

## Analisis Perbedaan Kategori Kejadian Banjir Terhadap Kerusakan Infrastruktur Dan Kelayakan Sanitasi Berdasarkan Provinsi Di Indonesia

Steffany Marcellia Witanto<sup>1,\*</sup>, Friza Nur Fatmala<sup>2</sup>, Difta Alzena Sakhi<sup>3</sup>, Muhammad Nasrudin<sup>4</sup>, Trimono<sup>5</sup>

<sup>1,2,3,4,5</sup> Program Studi Sains Data, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur, Jalan Raya Rungkut Madya, Kecamatan Gunung Anyar, Surabaya, 60294, Jawa Timur, Indonesia

\*Corresponding author: [23083010046@student.upnjatim.ac.id](mailto:23083010046@student.upnjatim.ac.id)



P-ISSN: 2986-4178  
E-ISSN: 2988-4004

### Riwayat Artikel

Dikirim: 08 April 2025  
Direvisi: 16 Mei 2025  
Diterima: 27 Mei 2025

### ABSTRAK

Banjir merupakan bencana alam yang dapat menyebabkan kerugian dalam berbagai aspek. Untuk menganalisis dampak frekuensi banjir terhadap berbagai variabel secara serentak, digunakan metode *One-Way* MANOVA. Analisis ini akan memanfaatkan data yang bersumber dari Badan Pusat Statistik dan Kementerian Pekerjaan Umum. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai *p-value* untuk semua *intercept* menghasilkan angka yang kurang dari 0,05. Nilai ini membuktikan bahwa setiap kategori kejadian banjir memiliki perbedaan yang signifikan pada setidaknya satu variabel independen, baik jumlah rumah rusak, panjang jalan rusak (km), ataupun persentase sanitasi layak di Indonesia. Dengan demikian, frekuensi banjir dapat menjadi faktor penting dalam menganalisis tingkat kerusakan infrastruktur dan sistem sanitasi di wilayah terdampak.

**Kata Kunci:** Banjir, Infrastruktur, Sanitasi, *One-Way* MANOVA.

### ABSTRACT

*Flooding is a natural disaster that can cause losses in various aspects. To analyze the impact of flood frequency on various variables simultaneously, the One-Way MANOVA method is used. This analysis will utilize data sourced from the Central Bureau of Statistics and the Ministry of Public Works. The results showed that the p-value for all intercepts resulted in a number less than  $\alpha = 0,05$ . This value proves that each flood event category has a significant difference in at least one independent variable, be it the number of damaged houses, the length of damaged roads (km), or the percentage of proper sanitation in Indonesia. Thus, flood frequency can be an important factor in analyzing the level of damage to infrastructure and sanitation systems in affected areas.*

**Keywords:** Flood, Infrastructure, Sanitation, *One-Way* MANOVA.

## 1. Pendahuluan

Bencana merupakan peristiwa alam maupun nonalam yang dapat menyebabkan kehilangan nyawa, kerusakan terhadap lingkungan, kerugian secara materi, serta dampak psikologis sehingga berpotensi untuk mengancam dan mengganggu kehidupan masyarakat [1]. Salah satu bencana tahunan yang umum terjadi di berbagai belahan dunia adalah banjir. Berdasarkan laporan Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) tahun 2022, dari total 3.531 bencana alam yang terjadi di Indonesia, sebanyak 1.524 diantaranya merupakan bencana banjir [2]. Bencana ini dapat disebabkan oleh faktor alam, seperti curah hujan, erosi, air pasang, sungai yang melebihi kapasitas, pengaruh fisiografi, serta kapasitas drainase yang tidak memadai. Di samping itu, faktor nonalam, seperti keberadaan kawasan kumuh, perubahan daerah aliran sungai, kerusakan pada bangunan pengendali air, ketiadaan vegetasi serta perencanaan mitigasi yang tidak tepat juga mampu mengakibatkan terjadinya banjir pada suatu wilayah [3].

Banjir terjadi ketika air meluap dan menggenangi suatu wilayah akibat kapasitas sistem pembuangan yang tidak mencukupi sehingga menimbulkan kerugian dalam aspek fisik, sosial, dan ekonomi [4]. Kerugian tersebut mencakup kerusakan struktur bangunan pada rumah warga sehingga tidak dapat dihuni untuk sementara waktu. Selain itu, kerusakan infrastruktur jalan dapat menghambat mobilitas masyarakat, memperlambat proses evakuasi, serta menghambat distribusi bantuan bagi warga terdampak. Dampak lainnya terlihat pada sistem sanitasi lingkungan yang tidak berfungsi secara optimal. Hal ini berakibat pada peningkatan risiko pencemaran air dan penyebaran penyakit, seperti diare serta infeksi kulit. Maka dari itu, berbagai studi terus dikembangkan untuk memahami dan meminimalkan dampak banjir terhadap berbagai sektor kehidupan.

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa kerugian dan tingkat kerusakan pada infrastruktur publik akibat banjir di Kota Semarang cukup bervariasi, dengan sebagian besar mengalami kerusakan ringan hingga sedang [5]. Di samping itu, penelitian terkait banjir pasang di Desa Randusanga mengungkapkan bahwa bencana ini tidak hanya mengganggu aktivitas ekonomi dan sosial, tetapi juga memperburuk kondisi sanitasi dan air bersih di wilayah tersebut [6]. Sementara penelitian yang dilaksanakan di Desa Sirau menemukan bahwa banjir tahunan dapat menyebabkan lumpuhnya perekonomian, terganggunya mobilitas warga akibat akses jalan yang terendam, serta gangguan kesehatan akibat air yang terkontaminasi [7]. Penelitian-penelitian ini mampu memberikan gambaran penting akan dampak banjir terhadap beberapa aspek kehidupan dalam masyarakat.

Di sisi lain, penelitian-penelitian tersebut belum membahas bagaimana perbedaan kategori kejadian banjir mempengaruhi tingkat kerusakan infrastruktur dan kelayakan sanitasi. Padahal, setiap kategori kejadian banjir (tinggi, sedang, rendah) dapat berkontribusi terhadap tingkat keparahan dampak yang dialami oleh suatu wilayah. Oleh sebab itu, diperlukan pendekatan yang komprehensif untuk menganalisis pengaruh banjir terhadap berbagai aspek kehidupan secara serentak. Dengan menerapkan metode *One-Way MANOVA (Multivariate Analysis of Variance)*, akan dilakukan analisis apakah terdapat perbedaan signifikan antara kategori kejadian banjir terhadap jumlah rumah dan panjang jalan nasional (km) yang mengalami kerusakan ringan, serta persentase kelayakan sistem sanitasi lingkungan pada setiap provinsi di Indonesia. Analisis tersebut diharapkan mampu untuk memberi wawasan bagi pengambil kebijakan dalam menyusun sistem mitigasi bencana banjir sehingga dapat meminimalisir kerugian yang dialami masyarakat maupun pemerintah.

