JURNAL PEMBELAJARAN DAN MATEMATIKA SIGMA (JPMS) ISSN : 2460-593X
Vol. 11, No. 1 (2025) E-ISSN : 2685- 5585
Hal: 1- 14
DOI: https://doi.org/10.36987/jpms.v10i2.5881

UJI NORMALITAS SEBAGAI SYARAT PENGUJIAN HIPOTESIS

TEST NORMALITY AS A CONDITION OF HYPOTHESIS TESTING

REKTOR SIANTURI

Program Studi Matematika, Universitas HKBP Nommensen Pematangsiantar
Jalan Sangnawaluh No. 4 Siopat Suhu Kecamatan Siantar Timur Kota Pematangsiantar 21136
Email: rektor.sianturi@uhnp.ac.id

Abstrak
Uji normalitas merupakan langkah kritis dalam analisis data, terutama ketika menggunakan metode statistik parametrik seperti uji t, ANOVA, atau regresi linier, yang memerlukan asumsi normalitas data. Dalam penelitian ini, dilakukan analisis terhadap beberapa metode uji normalitas, seperti Shapiro-Wilk, Kolmogorov-Smirnov, Anderson-Darling, Liliefors, D'Agustino's K^2 Test dan Shapiro-Francia Test, untuk menentukan metode mana yang paling efektif dalam mendeteksi penyimpangan dari distribusi normal. Data yang digunakan dalam penelitian ini mencakup data jam belajar mahasiswa prodi matematika FMIPA. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemilihan metode uji normalitas yang paling efektif dan konsisten adalah uji Shapiro-Wilk karena cocok untuk berbagai ukuran sampel terutama sampel kecil dan sedang sementara Kolmogorov-Smirnov dan Anderson-Darling lebih cocok untuk sampel besar.
Kata kunci : Pengujian Hipotesis, Statistik Parametrik, Uji Normalitas.

Abstract
The normality test is a critical step in data analysis, especially when using parametric statistical methods such as the t-test, ANOVA, or linear regression, which require the assumption of data normality. In this study, several normality test methods were analyzed, such as Shapiro-Wilk, Kolmogorov-Smirnov, Anderson-Darling, Liliefors, D'Agustino's K2 Test and Shapiro-Francia Test, to determine which method is most effective in detecting deviations from the normal distribution. The data used in this study includes data on study hours of students of mathematics study program FMIPA. The results showed that the selection of the most effective and consistent normality test method is the Shapiro-Wilk test because it is suitable for various sample sizes, especially small and medium samples, while Kolmogorov-Smirnov and Anderson-Darling are more suitable for large samples.
Key Words : *Hypothesis Testing, Parametric Statistics, Normality Test*

Pendahuluan

Dalam uji statistik, pengujian hipotesis merupakan salah satu metode utama untuk mengambil kesimpulan berdasarkan data. Namun, validitas hasil pengujian hipotesis sangat bergantung pada pemenuhan asumsi-asumsi statistik, salah satunya adalah normalitas data. Normalitas data mengacu pada seberapa baik data mengikuti distribusi normal, yang merupakan asumsi fundamental dalam banyak metode statistik parametrik, seperti uji t, ANOVA, dan regresi linier. Jika asumsi normalitas tidak terpenuhi, maka hasil pengujian hipotesis dapat menggunakan uji statistika non parametrik seperti uji Mann-Whitney.

Uji normalitas menjadi langkah penting dalam analisis data karena berfungsi sebagai prasyarat untuk menentukan apakah metode statistik parametrik dapat diterapkan atau tidak. Beberapa metode uji normalitas yang umum digunakan antara lain Shapiro-Wilk, Kolmogorov-Smirnov, Anderson-Darling, Liliefors, D'Agustino's K^2 Test dan Shapiro-Francia Test. Setiap metode memiliki kelebihan dan keterbatasan tersendiri, sehingga pemilihan metode yang tepat sangat bergantung pada karakteristik data, seperti ukuran sampel, keberadaan outlier, dan bentuk distribusi. Penelitian ini bertujuan untuk pemilihan metode uji normalitas harus disesuaikan dengan karakteristik data dan ukuran sampel agar penggunaan metode menjadi efektif dan efisien[1].

[2] mengatakan bahwa uji normaitas yang menggunakan Uji Shapiro-Wilk dan Shapiro-Francia Test lebih pada sampel kecil. Uji Shapiro-Wilk dianggap paling efektif terutama untuk sampel kecil hingga sedang (biasanya < 50), dan juga menunjukkan konsistensi yang baik pada sampel yang lebih besar. Uji ini memiliki sensitivitas tinggi dalam mendeteksi penyimpangan dari distribusi normal. Uji Kolmogorov-Smirnov lebih tepat digunakan untuk sampel besar (lebih dari 40 atau 50), namun sensitivitasnya lebih rendah dibanding Shapiro-Wilk, sehingga kurang efektif untuk sampel kecil. Uji Anderson-Darling merupakan modifikasi dari Kolmogorov-Smirnov yang lebih sensitif karena menggunakan pembobotan, efektif untuk berbagai jenis distribusi dan lebih baik pada sampel besar, tetapi tingkat konsistensinya lebih rendah dibanding Shapiro-Wilk dalam beberapa studi. Uji Liliefors adalah variasi dari Kolmogorov-Smirnov yang digunakan ketika parameter distribusi normal tidak diketahui, efektif untuk sampel kurang dari 100, namun secara umum berada di bawah Shapiro-Wilk dan

Anderson-Darling dalam hal kekuatan uji. D'Agostino's K^2 Test dan Shapiro-Francia Test juga digunakan, dengan Shapiro-Francia kadang lebih unggul dalam mendeteksi penyimpangan pada berbagai ukuran sampel, namun tidak sepopuler Shapiro-Wilk dalam praktik umum.

[3] mengatakan bahwa tingkat konsistensi dari hasil keputusan pengujian normalitas yaitu uji kolmogorov-smirnov sebesar 70%, uji Shapiro-Wilk sebesar 71,11% dan uji anderson darling sebesar 62,22%. Tingkat konsistensi paling tinggi adalah uji Shapiro-Wilk dan paling rendah adalah uji Anderson-Darling. [4] mengatakan bahwa Shapiro-Wilk unggul dalam sampel kecil dan tetap efektif dalam sampel besar sedangkan Kolmogorove-Smirnov lebih cocok untuk sampel besar.

