)

$H_1 : \rho \neq I$ (Korelasi antara Kecepatan CPU dan Harga Laptop 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
5.967	3,841	0.015

Tabel 4 menunjukkan bahwa diperoleh χ^2 sebesar 5.967 yang lebih besar dari $\chi^2_{(0,05;1)}$ sebesar 3.841 dan diperkuat oleh p-value sebesar 0.015 yang lebih dari α sebesar 0.05, maka dapat diputuskan tolak H_0 artinya data Kecepatan CPU dan Harga Laptop dependen.

3.2.3. Uji Homogenitas Varians

Uji Box's M digunakan untuk mengetahui apakah matriks varians kovarians homogen atau tidak pada data Kecepatan CPU dan Harga Laptop. Uji Box's M disajikan sebagai berikut.

Hipotesis:

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

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

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}	$F_{0,05(9;10212.743)}$	p-value
1.380	1.880	0,191

Tabel 5 menunjukkan bahwa F sebesar 1.380 yang lebih kecil dari $F_{0,05(9;10212.743)}$ sebesar 1.880 dan diperkuat dengan p-value sebesar 0.191 yang lebih besar dari α sebesar 0.05 maka dapat diputuskan gagal tolak H_0 yang artinya varians kovarians data Kecepatan CPU dan Harga Laptop sama atau homogen.

3.3. Analisis MANOVA

Uji MANOVA digunakan untuk mengetahui apakah perlakuan/faktor Tipe Laptop memberikan pengaruh yang berbeda terhadap Kecepatan CPU dan harga laptop. Karena hasil asumsi homogenitas dengan menggunakan uji barlett tidak terpenuhi, maka menggunakan hasil MANOVA pillai trace. Uji MANOVA terhadap Kecepatan CPU dan harga laptop adalah sebagai berikut.

Hipotesis:

$H_0: \tau_0 = \tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = 0$ (Tipe Laptop tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap Kecepatan CPU dan Harga Laptop)

H_1 : Minimal ada 1 $\tau_k \neq 0$; dimana $k = 0,1,2,3$ (Minimal ada satu tipe laptop yang memberikan pengaruh terhadap Kecepatan CPU dan Harga Laptop)

Taraf signifikan : $\alpha = 0,05$

Daerah Penolakan :

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

Statistik Uji :

Tabel 6. Uji MANOVA

F_{hitung}	$F_{0.05(6;666)}$	$p - value$
32,946	2,112	0,010

Tabel 6 menunjukkan bahwa F_{hitung} sebesar 32.946 lebih besar dari $F_{0.05(6,666)}$ sebesar 2.112 dan diperkuat dengan p -value sebesar 0.000 yang lebih kecil dari α sebesar 0.05 maka dapat diputuskan tolak H_0 yang artinya minimal ada satu tipe laptop yang berpengaruh terhadap kecepatan CPU dan harga laptop, sehingga dilakukan pengujian lanjutan yaitu uji perbandingan ganda LSD.

3.4. Analisis Perbandingan Berganda LSD

Uji perbandingan berganda LSD untuk mengetahui perlakuan yang beda antara satu dengan lainnya. Uji perbandingan berganda LSD pada data Kecepatan CPU dan Harga Laptop adalah sebagai berikut.

3.4.1. Uji Perbandingan Berganda Kecepatan CPU

Uji perbandingan berganda LSD antara tipe laptop pada variabel kecepatan CPU disajikan sebagai berikut.