## 2. Metodologi Penelitian

### 2.1. Jenis dan Sumber Data

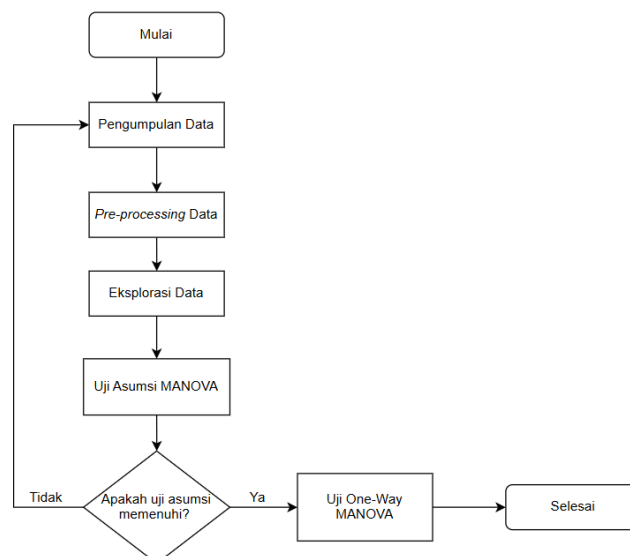
Data diperlukan dalam proses analisis, data tersebut berupa data sekunder yang bersumber dari *website* Open Data Pekerjaan Umum dan Badan Pusat Statistik (BPS) Indonesia. Informasi dalam data mencakup kategori frekuensi kejadian banjir [8] sebagai variabel independen dan jumlah rumah rusak [9], jumlah jalan rusak ringan [10], serta persentase layanan sanitasi layak [11] sebagai variabel dependen dalam lingkup provinsi di Indonesia pada tahun 2023. Data yang digunakan dalam analisis memuat variabel penelitian dengan tampilan berikut ini.

**Tabel 1** Variabel Penelitian

Variabel	Keterangan	Skala Data
X	Kategori Frekuensi Kejadian Banjir Rendah Sedang Tinggi	Ordinal
Y1	Jumlah Rumah Rusak Akibat Banjir	Rasio
Y2	Jumlah Jalan Rusak Ringan (km)	Rasio
Y3	Persentase Layanan Sanitasi Layak	Rasio

### 2.2. Metodologi

Analisis data dengan metode *One-Way* MANOVA bertujuan guna mengetahui perbedaan signifikan antara kategori kejadian banjir terhadap jumlah rumah dan panjang jalan nasional (km) yang mengalami kerusakan ringan, serta kelayakan sistem sanitasi lingkungan pada setiap provinsi di Indonesia berdasarkan data tahun 2023. Proses analisis ini melalui beberapa tahapan sehingga dapat mencapai hasil analisis yang diinginkan. Berikut adalah tampilan diagram alir yang memuat informasi mengenai tahapan-tahapan dalam proses analisis.



**Gambar 1.** Diagram Alir Proses Analisis

Berdasarkan diagram alir di atas, tahapan dalam proses analisis akan diuraikan menjadi:

1. Mulai
2. Melakukan proses pengumpulan data yang digunakan dalam analisis, yaitu data mengenai frekuensi kejadian banjir, jumlah rumah rusak akibat banjir, jumlah jalan rusak ringan (km), serta persentase layanan sanitasi layak yang diperoleh melalui *website* Open Data Pekerjaan Umum dan Badan Pusat Statistik (BPS) Indonesia pada tahun 2023.
3. Melakukan *preprocessing* data dengan memeriksa *missing value*, imputasi pada *missing value*, dan melakukan kategorisasi pada variabel frekuensi kejadian banjir.
4. Melakukan eksplorasi data untuk mengetahui informasi detail pada data, seperti karakteristik dan distribusi data.
5. Melakukan uji asumsi MANOVA pada data yang dianalisis, di mana terdapat tiga pengujian yaitu uji *Bartlett's Sphericity*, uji *Box's M*, dan uji *Mardia*.
6. Jika hasil ketiga uji asumsi MANOVA terpenuhi maka dapat dilakukan analisis dengan metode *One-Way* MANOVA. Sedangkan, jika tidak memenuhi salah satu dari ketiga uji asumsi tersebut maka dapat melakukan proses pengumpulan data baru atau menggunakan metode analisis lainnya.
7. Selesai

### 2.3. Landasan Teori

#### 2.3.1 *Preprocessing* Data

Pada tahap ini, data mentah dipersiapkan sebelum dianalisis guna memastikan kualitas serta akurasi. *Preprocessing* data bertujuan untuk memeriksa kelengkapan data serta menangani data yang tidak valid atau hilang sehingga dapat meningkatkan kualitas data sebelum dilakukan analisis lebih lanjut. Dalam penelitian ini, proses *preprocessing* data dilakukan melalui beberapa langkah berikut:

1. Pemeriksaan dan Penanganan Missing Value

Langkah awal dalam analisis data adalah memeriksa adanya *missing value* atau data yang hilang pada *dataset* yang digunakan. *Missing value* merupakan kondisi ketika suatu variabel tidak memiliki nilai atau data pada beberapa observasi. Jika ditemukan *missing value*, penanganan dilakukan dengan metode imputasi menggunakan nilai nol (0). Metode ini dipilih karena data yang digunakan berasal dari Badan Pusat Statistik (BPS) sehingga kemungkinan adanya data kosong disebabkan oleh ketidaktercatatan peristiwa di wilayah tertentu. Penggunaan metode imputasi rata-rata dihindari karena berpotensi menimbulkan bias dan tidak menggambarkan kondisi aktual wilayah tersebut.

2. Kategorisasi Data

Selain melakukan *cleaning* data, dilakukan pula proses kategorisasi pada variabel independen, yakni frekuensi kejadian banjir. Kategorisasi ini dilakukan dengan metode *Interquartile Range* (IQR) untuk membagi data ke dalam beberapa kategori seperti rendah, sedang, dan tinggi.

#### 2.3.2 Eksplorasi Data (*Exploratory Data Analysis*)

Eksplorasi data atau *Exploratory Data Analysis* (EDA) merupakan tahap krusial dalam analisis data yang bertujuan untuk memahami karakteristik serta distribusi data sebelum tahap analisis lebih lanjut. Pada tahapan ini, digunakan teknik statistik deskriptif untuk menganalisis ukuran pemusatan dan penyebaran data, seperti mean, median, dan standar deviasi. Selain itu, visualisasi data dengan *heatmap* diterapkan guna

mengidentifikasi korelasi antarvariabel numerik. Melalui pendekatan ini, diharapkan pemahaman terhadap distribusi data serta hubungan antarvariabel dapat diperoleh secara lebih komprehensif.

