

## Pengujian Prasyarat Analisis Data Nilai Kelas: Uji Normalitas dan Uji Homogenitas

Rebina Putri Sonjaya<sup>1</sup>, Farrel Rahma Aliyya<sup>2</sup>, Syahandika Naufal<sup>3</sup>, Muhammad Nursalman<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup> Pendidikan Ilmu Komputer, Universitas Pendidikan Indonesia  
e-mail: [rebinaputris@upi.edu](mailto:rebinaputris@upi.edu)

### Abstrak

Pengujian prasyarat analisis data merupakan tahapan penting dalam analisis statistik untuk memastikan validitas hasil yang diperoleh, khususnya dalam pengolahan data nilai kelas. Penelitian ini membahas dua pengujian utama, yaitu uji normalitas dan uji homogenitas. Uji normalitas digunakan untuk memeriksa apakah data berdistribusi normal, dengan metode seperti Chi-Square, Liliefors, Shapiro-Wilk, dan Kolmogorov-Smirnov. Uji homogenitas variansi bertujuan memastikan keseragaman variansi antar kelompok data menggunakan teknik seperti Levene's test, Bartlett's test, Brown-Forsythe test, dan Fligner-Killeen test. Dalam konteks data nilai kelas, pengujian ini diterapkan untuk menentukan kesesuaian data dengan asumsi yang diperlukan dalam analisis variansi (ANOVA). Hasil analisis ini tidak hanya mendukung validitas statistik tetapi juga memberikan wawasan yang mendalam tentang efektivitas pembelajaran dan pencapaian siswa. Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif berbasis studi pustaka untuk menggali pemahaman filosofis dan teoritis tentang pengujian prasyarat analisis data. Temuan ini menegaskan pentingnya pengujian prasyarat untuk mendukung keputusan berbasis data yang berkualitas di bidang pendidikan.

**Kata kunci:** *Homogenitas, Normalitas, Statistika, Prasyarat Analisis, Pendidikan*

### Abstract

Prerequisite testing for data analysis is a critical step in statistical analysis to ensure the validity of the results obtained, particularly in processing class grade data. This study focuses on two primary tests: the normality test and the homogeneity test. The normality test is used to examine whether the data follows a normal distribution, employing methods such as Chi-Square, Liliefors, Shapiro-Wilk, and Kolmogorov-Smirnov. The homogeneity of variance test aims to ensure uniform variance across data groups using techniques such as Levene's test, Bartlett's test, Brown-Forsythe test, and Fligner-Killeen test. In the context of class grade data, these tests are applied to determine the suitability of the data with the assumptions required for analysis of variance (ANOVA). The results of these analyses not only support statistical validity but also provide deeper insights into the effectiveness of learning and student achievement. This research adopts a qualitative approach based on literature studies to explore the philosophical and theoretical understanding of prerequisite testing in data analysis. The findings underscore the importance of prerequisite testing to support high-quality, data-driven decision-making in the field of education.

**Keywords :** *Homogeneity, Normality, Statistics, Prerequisite Analysis, Education*

### PENDAHULUAN

Setiap bidang ilmu pasti ada melibatkan penggunaan data percobaan dan pengambilan keputusan (Walpole, 1995). Data yang diperoleh dari percobaan memerlukan estimasi, yang kemudian dirumuskan dalam bentuk hipotesis statistik (Usmadi, 2020). Untuk menyimpulkan menerima atau menolak suatu hipotesis statistik, membutuhkan suatu statistik inferensial. Statistik inferensia berkaitan dengan pendugaan parameter populasi dan pengujian hipotesis berdasarkan data yang sudah ada (Supardi, 2013). Namun, kebenaran dan ketidakbenaran suatu hipotesis

statistik tidak dapat dipastikan sepenuhnya, kecuali jika seluruh populasi diamati atau dijadikan sampel penelitian (Total Sampling).

Dalam proses pengujian hipotesis statistik, peneliti harus terlebih dahulu menentukan statistik uji mana yang tepat digunakan, yaitu apakah uji statistik parametrik atau non parametrik (Supardi, 2013). Dalam penerapan kedua jenis uji tersebut, pengujian prasyarat analisis menjadi hal yang penting. Uji statistik inferensial parametrik, misalnya, mensyaratkan dilakukannya uji normalitas, uji homogenitas variansi dan uji linieritas. Langkah uji hipotesis statistik yang dapat dilakukan oleh seorang peneliti dalam melakukan uji persyaratan analisis, yakni (1) rumuskan hipotesis  $H_0$  dan  $H_1$ ; (2) Tetapkan tingkat signifikansinya; (3) Tetapkan daerah kritis atau daerah dimana  $H_0$  ditolak atau  $H_1$  diterima; (4) Tetapkan statistik uji; (5) Lakukan perhitungan; (6) Ambil keputusan (Ergusni, 2015).

Sebagai contoh, data yang ada di bidang pendidikan, yaitu data nilai kelas, yang biasanya dihasilkan dari proses pembelajaran atau evaluasi akademik dalam bentuk nilai (posttest, pretest, atau nilai ujian lainnya). Dalam analisis data nilai kelas, pengujian prasyarat analisis ini seperti uji normalitas dan uji homogenitas, memiliki peran yang sangat penting. Uji normalitas bertujuan untuk mengetahui apakah data yang dianalisis berdistribusi normal atau tidak, yang merupakan asumsi dasar banyak uji statistik parametrik. Data yang tidak berdistribusi normal memerlukan pendekatan lain, seperti transformasi data atau penggunaan metode non-parametrik.

Selain itu, uji homogenitas variansi diperlukan untuk memastikan bahwa data memiliki variansi antar kelompok dalam data adalah segaram. Homogenitas variansi menjadi syarat penting dalam analisis statistik tertentu, seperti ANOVA yang bertujuan untuk membandingkan rata-rata antar kelompok. Ketidakteragaman variansi dapat mengganggu validitas hasil analisis, sehingga pengujian ini tidak boleh diabaikan.

Uji normalitas dan uji homogenitas ini tidak hanya terbatas pada kebutuhan statistik, tetapi juga pada pengambilan keputusan berbasis data. Dalam konteks data nilai kelas, hasil analisis data yang valid dapat memberikan gambaran yang akurat tentang efektivitas metode pembelajaran, pencapaian siswa, atau kebutuhan akan intervensi tertentu.