Secara keseluruhan, penelitian ini diharapkan dapat memberikan panduan praktis bagi peneliti dalam menerapkan uji normalitas sebagai syarat pengujian hipotesis. Dengan demikian, hasil penelitian statistik dapat lebih akurat, andal, dan dapat dipertanggungjawabkan, baik dalam konteks akademis maupun aplikasi praktis di berbagai bidang seperti ekonomi, kesehatan, ilmu sosial, dan teknik[5][6].

Metode Penelitian

Berdasarkan pendekatan analisis, penelitian dapat dikelompokkan menjadi dua bagian yaitu penelitian kualitatif dan penelitian kuantitatif. Penelitian kuantitatif menggunakan data numerik dan analisis statistik untuk menguji hipotesis. Penelitian ini menekankan pada pengukuran yang objektif dan hasil yang dapat digeneralisasi. Data dikumpulkan melalui survei, kuesioner, atau eksperimen, dan hasilnya disajikan dalam bentuk angka atau grafik. [7] mengatakan bahwa metode penelitian kuantitatif melibatkan tahapan seperti perencanaan penelitian, pengumpulan data kuantitatif melalui instrumen yang valid dan reliabel, analisis statistik, serta interpretasi hasil yang objektif dan sistematis. Berikut adalah langkah-langkah metodologis yang dilakukan:

1. Menentukan hipotesis
2. Menentukan taraf signifikansi
3. Uji Statistik
4. Kriteria pengujian
5. Kesimpulan

Hasil Penelitian dan Pembahasan

Hasil Penelitian

Uji Shapiro – Wilk

Uji Shapiro-Wilk adalah salah satu metode uji normalitas yang paling populer, terutama untuk dataset dengan ukuran sampel kecil (biasanya kurang dari 50). Uji ini mengukur seberapa baik data mengikuti distribusi normal dengan membandingkan urutan data observasi dengan nilai yang diharapkan dari distribusi normal[8].

Langkah-langkah:

1. Menentukan hipotesis
   H_0: Data Berdistribusi Normal
   H_a: Data tidak Berdistribusi Normal
2. Menentukan taraf signifikansi
3. Uji Statistik
   a. Urutkan data
      Susun data observasi dari terkecil hingga terbesar
   b. Hitung nilai yang diharapkan
      Hitung nilai yang diharapkan dari distribusi normal untuk setiap data observasi
   c. Hitung statistik Shapiro-Wilk
      $$W = \frac{\left(\sum_{i=1}^{n} a_i . x_{(i)}\right)^2}{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2}$$
      Dimana: x_i = Data observasi yang telah diurutkan
      a_i = Koefisien yang diperoleh dari tabel Shapiro-Wilk
      $\bar{x}$ = rata-rata data observasi
4. Kriteria pengujian
   Bandingkan nilai W_{hitung} dengan nilai W_{tabel} dengan nilai tabel Shapiro-Wilk. Jika W_{hitung} lebih besar dari W_{tabel} dari nilai kritis maka terima hipotesis nol.
5. Kesimpulan

Uji Kolmogorov-Smirnov

Uji Kolmogorov-Smirnov (KS) adalah metode non-parametrik yang digunakan untuk menguji apakah suatu dataset berasal dari distribusi tertentu (misalnya, distribusi normal). Uji ini membandingkan fungsi distribusi kumulatif empiris (ECDF) dari data dengan fungsi distribusi kumulatif teoritis (CDF) dari distribusi yang diuji[9].

Langkah-langkah:

1. Menentukan Hipotesis
   H_0: Data Berdistribusi Normal
   H_a: Data tidak Berdistribusi Normal
2. Menentukan taraf signifikansi
3. Uji Statistik
   a. Urutkan data
      Susun data observasi dari terkecil hingga terbesar
   b. Hitung Fungsi Distribusi Kumulatif Empiris (ECDF)
      $F_n(x) = \frac{Jumlah\ data \leq x}{n}$
   c. Hitung Fungsi Distribusi Kumulatif Teoritis (CDF)
      $F(x) = P(X \leq x)$
      Untuk distribusi normal, F(x) dihitung menggunakan tabel distribusi normal atau fungsi statistik.
   d. Hitung statistik KS (D)
      $D = \max\left(|F_n(x) - F(x)|\right)$
4. Kriteria pengujian
   Bandingkan nilai D_{hitung} dengan D_{tabel} dari nilai kritis tabel Kolmogorov-Smirnov. Jika D_{hitung} lebih kecil dari D_{tabel} nilai kritis maka terima hipotesis nol.
5. Kesimpulan

Uji Anderson-Darling

Uji Anderson-Darling adalah salah satu metode uji normalitas yang lebih sensitif terhadap penyimpangan di ujung distribusi (tails) dibandingkan dengan uji normalitas lainnya seperti Shapiro-Wilk atau Kolmogorov-Smirnov. Uji ini mengukur seberapa baik data mengikuti distribusi tertentu (misalnya, distribusi normal) dengan membandingkan fungsi distribusi kumulatif empiris (ECDF) dengan fungsi distribusi kumulatif teoritis (CDF)[10].

Langkah-langkah:
1. Menentukan Hipotesis
   H_0: Data Berdistribusi Normal
   H_a: Data tidak berdistribusi Normal
2. Menentukan taraf signifikansi
3. Uji Statistik
   a. Urutkan data
      Susun data observasi dari yang terkecil hingga terbesar
   b. Hitung Fungsi Distribusi Kumulatif Empiris (ECDF)
      $F_n(x) = \frac{Jumlah\ data \leq x}{n}$
   c. Hitung Fungsi Distribusi Kumulatif Teoritis (CDF)
      $F(x) = P(X \leq x)$
      Untuk distribusi normal, F(x) dihitung menggunakan tabel distribusi normal atau fungsi statistik.
   d. Hitung Statistik Anderson-Darling (A^2)
      $A^2 = -n - \sum_{i=1}^{n} \frac{2i-1}{n} \left[\ln\left(F(x_i)\right) + \ln\left(1 - F\left(x_{(n+1-i)}\right)\right)\right]$
4. Kriteria pengujian
   Bandingkan dengan nilai A^2 dengan nilai kritis dari tabel Anderson-Darling. Jika A^2 lebih kecil dari nilai kritis maka terima Hipotesis nol.
5. Kesimpulan

Uji Liliefors

Uji Lilliefors adalah modifikasi dari Uji Kolmogorov-Smirnov yang dirancang khusus untuk menguji normalitas data ketika parameter populasi (mean dan varians) tidak diketahui. Uji ini membandingkan fungsi distribusi kumulatif empiris (ECDF) dari data dengan fungsi distribusi kumulatif teoritis (CDF) dari distribusi normal yang diestimasi dari data[11].