### 2.3.3 Uji Independensi (*Bartlett's Sphericity*)

Uji independensi adalah langkah penting dalam analisis MANOVA untuk memastikan tidak adanya hubungan antarvariabel dependen. Asumsi ini perlu dipenuhi agar hasil analisis valid dan dapat diinterpretasikan dengan benar. Salah satu metode yang umum diterapkan, yakni Uji *Bartlett's Sphericity*, yang berfungsi untuk menentukan apakah matriks korelasi berbeda dari matriks identitas sehingga dapat mengidentifikasi adanya hubungan antarvariabel.

Hipotesis:

$$H_0 : \rho = I \text{ (matriks korelasi adalah matriks identitas)}$$

$$H_1 : \rho \neq I \text{ (matriks korelasi bukan termasuk matriks identitas)}$$

Statistik Uji:

$$\chi^2_{hitung} = -[(n - 1) - (2p + 5) / 6] \times \ln|\rho| \quad (1)$$

Keterangan:

$n$  : Jumlah data observasi

$p$  : Jumlah variabel yang digunakan

$\rho$  : Matriks korelasi

Kriteria Keputusan:

$H_0$  ditolak apabila  $\chi^2_{hitung} > \chi^2_{\alpha, \frac{1}{2}p(p-1)}$  atau  $p - value < \alpha$ , yang mengindikasikan bahwa terdapat korelasi antarvariabel (matriks korelasi bukan merupakan identitas). Sebaliknya, hipotesis nol gagal ditolak jika  $\chi^2_{hitung} \leq \chi^2_{\alpha, \frac{1}{2}p(p-1)}$  atau  $p - value > \alpha$ , yang berarti tidak terdapat korelasi antarvariabel (matriks korelasi merupakan identitas).

### 2.3.4 Uji Homogenitas Varians-Kovarians (*Box's M*)

Uji homogenitas varians-kovarians dilakukan setelah memastikan asumsi independensi terpenuhi. Uji ini bertujuan untuk memastikan bahwa matriks kovarians antarkelompok bersifat homogen sehingga hasil analisis tidak mengalami bias akibat adanya perbedaan variabilitas antarkelompok. Salah satu metode yang digunakan adalah *Box's M test*, yang memeriksa kesamaan matriks varians-kovarians antarkelompok data. Dalam kasus di mana asumsi homogenitas tidak terpenuhi, hasil analisis MANOVA dapat menjadi tidak valid karena ada perbedaan signifikan dalam variabilitas [12].

Hipotesis:

$$H_0 : \Sigma_1 = \Sigma_2 = \dots = \Sigma_g \text{ (Matriks varians-kovarians homogen)}$$

$$H_1 : \text{minimal ada satu } \Sigma_j = \text{ yang tidak sama (Matriks varians-kovarians heterogen)}$$

di mana  $j = 1, 2, 3, \dots, g$

Statistik Uji:

$$M = (n_k - 1) \ln|s| - \sum_{k=1}^{\epsilon} (n_k - 1) \ln|s_k| \quad (2)$$

$$C^{-1} = 1 - \frac{(2p^2 + 3p - 1)(k + 1)}{6(p + 1)kn} \quad (3)$$

Keterangan:

- $n_k$  : Ukuran sampel ke-k
- $s$  : Matriks varians kovarians gabungan
- $s_k$  : Matriks kovarians
- $k$  : Banyaknya grup
- $C^{-1}$  : Matriks kontras

Kriteria Keputusan:

$H_0$  ditolak jika  $F > F_{(\alpha;v_1,v_2)}$  atau  $p - value < \alpha$ . Hal ini mengindikasikan bahwa terdapat setidaknya satu matriks varians kovarians yang berbeda (heterogen). Sebaliknya,  $H_0$  diterima jika nilai statistik uji  $F \leq F_{(\alpha;v_1,v_2)}$  atau  $p - value > \alpha$ , yang berarti semua matriks varians kovarians adalah homogen atau sama.

### 2.3.5 Uji Distribusi Normal Multivariat (*Mardia*)

Uji normalitas dilakukan setelah uji homogenitas varians-kovarians sebagai uji asumsi terakhir dalam analisis MANOVA. Uji ini bertujuan untuk memeriksa apakah data pada setiap kelompok mengikuti distribusi normal multivariat sehingga keakuratan hasil statistik dapat terjaga. Asumsi normalitas sangat penting dalam analisis MANOVA karena ketidak terpenuhinya asumsi ini dapat menyebabkan bias dan ketidakvalidan hasil. Salah satu metode yang digunakan adalah *Mardia Test* dengan *mSkewness* dan *mKurtosis*. Multivariat *skewness* didefinisikan sebagai  $b_{1,k}$  dan multivariat *kurtosis* didefinisikan sebagai  $b_{2,k}$  sehingga rumus yang diperoleh adalah sebagai berikut [13]:

$$b_{1,k} = \frac{1}{N^2} \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N g^3_{ij} \quad (4)$$

$$b_{2,k} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N g^2_{ii} \quad (5)$$

$$g_{ij} = (x_i - \underline{x})' S^{-1} (x_j - \underline{x}) \quad (6)$$

$$g_{ii} = (x_i - \underline{x})' S^{-1} (x_i - \underline{x}) \quad (7)$$

$$S = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N (X_j - \underline{X})(X_j - \underline{X})' \quad (8)$$

Hipotesis:

$H_0$  : Data mengikuti distribusi normal multivariat

$H_1$  : Data tidak mengikuti distribusi normal multivariat

Statistik Uji:

Dengan menerapkan aproksimasi distribusi *Chi-Square* dengan derajat kebebasan  $k(k + 1)(k + 1)/6$  maka diperoleh rumus sebagai berikut:

$$z_1 = \frac{(k + 1)(N + 1)(N + 3)}{6\{(N + 1)(k + 1) - 6\}} b_{1, k} \quad (9)$$

Dengan menerapkan aproksimasi distribusi  $N(0,1)$  diperoleh rumus sebagai berikut:

$$z_2 = \frac{b_{2, k} - k(k + 2)}{\sqrt{8k(k + 2)/N}} \quad (10)$$

Kriteria Keputusan:

$H_0$  ditolak jika  $p - value < \alpha$ , yang menunjukkan bahwa data tidak mengikuti distribusi normal multivariat. Sebaliknya,  $H_0$  diterima jika  $p - value > \alpha$ , yang menunjukkan bahwa data mengikuti distribusi normal multivariat.