## **METODE**

Dalam penelitian ini peneliti menggunakan jenis penelitian kualitatif, yaitu peneliti tidak langsung terjun ke lapangan dalam pencarian sumber data hasil penelitian. Salah satu penelitian yang termasuk ke dalam penelitian kualitatif adalah penelitian kepustakaan (Library Research). Dalam penelitian kepustakaan ini kegiatan yang dilakukan lebih kepada olahan filosofis dan teoritis daripada uji empiris di lapangan. Penelitian ini berbasis analisis buku referensi pembelajaran statistika dan metodologi penelitian di perguruan tinggi. Langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini adalah (1) mencari buku atau artikel yang sesuai dengan topik yang akan diteliti, (2) mengutip sumber atau mendokumentasikan sumber-sumber yang digunakan, (3) menganalisis dan membuat laporan hasil penelitian.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Definisi Uji Normalitas**

Uji normalitas adalah prosedur yang digunakan untuk menentukan apakah data berasal dari populasi dengan distribusi normal atau mengikuti pola sebaran normal. Distribusi normal memiliki karakteristik simetris, di mana nilai modus, mean, dan median berada pada pusat distribusi. Distribusi ini sering digambarkan sebagai bentuk menyerupai lonceng terbalik, seperti yang ditunjukkan pada histogram pada Gambar 1.1 di bawah ini:



**Gambar 1. Histogram Distribusi Normal**

Distribusi normal ini menjadi salah satu jenis distribusi yang paling penting dalam analisis data. Berikut merupakan alasan mengapa distribusi ini sangat penting:

- (i) Banyak variabel dependen diasumsikan mengikuti distribusi normal dalam populasi. Artinya, jika kita memiliki seluruh data dari populasi, distribusinya cenderung menyerupai distribusi normal.
- (ii) Dengan mengasumsikan bahwa suatu variabel setidaknya mendekati distribusi normal, kita dapat menggunakan teknik statistik untuk membuat berbagai kesimpulan, baik secara tepat akurat maupun sebagai estimasi atau perkiraan, mengenai nilai-nilai variabel tertentu.
- (iii) Uji normalitas sering menjadi bagian dari analisis statistik inferensial, terutama ketika menganalisis satu atau lebih kelompok sampel. Distribusi normal menjadi salah satu syarat untuk menentukan jenis metode statistik yang sesuai untuk analisis lebih lanjut atau bisa disebut distribusi normal ini menjadi langkah krusial untuk bisa ke tahap selanjutnya.

Uji normalitas umumnya diterapkan pada data dengan skala ordinal, interval, ataupun rasio. Untuk analisis menggunakan metode parametrik, syarat normalitas harus dipenuhi, yaitu data harus berasal dari distribusi normal. Jika data tidak berdistribusi normal, jumlah sampel sedikit atau jenis data berskala nominal atau ordinal, maka metode statistik yang digunakan adalah non-parametrik.

Uji normalitas digunakan untuk menentukan apakah data yang diperoleh memiliki distribusi normal atau tidak. Dasar pengambilan keputusan adalah jika nilai  $L_{hitung} > L_{tabel}$ , maka  $H_0$  ditolak, sedangkan jika  $L_{hitung} < L_{tabel}$ , maka  $H_0$  diterima (Murwani, 2001). Hipotesis statistik yang digunakan adalah sebagai berikut:

$H_0$ : Sampel memiliki distribusi normal

$H_1$ : Sampel tidak memiliki distribusi normal

Namun, jika data dalam penelitian, misalnya yang mengukur kemampuan siswa, ternyata tidak berdistribusi normal, penelitian tidak harus dihentikan. Sebagai alternatif, metode statistik nonparametrik dapat digunakan untuk menganalisis data tersebut.

Ada beberapa metode yang dapat digunakan untuk menganalisis normalitas data, seperti Liliefors, Kolmogorov-Smirnov, Chi-Square, dan lainnya. Dalam makalah ini, uji normalitas akan dibahas lebih lanjut menggunakan metode Liliefors.

## Metode Uji Normalitas

### 1. Normalitas: Uji Chi-Square

Salah satu metode distribusi kontinu yang digunakan untuk menguji normalitas data adalah uji Chi Square. Uji ini juga dikenal dengan sebutan Goodness of Fit karena digunakan untuk menguji apakah data mengikuti kurva normal atau distribusi tertentu. Selain untuk menguji normalitas, uji Chi Square juga sering dipakai untuk uji homogenitas, uji hubungan antar dua variabel, dan uji independensi antar variabel. Dalam uji normalitas data

menggunakan Chi Square, yang dibandingkan adalah frekuensi harapan ( $f_h$ ) dengan frekuensi data observasi ( $f_o$ ). Data yang diuji akan dikelompokkan dalam interval tertentu, dan hasil perbandingan kedua frekuensi tersebut disebut Chi Square hitung ( $\chi^2$ ).

Dalam uji Kolmogorov Smirnov hipotesis yang diajukan adalah:

Data berdistribusi normal, jika  $\chi^2_{hitung} \leq \chi^2_{tabel}$

Data tidak berdistribusi normal, jika  $\chi^2_{hitung} > \chi^2_{tabel}$

Langkah-langkah pengujian normalitas data dengan Chi Square adalah sebagai berikut (Sugiyono, 2017).

- Merangkum data dari variable.
- Menentukan banyak kelas interval, dengan rumus yang digunakan adalah:  $k = 1 + 3,3 \log(n)$ , dengan k adalah banyak kelas interval, dan n adalah bayaknya data
- Menentukan panjang kelas, dengan rumus:  $p = \frac{R}{k}$

Keterangan:

P = panjang kelas interval

R = rentangan/jangkauan

K = banyak kelas interval

Untuk dapat menentukan R, terlebih dahulu urutkan dari dari yang terkecil hingga terbesar

R = nilai maksimum – nilai minimum

- Kemudian membagi luas kurva normal menjadi banyak kelas interval yang diperoleh
- Menghitung  $f_h$  (frekuensi harapan) dengan mengalikan presentase luas tiap bidang kuva normal dengan jumlah anggota sampelnya(n).
- Memasukkan nilai/harga ke setiap table kolom
- Rumus menghitung nilai chi square

$$\sum_{i=1}^n \frac{(f_o - f_h)^2}{f_h} (\chi^2)$$

- Menghitung nilai chi square dengan rumus di atas dan nilai chi square table dilihat pada table chi square
- Menyusun table bantuan untuk memudahkan menghitung

Interval	$f_o$	$f_h$	$f_o - f_h$	$(f_o - f_h)^2$	$\frac{(f_o - f_h)^2}{f_h}$
----------	-------	-------	-------------	-----------------	-----------------------------

**Gambar 2. Contoh Kolom Tabel Bantu Hitung Chi Square**

- Menguji normalitas data, nilai  $\chi^2$  dibandingkan dengan chi square table  
 Syarat dari pengujian normalitas Chi-Square ini adalah:
  - Data tersusun berkelompok atau dikelompokkan dalam table distribusi frekuensi.
  - Cocok untuk data yang banyaiknya angka besar ( $n > 30$ ).
  - Setiap sel harus terisi, yang kurang dari 5 digabungkan.