Langkah-langkah:
1. Menentukan Hipotesis
   H_0: Data berdistribusi Normal
   H_a: Data tidak berdistribusi Normal
2. Menentukan taraf signifikansi
3. Uji Statistik
   a. Urutkan data
      Susun data observasi dari yang terkecil hingga terbesar.
   b. Hitung Mean dan Standar Deviasi Sampel
      $\bar{x} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} x_i$

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2}$$

c. Hitung Fungsi Distribusi Kumulatif Empiris (ECDF)

$$F_n(x) = \frac{Jumlah\ data \leq x}{n}$$

d. Hitung Fungsi Distribusi Kumulatif Teoritis (CDF)

$$F(x) = P\left(\frac{x-\bar{x}}{s}\right)$$

Dimana: P adalah fungsi distribusi kumulatif normal standar

e. Hitung statistik Liliefors

$$D = \text{Max}\ (|F_n(x) - F(x)|)$$

4. Kriteria pengujian
   Bandingkan nilai D_{hitung} dengan nilai kritis dari tabel liliefors. Jika D_{hitung} lebih kecil dari D_{tabel} dari nilai kritis maka terima hipotesis nol.
5. Kesimpulan

D'Agostino's K² Test

D'Agostino's K² Test adalah uji normalitas yang didasarkan pada pengukuran skewness (kemiringan) dan kurtosis (keruncingan) data. Uji ini menggabungkan dua uji terpisah, yaitu:

1. Uji Skewness: Mengukur ketidaksimetrisan distribusi data.
2. Uji Kurtosis: Mengukur ketajaman puncak distribusi data.

Statistik uji K^2 menggabungkan hasil dari kedua uji tersebut untuk menentukan apakah data berdistribusi normal atau tidak[12].

Langkah-langkah:

1. Menentukan hipotesis
   H_0: Data berdistribusi normal
   H_a: Data tidak berdistribusi normal
2. Menentukan taraf signifikansi
3. Uji Statistik
   a. Hitung Skewness (g_1):
   $$g_1 = \frac{\sqrt{n}\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})^3}{\left(\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})^2\right)^{3/2}}$$
   b. Hitung Kurtosis (g_2):
   $$g_2 = \frac{n\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})^4}{\left(\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})^2\right)^2} - 3$$
   c. Hitung Stattistik Uji Skewness (Z_1):
   $$Z_1 = \frac{g_1}{\sqrt{\frac{6(n-2)}{(n+1)(n+3)}}}$$
   d. Hitung Stattistik Uji Kurtosis (Z_2):
   $$Z_2 = \frac{g_2}{\sqrt{\frac{24n(n-2)(n-3)}{(n+1)^2(n+3)(n+5)}}}$$
   e. Hitung Statistik D'Agostino's K^2 (K^2):
   $$K^2 = Z_1^2 + Z_2^2$$
4. Kriteria pengujian
   Bandingkan nilai K^2_{hitung} dengan nilai kritis dari distribusi chi-square (χ^2) dengan 2 derajat kebebasan. Jika K^2_{hitung} lebih kecil dari nilai kritis chi-square (χ^2) maka terima hipotesis nol.
5. Kesimpulan

Shapiro-Francia Test

Shapiro-Francia Test adalah uji normalitas yang merupakan modifikasi dari Shapiro-Wilk Test. Uji ini dirancang untuk menguji apakah suatu dataset berasal dari distribusi normal. Shapiro-Francia Test lebih sederhana secara komputasi dibandingkan Shapiro-Wilk Test karena tidak memerlukan koefisien khusus dari tabel. Uji ini menggunakan korelasi antara data observasi dan nilai yang diharapkan dari distribusi normal[13].

Langkah-langkah:

1. Menentukan Hipotesis
   H_0: Data berdistribusi normal
   H_a: Data tidak berdistribusi normal
2. Menentukan taraf signifikansi
3. Uji Statistik
   a. Urutkan data
   Susun data observasi dari yang terkecil hingga terbesar.

b. Hitung nilai yang diharapkan dari distribusi normal

$m_i = P^{-1}\left(\frac{i-0,375}{n+0,25}\right)$

dimana P^{-1} adalah fungsi invers dari distribusi normal standar

c. Hitung korelasi (W')

$W' = \frac{\left(\sum_{i=1}^{n} x_i . m_i\right)^2}{\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})^2 . \sum_{i=1}^{n} m_i^2}$

4. Kriteria pengujian

Bandingkan nilai W'_{hitung} dengan nilai kritis dari tabel Shapiro-Francia. Jika W'_{hitung} lebih besar dari W'_{tabel} nilai kritis maka terima hipotesis nol.

5. Kesimpulan

Diketahui data jam belajar mahasiswa prodi matematika FMIPA berikut ini:

Tabel 1. Data jam belajar mahasiswa prodi matematika FMIPA

No	Nama	Jam Belajar (dalam jam)
1	Divia	7
2	Petra Seventria Gurning	4
3	Dwi Putri Manurung	8
4	Yuliana Nainggolan	6
5	Vania Yocelyn Sagala	7
6	Mauliate Br Sirait	9
7	Elga Yulianti Situngkir	4
8	Wulan Vauzia Sirait	6
9	Dian Lestari Hutapea	7
10	Bintang Br Pasaribu	6
11	Ropita Anjelina Manik	8
12	Nilam Sari	7
13	Perdamaian Fernando Sitanggang	8
14	Leony Purba	6
15	Nuraliyah	7

Pembahasan

Dengan menggunakan Uji Shapiro – Wilk, Tunjukkan apakah data pada tabel 1 diatas berdistribusi normal?