### 2.3.6 Analisis *One-Way* MANOVA (*Multivariate Analysis of Variance*)

*One-Way* MANOVA adalah pengembangan dari ANOVA guna untuk membandingkan lebih dari satu variabel respons atau dependen secara simultan berdasarkan satu variabel independen kategorik. MANOVA diterapkan guna menguji apakah ada perbedaan rata-rata pada beberapa variabel dependen secara simultan di antara berbagai kelompok. Dibandingkan dengan ANOVA yang hanya membandingkan satu variabel dependen, MANOVA lebih unggul dalam menangani kompleksitas data yang memiliki lebih dari satu variabel respon.

*One-Way* MANOVA sangat berguna dalam konteks penelitian yang melibatkan pengelompokan data berdasarkan satu faktor atau perlakuan tertentu, seperti dalam kasus penelitian ini yang mengkaji dampak kejadian banjir di Indonesia. Dengan adanya lebih dari satu variabel dependen, analisis secara simultan menggunakan MANOVA dapat meningkatkan sensitivitas uji statistik dan mengurangi risiko terjadinya *type I error* dibandingkan dengan melakukan uji ANOVA terpisah untuk masing-masing variabel dependen.

Pada penelitian ini, analisis *One-Way* MANOVA dilakukan untuk membandingkan variabel dependen berupa jumlah rumah rusak akibat banjir, jumlah jalan rusak ringan (km), dan persentase layanan sanitasi layak pada tingkat provinsi di Indonesia pada tahun 2023, berdasarkan kategori frekuensi kejadian banjir sebagai variabel independen.

Dalam MANOVA, beberapa statistik uji diterapkan guna menilai pengaruh variabel bebas terhadap variabel dependen, di antaranya:

1. *Wilks' Lambda* adalah statistik uji yang digunakan ketika semua asumsi MANOVA terpenuhi. Nilai yang lebih kecil menunjukkan pengaruh model yang lebih besar.
2. *Roy's Largest Root* adalah statistik uji yang digunakan apabila hanya asumsi homogenitas varians-kovarians yang terpenuhi. Nilai yang lebih besar menunjukkan bahwa model memiliki pengaruh yang lebih kuat.
3. *Hotelling's Trace* adalah statistik uji yang digunakan apabila hanya asumsi korelasi independensi yang terpenuhi. Nilai yang lebih besar pada menunjukkan pengaruh model yang semakin kuat.
4. *Pillai's Trace* adalah statistik uji yang digunakan apabila tidak terpenuhinya asumsi independensi. Semakin besar nilai *Pillai's Trace*, semakin besar pula pengaruh model terhadap variabel dependen.

Berikut ini adalah model umum dari *One-Way* MANOVA [14] yang digunakan dalam proses analisis ini.

$$X_{ijk} = \mu_k + \tau_{ik} + \epsilon_{ijk} \quad (11)$$

Keterangan:

$X_{ijk}$  : Nilai pengamatan variabel dependen ke-k dari kelompok ke-j yang memperoleh variabel independen ke-i

$\mu_k$  : Nilai rata-rata umum sesungguhnya dari variabel dependen ke-k

$\tau_k$  : Pengaruh variabel independen ke-i terhadap variabel dependen ke-k

$\epsilon_{ijk}$  : Pengaruh galat (*error*) yang muncul pada pengukuran  $Y_{ijk}$

Hipotesis:

$H_0$  :  $\tau_1 = \tau_2 = \dots \tau_i = 0$  (Kategori ke- $i$  pengaruh signifikan terhadap variabel independen)

$H_1$  : Setidaknya terdapat satu  $\tau_i \neq 0$  (Setidaknya terdapat satu kategori ke- $i$  yang berpengaruh terhadap variabel independen)

Kriteria Keputusan:

Dengan taraf signifikan sebesar  $\alpha$ , maka digunakan daerah kritis tolak  $H_0$  apabila  $F > F_{1-\alpha}(dbr,dbg)$  atau  $p - value < \alpha$ .

Nilai statistik uji F yang digunakan untuk menentukan kriteria keputusan, dapat diperoleh melalui persamaan berikut:

$$F = \frac{|W|}{|B + W|} \quad (12)$$

$$B = \sum_{t=1}^g n_t(x_t - \underline{x})(x_t - \underline{x})' \quad (13)$$



$$W = \sum_{t=1}^g \sum_{j=1}^{n_t} (x_{tj} - \underline{x}_t)(x_{tj} - \underline{x}_t)' \tag{14}$$

Keterangan:

$F$  : Statistik uji MANOVA

$B$  : Matriks SSP perlakuan

$W$  : Matriks SSP error

$\underline{x}$  : Rata-rata matriks  $x_i$

$x_{tj}$  : Matriks ukuran  $N \times p$  dengan entri seluruh data observasi

### 3. Hasil dan Pembahasan

Analisis yang dilakukan bertujuan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan antara ketiga indikator tersebut berdasarkan kategori frekuensi kejadian banjir, di mana hasil analisis tersebut diperoleh dengan melakukan beberapa proses analisis data, seperti *preprocessing* data, eksplorasi data, uji asumsi MANOVA, dan uji *One-Way* MANOVA. Berikut adalah pembahasan lebih lanjut mengenai proses analisis data yang telah dilakukan.

#### 3.1. Preprocessing Data

Langkah pertama yang perlu dilakukan setelah memperoleh data adalah melakukan *preprocessing* data guna memeriksa dan meningkatkan kualitas data. Salah satu bentuk *preprocessing* data yang dilakukan adalah memeriksa *missing value* atau data yang hilang. Setelah pemeriksaan, diperoleh hasil bahwa data tersebut memuat *missing value* pada beberapa provinsi sehingga perlu penanganan terhadap *missing value* tersebut.

**Tabel 2** Persentase Layanan Sanitasi Layak Menurut Provinsi Tahun 2023

Provinsi	Frekuensi Kejadian Banjir	Jumlah Rumah Rusak	Jalan Rusak Ringan	Sanitasi Layak
Papua Barat	1	NaN	75,02	4,63
Papua Barat Daya	5	163	NaN	NaN
Papua Selatan	2	436	NaN	NaN
Papua Tengah	NaN	NaN	NaN	NaN
Papua Pegunungan	1	NaN	NaN	NaN

Keterangan: NaN:Data hilang atau tidak memiliki nilai.

Tabel hasil di atas menunjukkan bahwa beberapa data di Papua hilang atau tidak memiliki nilai. Salah satu bentuk penanganan *missing value* yang dapat dilakukan adalah dengan melakukan imputasi nilai nol (0). Hal ini dilakukan karena data yang kami gunakan merupakan data sekunder yang diperoleh dari *website* Badan Pusat Statistik (BPS) sehingga terdapat kemungkinan bahwa data kejadian tidak tercatat atau memang tidak ada kejadian di wilayah tersebut. Selain itu, jika dilakukan imputasi menggunakan nilai rata-rata di sekitar wilayah Papua dikhawatirkan akan menyebabkan data menjadi bias karena tidak sesuai dengan keadaan yang sebenarnya.