## 2. Normalitas: Kolmogorov Smirnov

Tes Kolmogorov-Smirnov satu sampel adalah tes untuk mengevaluasi seberapa baik data cocok dengan distribusi tertentu (Goodness-of-fit). Tes ini digunakan untuk melihat apakah skor-skor dalam sampel dapat dianggap berasal dari populasi yang mengikuti distribusi teoritis tertentu.

Dalam tes ini, frekuensi kumulatif yang dihasilkan dari distribusi teoritis dihitung dan dibandingkan dengan frekuensi kumulatif yang diamati dari data sampel. Distribusi teoritis tersebut mewakili kondisi yang diharapkan berdasarkan hipotesis nol ( $H_0$ ). Tes ini mengidentifikasi titik di mana terdapat perbedaan terbesar antara distribusi teoritis dan distribusi yang diamati. Dengan memeriksa distribusi sampling, kita dapat mengetahui apakah perbedaan tersebut kemungkinan terjadi hanya karena faktor kebetulan.

Misalnya, jika  $F_0(X)$  adalah fungsi distribusi frekuensi kumulatif teoritis di bawah  $H_0$ , maka  $F_0(X)$  merepresentasikan proporsi kasus yang diharapkan memiliki nilai yang sama atau lebih kecil dari X. Sebaliknya,  $S_N(X)$  adalah distribusi frekuensi kumulatif yang diamati dari sampel dengan N pengamatan, di mana  $S_N(X) = k/N$ , dan k adalah jumlah pengamatan dengan nilai sama atau lebih kecil dari X.

Di bawah hipotesis nol, sampel diharapkan berasal dari distribusi teoritis tertentu. Oleh karena itu,  $S_N(X)$  seharusnya mendekati  $F_0(X)$  untuk setiap nilai X. Dengan kata lain, selisih antara  $S_N(X)$  dan  $F_0(X)$  di bawah  $H_0$  seharusnya kecil dan berada dalam batas-batas kesalahan random. Tes Kolmogorof-Smirnov memusatkan perhatian pada penyimpangan (deviasi) terbesar. Harga  $F_0(X) - S_N(X)$  terbesar dinamakan deviasi maksimum.

$$D = \text{maksimum } |F_0(X) - S_N(X)|$$

Dalam uji Kolmogorov Smirnov hipotesis yang diajukan adalah:

$H_0: f(x) = \text{normal}$

$H_1: f(x) \neq \text{normal}$

Langkah-langkah dari uji Kolmogorof Smirnov adalah:

- a. Menentukan rata-rata dan standar deviasi data
- b. Menyusun data dimulai dari yang terkecil diikuti dengan frekuensi masing-masing, frekuensi kumulatif (F) dari masing-masing skor. Nilai Z ditentukan dengan rumus;

$$Z \text{ skor} = \frac{X - \bar{X}}{\sigma}$$

Dimana:

$$\bar{X} = \text{rata-rata}$$

$$\sigma = \text{simpangan baku}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

- c. Tentukan probabilitas dibawah nilai Z yang dapat dilihat pada table Z ( $P \leq Z$ )
- d. Tentukan nilai selisih masing-masing baris  $F/n = Fz$  dengan ( $P \leq Z$ ) (nilai  $\alpha_2$  dan selisih masing-masing  $f/n$  dengan  $\alpha_2$  (nilai  $\alpha_1$ ))
- e. Selanjutnya bandingkan nilai dari  $\alpha_1$  dengan table uji Kolmogorof Smirnov
- f. Selanjutnya kriteria pengujian adalah:

Terima  $H_0$  Jika  $\alpha_1 \text{ maks} > D_{\text{tabel}}$

Tolak  $H_0$  Jika  $\alpha_1 \leq D_{\text{tabel}}$

Syarat pengujian normalitas kolmogorof Smirnov sebagai berikut:

- (i) Data harus independt, diambil secara acak dan tidak bergantung satu sama lain.
- (ii) Distribusi spesifik, jika menguji terhadap distribusi tertentu (misalnya distribusi mornal), parameter distribusi seperti mean dan standar devaisi harus diketahui sebelumnya atau diestimasi.
- (iii) Ukuran sampel mencukupi, hasil lebih andal pada sampel besar, meskipun tetap dapat digunakan pada sampel kecil.
- (iv) Datanya kontinu, ideal data harus kontinu karena kolmogorof Smirnov menguji distribusi kumulatif.

### 3. Normalitas: Lilliefors

Uji normalitas dengan uji Lilliefors merupakan uji kenormalan secara non parametrik. Uji Lilliefors juga merupakan penyempurnaan dari rumus Kolmogrov-Smirnov sehingga sifatnya menyederhanakan. Yang membedakannya dengan uji Kolmogorof Smirnov ialah nilai dari tabel pembanding yang akan digunakan untuk mengambil kesimpulan. Hubert Whitman Lilliefors yang merupakan professor di bidang statistika, mengatakan bahwa tabel Kolmogorov-Smirnov yang digunakan untuk uji normalitas hanya berlaku jika data yang diuji benar-benar berasal dari distribusi kontinu. Uji Lilliefors dianggap lebih sensitif dibandingkan uji Kolmogorov-Smirnov, sehingga hasil dari uji Lilliefors sebaiknya dijadikan acuan utama dalam menarik kesimpulan, bukan Kolmogorov-Smirnov. Secara umum, teknik Lilliefors lebih cocok digunakan pada data dengan jumlah yang tidak terlalu banyak, karena jika datanya terlalu besar, proses uji ini bisa menjadi rumit. Hal ini disebabkan oleh cara Lilliefors yang memeriksa data secara individu, satu per satu.