Penyelesaian:

1. Menentukan Hipotesis
   H_0: Data berdistribusi normal
   H_a: Data tidak berdistribusi normal
2. Taraf signifikansi α = 5%
3. Uji Statistik
   a. Urutkan.
   4, 4, 6, 6, 6, 6, 7, 7, 7, 7, 7, 8, 8, 8, 9
   b. Hitung rata-rata ($\bar{x}$)
   $\bar{x} = \frac{4+4+6+6+6+6+7+7+7+7+7+8+8+8+9}{15} = \frac{100}{15} = 6,67$
   c. Hitung $(x_i - \bar{x})^2$
   $(4-6,67)^2 = 7,1289$
   $(4-6,67)^2 = 7,1289$
   $(6-6,67)^2 = 0,4489$
   $(6-6,67)^2 = 0,4489$
   $(6-6,67)^2 = 0,4489$
   $(6-6,67)^2 = 0,4489$
   $(7-6,67)^2 = 0,1089$
   $(7-6,67)^2 = 0,1089$
   $(7-6,67)^2 = 0,1089$

$(7 - 6{,}67)^2$ = 0,1089
$(7 - 6{,}67)^2$ = 0,1089
$(8 - 6{,}67)^2$ = 1,7689
$(8 - 6{,}67)^2$ = 1,7689
$(8 - 6{,}67)^2$ = 1,7689
$(9 - 6{,}67)^2$ = 5,4289
Maka $\sum(x_i - \bar{x})^2$ = 27,3335

d. Ambil koefisien a_i dari tabel Shapiro-Wilk
Untuk n = 15 maka koefisien a_i dari tabel Shapiro-Wilk adalah:
a = {0,4291; 0,2968; 0,2499; 0,2150; 0,1864; 0,1616; 0,1395; 0,1192; 0,1002; 0,0822; 0,0650; 0,0483; 0,0320; 0,0320; 0,0159; 0,0000}

e. Hitung $\sum a_i . x_i$

Tabel 2. Perhitungan a_i . x_i

a_i	a_i . x_i
0,4291	1,7164
0,2968	1,1872
0,2499	1,4994
0,2150	1,29
0,1864	1,1184
0,1616	0,9696
0,1395	0,9765
0,1192	0,8344
0,1002	0,7014
0,0822	0,5754
0,0650	0,455
0,0483	0,3864
0,0320	0,256
0,0159	0,1272
0,0000	0

maka $\sum a_i . x_i$ = 12,0933

f. Hitung statistik Shapiro-Wilk (W)
W = $\frac{(12{,}0933)^2}{27{,}3335} = \frac{146{,}2479}{27{,}3335}$ = 5,35

4. Kriteria Pengujian
Untuk n = 15 dan taraf siknifikansi α = 5% maka nilai kritis W dari tabel Shapiro-Wilk adalah sekitar 0,881 maka nilai W_{hitung} = 5,35 > W_{tabel} = 0,881 maka Ho diterima.
5. Kesimpulan
Data berdistribusi normal.

Dengan menggunakan Uji Kolmogorov-Smirnov, Tunjukkan apakah data pada tabel 1 diatas berdistribusi normal jika diambil rata-rata = 6 dan simpangan baku = 2?

Penyelesaian:

1. Menentukan Hipotesis
H_0: Data berdistribusi normal
H_a: Data tidak berdistribusi normal
2. Taraf signifikansi α = 5%
3. Uji Statistik
   a. Urutkan.
   4, 4, 6, 6, 6, 6, 7, 7, 7, 7, 7, 8, 8, 8, 9
   b. Hitung Fungsi Distribusi Kumulatif Empiris (ECDF)
   F_n (x) = $\frac{Jumlah\ data \le x}{n}$
   F_n (4) = $\frac{1}{15}$ = 0,17

F_n (4) = $\frac{2}{15}$ = 0,13
F_n (6) = $\frac{3}{15}$ = 0,20
F_n (6) = $\frac{4}{15}$ = 0,27
F_n (6) = $\frac{5}{15}$ = 0,33
F_n (6) = $\frac{6}{15}$ = 0,40
F_n (7) = $\frac{7}{15}$ = 0,47
F_n (7) = $\frac{8}{15}$ = 0,53
F_n (7) = $\frac{9}{15}$ = 0,60
F_n (7) = $\frac{10}{15}$ = 0,67
F_n (7) = $\frac{11}{15}$ = 0,73
F_n (8) = $\frac{12}{15}$ = 0,80
F_n (8) = $\frac{13}{15}$ = 0,87
F_n (8) = $\frac{14}{15}$ = 0,93
F_n (9) = $\frac{15}{15}$ = 1

c. Hitung Fungsi Distribusi Kumulatif Teoritis (CDF)
Untuk distribusi normal dengan μ = 6 dan σ = 2 maka kita hitung F(x) menggunakan tabel distribusi normal atau fungsi statistik
F(x) = P(X ≤ x) = P$\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)$
F(4) = P$\left(\frac{4-6}{2}\right)$ = P$(-1{,}00)$ = 0,1587
F(4) = P$\left(\frac{4-6}{2}\right)$ = P$(-1{,}00)$ = 0,1587
F(6) = P$\left(\frac{6-6}{2}\right)$ = P$(0{,}00)$ = 0,5000
F(6) = P$\left(\frac{6-6}{2}\right)$ = P$(0{,}00)$ = 0,5000
F(6) = P$\left(\frac{6-6}{2}\right)$ = P$(0{,}00)$ = 0,5000
F(6) = P$\left(\frac{6-6}{2}\right)$ = P$(0{,}00)$ = 0,5000
F(7) = P$\left(\frac{7-6}{2}\right)$ = P$(0{,}50)$ = 0,6915
F(7) = P$\left(\frac{7-6}{2}\right)$ = P$(0{,}50)$ = 0,6915
F(7) = P$\left(\frac{7-6}{2}\right)$ = P$(0{,}50)$ = 0,6915
F(7) = P$\left(\frac{7-6}{2}\right)$ = P$(0{,}50)$ = 0,6915
F(7) = P$\left(\frac{7-6}{2}\right)$ = P$(0{,}50)$ = 0,6915
F(8) = P$\left(\frac{8-6}{2}\right)$ = P$(1{,}00)$ = 0,8413
F(8) = P$\left(\frac{8-6}{2}\right)$ = P$(1{,}00)$ = 0,8413
F(8) = P$\left(\frac{8-6}{2}\right)$ = P$(1{,}00)$ = 0,8413
F(9) = P$\left(\frac{9-6}{2}\right)$ = P$(1{,}50)$ = 0,9332

d. Hitung Statistik KS (D)
D = max ($|F_n(x) - F(x)|$)
$|F_n(4) - F(4)|$ = $|0{,}07 - 0{,}1587|$ = 0,0920
$|F_n(4) - F(4)|$ = $|0{,}13 - 0{,}1587|$ = 0,0253
$|F_n(6) - F(6)|$ = $|0{,}20 - 0{,}5000|$ = 0,3000
$|F_n(6) - F(6)|$ = $|0{,}27 - 0{,}5000|$ = 0,2333
$|F_n(6) - F(6)|$ = $|0{,}33 - 0{,}5000|$ = 0,1667
$|F_n(6) - F(6)|$ = $|0{,}40 - 0{,}5000|$ = 0,1000