Hipotesis:

$H_0: \mu_k = \mu_l$ (Rata-rata kecepatan CPU ke-i tidak berpengaruh signifikan terhadap rata-rata kecepatan CPU ke-j)

$H_1: \mu_k \neq \mu_l$ (Rata-rata kecepatan CPU ke-i berpengaruh signifikan terhadap rata-rata kecepatan CPU ke-j)
 $k = 0,1,2,3$; $l = 0,1,2,3$; $k \neq l$

Taraf signifikan : $\alpha = 0,05$

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

Statistik Uji :

Tabel 7. Uji Tipe Laptop Variabel Kecepatan CPU

Perlakuan	$ \mu_k - \mu_l $	LSD	$p - value$	Keputusan
Gaming — Notebook	0.0672	85.904	0.286	Gagal Tolak H_0
Gaming— Ultrabook	0.2403	116.268	0.005	Tolak H_0
Gaming— Workstasion	0.0672	213.050	0.759	Gagal Tolak H_0
Workstasion — Ultrabook	0.2882	224.786	0.081	Gagal Tolak H_0
Workstasion — Notebook	0.1151	210.689	0.456	Gagal Tolak H_0
Ultrabook - Notebook	0.1731	111.884	0.035	Tolak H_0

Tabel 7 menunjukkan bahwa hasil uji perbandingan berganda tipe laptop berdasarkan kecepatan CPU dengan tipe laptop gaming dan notebook memiliki nilai p -value sebesar 0.286, tipe laptop gaming dan ultrabook memiliki nilai p -value sebesar 0.005, tipe laptop gaming dan workstation memiliki nilai p -value sebesar 0.759, tipe laptop workstation dan ultrabook memiliki nilai p -value sebesar 0.081, tipe laptop workstation dan notebook memiliki nilai p -value sebesar 0.456, dan tipe laptop ultrabook dan notebook memiliki nilai p -value sebesar 0.035. Diputuskan tolak H_0 pada tipe laptop gaming dengan ultrabook dan tipe laptop ultrabook dengan notebook, yang artinya rata-rata kecepatan CPU tipe laptop gaming berpengaruh

signifikan terhadap rata-rata kecepatan CPU tipe laptop ultrabook, dan rata-rata kecepatan CPU tipe laptop ultrabook berpengaruh signifikan terhadap rata-rata kecepatan CPU tipe laptop notebook. Sedangkan untuk yang lainnya gagal tolak H_0 pada tipe laptop gaming dengan notebook, gaming dengan workstation, workstation dengan ultrabook dan workstation dengan notebook, yang artinya rata-rata kecepatan CPU tipe laptop gaming tidak berpengaruh signifikan terhadap rata-rata kecepatan CPU tipe laptop notebook, rata-rata kecepatan CPU tipe laptop gaming tidak berpengaruh signifikan terhadap rata-rata kecepatan CPU tipe laptop workstation, rata-rata kecepatan CPU tipe laptop workstation tidak berpengaruh signifikan terhadap rata-rata kecepatan CPU tipe laptop ultrabook, rata-rata kecepatan CPU tipe laptop workstation tidak berpengaruh signifikan terhadap rata-rata kecepatan CPU tipe laptop notebook.

3.4.2. Uji Perbandingan Berganda Harga Laptop

Uji perbandingan berganda LSD antara Tipe laptop pada variabel Harga Laptop disajikan sebagai berikut.

Tabel 8. Uji LSD Tipe Laptop Variabel Kecepatan CPU

Perlakuan	$ \mu_k - \mu_l $	LSD	$p - value$	Keputusan
Gaming— Notebook	505.4003	85.904	0.000	Tolak H_0
Gaming — Ultrabook	5.7393	116.268	0.923	Gagal Tolak H_0
Gaming— Workstation	467.408	213.050	0.000	Tolak H_0
Workstation — Ultrabook	461.6689	224.786	0.000	Tolak H_0
Workstation — Notebook	972.8084	210.689	0.000	Tolak H_0
Ultrabook - Notebook	511.1395	111.884	0.000	Tolak H_0