Rumusan Hipotesis untuk uji Lilliefors ini adalah:

$H_0: f(x) = \text{normal}$

$H_1: f(x) \neq \text{normal}$

Menurut Sudjana (1996), uji normalitas data dilakukan dengan menggunakan uji Liliefors ( $L_0$ ) dilakukan dengan langkah-langkah berikut. Diawali dengan penentuan taraf signifikansi, yaitu pada taraf signifikansi 5% (0,05) dengan hipotesis yang diajukan adalah sebagai berikut :

$H_0$  : Sampel berasal dari populasi yang berdistribusi normal

$H_1$  : Sampel tidak berasal dari populasi yang berdistribusi normal Dengan kriteria pengujian :

Jika  $L_{hitung} < L_{tabel}$  terima  $H_0$ , dan

Jika  $L_{hitung} > L_{tabel}$  tolak  $H_0$

Berikut langkah untuk pengujian hipotesis liliefors dilakukan langkah-langkah yang hampir sama dengan langkah pada uji kolmogorof smirnov, yaitu:

- Menentukan rata-rata dan standar deviasi data
- Menyusun data dimulai dari yang terkecil diikuti dengan frekuensi masing-masing, frekuensi kumulatif (F) dari masing-masing skor. Nilai Z ditentukan dengan rumus;

$$Z \text{ skor} = \frac{X - \bar{X}}{\sigma}$$

Dimana:

$\bar{X}$  = rata - rata

$\sigma$  = simpangan baku

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

- Tentukan probabilitas dibawah nilai Z yang dapat dilihat pada table Z ( $P \leq Z$ )
  - Tentukan nilai selisih masing-masing baris  $F/n = F_z$  dengan ( $P \leq Z$ ) dan tentukan harga mutlaknya.
  - Ambil harga yang paling maksimum dari harga-harga mutlak tersebut, sebut harga terbesar itu dengan  $L_0$
  - Selanjutnya bandingkan nilai  $L_0$  dengan table uji Lilliefors
  - Selanjutnya kriteria pengujian adalah:  
Tolak  $H_0$  Jika  $L_0 > L_{tabel}$   
Terima  $H_0$  Jika  $L_0 \leq L_{tabel}$
- Syarat pengujian normalitas Liliefors
- Data bersifat kuantitatif.
  - Distribusi normal yang diharapkan.
  - Parameter diestimasi dari data sampel.
  - Data independen satu sama lain.

#### 4. Normalitas: Shapiro Wilk

Metode Shapiro-Wilk dikembangkan oleh Samuel Stanford Shapiro dan Martin Wilk pada tahun 1965. Metode ini digunakan sebagai alternatif untuk menguji normalitas data pada sampel lengkap. Statistik uji diperoleh dengan membagi kuadrat dari kombinasi linear sampel yang diurutkan dengan estimasi variansi simetris yang biasa (Shapiro & Wilk, 1965). Awalnya, metode ini hanya dapat digunakan untuk sampel dengan ukuran kurang dari 50 (Razali & Wah, 2011). Uji ini menguji hipotesis nol ( $H_0$ ) yang menyatakan bahwa data berasal dari distribusi normal, tanpa bergantung pada nilai rata-rata dan variansi.

Berikut rumus Shapiro Wilk:

$$T_3 = \frac{1}{D} \left[ \sum_{i=1}^k a_i (X_{n-i+1} - X_i) \right]^2 \quad i = 1, 2, 3, \dots, n$$

Keterangan:

$n$  = Jumlah data

$a$  = Koefisien Shapiro-Wilk

Untuk mengetahui nilai D dapat dilihat rumus berikut:

$$D = \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2; i = 1, 2, 3, \dots, n$$

Keterangan:

$\bar{X}$  = Rata-rata data

Berikut langkah-langkah untuk menguji data menggunakan uji statistic Shapiro-Wilk;

- a. Tentukan hipotesis  
Hipotesis nol ( $H_0$ ): Data mengikuti distribusi normal.  
Hipotesis alternatif ( $H_1$ ): Data tidak mengikuti distribusi normal.
  - b. Susun data dalam urutan yang terurut dari yang terkecil hingga terbesar
  - c. Hitung statistik uji dengan rumus diatas, bisa menggunakan bantuan software atau program seperti SPSS. Berikut langkah-langkah menghitung menggunakan rumus di atas:
    - (i) Langkah 1: Tentukan koefisien  $a_i$  untuk setiap data berdasarkan ukuran sampel. Tabel koefisien ini umumnya dapat ditemukan dalam literatur atau perangkat lunak statistik.
    - (ii) Langkah 2: Hitung hasil perkalian antara koefisien  $a_i$  dan data yang diurutkan  $X_i$
    - (iii) Langkah 3: Jumlahkan hasil perkalian  $\sum_{i=1}^k a_i X_i$ , kemudian kuadratkan hasilnya
    - (iv) Langkah 4: Hitung jumlah kuadrat dari deviasi data terhadap rata-rata  $\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2; i = 1, 2, 3, \dots, n$
    - (v) Langkah 5: Masukkan hasil dari kedua penjumlahan tersebut ke dalam rumus
  - d. Kesimpulan
    - (i) Jika nilai p yang dihitung berdasarkan statistik uji Shapiro-Wilk lebih besar dari tingkat signifikansi (misalnya, 0.05), maka data tidak cukup bukti untuk menolak hipotesis nol (data mengikuti distribusi normal).
    - (ii) Jika nilai p lebih kecil dari tingkat signifikansi, maka hipotesis nol ditolak, dan dapat disimpulkan bahwa data tidak mengikuti distribusi normal.
- Syarat pengujian normalitas Shapiro Wilk
- (i) Ukuran sampel kecil hingga sedang ( $n \leq 2000n$ )
  - (ii) Data kuantitatif
  - (iii) Data independent satu sama lain
  - (iv) Tidak ada nilai ekstrim ekstrem, uji ini dapat dipengaruhi oleh outlier yang signifikan

### Definisi Uji Homogenitas

Uji homogenitas adalah metode statistik yang digunakan untuk menentukan apakah dua atau lebih kelompok data berasal dari populasi dengan variansi yang sama. Dalam konteks analisis data, homogenitas variansi adalah asumsi penting yang harus dipenuhi sebelum melakukan analisis lebih lanjut, seperti Analisis Varians (ANOVA) atau uji t. Uji homogenitas variansi adalah langkah penting dalam analisis statistik yang memastikan bahwa perbandingan antar kelompok dapat dilakukan secara valid (Field, 2024).

Salah satu uji yang umum digunakan untuk menguji homogenitas adalah Uji Levene, yang menguji apakah variansi antar kelompok adalah sama. Uji ini lebih robust terhadap pelanggaran asumsi normalitas dibandingkan dengan Uji Bartlett. Uji Levene menghitung variansi dari setiap kelompok dan membandingkannya untuk menentukan apakah ada perbedaan signifikan. Jika hasil uji menunjukkan bahwa variansi tidak homogen, peneliti mungkin perlu menggunakan metode analisis yang berbeda atau melakukan transformasi data untuk memenuhi asumsi yang diperlukan.

