

Analisis Variansi Galat Mutlak Data Hasil Pengukuran Arus untuk Beberapa Besaran Tegangan pada Suatu Resistansi

Rischa Devita, S.Si., M.Si

Jurusan Teknik Elektro, Program Studi Teknik Listrik, Politeknik Negeri Medan

Jl. Almamater No. 1 Kampus USU, Medan Indoensia

Email: rischadevita@polmed.ac.id

Abstract

This study was conducted to determine whether there is a difference in the average absolute error value obtained from each current and voltage measurement using the Ammeter and Voltmeter measuring instruments. The method used in this research is an experimental method by using quantitative analysis that utilizes numbers or data on a readable measurement. Using the data obtained, a hypothesis test analysis was carried out using the Variable Variance Analysis (Anova) test using the initial hypothesis H_0 : the average absolute error variance in the current and voltage measurement results is the same and the alternative hypothesis H_a : there is a difference in the average variance absolute error in the current and voltage measurement results. By using the steps of the one-way variable variance test (Anova), through manual calculations it was found that $F_{hitung}=0.354 < F_{tabel}=3.35$ while using the SPSS software application it was obtained that the significant value or $Sig.= 0.838 > 0.05$ which means that H_0 is accepted (H_a is rejected), which means that the average absolute error value in the current measurement results at various voltages and resistances is not significantly different at the 95% confidence level.

Keywords: Voltage, Current, Resistance, Absolute Error, Anova Test

Abstrak

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan rata-rata nilai galat mutlak yang diperoleh dari setiap pengukuran arus dan tegangan dengan alat ukur Amperemeter dan Voltmeter. Metode yang dilakukan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen dengan menggunakan analisis kuantitatif yang memanfaatkan angka atau data pada suatu pengukuran yang terbaca. Dengan menggunakan data yang diperoleh kemudian dilakukan analisis uji hipotesis dengan menggunakan uji Analisis Variansi Variabel (Anova) dengan menggunakan hipotesis awal H_0 : rata-rata¹ variansi galat mutlak pada hasil pengukuran arus dan tegangan adalah sama dan hipotesis alternatif H_a : terdapat perbedaan rata-rata variansi galat mutlak pada hasil pengukuran arus dan tegangan. Dengan menggunakan langkah-langkah uji variansi variabel (Anova) satu arah, melalui perhitungan manual diperoleh bahwa $F_{hitung} = 0,354 < F_{tabel} = 3,35$ sedangkan dengan menggunakan aplikasi *software* SPSS diperoleh bahwa nilai significantnya atau $Sig. = 0,838 > 0,05$ yang berarti bahwa H_0 diterima (H_a ditolak), yang berarti bahwa rata-rata nilai galat mutlak pada hasil pengukuran arus pada berbagai tegangan dan tahanan tidak berbeda secara signifikan pada taraf kepercayaan 95%.

Kata kunci: Tegangan, Arus, Tahanan, Galat Mutlak, Uji Anova

1. PENDAHULUAN

Tegangan atau disebut juga dengan beda potensial (dalam bahasa Inggris *voltage*) adalah aktivitas yang menyebabkan pergerakan satu muatan (sebesar satu coulomb) yang ada pada elemen atau komponen dari suatu terminal/kutub ke terminal/kutub yang lain. Dengan kata lain, terdapat beda potensial pada kedua terminal/kutub apabila kita menggerakkan/memindahkan muatan sebesar satu coulomb dari satu terminal ke terminal lainnya. Implementasi dari aktivitas yang terjadi sebenarnya adalah energi yang dikeluarkan, oleh karena itu definisi di atas dapat dipahami secara singkat bahwa suatu tegangan merupakan suatu energi per satuan muatan.^[2]

Apabila suatu penghantar atau resistansi atau hantaran dilewati oleh suatu arus listrik maka akan mengakibatkan terjadinya beda potensial pada kedua ujung penghantar tersebut. Hukum Ohm menyatakan bahwa tegangan melintasi berbagai jenis bahan pengantar adalah berbanding lurus dengan arus yang mengalir melalui bahan tersebut.²