Selain melakukan *preprocessing* data dengan memeriksa dan menangani *missing value*, juga dilakukan proses kategorisasi data pada variabel frekuensi kejadian banjir yang

menjadi variabel independen dalam analisis ini. Kategorisasi dilakukan dengan menggunakan *Interquartile Range* (IQR) sebagai berikut.

**Tabel 3** *Interquartile Range* (IQR) untuk kategorisasi frekuensi terjadinya banjir

Kuartil	Hasil IQR
Q1	8,0
Q3	46,25

Dari hasil IQR di atas, frekuensi kejadian banjir dapat dikategorikan sebagai berikut.

**Tabel 4** Kategori Frekuensi Kejadian Banjir Berdasarkan IQR

Interval	Kategori Frekuensi Kejadian Banjir
$x \leq 8,0$	Rendah
$8,0 < x < 46,25$	Sedang
$x \geq 46,25$	Tinggi

Tampilan data pada variabel frekuensi kejadian banjir akan diubah sesuai dengan kategori yang telah ditentukan, kemudian disimpan dalam kolom baru dengan nama kategori kejadian banjir sebagai berikut.

**Tabel 5** Kategori Frekuensi Kejadian Banjir Menurut Provinsi Tahun 2023 Berdasarkan IQR

Provinsi	Frekuensi Kejadian Banjir	Kategori Kejadian Banjir
Aceh	97	Tinggi
Sumatera Utara	112	Tinggi
Sumatera Barat	72	Tinggi
Riau	79	Tinggi
Jambi	24	Sedang
Sumatera Selatan	28	Sedang
Bengkulu	11	Sedang
Lampung	19	Sedang
Kepulauan Bangka Belitung	12	Sedang
Kepulauan Riau	11	Sedang
DKI Jakarta	7	Rendah
Jawa Barat	107	Tinggi
Jawa Tengah	95	Tinggi
DI Yogyakarta	6	Rendah
Jawa Timur	41	Sedang
Banten	28	Sedang
Bali	5	Rendah
Nusa Tenggara Barat	69	Tinggi
Nusa Tenggara Timur	29	Sedang
Kalimantan Barat	37	Sedang
Kalimantan Tengah	40	Sedang
Kalimantan Selatan	48	Tinggi
Kalimantan Timur	33	Sedang
Kalimantan Utara	19	Sedang
Sulawesi Utara	16	Sedang
Sulawesi Tengah	61	Tinggi
Sulawesi Selatan	52	Tinggi
Sulawesi Tenggara	3	Rendah
Gorontalo	21	Sedang
Sulawesi Barat	14	Sedang
Maluku	19	Sedang
Maluku Utara	27	Sedang
Papua Barat	1	Rendah
Papua Barat Daya	5	Rendah

Provinsi	Frekuensi Kejadian Banjir	Kategori Kejadian Banjir
Papua	4	Rendah
Papua Selatan	2	Rendah
Papua Tengah	0	Rendah
Papua Pegunungan	1	Rendah

Langkah *preprocessing* data telah dilakukan dengan memeriksa *missing value*, imputasi *missing value*, dan melakukan kategorisasi pada data sehingga kualitas data menjadi lebih baik dan dapat dilakukan langkah analisis lebih lanjut.

### 3.2. Eksplorasi Data

Setelah memperbaiki dan meningkatkan kualitas data dengan *preprocessing* data, selanjutnya dapat dilakukan eksplorasi data untuk memahami karakteristik dan distribusi data sebelum dilakukan analisis lebih lanjut. Salah satu bentuk eksplorasi data yang dilakukan adalah statistika deskriptif yang bertujuan untuk memberikan gambaran umum mengenai pola, sebaran, dan kecenderungan data sebelum dilakukan analisis lebih lanjut.

#### 3.2.1. Statistika Deskriptif

Langkah awal melakukan eksplorasi data adalah dengan mengetahui informasi tentang pemusatan dan penyebaran data menggunakan statistika deskriptif, di mana *mean* dan *median* merupakan bentuk ukuran pemusatan data, sedangkan standar deviasi merupakan bentuk ukuran penyebaran data. Adapun hasil statistika deskriptif yang telah dilakukan pada data adalah sebagai berikut.

**Tabel 6** Statistika Deskriptif

Statistika Deskriptif	Jumlah Rumah Rusak	Jalan Rusak Ringan	Sanitasi Layak
<i>Mean</i>	19836,53	60,88	7,46
Standar Deviasi	30549,92	62,28	5,59
<i>Min</i>	0	0	0
<i>Max</i>	116174	257,58	23,1
<i>Median</i>	4819	50,68	6,22

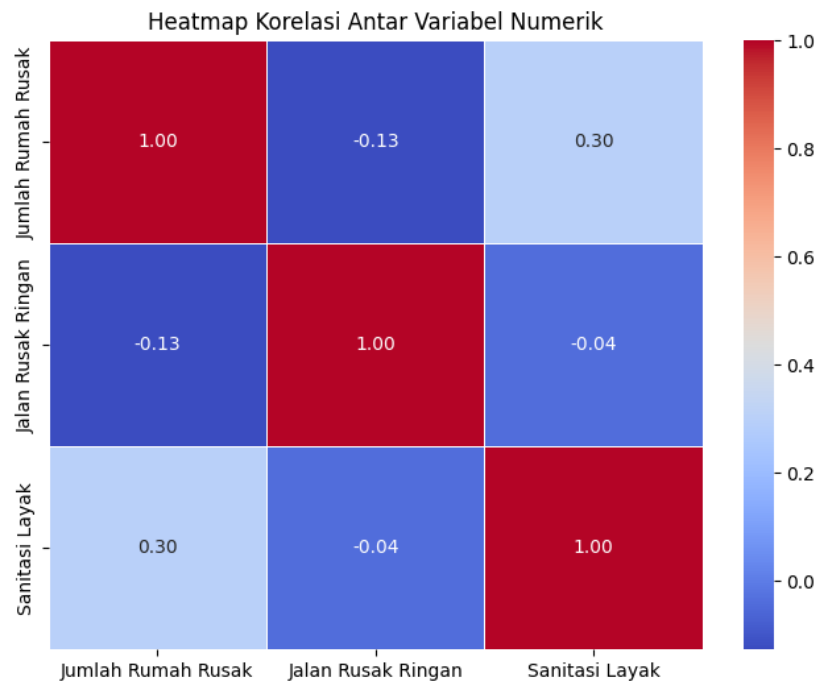
Berdasarkan tabel 6, rata-rata jumlah rumah yang mengalami kerusakan akibat banjir di setiap provinsi mencapai 19836,53 atau sekitar 19837 unit. Meskipun demikian, terdapat provinsi yang tidak mengalami kerusakan rumah akibat banjir sama sekali sebagaimana ditunjukkan oleh nilai minimum 0 unit yang tercatat di Papua Barat, Papua Tengah, dan Papua Pegunungan. Sebaliknya, jumlah kerusakan rumah akibat banjir tertinggi mencapai 116174 unit yang tercatat di Jawa Barat di mana mengindikasikan tingkat kerusakan yang cukup parah. Perbedaan yang signifikan antarprovinsi dalam jumlah rumah rusak akibat banjir dapat terlihat dalam nilai standar deviasi yang cukup tinggi, yaitu 30549,92 yang menunjukkan adanya variasi yang besar dalam tingkat kerusakan di berbagai provinsi.