$|F_n(7) - F(7)|$ = $|0{,}47 - 0{,}6915|$ = 0,2248
$|F_n(7) - F(7)|$ = $|0{,}53 - 0{,}6915|$ = 0,1581
$|F_n(7) - F(7)|$ = $|0{,}60 - 0{,}6915|$ = 0,0915
$|F_n(7) - F(7)|$ = $|0{,}67 - 0{,}6915|$ = 0,0248
$|F_n(7) - F(7)|$ = $|0{,}73 - 0{,}6915|$ = 0,0419
$|F_n(8) - F(8)|$ = $|0{,}80 - 0{,}8413|$ = 0,0413
$|F_n(8) - F(8)|$ = $|0{,}87 - 0{,}8413|$ = 0,0253
$|F_n(8) - F(8)|$ = $|0{,}93 - 0{,}8413|$ = 0,0920
$|F_n(9) - F(9)|$ = $|1{,}00 - 0{,}9332|$ = 0,0668
D = max ($|F_n(x) - F(x)|$) = 0,3000

4. Kriteria Pengujian
   Untuk n = 15 dan taraf siknifikansi α = 5% maka nilai kritis D dari tabel Kolmogorov Smirnov adalah sekitar 0,338 maka nilai D_{hitung} = 0,3000 < D_{tabel} = 0,338 maka Ho diterima.
5. Kesimpulan
   Data berdistribusi normal.

Dengan menggunakan Uji Anderson-Darling, Tunjukkan apakah data pada tabel 1 diatas berdistribusi normal jika diambil rata-rata = 6 dan simpangan baku = 2?
Penyelesaian:

1. Menentukan Hipotesis
   H_0: Data berdistribusi normal
   H_a: Data tidak berdistribusi normal
2. Taraf signifikansi α = 5%
3. Uji Statistik
   a. Urutkan.
      4, 4, 6, 6, 6, 6, 7, 7, 7, 7, 7, 8, 8, 8, 9
   b. Hitung Fungsi Distribusi Kumulatif Empiris (ECDF)
      F_n (x) = $\frac{Jumlah\ data \leq x}{n}$
      F_n (4) = $\frac{1}{15}$ = 0,17
      F_n (4) = $\frac{2}{15}$ = 0,13
      F_n (6) = $\frac{3}{15}$ = 0,20
      F_n (6) = $\frac{4}{15}$ = 0,27
      F_n (6) = $\frac{5}{15}$ = 0,33
      F_n (6) = $\frac{6}{15}$ = 0,40
      F_n (7) = $\frac{7}{15}$ = 0,47
      F_n (7) = $\frac{8}{15}$ = 0,53
      F_n (7) = $\frac{9}{15}$ = 0,60
      F_n (7) = $\frac{10}{15}$ = 0,67
      F_n (7) = $\frac{11}{15}$ = 0,73
      F_n (8) = $\frac{12}{15}$ = 0,80
      F_n (8) = $\frac{13}{15}$ = 0,87
      F_n (8) = $\frac{14}{15}$ = 0,93
      F_n (9) = $\frac{15}{15}$ = 1
   c. Hitung Fungsi Distribusi Kumulatif Teoritis (CDF)
      Untuk distribusi normal dengan μ = 6 dan σ = 2 maka kita hitung F(x) menggunakan tabel distribusi normal atau fungsi statistik
      F(x) = P(X ≤ x) = P$\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)$
      F(4) = P$\left(\frac{4-6}{2}\right)$ = P$(-1{,}00)$ = 0,1587

F(4) = P$\left(\frac{4-6}{2}\right)$ = P$(-1{,}00)$ = 0,1587
F(6) = P$\left(\frac{6-6}{2}\right)$ = P$(0{,}00)$ = 0,5000
F(6) = P$\left(\frac{6-6}{2}\right)$ = P$(0{,}00)$ = 0,5000
F(6) = P$\left(\frac{6-6}{2}\right)$ = P$(0{,}00)$ = 0,5000
F(6) = P$\left(\frac{6-6}{2}\right)$ = P$(0{,}00)$ = 0,5000
F(7) = P$\left(\frac{7-6}{2}\right)$ = P$(0{,}50)$ = 0,6915
F(7) = P$\left(\frac{7-6}{2}\right)$ = P$(0{,}50)$ = 0,6915
F(7) = P$\left(\frac{7-6}{2}\right)$ = P$(0{,}50)$ = 0,6915
F(7) = P$\left(\frac{7-6}{2}\right)$ = P$(0{,}50)$ = 0,6915
F(7) = P$\left(\frac{7-6}{2}\right)$ = P$(0{,}50)$ = 0,6915
F(8) = P$\left(\frac{8-6}{2}\right)$ = P$(1{,}00)$ = 0,8413
F(8) = P$\left(\frac{8-6}{2}\right)$ = P$(1{,}00)$ = 0,8413
F(8) = P$\left(\frac{8-6}{2}\right)$ = P$(1{,}00)$ = 0,8413
F(9) = P$\left(\frac{9-6}{2}\right)$ = P$(1{,}50)$ = 0,9332

d. Hitung Statistik Anderson-Darling (A^2)

$A^2 = -n - \sum_{i=1}^{n} \frac{2i-1}{n}\left[\ln\ (F(x_i)) + \ln\ (1 - F(x_{(n+1-i)}))\right]$

Hitung setiap komponen.

Tabel 3. Perhitungan Hitung statistik Anderson-Darling

I	$\frac{2i-1}{n}$	$F(x_i)$	$\ln\ (F(x_i))$	$1 - F(x_{(n+1-i)})$	$\ln\ (1 - F(x_{(n+1-i)}))$	$[\ln\ (F(x_i)) + \ln\ (1 - F(x_{(n+1-i)}))]$	$\sum_{i=1}^{n} \frac{2i-1}{n}[\ln\ (F(x_i)) + \ln\ (1 - F(x_{(n+1-i)}))]$
1	0,07	0,1587	-1,8410	0,0668	-2,7059	-4,5470	-0,3031
2	0,20	0,1587	-1,8410	0,1587	-1,8410	-3,6820	-0,7364
3	0,33	0,5000	-0,6931	0,1587	-1,8410	-2,5342	-0,8447
4	0,47	0,5000	-0,6931	0,1587	-1,8410	-2,5342	-1,1826
5	0,60	0,5000	-0,6931	0,3085	-1,1759	-1,8691	-1,1214
6	0,73	0,5000	-0,6931	0,3085	-1,1759	-1,8691	-1,3706
7	0,87	0,6915	-0,3689	0,3085	-1,1759	-1,5449	-1,3389
8	1,00	0,6915	-0,3689	0,3085	-1,1759	-1,5449	-1,5449
9	1,13	0,6915	-0,3689	0,3085	-1,1759	-1,5449	-1,7508
10	1,27	0,6915	-0,3689	0,5000	-0,6931	-1,0621	-1,3453
11	1,40	0,6915	-0,3689	0,5000	-0,6931	-1,0621	-1,4869
12	1,53	0,8413	-0,1728	0,5000	-0,6931	-0,8659	-1,3277
13	1,67	0,8413	-0,1728	0,5000	-0,6931	-0,8659	-1,4432
14	1,80	0,8413	-0,1728	0,8413	-0,1728	-0,3455	-0,6219
15	1,93	0,9332	-0,0691	0,8413	-0,1728	-0,2419	-0,4677
Jumlah							**-16,89**