Secara matematis hukum Ohm ditulis:

$$V = I \cdot R$$

Dan

$$I = \frac{V}{R}$$

Dimana

V : Tegangan yang diberikan pada tahanan

I : Arus yang mengalir pada tahanan

R : Besarnya nilai tahanan

Alat ukur listrik yang berguna untuk mengukur tiga jenis besaran listrik diantaranya, tegangan listrik, arus listrik, dan hambatan listrik disebut dengan Multimeter. Sedangkan Amperemeter merupakan suatu alat listrik yang berguna untuk mengukur nilai arus listrik pada suatu rangkaian. Besarnya tahanan dalam dari suatu Amperemeter sangat kecil dan idealnya mendekati nol. Kemudian Voltmeter merupakan suatu alat listrik yang berguna untuk mengukur nilai tegangan pada suatu rangkaian. Besarnya tahanan dalam dari suatu voltmeter sangat besar dan idealnya mendekati tak terhingga. Kemampuan dalam pengukuran sangat diperlukan dalam pembelajaran kelistrikan. Tahanan dalam pada Amperemeter dapat mempengaruhi hasil pengukuran yang terbaca pada suatu rangkaian.

Hasil pengukuran dalam eksperimen terdapat perbedaan nilai yang diperoleh dari percobaan dengan nilai yang diperoleh dari perhitungan secara teoritis. Perbedaan nilai ini disebut dengan Galat Mutlak. Secara matematis ditulis

$$x = |I - I'|$$

Dimana

x : nilai galat mutlak

I : besar arus pada pengukuran

I' : besar arus secara teori

Galat mutlak pada setiap pengukuran berbeda-beda untuk setiap percobaan yang dilakukan. Rata-rata variansi Galat dapat diuji dengan menggunakan uji variansi variabel (Anova) satu arah. Uji Anova digunakan untuk menguji perbedaan antara sejumlah rata-rata populasi dengan cara membandingkan variansinya. Sedangkan Anova satu arah merupakan suatu analisis yang hanya melibatkan satu variabel bebas. Lebih lanjut, apabila suatu penelitian hanya melibatkan satu variabel bebas dengan dua kategori atau lebih yang digunakan dan ditetapkan oleh peneliti secara tidak acak, maka pengujian yang digunakan adalah Anova satu arah. Adapun tujuan dari uji anova satu arah adalah untuk membandingkan lebih dari dua rata-rata. Sedangkan fungsinya yaitu untuk menguji kemampuan generalisasi berdasarkan dari signifikansi hasil penelitian. Apabila terbukti berbeda berarti kedua sampel tersebut dapat digeneralisasikan (dapat diasumsikan bahwa data sampel mewakili populasi). Dengan Anova satu arah kita dapat melihat perbandingan lebih dari dua kelompok data.³

Terdapat tiga asumsi dasar yang harus dipenuhi oleh data dalam melakukan uji analisis variansi (Anova), yaitu:

1. Data Sampel yang digunakan berasal dari kelompok yang berbeda (independen).
2. Varian antar kelompok harus homogen.
Pengambilan keputusan dalam Uji homogenitas kita berpedoman pada dua hal berikut:
 - a. Apabila diperoleh nilai signifikansinya atau $\text{Sig.} < 0,05$, maka disimpulkan bahwa varians dari dua atau lebih kelompok populasi data adalah tidak sama (tidak homogen).
 - b. Apabila diperoleh nilai signifikansinya atau $\text{Sig.} > 0,05$, maka disimpulkan bahwa varians dari dua atau lebih kelompok populasi data adalah sama (homogen).
3. Masing-masing kelompok data terdistribusi normal.

2. METODE PENELITIAN

Secara garis besar, teknik analisis data terbagi menjadi dua bagian yaitu analisis kuantitatif dan analisis kualitatif. Hal yang membedakan kedua jenis teknik tersebut hanyalah jenis datanya. Untuk data yang tidak dapat dihitung atau diangkakan (bersifat kualitatif) maka teknik analisis yang digunakan adalah analisis kualitatif, sedangkan untuk data yang dapat dihitung atau dikuantifikasikan (bersifat kuantitatif) maka teknik analisis yang digunakan adalah analisis kuantitatif bahkan juga dapat dianalisis secara kualitatif.⁴

Analisis statistik merupakan analisis yang biasa digunakan dalam teknik analisis kuantitatif. Analisis statistik juga terbagi ke dalam dua kelompok, diantaranya:

1. Statistik Deskriptif

Statistik deskriptif merupakan analisis statistik yang berguna untuk menganalisis data, yaitu dengan cara menguraikan atau menyajikan data yang telah terkumpul ke dalam bentuk tabel tanpa adanya tujuan untuk membuat kesimpulan yang berlaku untuk umum atau generalisasi. Analisis ini hanya berupa akumulasi data