Uji homogenitas juga dapat dilakukan dengan menggunakan Uji Bartlett, yang lebih sensitif terhadap pelanggaran asumsi normalitas. Uji ini mengasumsikan bahwa data berasal dari distribusi normal dan menguji hipotesis nol bahwa semua kelompok memiliki variansi yang sama. Jika hipotesis nol ditolak, ini menunjukkan bahwa setidaknya satu kelompok memiliki variansi yang berbeda. Oleh karena itu, pemilihan uji yang tepat sangat penting tergantung pada karakteristik data yang dianalisis.

Dalam praktiknya, uji homogenitas sering digunakan dalam berbagai bidang, termasuk ilmu sosial, kesehatan, dan ilmu alam. Misalnya, dalam penelitian medis, peneliti mungkin ingin membandingkan efek dari dua jenis pengobatan pada pasien yang berbeda. Sebelum melakukan analisis lebih lanjut, peneliti perlu memastikan bahwa variansi hasil pengobatan adalah homogen

(Field, 2024). Dengan demikian, uji homogenitas berfungsi sebagai langkah awal yang krusial dalam analisis data untuk memastikan validitas dan reliabilitas hasil penelitian.

## Metode Uji Homogenitas

### 1. Homogenitas: Levene's Test

Metode uji Levene digunakan untuk menguji kesamaan varians dalam berbagai populasi. Uji Levene adalah pengganti uji Bartlett. Uji Bartlett akan lebih baik digunakan jika ada bukti kuat bahwa data berdistribusi normal atau hampir normal (Aprilina dkk., 2018). Metode uji Levene adalah analisis varian satu arah. Data ditransformasikan dengan menghitung perbedaan antara masing-masing skor dan rata-rata kelompok. Uji ini dirancang untuk menentukan apakah variansi dari dua atau lebih kelompok data adalah sama, yang merupakan asumsi penting dalam banyak analisis statistik, seperti Analisis Varians (ANOVA). Uji ini memberikan cara yang lebih robust untuk menguji kesetaraan variansi dibandingkan dengan metode tradisional yang lebih sensitif terhadap pelanggaran asumsi normalitas. Hal ini menjadikan Levene's Test pilihan yang baik ketika data tidak terdistribusi normal. Prosedur Levene's Test melibatkan perhitungan nilai absolut dari deviasi setiap pengamatan dari median kelompoknya, dan kemudian melakukan analisis variansi pada nilai-nilai deviasi tersebut.

Dengan cara ini, Levene's Test dapat mengidentifikasi perbedaan variansi antar kelompok tanpa terpengaruh oleh distribusi data yang tidak normal. Levene's Test mengukur seberapa jauh nilai-nilai dalam setiap kelompok menyimpang dari median, sehingga memberikan gambaran yang lebih akurat tentang variansi yang ada.

Hasil dari Levene's Test akan memberikan nilai p yang menunjukkan apakah ada perbedaan signifikan dalam variansi antar kelompok. Jika nilai p lebih kecil dari tingkat signifikansi yang ditetapkan (misalnya, 0,05), maka hipotesis nol yang menyatakan bahwa variansi antar kelompok adalah sama ditolak. Dalam konteks ini, peneliti harus berhati-hati dalam menafsirkan hasil uji, karena pelanggaran asumsi dapat mempengaruhi validitas hasil analisis lebih lanjut.

Levene's Test memiliki beberapa syarat yang perlu dipenuhi agar hasilnya dapat diinterpretasikan dengan benar. Pertama, data yang digunakan harus independen, artinya setiap pengamatan dalam satu kelompok tidak boleh mempengaruhi pengamatan dalam kelompok lain. Independensi data adalah prasyarat penting dalam banyak analisis statistik, termasuk Levene's Test (Field, 2024). Berikut adalah rumus dari Levene's test :

$$W = \frac{(N - k) \cdot \sum_{i=1}^k n_i (Z_i - Z)^2}{(k - 1) \cdot \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} (Z_{ij} - Z_i)^2}$$

Keterangan

W : Statistik Uji Levene

N : Jumlah total pengamatan (data)

k : Jumlah kelompok (kategori)

$n_i$ : Jumlah pengamatan dalam kelompok ke-i

$Z_{ij}$ : Nilai transformasi absolut dari data  $Y_{ij}$  (pengamatan ke-j dalam kelompok ke-i)

$Z_i$ : Rata-rata  $Z_{ij}$  dalam kelompok ke-i

Z: Rata-rata keseluruhan dari  $Z_{ij}$

Langkah-langkah :

a. Hitung rata-rata  $\bar{Y}_i$  untuk setiap kelompok

b. Transformasikan data dengan menghitung  $Z_{ij} = |Y_{ij} - \bar{Y}_i|$

c. Hitung rata-rata  $Z_i$  untuk setiap kelompok

d. Hitung rata-rata keseluruhan Z.

e. Substitusi nilai-nilai ke dalam rumus untuk menghitung W

f. Bandingkan nilai W dengan nilai kritis dari distribusi F pada Tingkat signifikansi tertentu ( $\alpha$ )

Jika W signifikan ( $p\text{-value} < \alpha$ ), maka asumsi homogenitas varians ditolak

Meskipun Levene's Test lebih robust terhadap pelanggaran asumsi normalitas, data sebaiknya tidak memiliki outlier yang ekstrem, karena hal ini dapat mempengaruhi hasil uji.



Salah satu kelebihan utama Levene's Test adalah kemampuannya untuk menguji homogenitas variansi tanpa mengharuskan data untuk terdistribusi normal. Hal ini menjadikannya pilihan yang lebih baik dibandingkan dengan Uji Bartlett, yang sangat sensitif terhadap asumsi normalitas. Uji ini memberikan alternatif yang lebih kuat untuk menguji kesetaraan variansi, terutama ketika data tidak memenuhi asumsi distribusi normal. Meskipun memiliki banyak kelebihan, ada juga beberapa kekurangan, Salah satunya adalah bahwa uji ini dapat kehilangan kekuatan statistik jika ukuran sampel sangat kecil. Dalam situasi di mana ukuran sampel tidak seimbang antar kelompok, hasil uji dapat menjadi kurang dapat diandalkan. Ukuran sampel yang kecil dapat mempengaruhi kemampuan Levene's Test untuk mendeteksi perbedaan variansi yang sebenarnya ada (Field, 2024).