Tabel 8 menunjukkan bahwa hasil uji perbandingan berganda tipe laptop berdasarkan harga laptop dengan tipe laptop gaming dan notebook memiliki nilai p-value sebesar 0.000, tipe laptop gaming dan workstation memiliki nilai p-value sebesar 0.000, tipe laptop workstation dan ultrabook memiliki nilai p-value sebesar 0.000, tipe laptop workstation dan notebook memiliki nilai p-value sebesar 0.000, dan tipe laptop ultrabook dan notebook memiliki nilai p-value sebesar 0.000. Berdasarkan tipe laptop gaming dan notebook, gaming dan workstation, workstation dan ultrabook, workstation dan notebook, ultrabook dan notebook memiliki nilai p-value lebih kecil dari 0.05 maka dapat diputuskan tolak H_0 , yang artinya rata-rata harga laptop gaming berpengaruh signifikan terhadap rata-rata harga laptop notebook, rata-rata harga laptop gaming berpengaruh signifikan terhadap rata-rata harga laptop workstation, rata-rata harga laptop workstation berpengaruh signifikan terhadap rata-rata harga laptop ultrabook, rata-rata harga laptop workstation berpengaruh signifikan terhadap rata-rata harga laptop dan notebook, rata-rata harga laptop notebook berpengaruh signifikan terhadap rata-rata harga laptop notebook. Sedangkan pada tipe laptop gaming dan ultrabook memiliki nilai p-value sebesar 0.923 dimana lebih besar dari 0.05 maka dapat diputuskan gagal tolak H_0 , yang artinya rata-rata harga laptop gaming tidak berpengaruh signifikan terhadap rata-rata harga laptop ultrabook.

4. CONCLUSION

Kesimpulan dan saran dari penelitian analisis frekuensi kecepatan CPU dan harga laptop berdasarkan tipe laptop adalah sebagai berikut.

- Variabel harga laptop yang memiliki rata-rata harga laptop termahal yaitu pada jenis laptop notebook, sedangkan pada variabel frekuensi kecepatan CPU yang memiliki rata-rata frekuensi tercepat yaitu pada jenis laptop notebook. Tipe laptop yang paling banyak pengguna yaitu pada jenis laptop notebook.
- Hasil pengujian asumsi manova didapatkan hasil data berdistribusi normal multivariat, data dependen dan juga varians dan kovariansnya homogen.
- Hasil analisis uji MANOVA ialah minimal ada satu jenis Tipe Laptop yang memberikan perbedaan terhadap Kecepatan CPU dan Harga Laptop.
- Hasil uji perbandingan berganda LSD berdasarkan kecepatan CPU menunjukkan berpengaruh signifikan antar kategorik jenis laptop kecuali pada jenis laptop gaming dengan ultrabook dan pada jenis laptop ultrabook dengan notebook tidak berpengaruh signifikan. Uji perbandingan berganda LSD berdasarkan harga laptop menunjukkan berpengaruh signifikan antar kategorik jenis laptop kecuali pada jenis laptop gaming dengan ultrabook tidak berpengaruh signifikan.

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
Muhammad Zulfadhli	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
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

Penulis menyatakan tidak ada konflik kepentingan.

DATA AVAILABILITY

Ketersediaan data tidak berlaku untuk makalah ini karena tidak ada data baru yang dibuat atau dianalisis dalam studi ini.