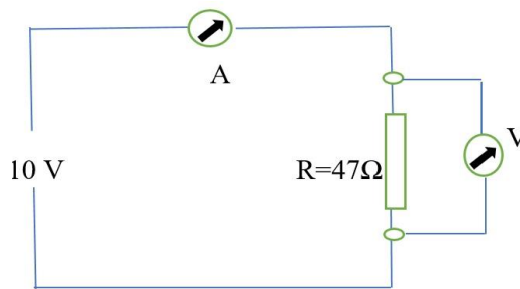
dasar dalam bentuk uraian semata dalam arti tidak mencari atau menerangkan saling Teknik Analisis Kuantitatif 2 hubungan, menguji hipotesis, membuat ramalan, atau melakukan penarikan kesimpulan.

2. Statistik Inferensial

Berbeda dengan statistik deskriptif yang hanya bersifat memaparkan atau menguraikan data saja, pada statistik inferensial sudah terdapat usaha untuk melakukan penarikan kesimpulan serta mengambil keputusan yang didasarkan pada analisis yang telah dilakukan. Statistik inferensial umumnya mengambil sampel tertentu dari sebuah populasi yang berjumlah banyak, kemudian berdasarkan hasil analisis yang dilakukan dengan menggunakan sampel tersebut digeneralisasikan terhadap populasinya. Oleh karena itu statistik inferensial juga disebut dengan statistik induktif. Statistik inferensial terbagi menjadi dua bagian berdasarkan jenis analisisnya, yaitu Analisis korelasional dan analisis komparasi. Analisis korelasional merupakan analisis statistik yang bertujuan untuk mencari keterkaitan atau pengaruh antara dua buah variabel atau lebih. Sedangkan analisis komparasi merupakan analisis statistik yang bertujuan untuk membandingkan kondisi antara dua buah kelompok atau lebih. Pada dasarnya teknik analisis yang dapat digunakan juga cukup banyak, namun penggunaannya tergantung pada jenis skala data dan banyak sedikitnya kelompok data.⁴

berdasarkan uraian diatas, sehingga metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode analisis kuantitatif. Data sampel yang digunakan diperoleh dari alat ukur Voltmeter dan Amperemeter yang mengukur arus yang mengalir pada rangkaian. Adapun tahapan-tahapan kerja yang dilakukan sebagai berikut:

1. Buat rangkaian listrik dengan $R=47\Omega$ seperti pada Gambar 1



Gambar 1. Rangkaian Tahanan dalam Amperemeter

2. Nyalakan power Suply dan alat tegangan menjadi 10 Volt, kemudian ukur besar arus yang mengalir pada rangkaian tersebut dan tegangan pada tahanan.
3. Atur tegangan pada power suply dari 1 sampai 9 Volt, kemudian atur power suply agar tegangan jatuh pada tahanan pas. Kemudian hasil pengukuran arus yang mengalir pada rangkaian tersebut dicatat beserta dengan kenaikan tegangannya.
4. Lakukan secara berulang tahapan 2 dan 3 dengan menggunakan 6 buah tahanan kemudian diperoleh hasil pengukuran seperti tersaji pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengukuran Arus pada Tegangan dan Tahanan yang Berbeda

Tegangan (Volt)	Arus (MiliAmpere)					
	R=47Ω	R=100Ω	R=220Ω	R=470Ω	R=680Ω	R=820Ω
1	25	5,6	2,55	1,7	1,3	1,0
3	50	27	10	5,5	3,5	3,0
5	100	43,5	20	10	6,5	5,5
7	137,5	65,5	28	14	9,5	8,0
9	185	80	35	18,5	12,25	10,5

Secara teori berdasarkan hukum Ohm diperoleh besar arus (I') pada suatu tegangan dan tahanan sebagai berikut:
Untuk $V = 1$ Volt dan $R = 47\Omega$ diperoleh

$$I' = \frac{V}{R}$$

$$= \frac{1}{47}$$

$$= 21,277$$

Sehingga diperoleh nilai galat mutlak untuk $V = 1\text{Volt}$ dan $R = 47\Omega$ sebagai berikut

$$x = |I - I'|$$

$$= |25 - 21,277|$$

$$= 3,723$$

Dengan proses perhitungan yang sama, diperoleh nilai galat mutlak untuk masing-masing pengukuran pada tegangan 1 Volt, 3 Volt, 5 Volt, 7 Volt, dan 9 Volt seperti yang tersaji pada Tabel 2