Syarat pengujian homogenitas Leven's Test, sebagai berikut:

- (i) Data kuantitatif
- (ii) Data berdistribusi normal
- (iii) Kelompok data yang dibandingkan, Data dibagi ke dalam dua kelompok atau lebih untuk diuji apakah varians antar kelompok tersebut homogen.
- (iv) Data bersifat independent satu sama lain

## 2. Homogenitas: Barlett's Test

Uji Bartlett's bergantung pada statistik yang menunjukkan bahwa distribusi terok memberikan nilai kritis yang tepat untuk setiap ukuran terok yang sama. Nilai kritis untuk ukuran terok yang sama juga dapat digunakan untuk menghasilkan hampiran nilai kritis yang sangat teliti untuk ukuran terok yang berbeda (Utami, 2020). Namun, uji Bartlett sangat sensitif terhadap ketidaknormalan distribusi, sehingga dibutuhkan uji normalitas distribusi untuk setiap kelompok.

Bartlett's Test memiliki beberapa syarat yang harus dipenuhi agar hasilnya dapat diinterpretasikan dengan benar. Pertama, data yang digunakan harus independen, artinya setiap pengamatan dalam satu kelompok tidak boleh mempengaruhi pengamatan dalam kelompok lain. Independensi data adalah prasyarat penting dalam banyak analisis statistik, termasuk Bartlett Test. Selain itu, data yang dianalisis harus terdistribusi normal, karena uji ini sangat sensitif terhadap pelanggaran asumsi normalitas. Jika data tidak memenuhi asumsi ini, hasil dari Bartlett's Test dapat menjadi tidak valid. Berikut ini adalah rumus dari bartlett's test :

$$X^2 = \frac{(N - k) \ln(S_p^2) - \sum_{i=1}^k (n_i - 1) \ln(S_i^2)}{1 + \frac{1}{3(k-1)} \left( \sum_{i=1}^k \frac{1}{n_i - 1} - \frac{1}{N - k} \right)}$$

Keterangan :

$X^2$  : Statistik uji bartlett, yang mengikuti distribusi chi- square  $X^2$  dengan (k-1) derajat kebebasan

N : Total jumlah pengamatan (  $N = \sum n_i$  )

k : jumlah kelompok

$n_i$  : jumlah pengamatan dalam kelompok ke – i

$S_i^2$  : varians dari kelompok ke-i

$S_p^2$  : variasn gabungan (pooled variance), yang dihitung sebagai

$$S_p^2 = \frac{\sum_{i=1}^k (n_i - 1) S_i^2}{N - k}$$

Langkah-langkah bartlett's test :

- a. Hitung varians masing-masing kelompok ( $S_i^2$ )
- b. Hitung varians gabungan ( $S_p^2$ )
- c. Substitusi nilai  $S_i^2, S_p^2, N, k, n_i$  kedalam rumus untuk mendapatkan nilai  $X^2$
- d. Bandingkan nilai  $X^2$  yang dihitung dengan nilai kritis dari tabel chi-square pada Tingkat signifikansi tertentu ( $\alpha$ ) dan derajat kebebasan (k-1)

Keputusan :

- (i) Jika nilai  $X^2$  yang dihitung lebih besar dari nilai kritis tabel, maka asumsi homogenitas varians ditolak.

- (ii) Jika nilai  $X^2$  lebih kecil atau sama dengan nilai kritis tabel, maka asumsi homogenitas varians diterima.

Salah satu kelebihan utama Bartlett test adalah kemampuannya untuk memberikan hasil yang jelas dan langsung dalam menguji kesetaraan variansi antar kelompok. Uji ini dapat digunakan untuk membandingkan variansi dari dua atau lebih kelompok dengan cara yang efisien. Uji ini memberikan metode yang kuat untuk menguji hipotesis nol tentang kesetaraan variansi.

Namun Salah satu kekurangan utama adalah sensitivitasnya terhadap pelanggaran asumsi normalitas. Jika data tidak terdistribusi normal, hasil dari Bartlett's Test dapat menjadi tidak valid dan dapat memberikan kesimpulan yang salah. Ukuran sampel yang kecil atau distribusi data yang tidak normal dapat mempengaruhi kemampuan Bartlett Test untuk mendeteksi perbedaan variansi yang sebenarnya ada. Syarat pengujian homogenitas Bartlett's,s ebagai berikut:

- (i) Data berdistribusi normal.
- (ii) Data harus diukur pada skala interval atau rasio agar uji Bartlett dapat diterapkan secara tepat.
- (iii) Data harus dibagi ke dalam dua atau lebih kelompok. Pengujian ini membandingkan varians antar kelompok tersebut.
- (iv) Uji Bartlett cenderung sensitif terhadap ukuran sampel. Jika ukuran sampel sangat besar, uji ini mungkin mendeteksi perbedaan varians yang kecil sekalipun sebagai signifikan. Sebaliknya, jika sampel kecil, mungkin tidak mendeteksi perbedaan signifikan yang sebenarnya ada.
- (v) Jika asumsi normalitas tidak terpenuhi atau jika sensitivitas Bartlett Test menjadi masalah, alternatif lain seperti Levene's Test atau Brown-Forsythe Test bisa digunakan, karena metode ini lebih robust terhadap pelanggaran normalitas.

### 3. Homogenitas: Brown-Forsythe Test

Brown-Forsythe Test adalah metode statistik yang digunakan untuk menguji homogenitas variansi antar kelompok, yang memodifikasi dari Levene's Test yang digunakan untuk menguji homogenitas varians. Brown-Forsythe lebih tahan terhadap pelanggaran asumsi normalitas dibandingkan Levene's Test. Alih-alih menggunakan rata-rata untuk menghitung deviasi, Brown-Forsythe menggunakan nilai median. dan memiliki beberapa syarat yang perlu dipenuhi. Pertama, data yang digunakan harus independen, artinya setiap pengamatan dalam satu kelompok tidak boleh mempengaruhi pengamatan dalam kelompok lain. Selain itu, meskipun uji ini lebih robust terhadap pelanggaran asumsi normalitas dibandingkan dengan Bartlett Test, data sebaiknya tidak memiliki outlier yang ekstrem, karena hal ini dapat mempengaruhi hasil uji. Berikut adalah rumus dari brown-forsythe test :

$$W = \frac{(N - k) \cdot \sum_{i=1}^k n_i (Z_i - Z)^2}{(k - 1) \cdot \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} (Z_{ij} - Z_i)^2}$$

Penjelasan variabel :

W : statistic uji brown-forsythe, yang mengikuti distribusi F dengan derajat kebebasan (k - 1, N - k)

N: jumlah total pengamatan

k : jumlah kelompok

$n_i$ : jumlah pengamatan dalam kelompok i.