REFERENCES

- [1] Friedman, T. L. (2005). *The world is flat: A brief history of the twenty-first century*. Farrar, Straus and Giroux.
- [2] Castells, M. (2010). *The rise of the network society* (2nd ed.). Wiley-Blackwell.
- [3] Hennessy, J. L., & Patterson, D. A. (2019). *Computer architecture: A quantitative approach* (6th ed.). Morgan Kaufmann.
- [4] Noviansyah, M. R. (2019). Analisis perkembangan laptop sebagai komputer portabel. *Jurnal Teknologi Informasi*, 7(2), 45–52.
- [5] Stallings, W. (2018). *Computer organization and architecture* (10th ed.). Pearson.
- [6] Kim, J., & Lee, J. (2017). Performance evaluation of multi-core processors in mobile computing. *Journal of Systems Architecture*, 75, 1–10.
- [7] Smith, J. E., & Sohi, G. S. (2015). The microarchitecture of superscalar processors. *Proceedings of the IEEE*, 83(12), 1609–1624.
- [8] Pogue, D. (2020). *Computers and consumer technology trends*. McGraw-Hill.
- [9] Brynjolfsson, E., & McAfee, A. (2014). *The second machine age*. W. W. Norton & Company.
- [10] OECD. (2019). *Measuring the digital transformation*. OECD Publishing.
- [11] Selwyn, N. (2016). *Education and technology: Key issues and debates*. Bloomsbury Publishing.
- [12] Vu, K. M. (2011). ICT as a source of economic growth in the information age. *Telecommunications Policy*, 35(4), 357–372.
- [13] Schwab, K. (2016). *The fourth industrial revolution*. World Economic Forum.
- [14] Chen, Y., & Dubinsky, A. J. (2003). A conceptual model of perceived customer value in e-commerce. *Psychology & Marketing*, 20(4), 323–347.
- [15] Kotler, P., & Keller, K. L. (2016). *Marketing management* (15th ed.). Pearson.
- [16] Li, X., & Zhang, H. (2018). Price determinants of laptops in global markets. *International Journal of Business and Economics*, 17(3), 201–215.
- [17] Johnson, R. A., & Wichern, D. W. (2018). *Applied multivariate statistical analysis* (6th ed.). Pearson.
- [18] Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2019). *Multivariate data analysis* (8th ed.). Cengage Learning.
- [19] Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (2019). *Using multivariate statistics* (7th ed.). Pearson.
- [20] Haryanto, A. E. P., & Zulfadhli, M. (2024). Grouping Provinces Based on Minimum Competency Assessment Results to Improve Education Quality in Indonesia. *Jurnal Nalar Pendidikan*, 12(2), 155-163.
- [21] Ismail, F. A., Albarr, A. C., Zulfadhli, M., & Wulandar, S. P. (2024). Pengelompokan Kabupaten di Jawa Tengah Berdasarkan Faktor yang Memengaruhi Indeks Pembangunan Manusia Tahun 2022 Menggunakan Analisis Cluster. *Blantika: Multidisciplinary Journal*, 3(1).
- [22] Putri, N. L., Zulfadhli, M., Handayani, M., & Haque, A. L. S. (2025). Pengaruh Tipe Mobil Terhadap Harga dan Kapasitas Mesin di Belarus Dengan Pendekatan Manova. *Reliability: Journal of Industrial Statistics*, 1(2), 67-78.
- [23] Zulfadhli, M. (2025). Correspondence Analysis of Natural Disaster Distribution Patterns on Java Island in 2023. *Mitigation: Journal of Atmospheric and Earth Sciences*, 1(1), 15-22.
- [24] Zulfadhli, M., Alimuddin, A. H., & Nurfadilah, N. (2023). Pengaruh Media Sosial TikTok Terhadap Perilaku Kognitif Anak Usia Dini Di Kota Makassar. *Indonesian Journal of Pedagogical and Social Sciences*, 2(2), 2023.
- [25] Olson, C. L. (1974). Comparative robustness of six tests in multivariate analysis of variance. *Journal of the American Statistical Association*, 69(348), 894–908.
- [26] Sutrisno, D. W. (2018). Multivariate Analysis of Variance (MANOVA) untuk Memperkaya Hasil Penelitian Pendidikan. *AKSIOMA: Jurnal Matematika dan Pendidikan Matematika*, 37-53.
- [27] Setiawan, A. (2022). Uji Lanjut Fisher's LSD : Memahami dan Menerapkan Uji BNT.
- [28] Santoso, H. (2018). Sensor Monitoring Suhu Komputer Berbasis Port Paralel Dengan Menggunakan Rangkaian IC LM35 dan ADC 0804. *Jurnal Reaktom*, 36-38.
- [29] Kodu, S. (2013). Harga Kualitas Produk dan Kualitas Pelayanan Pengaruhnya Terhadap Keputusan Pembelian Mobil Toyota Avanza. *Jurnal EMBA*, 1251-1259.

-
- [30] Moch Rosid Noviansyah, W. S. (2019). Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Laptop Pada E-Commerce Menggunakan Metode Weighted Product. *Seminar Nasional Teknologi dan Rekayasa (SENTRA)*, 43-53.