Tabel 2. Galat Mutlak Hasil Pengukuran Arus pada Berbagai Tegangan

Tahanan (Ω)	Galat Mutlak (x)				
	$V_1 = 1\text{V}$	$V_2 = 3\text{V}$	$V_3 = 5\text{V}$	$V_4 = 7\text{V}$	$V_5 = 9\text{V}$
47	3,723	13,829	6,382	11,436	6,489
100	4,4	3,0	6,5	4,5	10
220	1,995	0,63	2,727	3,818	5,909
470	0,427	0,882	0,638	0,893	0,648
680	0,170	0,911	0,852	0,794	0,985
820	0,219	0,658	0,597	0,536	0,475

Dari Tabel 2 dapat dilihat bahwa nilai rata-rata galat mutlak untuk setiap pengukuran berbeda-beda. Data yang tersaji pada Tabel 2 akan dianalisis apakah terdapat perbedaan rata-rata nilai galat mutlak antara beberapa tegangan yang berbeda (1 Volt, 3 Volt, 5 Volt, 7 Volt, dan 9 Volt) dengan menggunakan pengujian pada taraf $\alpha = 0,05$ (5%) dan tingkat kepercayaan 95% dengan hipotesis pengujian sebagai berikut:

Hipotesis Awal

$H_0: \bar{x}_1 = \bar{x}_2 = \bar{x}_3 = \bar{x}_4 = \bar{x}_5$: Rata-rata nilai galat mutlak data hasil pengukuran arus untuk beberapa besaran tegangan tidak memiliki perbedaan yang signifikan.

Hipotesis Alternatif

$H_a: \bar{x}_1 \neq \bar{x}_2 = \bar{x}_3 = \bar{x}_4 = \bar{x}_5$: Terdapat perbedaan yang signifikan rata-rata nilai galat mutlak data hasil pengukuran arus untuk beberapa besaran tegangan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analysis of variance (Anava/ Anova) merupakan bagian dari metoda analisis statistika yang tergolong analisis komparatif lebih dari dua rata-rata. Penggunaan Anova adalah untuk menguji perbedaan antara sejumlah rata-rata populasi. Pengujian ini dilakukan dengan cara membandingkan variansinya.³

Adapun langkah-langkah dalam analisis variansi variabel (Anova) yaitu sebagai berikut:

1. Membuat Tabel Penolong.

Pembuatan tabel penolong bertujuan untuk memudahkan kita dalam melakukan perhitungan variabilitas sampel dalam Anova, derajat kebebasan dalam Anova, variansi antar kelompok dan dalam kelompok, serta F_{hitung} dan F_{tabel} . Tabel Penolong untuk data pada penelitian ini tersaji pada Tabel 3.

Tabel 3. Variansi Galat Hasil Pengukuran Arus pada Berbagai Tegangan

$V_1 = 1\text{Volt}$		$V_2 = 3\text{Volt}$		$V_3 = 5\text{Volt}$		$V_4 = 7\text{Volt}$		$V_5 = 9\text{Volt}$	
x_1	$(x_1)^2$	x_2	$(x_2)^2$	x_3	$(x_3)^2$	x_4	$(x_4)^2$	x_5	$(x_5)^2$
3,723	13,861	13,829	191,263	6,382	40,742	11,436	130,785	6,489	42,111
4,4	19,360	3,0	9,0	6,5	42,25	4,5	20,25	10	100
1,995	3,980	0,63	13,223	2,727	7,438	3,818	14,578	5,909	34,917
0,427	0,182	0,882	0,779	0,638	0,407	0,893	0,798	0,648	0,421
0,170	0,029	0,911	0,831	0,852	0,727	0,794	0,630	0,985	0,970
0,219	0,048	0,658	0,433	0,597	0,357	0,536	0,287	0,475	0,226
$\sum x_1$	$\sum (x_1)^2$	$\sum x_2$	$\sum (x_2)^2$	$\sum x_3$	$\sum (x_3)^2$	$\sum x_4$	$\sum (x_4)^2$	$\sum x_5$	$\sum (x_5)^2$
=	=	=	=	=	=	=	=	=	=
10,934	37,463	22,91	215,529	17,696	91,921	21,977	24,506	24,506	178,645