$Z_{ij}$  : deviasi absolut dari nilai data ke-j dalam kelompok i terhadap nilai median kelompoknya :

$$Z_{ij} = |Y_{ij} - \text{median}(Y_i)|$$

$Z_i$  : rata-rata deviasi absolut dalam kelompok i :

$$Z_i = \frac{1}{n_i} \sum_{j=1}^{n_i} Z_{ij}$$

Z : rata-rata keseluruhan dari deviasi absolut :

$$Z = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} Z_{ij}$$

Langkah-langkah pengujian :

1. Hitung median (*median* ( $Y_i$ )) untuk setiap kelompok.
2. Hitung deviasi absolut  $Z_{ij} = |Y_{ij} - \text{median}(Y_i)|$
3. Hitung rata-rata deviasi absolut untuk setiap kelompok  $Z_i$  dan rata-rata keseluruhan Z.
4. Substitusi ke dalam rumus untuk menghitung statistik uji W
5. Bandingkan W dengan nilai kritis distribusi F pada Tingkat signifikansi tertentu ( $\alpha$ )

Keputusan :

- (i) Jika W signifikansi ( $p\text{-value} < \alpha$ ) maka asumsi homogenitas varians ditolak.
- (ii) Jika W tidak signifikan ( $p\text{-value} \geq \alpha$ ) maka asumsi homogenitas varians diterima

Kelebihan utama Brown-Forsythe Test adalah kemampuannya untuk menguji homogenitas variansi dengan menggunakan median sebagai pengganti rata-rata, yang membuatnya lebih tahan terhadap outlier dan distribusi yang tidak normal. Hal ini menjadikan Brown-Forsythe Test pilihan yang lebih baik dalam situasi di mana data tidak memenuhi asumsi normalitas. Ada juga beberapa kekurangan yang perlu diperhatikan. Salah satu kekurangan utama adalah bahwa meskipun uji ini lebih robust terhadap pelanggaran asumsi normalitas, ia masih dapat kehilangan kekuatan statistik jika ukuran sampel sangat kecil atau tidak seimbang antar kelompok.

Syarat pengujian homogenitas Brown-Forsythe Test, sebagai berikut:

- (i) Data harus terdiri dari beberapa kelompok yang dibandingkan variansnya.
- (ii) Data kuantitatif.
- (iii) Data bersifat independent satu sama lain.
- (iv) Berbeda dengan uji homogenitas lainnya seperti Levene's test, Brown-Forsythe lebih robust terhadap penyimpangan dari distribusi normal.

#### 4. Homogenitas: Fligner-Killeen Test

Uji F untuk Homogenitas Varians, adalah metode statistik yang digunakan untuk menguji apakah varians dari beberapa populasi adalah sama. Uji ini sering digunakan sebelum melakukan analisis variansi (ANOVA) untuk memastikan bahwa asumsi homogenitas varians terpenuhi. Uji F menggunakan rasio varians terbesar terhadap varians terkecil untuk menentukan homogenitas (Howell, 2012). Berikut adalah rumus dari F test :

$$F = \frac{S_{\text{Besar}}}{S_{\text{Kecil}}}$$

Penjelasan variabel :

F : Nilai F hitung

S : Variansi / Standar deviasi dari 2 kelompok data

$$S_x = \sqrt{\frac{n \cdot \sum X^2 - (\sum Y)^2}{n(n-1)}} \quad S_y = \sqrt{\frac{n \cdot \sum X^2 - (\sum Y)^2}{n(n-1)}}$$

Penjelasan variabel :

S : Variansi / Standar deviasi

X : Nilai dari dataset X

Y : Nilai dari dataset Y

n : Jumlah data dataset

Langkah-langkah pengujian :

- a. Mencari Variansi/Standar deviasi dataset X dan Y
- b. Mencari F hitung menggunakan Variansi X dan Y
- c. Membandingkan F hitung dengan Tabel F pada tabel distribusi F

Keputusan :

- (i) Untuk variansi dari kelompok dengan variance terbesar adalah dk pembilang n-1
- (ii) Untuk variansi dari kelompok dengan variance terbesar adalah dk pembilang n-1
- (iii) Jika F hitung < Tabel F maka asumsi homogenitas varians diterima
- (iv) Jika F hitung > Tabel F maka asumsi homogenitas varians diterima

Uji Homogenitas F memiliki beberapa kelebihan yang signifikan. Pertama, uji ini relatif mudah dilakukan dan diinterpretasikan, menjadikannya metode yang sederhana namun efektif

untuk analisis varians. Selain itu, uji ini sangat andal dalam mengidentifikasi perbedaan varians antara kelompok, membantu memastikan bahwa asumsi homogenitas varians terpenuhi sebelum melakukan analisis variansi (ANOVA) (McCulloch & Searle, 2001). Namun, uji ini juga memiliki beberapa kekurangan. Sensitivitasnya terhadap pelanggaran asumsi normalitas dapat menjadi masalah, karena hasilnya sangat bergantung pada data yang berdistribusi normal. Selain itu, uji ini terbatas pada ukuran sampel yang kecil atau tidak seimbang, yang dapat mempengaruhi akurasi hasil. Pengaruh outlier dalam data juga dapat mempengaruhi hasil uji ini secara signifikan (Howell, 2012).

Syarat pengujian homogenitas Fligner Killen Test, sebagai berikut:

- (i) Data berupa kelompok.
- (ii) Fligner-Killeen test adalah uji non-parametrik, sehingga tidak membutuhkan asumsi bahwa data dalam setiap kelompok berdistribusi normal.
- (iii) Variabel yang diuji variansnya sebaiknya berada dalam skala interval atau rasio.
- (iv) Data antar kelompok harus independen, artinya observasi dalam satu kelompok tidak memengaruhi observasi di kelompok lain.
- (v) Fligner-Killeen test dapat digunakan meskipun ukuran sampel di tiap kelompok tidak sama, meskipun sampel yang lebih besar cenderung menghasilkan estimasi varians yang lebih akurat.
- (vi) Metode ini lebih tahan terhadap outlier dibandingkan dengan metode parametris seperti Bartlett's test, sehingga lebih cocok digunakan ketika data mengandung outlier.