Selain berdampak pada kerusakan rumah, banjir juga menyebabkan kerusakan pada infrastruktur jalan. Rata-rata panjang jalan yang mengalami kerusakan ringan akibat banjir di setiap provinsi mencapai 60,88 km, dengan nilai minimum 0 km yang mengindikasikan bahwa beberapa provinsi tidak mengalami kerusakan jalan sama sekali. Sebaliknya, tingkat kerusakan jalan tertinggi tercatat mencapai 257,58 km yang menunjukkan bahwa di beberapa provinsi, banjir memberikan dampak signifikan terhadap mobilitas masyarakat. Variasi tingkat kerusakan jalan antarprovinsi ini dapat terlihat dalam nilai standar deviasi sebesar 62,28 yang menunjukkan adanya perbedaan yang cukup besar dalam skala kerusakan jalan di berbagai provinsi.

Di samping mengakibatkan kerusakan pada rumah dan jalan, banjir juga mempengaruhi akses terhadap sanitasi yang layak. Rata-rata persentase fasilitas sanitasi

layak di setiap provinsi tercatat sebesar 7,46% dengan beberapa provinsi memiliki persentase 0% yang menunjukkan tidak adanya fasilitas sanitasi layak akibat dampak banjir. Di sisi lain, persentase fasilitas sanitasi layak tertinggi mencapai 23,1% yang mencerminkan adanya kesenjangan akses terhadap sanitasi di berbagai provinsi. Variasi distribusi sanitasi ini tercermin dalam nilai standar deviasi sebesar 5,59 yang mengindikasikan adanya perbedaan yang cukup besar dalam ketersediaan fasilitas sanitasi antarprovinsi sebagai dampak dari bencana banjir.

Untuk mengetahui bagaimana hubungan antarvariabel tersebut, dapat dilakukan analisis korelasi Pearson dengan visualisasi *heatmap* sebagai berikut.



**Gambar 2.** *Heatmap* Korelasi Antarvariabel Numerik

Berdasarkan Gambar 2, terdapat hubungan positif pada jumlah rumah rusak dan sanitasi layak dengan nilai korelasi sebesar 0,30. Hal ini mengindikasikan bahwa provinsi dengan jumlah rumah rusak yang lebih tinggi cenderung memiliki akses sanitasi layak yang lebih baik dibandingkan provinsi dengan jumlah rumah rusak lebih sedikit. Namun, hubungan ini tidak cukup kuat untuk menyimpulkan adanya keterkaitan langsung.

Sebaliknya, hubungan antara jumlah rumah rusak dan jalan rusak ringan menunjukkan korelasi negatif sebesar -0,13 yang mengindikasikan bahwa provinsi dengan rumah rusak lebih banyak tidak selalu memiliki tingkat kerusakan jalan yang lebih tinggi. Demikian pula, sanitasi layak dan jalan rusak ringan memiliki korelasi yang sangat lemah sebesar -0,04 yang menunjukkan bahwa akses terhadap sanitasi layak tidak banyak dipengaruhi oleh tingkat kerusakan jalan akibat banjir.

Hasil tersebut menunjukkan bahwa meskipun banjir berdampak signifikan terhadap berbagai aspek infrastruktur, keterkaitan antarvariabel masih dipengaruhi oleh faktor lain, seperti kebijakan mitigasi bencana, infrastruktur yang sudah ada sebelumnya, serta kapasitas tanggap darurat di masing-masing provinsi yang tidak dianalisis.

### 3.3. Uji Asumsi MANOVA

Sebelum melakukan analisis MANOVA, perlu dilakukan uji asumsi untuk menentukan metode MANOVA apakah yang cocok digunakan untuk data tersebut.

Terdapat tiga uji asumsi yang perlu dilakukan pada data yang digunakan, yaitu Uji *Bartlett's Sphericity*, Uji *Box's M*, dan Uji *Mardia*, di mana setiap uji tersebut mewakili tujuan uji asumsi yang berbeda-beda.

### 3.3.1. Uji Independensi (*Bartlett's Sphericity*)

Dalam MANOVA, uji *Bartlett's Sphericity* merupakan uji asumsi utama untuk mengetahui apakah hubungan antarvariabel dalam data bersifat independen atau dependen. Berikut adalah hasil uji *Bartlett's Sphericity* pada data yang digunakan.

**Tabel 7** Uji *Bartlett's Sphericity*

Statistik <i>Chi-Square</i>	df	<i>p-value</i>	Keputusan
3,82593	3,0	0,281	H0 diterima (variabel independen)

Berdasarkan tabel 7, nilai statistik *chi-square* adalah 3,82593, nilai derajat kebebasan adalah 3,0, dan *p-value* adalah 0,281. Di mana *p-value* yang diperoleh adalah  $0,281 > 0,05$  yang berarti keputusan H0 diterima dan menunjukkan bahwa terdapat hubungan antarvariabel dalam data yang bersifat independen sehingga uji asumsi MANOVA yang pertama telah terpenuhi.

### 3.3.2. Uji Homogenitas Varians-Kovarians (*Box's M*)

Uji asumsi kedua setelah melakukan uji *Bartlett's Sphericity* adalah melakukan uji *Box's M* guna menguji homogenitas kovarians dalam MANOVA. Berikut adalah tampilan hasil uji *Box's M* pada data.

**Tabel 8** Uji *Box's M*

Statistik <i>Box's M</i>	df	<i>p-value</i>	Keputusan
-158,1418	20,0	1,0	H0 diterima (Matriks kovarians bersifat homogen)

Berdasarkan tabel 8, nilai statistik *Box's M* adalah -158,1418, nilai derajat kebebasan adalah 20,0, dan *p-value* sebesar 1,0. Di mana *p-value* yang diperoleh adalah  $1,0 > 0,05$  yang berarti keputusan H0 diterima dan menunjukkan matriks kovarians pada data bersifat homogen dan berhasil memenuhi uji asumsi MANOVA yang kedua.