Merujuk pada data yang tersaji pada Tabel 3, akan dianalisis apakah rata-rata nilai galat mutlak untuk setiap kelompok tegangan bernilai sama atau tidak. Analisis rata-rata nilai galat mutlak ini menggunakan Uji Analisis Variansi (Anova) Satu arah. Langkah pertama, kita harus memastikan bahwa tiga asumsi dasar untuk melakukan uji Anova sudah terpenuhi, yaitu:

1. Data sampel berasal dari kelompok yang saling bebas (independen)
 Asumsi ini telah dipenuhi disebabkan data telah berasal dari kelompok independen yaitu tegangan yang berbeda-beda (1 Volt, 3 Volt, 5 Volt, 7 Volt, dan 9 Volt).
2. Varian antar kelompok harus homogen
 Untuk memenuhi asumsi ini maka dilakukan uji homogenitas. Dengan melakukan uji homogenitas dapat diketahui apakah beberapa varian populasi adalah sama atau tidak. Uji ini merupakan prasyarat untuk melakukan analisis *independent sample t test* dan Anova. Untuk mengetahui apakah sebaran data homogen atau tidak maka dilakukan uji kesamaan dua varians drngan membandingkan kedua variansnya. Apabila dua kelompok data atau lebih memiliki nilai varians yang sama besarnya, maka kita tidak perlu lagi melakukan uji homogenitas dikarenakan datanya dianggap sudah homogen. Jika kelompok data sudah terdistribusi normal, maka uji homogenitas dapat dilakukan. Tujuan dari dilakukannya uji homogenitas adalah untuk memperlihatkan bahwa perbedaan yang terjadi pada uji statistik parametrik (seperti uji t, Anava, Anacova) terjadi hanya diakibatkan oleh adanya perbedaan antar kelompok, dan bukan sebagai diakibatkan oleh perbedaan dalam kelompok. Sebelum membandingkan dua kelompok atau lebih maka uji homogenitas sangat diperlukan agar perbedaan yang terjadi bukan disebabkan oleh adanya perbedaan data dasar, atau dengan kata lain bukan karena adanya ketidakhomogenan kelompok yang dibandingkan.⁵

Analisis homogen dapat dilakukan dengan perhitungan manual dan dapat juga dipermudah dengan bantuan aplikasi SPSS. Untuk data ini, analisisnya menggunakan SPSS dan diperoleh output seperti yang terdapat pada Tabel 4.

Tabel 4. Output Uji Homogenitas Variansi Data pada SPSS

Test of Homogeneity of Variances					
		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1	Based on Mean	.763	4	25	.560
	Based on Median	.447	4	25	.773
	Based on Median and with adjusted df	.447	4	13.342	.773
	Based on trimmed mean	.648	4	25	.634

Pada Tabel 4 di atas, dapat dilihat bahwa berdasarkan *based on mean* nilai significantnya = 0,560 > 0,05 sehingga dapat disimpulkan bahwa data di atas homogen.

3. Data masing-masing kelompok berdistribusi normal
 Cara untuk mengetahui apakah data yang diperoleh berasal dari populasi yang berdistribusi normal atau tidak adalah dengan melakukan uji normalitas. Uji normalitas data merupakan salah satu asumsi bahwa apabila data

yang diperoleh dari sampel memiliki skala Interval-Ratio, maka data tersebut akan diuji dengan menggunakan statistik parametrik. Salah satu uji Nonparametrik yang biasa digunakan untuk menguji normalitas suatu data adalah *One sample Kolmogorov-Smirnov Test*.⁶

Pada penelitian ini kita menggunakan bantuan aplikasi SPSS untuk melakukan uji normalitas data dengan *One sample Kolmogorov-Smirnov Test*. Untuk data yang dikelompokkan pada masing-masing kolom berdasarkan tegangan 1 Volt, 3 Volt, 5 Volt, 7 Volt, dan 9 Volt. Output yang diperoleh dari SPSS seperti yang terdapat pada Tabel 5.