Jumlah kan semua komponen:

A^2 = -15 – (-16,89) = 1,89

4. Kriteria Pengujian

   Untuk n = 15 dan taraf siknifikansi α = 5% maka nilai kritis A^2 dari tabel Anderson -Darling adalah sekitar 0,752 maka nilai A^2_{hitung} = 1,89 > A^2_{tabel} = 0,752 maka Ho ditolak.

5. Kesimpulan

   Data tidak berdistribusi normal.

Dengan menggunakan Uji Liliefors, Tunjukkan apakah data pada tabel 1 diatas berdistribusi normal?
Penyelesaian:

1. Menentukan Hipotesis
   H_0: Data berdistribusi normal
   H_a: Data tidak berdistribusi normal
2. Taraf signifikansi α = 5%
3. Uji Statistik
   a. Urutkan.
   4, 4, 6, 6, 6, 6, 7, 7, 7, 7, 7, 8, 8, 8, 9
   b. Hitung rata-rata dan Standar Deviasi
   $\bar{x} = \frac{4+4+6+6+6+6+7+7+7+7+7+8+8+8+9}{15} = \frac{100}{15} = 6{,}67$
   Berdasarkan contoh diatas diperoleh $\sum(x_i - \bar{x})^2 = 27{,}3335$
   $s^2 = \frac{\sum(x_i-\bar{x})^2}{n-1} = \frac{27{,}3335}{14} = 1{,}95$ maka $s = \sqrt{1{,}95} = 1{,}40$
   c. Hitung Fungsi Distribusi Kumulatif Empiris (ECDF)
   $F_n(x) = \frac{Jumlah\ data \leq x}{n}$
   $F_n(4) = \frac{1}{15} = 0{,}17$
   $F_n(4) = \frac{2}{15} = 0{,}13$
   $F_n(6) = \frac{3}{15} = 0{,}20$
   $F_n(6) = \frac{4}{15} = 0{,}27$
   $F_n(6) = \frac{5}{15} = 0{,}33$
   $F_n(6) = \frac{6}{15} = 0{,}40$
   $F_n(7) = \frac{7}{15} = 0{,}47$
   $F_n(7) = \frac{8}{15} = 0{,}53$
   $F_n(7) = \frac{9}{15} = 0{,}60$
   $F_n(7) = \frac{10}{15} = 0{,}67$
   $F_n(7) = \frac{11}{15} = 0{,}73$
   $F_n(8) = \frac{12}{15} = 0{,}80$
   $F_n(8) = \frac{13}{15} = 0{,}87$
   $F_n(8) = \frac{14}{15} = 0{,}93$
   $F_n(9) = \frac{15}{15} = 1$
   d. Hitung Fungsi Distribusi Kumulatif Teoritis (CDF)
   Untuk distribusi normal dengan μ = 6,67 dan σ = 1,40 maka kita hitung F(x) menggunakan tabel distribusi normal atau fungsi statistik
   $F(x) = P(X \leq x) = P\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)$
   $F(4) = P\left(\frac{4-6{,}67}{1{,}40}\right) = P(-1{,}91) = 0{,}0283$
   $F(4) = P\left(\frac{4-6{,}67}{1{,}40}\right) = P(-1{,}91) = 0{,}0283$
   $F(6) = P\left(\frac{6-6{,}67}{1{,}40}\right) = P(-0{,}48) = 0{,}3161$
   $F(6) = P\left(\frac{6-6{,}67}{1{,}40}\right) = P(-0{,}48) = 0{,}3161$
   $F(6) = P\left(\frac{6-6{,}67}{1{,}40}\right) = P(-0{,}48) = 0{,}3161$
   $F(6) = P\left(\frac{6-6{,}67}{1{,}40}\right) = P(-0{,}48) = 0{,}3161$
   $F(7) = P\left(\frac{7-6{,}67}{1{,}40}\right) = P(0{,}24) = 0{,}5932$
   $F(7) = P\left(\frac{7-6{,}67}{1{,}40}\right) = P(0{,}24) = 0{,}5932$

F(7) = P$\left(\frac{7-6,67}{1,40}\right)$ = P$(0,24)$ = 0,5932

F(7) = P$\left(\frac{7-6,67}{1,40}\right)$ = P$(0,24)$ = 0,5932

F(7) = P$\left(\frac{7-6,67}{1,40}\right)$ = P$(0,24)$ = 0,5932

F(8) = P$\left(\frac{8-6,67}{1,40}\right)$ = P$(0,95)$ = 0,8289

F(8) = P$\left(\frac{8-6,67}{1,40}\right)$ = P$(0,95)$ = 0,8289

F(8) = P$\left(\frac{8-6,67}{1,40}\right)$ = P$(0,95)$ = 0,8289

F(9) = P$\left(\frac{9-6,67}{1,40}\right)$ = P$(1,66)$ = 0,9520

e. Hitung Statistik Liliefors (D)

D = max ($|F_n(x) - F(x)|$)