### 3.3.3. Uji Distribusi Normal Multivariat (*Mardia*)

Uji asumsi terakhir dalam analisis MANOVA adalah melakukan uji *Mardia* untuk menguji normalitas multivariat. Berikut adalah hasil uji *Mardia* pada data.

**Tabel 9** Uji *Mardia*

Hasil Uji <i>Mardia</i>	<i>p-value</i>	Keputusan
<i>Mardia's Skewness</i>	0,97	H0 diterima (Data mengikuti distribusi normal multivariat)
<i>Mardia's Kurtosis</i>	1,0	

Berdasarkan tabel 9, diperoleh *p-value* pada *Mardia's Skewness* adalah  $0,97 > 0,05$  sehingga data cukup simetris. Selain itu, *p-value* pada *Mardia's Kurtosis* adalah  $1,0 > 0,05$  yang berarti data tidak terlalu tinggi ataupun tidak terlalu rendah sehingga secara keseluruhan menunjukkan bahwa data normal dan mengikuti normalitas multivariat. Oleh karena itu, ketiga uji asumsi MANOVA telah terpenuhi.

## 3.4. Analisis *One-Way* MANOVA

Setelah melakukan uji asumsi MANOVA, ketiga uji asumsi tersebut telah terpenuhi sehingga dapat melakukan analisis data dengan metode MANOVA. Metode MANOVA yang digunakan adalah *One-Way* MANOVA karena tujuan dari analisis yang dilakukan adalah mengeksplorasi hubungan antara satu kategori variabel independen

dengan dua atau lebih variabel dependen. Hasil dari analisis *One-Way* MANOVA adalah mengetahui apakah terdapat perbedaan ketiga indikator tersebut berdasarkan kategori frekuensi kejadian banjir. Berikut adalah hasil analisis *One-Way* MANOVA pada data.

**Tabel 10** Analisis *One-Way* MANOVA Bagian *Intercept*

<i>Intercept</i>	<i>Value</i>	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
<i>Wilks' Lambda</i>	0,5874	3,0	33,0	7,7279	0,0005
<i>Pillai's Trace</i>	0,4126	3,0	33,0	7,7279	0,0005
<i>Hotelling-Lawley</i>	0,7025	3,0	33,0	7,7279	0,0005
<i>Roy's Greatest Root</i>	0,7025	3,0	33,0	7,7279	0,0005

Berdasarkan tabel 10, nilai yang diperoleh dari hasil *Wilks' Lambda*, *Pillai's Trace*, *Hotelling-Lawley*, dan *Roy's' Greatest Root* memiliki nilai yang berbeda. *Wilks' Lambda* menghasilkan nilai sebesar 0,5874 yang masih jauh dari 0 yang menunjukkan bahwa tidak seluruh variabel independen berpengaruh terhadap variabel dependennya. Namun, nilai *p-value* yang diperoleh sebesar  $0,0005 < \alpha$  di mana  $\alpha = 0,05$  yang menunjukkan terdapat perbedaan signifikan antara kelompok variabel independen. Hal ini juga didukung dengan besarnya nilai *Pillai's Trace*, *Hotelling-Lawley*, dan *Roy's' Greatest Root* yang menunjukkan terdapat pengaruh antara variabel independen terhadap variabel dependen.

**Tabel 11** Analisis *One-Way* MANOVA Bagian Kategori Kejadian Banjir

<i>Intercept</i>	<i>Value</i>	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
<i>Wilks' Lambda</i>	0,5669	6,0	66,0	3,6098	0,0037
<i>Pillai's Trace</i>	0,4365	6,0	68,0	3,1636	0,0085
<i>Hotelling-Lawley</i>	0,7581	6,0	42,27	4,1115	0,0024
<i>Roys' Greatest Root</i>	0,7502	3,0	34,0	8,5028	0,0002

Berdasarkan tabel 14, nilai yang diperoleh dari hasil *Wilks' Lambda*, *Pillai's Trace*, *Hotelling-Lawley*, dan *Roy's' Greatest Root* memiliki nilai yang berbeda. *Wilks' Lambda* menghasilkan nilai sebesar 0,5669 yang masih jauh dari 0 yang menunjukkan bahwa bahwa sebagian besar variasi dalam variabel dependen masih dapat dijelaskan oleh perbedaan kategori kejadian banjir. Namun, nilai *p-value* yang diperoleh sebesar  $0,0037 < \alpha$  di mana  $\alpha = 0,05$  yang menunjukkan terdapat perbedaan signifikan antara kategori kejadian banjir dalam mempengaruhi variabel dependen yang dianalisis. Hal ini juga didukung dengan tingginya nilai *Pillai's Trace*, *Hotelling-Lawley*, dan *Roy's' Greatest Root* yang juga menunjukkan terdapat pengaruh antara variabel kategori kejadian banjir terhadap variabel dependen yang dianalisis.

Dari hasil analisis *One-Way* MANOVA secara keseluruhan, nilai *p-value* dari *Wilks' Lambda*, *Pillai's Trace*, *Hotelling-Lawley*, dan *Roy's Greatest Root* yang bernilai  $< \alpha$ , di mana  $\alpha = 0,05$  maka  $H_0$  diterima yang berarti bahwa kategori kejadian banjir memiliki pengaruh signifikan terhadap jumlah rumah rusak, jalan rusak ringan, dan persentase sanitasi layak yang merupakan variabel dependen yang dianalisis. Hasil ini menunjukkan bahwa kejadian banjir berhubungan dengan faktor-faktor yang dianalisis.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian *One-Way* MANOVA, diperoleh nilai *p-value* masing-masing sebesar 0,0037 untuk *Wilks' Lambda*, 0,0085 untuk *Pillai's Trace*, 0,0024 untuk *Hotelling-Lawley*, dan 0,0002 untuk *Roy's Greatest Root*. Keseluruhan *intercept* ini menunjukkan nilai *p-value* yang kurang dari 0,05. Hal tersebut membuktikan bahwa setiap kategori dalam variabel independen memiliki perbedaan yang signifikan pada setidaknya satu variabel dependen. Artinya, setiap kategori kejadian banjir, yaitu rendah, sedang, dan tinggi memiliki perbedaan pada satu atau lebih aspek sosial dan kesehatan, seperti jumlah rumah rusak, panjang jalan rusak, maupun persentase sanitasi layak pada tiap provinsi.