Tabel 5. Output Uji Normalitas Variansi Data pada SPSS

		x1	x2	x3	x4	x5
N		6	6	6	6	6
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	1.82233	3.81833	2.94933	3.66283	4.08433
	Std. Deviation	1.872675	5.059267	2.818312	4.167165	3.963546
Most Extreme Differences	Absolute	.272	.348	.272	.254	.283
	Positive	.272	.348	.272	.254	.283
	Negative	-.189	-.266	-.222	-.227	-.181
Test Statistic		.272	.348	.272	.254	.283
Asymp. Sig. (2-tailed)		.188 ^c	.022 ^c	.189 ^c	.200 ^{c,d}	.145 ^c

- a. *Test distribution is Normal.*
- b. *Calculated from data.*
- c. *Lilliefors Significance Correction*
- d. *This is a lower bound of the true significance.*

Dari Tabel 5 di atas dapat kita lihat bahwa nilai Asymp. Sig. (2-tailed) setiap variabel adalah 0,188; 0,022; 0,189; 0,206; dan 0,145. Nilai-nilai tersebut lebih besar dari nilai α yaitu 0,05 atau 0,01. Oleh sebab itu terbukti bahwa data terdistribusi normal.

4. Membuat Hipotesis
 Hipotesis awal dan hipotesis alternatif yang digunakan pada pengujian ini adalah sebagai berikut:
 - Hipotesis Awal
 $H_0: \bar{x}_1 = \bar{x}_2 = \bar{x}_3 = \bar{x}_4 = \bar{x}_5$: Tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara rata-rata nilai galat mutlak pengukuran arus pada berbagai tegangan.
 - Hipotesis Alternatif
 $H_a: \bar{x}_1 \neq \bar{x}_2 = \bar{x}_3 = \bar{x}_4 = \bar{x}_5$: Terdapat perbedaan yang signifikan rata-rata nilai galat mutlak pengukuran arus pada berbagai tegangan.
5. Menghitung Variabilitas Sampel dalam Anova
 Variabilitas Sampel dalam Anova terdiri atas :
 a. *Total of Sum Squares (SSt) – Jumlah Kuadrat Simpangan Total*
 Jumlah Kuadrat Simpangan Total / Total of Sum Square (SSt) merupakan selisih antara kuadrat jumlah data dengan kuadrat total data dibagi jumlah sampel keseluruhan.
 Secara matematis ditulis

$$\begin{aligned}
 SSt &= \sum x^2 - \frac{G^2}{N} \\
 &= 690,886 - \frac{(98,023)^2}{30} \\
 &= 370,602
 \end{aligned}$$

- b. *Between Treatment variability (SSb)-Variabilitas Antar Kelompok*
 Variabilitas Antar Kelompok/Between Treatment Variability (SSb) merupakan selisih antara jumlah total data dari masing-masing kelompok dibagi dari masing-masing kelompok dibagi jumlah sampel masing-masing kelompok dengan kuadrat total data dari seluruh kelompok dibagi jumlah sampel keseluruhan.

Secara matematis ditulis

$$SSb = \sum \frac{T^2}{n} - \frac{G^2}{N}$$

$$= \left(\frac{(10,934)^2}{6} + \frac{(22,91)^2}{6} + \frac{(17,696)^2}{6} + \frac{(21,977)^2}{6} + \frac{(24,506)^2}{6} \right) - \frac{(98,023)^2}{30}$$

$$= 19,898$$

- c. *Within Treatments Variability* (SSw)-Variabilitas dalam Kelompok
 Variabilitas dalam Kelompok/*Within Treatments Variability* (SSw) merupakan selisih antara Jumlah Kuadrat Simpangan Total (SSt) dengan Variabilitas Antar Kelompok (SSb).
 Secara matematis ditulis

$$SSw = SSt - SSb$$

$$= 370,602 - 19,894$$

$$= 350,708$$

Dimana

- x : Data pada setiap kelompok
- G : Jumlah x dari seluruh kelompok
- N : Jumlah sampel keseluruhan
- T : Jumlah x dari setiap kelompok
- n : Jumlah sampel dari setiap kelompok

6. Derajat Kebebasan dalam Anova

- a. Derajat Kebebasan Jumlah Kuadrat Simpangan Total (df_{SSt})

Derajat Kebebasan Jumlah Kuadrat Simpangan Total (df_{SSt}) diperoleh dengan mengurangkan jumlah sampel keseluruhan dengan 1.

Secara matematis ditulis

$$df_{SSt} = N - 1$$

$$= 30 - 1$$

$$= 29$$

- b. Derajat Kebebasan Variabilitas Antar Kelompok (df_{SSb})

Derajat Kebebasan Variabilitas Antar Kelompok (df_{SSb}) diperoleh dengan mengurangkan jumlah kelompok sampel dengan 1.