$|F_n(4) - F(4)|$ = $|0,07 - 0,0283|$ = 0,0384

$|F_n(4) - F(4)|$ = $|0,13 - 0,0283|$ = 0,1051

$|F_n(6) - F(6)|$ = $|0,20 - 0,3161|$ = 0,1161

$|F_n(6) - F(6)|$ = $|0,27 - 0,3161|$ = 0,0495

$|F_n(6) - F(6)|$ = $|0,33 - 0,3161|$ = 0,0172

$|F_n(6) - F(6)|$ = $|0,40 - 0,3161|$ = 0,0839

$|F_n(7) - F(7)|$ = $|0,47 - 0,5932|$ = 0,1265

$|F_n(7) - F(7)|$ = $|0,53 - 0,5932|$ = 0,0598

$|F_n(7) - F(7)|$ = $|0,60 - 0,5932|$ = 0,0068

$|F_n(7) - F(7)|$ = $|0,67 - 0,5932|$ = 0,0735

$|F_n(7) - F(7)|$ = $|0,73 - 0,5932|$ = 0,1402

$|F_n(8) - F(8)|$ = $|0,80 - 0,8289|$ = 0,0289

$|F_n(8) - F(8)|$ = $|0,87 - 0,8289|$ = 0,0377

$|F_n(8) - F(8)|$ = $|0,93 - 0,8289|$ = 0,1044

$|F_n(9) - F(9)|$ = $|1,00 - 0,9520|$ = 0,0480

D = max ($|F_n(x) - F(x)|$) = 0,1402

4. Kriteria Pengujian

   Untuk n = 15 dan taraf siknifikansi α = 5% maka nilai kritis D dari tabel Liliefors adalah sekitar 0,220 maka nilai D_{hitung} = 0,1402 < D_{tabel} = 0,220 maka Ho diterima.

5. Kesimpulan

   Data berdistribusi normal.

Dengan menggunakan D'Agostino's K^2 Test, Tunjukkan apakah data pada tabel 1 diatas berdistribusi normal?

Penyelesaian:

1. Menentukan Hipotesis

   H_0: Data berdistribusi normal

   H_a: Data tidak berdistribusi normal

2. Taraf signifikansi α = 5%

3. Uji Statistik

   a. Hitung Mean

   $\bar{x} = \frac{4+4+6+6+6+6+7+7+7+7+7+8+8+8+9}{15} = \frac{100}{15}$ = 6,67

   b. Hitung Skewness (g_1)

   $g_1 = \frac{\sqrt{n}\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})^3}{\left(\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})^2\right)^{3/2}}$

   Hitung $(x_i - \bar{x})^2$ dan $(x_i - \bar{x})^3$ maka:

Tabel 4. Perhitungan $(x_i - \bar{x})$, $(x_i - \bar{x})^2$, $(x_i - \bar{x})^3$ dan $(x_i - \bar{x})^4$

Data (x_i)	$\boldsymbol{x_i - \bar{x}}$	$\boldsymbol{(x_i - \bar{x})^2}$	$\boldsymbol{(x_i - \bar{x})^3}$	$\boldsymbol{(x_i - \bar{x})^4}$
4	-2,67	7,1289	-19,0342	50,82122
4	-2,67	7,1289	-19,0342	50,82122
6	-0,67	0,4489	-0,30076	0,201511
6	-0,67	0,4489	-0,30076	0,201511

6	-0,67	0,4489	-0,30076	0,201511
6	-0,67	0,4489	-0,30076	0,201511
7	0,33	0,1089	0,035937	0,011859
7	0,33	0,1089	0,035937	0,011859
7	0,33	0,1089	0,035937	0,011859
7	0,33	0,1089	0,035937	0,011859
7	0,33	0,1089	0,035937	0,011859
8	1,33	1,7689	2,352637	3,129007
8	1,33	1,7689	2,352637	3,129007
8	1,33	1,7689	2,352637	3,129007
9	2,33	5,4289	12,64934	29,47296
Jumlah		27,3335	-19,3844	141,3677

Maka $g_1 = \frac{\sqrt{n}\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})^3}{\left(\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})^2\right)^{3/2}} = \frac{\sqrt{15}(-19{,}3844)}{(27{,}3335)^{3/2}} = \frac{(3{,}87).(-19{,}3844)}{140{,}9035} = \frac{-75{,}0756}{140{,}9035} = -0{,}53$

c. Hitung Kurtosis (g_2):

$g_2 = \frac{n\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})^4}{\left(\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})^2\right)^2} - 3$

berdasarkan tabel diatas diperoleh $\sum(x_i - \bar{x})^4$ = 141,3677

Maka $g_2 = \frac{n\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})^4}{\left(\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})^2\right)^2} - 3 = \frac{15(141{,}3677)}{(27{,}3335)^2} - 3 = \frac{2120{,}516}{747{,}1202} - 3 = 2{,}84 - 3 = -0{,}16$

d. Hitung Stattistik Uji Skewness (Z_1):

$Z_1 = \frac{g_1}{\sqrt{\frac{6(n-2)}{(n+1)(n+3)}}} = \frac{-0{,}53}{\sqrt{\frac{6(15-2)}{(15+1)(15+3)}}} = \frac{-0{,}53}{\sqrt{\frac{84}{304}}} = \frac{-0{,}53}{\sqrt{0{,}28}} = \frac{-0{,}53}{0{,}53} = -1{,}00$

e. Hitung Stattistik Uji Kurtosis (Z_2):

$Z_2 = \frac{g_2}{\sqrt{\frac{24n(n-2)(n-3)}{(n+1)^2(n+3)(n+5)}}} = \frac{-0{,}16}{\sqrt{\frac{24.15.13.12}{(16)^2.18.20}}} = \frac{-0{,}16}{\sqrt{\frac{56160}{92160}}} = \frac{-0{,}16}{\sqrt{0{,}61}} = \frac{-0{,}16}{0{,}78} = -0{,}21$

f. Hitung Statistik D'Agostino's K^2 (K^2):

$K^2 = Z_1^2 + Z_2^2 = (-1{,}00)^2 + (-0{,}21)^2 = 1{,}00 + 0{,}04 = 1{,}04$

4. Kriteria Pengujian
   Untuk taraf siknifikansi α = 5% dan 12 derajat kebebasan maka maka nilai kritis dari tabel Chi-square (χ^2) adalah sekitar 21,026 maka nilai $K^2_{hitung} = 1{,}04 < \chi^2_{tabel} = 21{,}026$ maka Ho diterima.
5. Kesimpulan
   Data berdistribusi normal

Dengan menggunakan Shapiro-Francia Test, Tunjukkan apakah data pada tabel 1 diatas berdistribusi normal?
Penyelesaian:

1. Menentukan Hipotesis
   H_0: Data berdistribusi normal
   H_a: Data tidak berdistribusi normal
2. Taraf signifikansi α = 5%
3. Uji Statistik
   a. Urutkan.
   4, 4, 6, 6, 6, 6, 7, 7, 7, 7, 7, 8, 8, 8, 9
   b. Hitung nilai yang diharapkan (m_i)
   $m_i = P^{-1}\left(\frac{i-0{,}375}{n+0{,}25}\right)$