Secara keseluruhan, dapat disimpulkan bahwa frekuensi kejadian banjir memainkan peran penting dalam menentukan tingkat kerusakan infrastruktur dan kelayakan sanitasi di wilayah terdampak. Oleh sebab itu, pihak pemerintah dan para pemangku kepentingan perlu memprioritaskan upaya mitigasi dan penanganan banjir, terutama di wilayah-wilayah yang sering mengalami banjir dengan intensitas sedang hingga tinggi. Langkah-langkah seperti pemasangan tanda daerah rawan banjir, pelatihan dasar kebencanaan banjir, kampanye terkait kewaspadaan banjir, serta penyuluhan tentang struktur bangunan tahan banjir perlu diterapkan secara merata di seluruh wilayah Indonesia [15]. Dengan demikian, dampak negatif banjir di masa depan dapat diminimalkan.

## 5. Daftar Pustaka

- [1] Indonesia, Undang-Undang tentang Penanggulangan Bencana, UU No. 24, 2007. [Online]. Tersedia: <https://peraturan.bpk.go.id/Details/39901/uu-no-24-tahun-2007>. [Diakses: 17 Maret 2025].
- [2] Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB), “Laporan PPID 2022,” 2022. [Online]. Tersedia: [https://web.bnpb.go.id/ppid/theme/file/Laporan\\_PPID\\_2022.PDF](https://web.bnpb.go.id/ppid/theme/file/Laporan_PPID_2022.PDF). [Diakses: 17 Maret 2025].
- [3] V. Yutantri, R. Y. Suryandari, M. N. Putri, dan L. F. Widyawati, “Persepsi Masyarakat terhadap Faktor-Faktor Penyebab Banjir di Perumahan Total Persada Raya Kota Tangerang,” *Journal of Regional and Rural Development Planning (Jurnal Perencanaan Pembangunan Wilayah dan Perdesaan)*, vol. 7, no. 2, pp. 199-214, 2023. doi: <https://doi.org/10.29244/jp2wd.2023.7.2.199-214>.
- [4] A. N, Fitria dkk., “Kesiapsiagaan Pasca Bencana Banjir dengan Tas Siaga Bencana di RW 12 Kelurahan Limusnunggal,” *Attadib: Journal of Elementary Education*, vol. 7, no. 2, 2023. doi: <https://doi.org/10.32507/attadib.v7i2.1982>.
- [5] I. S. W. Putra, F. Hermawan, dan J. U. D. Hatmoko “Penilaian Kerusakan dan Kerugian Infrastruktur Publik Akibat Dampak Bencana Banjir di Kota Semarang,” *WAHANA TEKNIK SIPIL: Jurnal Pengembangan Teknik Sipil*, vol. 25, no. 2, pp. 86-97, 2020. doi: <https://doi.org/10.32497/wahanats.v25i2.2154>.
- [6] F. R. Yanuari, E. T. W. Mei, dan B. W. Mutaqin, “Adaptasi Masyarakat terhadap Banjir Pasang di Desa Randusanga, Kabupaten Brebes,” dalam *Prosiding Simposium Nasional Multidisiplin*, Universitas Muhammadiyah Tangerang, vol. 4, pp. 134–141, 2022. doi: <http://dx.doi.org/10.31000/sinamu.v4i1.7874>.
- [7] N. F. Amalia, L. Nikmah, A. Nurhidayah, dan I. A. Fariz, “Analisis Dampak Banjir Tahunan di Desa Sirau, Kec. Kemranjen,” *Jurnal Dinamika Sosial Budaya*, vol. 24, no. 1, pp. 206-216, 2022. doi: <https://doi.org/10.26623/jdsb.v24i1.3605>.
- [8] Badan Pusat Statistik (BPS), “Jumlah Kejadian Bencana Alam Menurut Provinsi, 2023,”2024. [Online]. Tersedia: <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/3/TUZaMGVteFVjSEJ4T1RCMIlyRjRTazVvVDJocVFUMdkjMw==/jumlah-kejadian-bencana-alam-menurut-provinsi.html?year=2023>. [Diakses: 17 Maret 2025].
- [9] Badan Pusat Statistik (BPS), “Jumlah Kerusakan Rumah yang Diakibatkan Oleh Bencana Alam Menurut Provinsi, 2023,”2024. [Online]. Tersedia: <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/3/UjFsT05rbGIXWE55VWpScU1VZGxMMk5YSzBrMmR6MDkjMw==/jumlah-kerusakan-rumah-yang-diakibatkan-bencana-alam-menurut-provinsi.html?year=2023>. [Diakses: 17 Maret 2025].
- [10] Open Data Kementerian Pekerjaan Umum (PU), “Kondisi Permukaan Jalan Nasional Tahun 2023,”2024. [Online]. Tersedia: <https://data.pu.go.id/dataset/kondisi-permukaan-jalan-nasional/resource/ea8516f7-bc85-47d3-b342-ac7464f00c80#{}>. [Diakses: 17 Maret 2025].

- [11] Badan Pusat Statistik (BPS), “Persentase Rumah Tangga Menggunakan Layanan Sanitasi yang Dikelola Secara Aman Menurut Provinsi dan Tipe Daerah (Persen), 2023-2024,” 2024. [Online]. Tersedia: <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/2/MjE3OSMy/persentase-rumah-tangga-menggunakan-layanan-sanitasi-yang-dikelola-secara-aman-menurut-provinsi-dan-tipe-daerah--persen-.html>. [Diakses: 17 Maret 2025].
- [12] N. F. M. Ayu, F. U. Amrina, dan S. P. Wulandari “Pengaruh Tingkat Gaji Terhadap Rata-Rata Jam Kerja Per Bulan dan Jumlah Proyek yang Dikerjakan Menggunakan Analisis MANOVA,” *ARIMA: Jurnal Sosial dan Humaniora*, vol. 2, no. 2, pp. 89-102, 2024. doi: <https://doi.org/10.62017/arima.v2i2.2700>.
- [13] A. N. A. K. Sayekti, A. Sofro, dan D. Ariyanto “Analisis Matematis Pengaruh Lokasi Rumah Terhadap Harga Jual, Luas Rumah, dan Jumlah Kamar dengan MANOVA,” *Jurnal LEBESGUE: Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika, Matematika dan Statistika*, vol. 5, no. 1, pp. 584-590, 2024. doi: <https://doi.org/10.46306/lb.v5i1.494>.
- [14] M. Isa, A. Megantara, P. M. S. Arianthi, dan S. P. Wulandari “Analisis Pengaruh Indeks Massa Tubuh Terhadap Tekanan Darah Sistolik dan Detak Jantung Menggunakan Metode MANOVA,” *Madani: Jurnal Ilmiah Multidisiplin*, vol. 2, no. 10, pp. 624-638, 2024. doi: <https://doi.org/10.5281/zenodo.14181302>.
- [15] A. S. Satria dan A. Lukman “Mitigasi Bencana Banjir Secara Terpadu dan Kolaboratif,” *Jurnal Kebijakan Publik*, vol. 14, no. 3, pp. 267-276, 2023. doi: <http://dx.doi.org/10.31258/jkp.v14i3.8263>.