### Contoh Penerapan Pada Data Nilai kelas

Uji F, atau Analisis Variansi (ANOVA), adalah metode statistik yang digunakan untuk menentukan apakah terdapat perbedaan signifikan antara variansi dua kelompok atau lebih. Dalam konteks ini, Uji F digunakan untuk menguji homogenitas variansi nilai antara dua kelas, yaitu Kelas A dan Kelas B, yang masing-masing terdiri dari 35 siswa. Dua set data nilai siswa dikumpulkan dari Kelas A dan Kelas B. Rata-rata dan variansi masing-masing kelas dihitung untuk menentukan apakah terdapat perbedaan signifikan dalam variansi nilai antara kedua kelas. Berikut adalah nilai-nilai dari kedua kelas tersebut

Kelas A

80,85,90,75,70,85,90,80,88,92,78,84,77,85,91,76,80,83,86,89,87,81,79,82,84,88,85,90,92,86,83,80,81,79,85

Kelas B

75,80,88,65,70,85,90,82,87,89,77,84,76,85,89,72,81,85,84,88,90,83,79,86,84,82,87,92,91,85,84,83,80,79,88

Perhitungan

Hitung Varians untuk Kelas A

$$(i) \quad S_A^2 = \frac{n \cdot \sum X^2 - (\sum Y)^2}{n(n-1)}$$

$$(ii) \quad S_A^2 = \frac{35 \times 234355 - (2857)^2}{35(35-1)}$$

$$(iii) \quad S_A^2 = \frac{8202425 - 8169049}{35(34)}$$

$$(iv) \quad S_A^2 = \frac{33376}{1190} \approx 28.05$$

Hitung Varians untuk Kelas B

$$(i) \quad S_B^2 = \frac{n \cdot \sum X^2 - (\sum Y)^2}{n(n-1)}$$

$$(ii) \quad S_B^2 = \frac{35 \times 233915 - (2845)^2}{35(35-1)}$$

$$(iii) \quad S_B^2 = \frac{8187025 - 8096025}{35(34)}$$

$$(iv) \quad S_B^2 = \frac{91000}{1190} \approx 29.14$$

Hitung Nilai Uji F

$$(i) \quad F = \frac{S_{\text{Besar}}}{S_{\text{Kecil}}}$$

$$(ii) \quad F = \frac{29.41}{28.05} \approx 1.048$$

Interpretasi Hasil

Hipotesis

(i)  $H_0$  : Varians nilai antara kedua kelas tidak berbeda secara signifikan.

(ii)  $H_1$  : Varians nilai antara kedua kelas berbeda secara signifikan.

Nilai Kritis: Dengan tingkat signifikansi  $\alpha=0.05$  dan derajat kebebasan  $df_1 = 34, df_2 = 34$ , nilai kritis dari tabel F adalah  $f_{tabel} = 1.79$

Kesimpulan: Karena  $f_{tabel} = 1.048$  lebih kecil dari  $f_{tabel} = 1.79$ , maka **gagal menolak hipotesis nol  $H_0$** . Artinya, tidak terdapat perbedaan varians yang signifikan antara nilai siswa Kelas A dan Kelas B.

## SIMPULAN

Pengujian prasyarat analisis data, yaitu uji normalitas dan uji homogenitas, merupakan langkah fundamental dalam analisis statistik, khususnya pada data nilai kelas. Uji normalitas memastikan bahwa data berdistribusi normal, yang menjadi syarat penting untuk penerapan uji statistik parametrik. Berbagai metode seperti Chi-Square, Liliefors, Shapiro-Wilk, dan Kolmogorov-Smirnov dapat digunakan untuk menguji normalitas, tergantung pada karakteristik data. Sementara itu, uji homogenitas variansi, seperti Levene's test, Bartlett's test, Brown-Forsythe test, dan Fligner-Killeen test, bertujuan memastikan variansi antar kelompok data homogen, yang penting dalam analisis seperti ANOVA.

Penerapan pengujian ini pada data nilai kelas memberikan hasil yang lebih valid dalam analisis statistik, sehingga dapat digunakan untuk mengevaluasi efektivitas metode pembelajaran dan memahami distribusi pencapaian siswa. Pengujian yang cermat terhadap asumsi ini membantu meningkatkan kualitas keputusan berbasis data dalam konteks pendidikan

## DAFTAR PUSTAKA

- Aprilina, K., Nuraini, T. A., & Sopaheluwakan, A. 2018. Kajian Awal Uji Statistik Perbandingan Suhu Udara dari Peralatan Otomatis dan Manual. *Jurnal Meteorologi dan Geofisika*, 18(1).
- Field, A. 2024. *Discovering statistics using IBM SPSS statistics*. Sage publications limited.
- Howell, D.C. (2012). *Statistical Methods for Psychology* (8th ed.). Belmont, CA: Wadsworth.
- McCulloch, C.E., & Searle, S.R. 2001. *Generalized, Linear, and Mixed Models*. New York: John Wiley & Sons.
- Razali, N.M., Yap Bee Wah. 2011. Power Comparison of Shapiro-Wilk, Kolmogorov-Smirnov, Lilliefors, and Anderson-Darling tests. *Journal of Statistical modeling and Analytics* Volume 2 No. 1. 21–33
- Sianturi, R. 2022. Uji homogenitas sebagai syarat pengujian analisis. *Jurnal Pendidikan, Sains Sosial, Dan Agama*, 8(1), 386-397.
- Sudjana. 1996. *Metode Statistik*. Tarsito. Bandung
- Sugiyono. 2017. *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.
- Supardi U.S. 2013. *Aplikasi Statitika Dalam Penelitian (Konsep Statitika yang Lebih Komprehensif)*. Change Publication. Jakarta. Indonesia.
- Usmadi, U. 2020. Pengujian persyaratan analisis (Uji homogenitas dan uji normalitas). *Inovasi Pendidikan*, 7(1).
- Usmadi. 2015. Uji Tukey dan Uji Scheffee Uji Lanjut (Post Hoc Test). *Prosiding Seminar Nasional matematika dan Pendidikan Matematika*. STKIP PGRI Padang.
- Utami, F. 2020. Pengaruh metode pembelajaran outing class terhadap kecerdasan naturalis anak usia 5-6 tahun. *Jurnal Obsesi: Jurnal Pendidikan Anak Usia Dini*, 4(2), 551-558.
- Walpole, R. dan Myers, R. 1995. *Ilmu Peluang dan Statistik untuk Insinyur dan Ilmuwan*. Bandung. ITB
- Widana, W dan Muliani, P. L. 2020. Uji Persyaratan Analisis