Tabel 5. Perhitungan **m_i, x_i . m_i dan $(m_i)^2$**

Data (x_i)	**1 - 0,375**	**n + 0,25**	$\boldsymbol{\frac{i-0,375}{n+0,25}}$	**$m_i = P^{-1}\left(\frac{i-0,375}{n+0,25}\right)$**	**x_i . m_i**	**$(m_i)^2$**
4	0,625	15,25	0,0410	-1,74	-6,96	3,03
4	1,625	15,25	0,1066	-1,25	-4,98	1,55
6	2,625	15,25	0,1721	-0,95	-5,67	0,89
6	3,625	15,25	0,2377	-0,71	-4,28	0,51

6	4,625	15,25	0,3033	-0,51	-3,09	0,27
6	5,625	15,25	0,3689	-0,33	-2,01	0,11
7	6,625	15,25	0,4344	-0,17	-1,16	0,03
7	7,625	15,25	0,5000	0,00	0,00	0,00
7	8,625	15,25	0,5656	0,17	1,16	0,03
7	9,625	15,25	0,6311	0,33	2,34	0,11
7	10,625	15,25	0,6967	0,51	3,60	0,27
8	11,625	15,25	0,7623	0,71	5,71	0,51
8	12,625	15,25	0,8279	0,95	7,57	0,89
8	13,625	15,25	0,8934	1,25	9,96	1,55
9	14,625	15,25	0,9590	1,74	15,65	3,03
Jumlah					17,85	12,77

c. Hitung $Korelasi\ (W')$

W' = $\frac{(\sum_{i=1}^{n} x_i . m_i)^2}{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2 . \sum_{i=1}^{n} m_i^2}$

Dari tabel diatas diperoleh $\sum x_i . m_i$ = 17,85

Dari tabel diatas diperoleh $\sum(x_i - \bar{x})^2$ = 27,3335

Dari tabel diatas diperoleh $\sum m_i^2$ = 12,77

sehingga diperoleh:

W' = $\frac{(\sum_{i=1}^{n} x_i . m_i)^2}{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2 . \sum_{i=1}^{n} m_i^2} = \frac{(17,85)^2}{(27,3335).(12,77)} = \frac{318,48}{349,0488}$ = 0,91

4. Kriteria Pengujian
   Untuk n = 15 dan taraf siknifikansi α = 5% maka nilai kritis W'_{hitung} dari tabel Shapiro-Francia adalah sekitar 0,881 maka nilai W'_{hitung} = 0,91 > W'_{tabel} = 0,881 maka Ho diterima.
5. Kesimpulan
   Data berdistribusi normal.

Kesimpulan

Pemilihan metode uji normalitas harus disesuaikan dengan karakteristik data dan ukuran sampel agar penggunaan metode menjadi efektif dan efisien. Uji Shapiro-Wilk direkomendasikan untuk sampel kecil hingga sedang, sementara Kolmogorov-Smirnov dan Anderson-Darling lebih cocok untuk sampel besar, sehingga hasil uji normalitas dapat diandalkan untuk pengambilan keputusan analisis statistik selanjutnya.

Daftar Pustaka

[1] A. Nasrum. (2028). Uji Normalitas Data Untuk Penelitian. p. 1, 2018

[2] N. Mohd Razali and Y. Bee Wah. (2011). Power comparisons of Shapiro-Wilk, Kolmogorov-Smirnov, Lilliefors and Anderson-Darling tests," *Journal of Statistical Modeling and Analytics*, vol. 2, no. 1, pp. 13–14

[3] I. Sintia, M. D. Pasarella, and D. A. Nohe. (2022). Perbandingan Tingkat Konsistensi Uji Distribusi Normalitas Pada Kasus Tingkat Pengangguran di Jawa. *Prosiding Seminar Nasional Matematika, Statistika, dan Aplikasinya*, vol. 2, no. 2, pp. 322–333

[4] G. D. Ahadi and N. N. L. E. Zain. (2023). Pemeriksaan Uji Kenormalan dengan Kolmogorov-Smirnov, Anderson-Darling dan Shapiro-Wilk. *Eigen Mathematics Journal*, vol. 6, no. 1, pp. 11–19, 2023, doi: 10.29303/emj.v6i1.131.

[5] P. L. M. I Wayan Widana. (2020). *Uji Persyaratan Analisis*. 2020. [Online]. Available: https://core.ac.uk/download/pdf/196255896.pdf

[6] Nuryadi, T. D. Astuti, E. S. Utami, M. Budiantara. (2017). Uji Normalitas Data dan Homogenitas Data," *Dasar - Dasar Statistik Penelitian*, pp. 81, 90–91, 2017, [Online]. Available: http://lppm.mercubuana-yogya.ac.id/wp-content/uploads/2017/05/Buku-Ajar_Dasar-Dasar-Statistik-Penelitian.pdf

[7] M. Waruwu, S. Natijatul, P. R. Utami, and E. Yanti. (2025). Metode Penelitian Kuantitatif : Konsep , Jenis , Tahapan dan Kelebihan. vol. 10, pp. 917–932

[8] D. S. Rini and Fachri. Faisal. (2015). Perbandingan Power of Test dari Uji Normalitas Metode Bayesian, Uji Shapiro-Wilk, Uji Cramer-von Mises,dan Uji Anderson-Darling," *Jurnal Gradien*, vol. 11, no. 2, pp. 1-5.

[9] A. Quraisy. (2022). Normalitas Data Menggunakan Uji Kolmogorov-Smirnov dan Saphiro-Wilk. *J-HEST Journal of Health Education Economics Science and Technology*. vol. 3, no. 1, pp. 7–11, 2022, doi: 10.36339/jhest.v3i1.42.

[10] H. F. Coronel-Brizio, A. R. Hernández-Montoya. (2010). The Anderson-Darling test of fit for the power-law distribution from left-censored samples. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, vol. 389, no. 17, pp. 3508–3515, 2010, doi: 10.1016/j.physa.2010.03.041.

[11] P. Sulewski. (2021). Two component modified lilliefors test for normality," *Equilibrium. Quarterly Journal of Economics and Economic Policy*, vol. 16, no. 2, pp. 429–455, 2021, doi: 10.24136/eq.2021.016.

[12] H. B. R. S. Somayasa, Wayan. (2023). Pendekatan Bootstrap Untuk Uji Anderson-Darling Terhadap Kenormalan Populasi," *jurnal Matematika, Komputasi dan Statistika*, vol. 3, no. 1, 2023, [Online]. Available: http://jmks.uho.ac.id/index.php

[13] J. Hilbe. (2016). Shapiro-Wilk and Shapiro-Francia Tests. July, 2016