Secara matematis ditulis

$$df_{SSb} = k - 1$$

$$= 5 - 1$$

$$= 4$$

Dimana k adalah jumlah kelompok *sampel*.

- c. Derajat Kebebasan Variabilitas Dalam Kelompok (df_{SSw})

Derajat Kebebasan Variabilitas Dalam Kelompok (df_{SSw}) merupakan total dari jumlah sampel masing-masing kelompok dikurangi 1 atau selisih antara jumlah sampel keseluruhan dengan jumlah kelompok sampel.

$$df_{SSw} = \sum (n - 1) = N - k$$

$$= 30 - 5$$

$$= 25$$

7. Variansi Antar Kelompok dan Dalam Kelompok

- a. Variansi Antar Kelompok (MSb)

$$MSb = \frac{SSb}{df_{SSb}}$$

$$= \frac{19,894}{4}$$

$$= 4,973$$

- b. Variansi Dalam Kelompok (MSw)

$$MSw = \frac{SSw}{df_{SSw}} = \frac{350,708}{25} = 14,028$$

8. Distribusi F

$$F_{hitung} = (F_h) = \frac{MSb}{MSw} = \frac{4,973}{14,028} = 0,355$$

Tabel 6. Ringkasan Hasil Perhitungan Anova

Sumber Variansi	Jumlah Kuadrat (S)	Derajat Kebebasan (df)	Variansi Antar Kelompok	F_{hitung}	F_{tabel}	Keputusan
Total	370,602	30 - 1 = 29	-	0,355	5% = 2,76	0,355 < 2,76 H_0 diterima
Antar Kelompok	19,898	5 - 1 = 4	4,973			
Dalam Kelompok	350,708	5 - 1 = 4	14,028			

Karena $F_{hitung} = 0,355$, harga tersebut selanjutnya dibandingkan dengan harga F_{tabel} dengan dengan df pembilang $k - 1$ dan df penyebut $N - k$. Dengan demikian df pembilang = $5 - 1 = 4$ dan df penyebut = $30 - 5 = 25$. Berdasarkan dua df tersebut, maka dapat diketahui bahwa harga F_{tabel} untuk tingkat signifikansi 5% = 2,76. Ternyata harga F_{hitung} lebih kecil daripada F_{tabel} ($0,355 < 2,76$), maka H_0 diterima (H_a ditolak). Oleh sebab itu dapat disimpulkan bahwa rata-rata nilai galat mutlak pada hasil pengukuran arus pada berbagai tegangan dan tahanan tidak memiliki perbedaan yang signifikan pada suatu taraf kepercayaan 95%.

9. Analisis Data dengan SPSS

Untuk lebih menguji hasil Anova dengan perhitungan secara manual yang telah dilakukan, maka akan diuji menggunakan SPSS. Adapun langkah-langkahnya sebagai berikut:

- a. Pada saat SPSS telah dibuka klik menu **variabel view** yang bertujuan untuk penulisan nama variabel view. Tidak jauh berbeda dengan analisis independent sampel, meskipun terdapat lima kelompok data tetapi variabel yang di analisis hanya satu yaitu nilai galat mutlak, hanya kategorinya ada lima yaitu tegangan 1 Volt, 3 Volt, 5 Volt, 7 Volt, dan 9 Volt, jadi pada analisis ini terdapat 2 variabel, dimana variabel 1 untuk galat mutlak dan variabel 2 untuk tegangan
- b. Penulisan nama variabel
 Pada variabel 1 ditulis galat
 Pada variabel 2 ditulis tegangan
- c. Kemudian pada data view, input nilai galat mutlak yang terdapat pada Tabel 3 ke variabel galat
- d. Pemberian label pada variabel tegangan:
 Value " 1" diberi label "1"
 Value " 3" diberi label "3"
 Value " 5" diberi label "5"
 Value " 7" diberi label "7"
 Value " 9" diberi label "9"
- e. Langkah terakhir yaitu melakukan analisis dengan meng klik menu *Analyze* → *compare mean* → *one way anova*, tampilan output terlihat pada gambar sebagai berikut:

Descriptives

Galat Mutlak		Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
N					Lower Bound	Upper Bound		
1	6	1.82233	1.872675	.764516	-.14292	3.78758	.170	4.400
3	6	3.81833	5.059267	2.065437	-1.49104	9.12771	.658	13.829
5	6	2.94933	2.818312	1.150571	-.00830	5.90697	.597	6.500
7	6	3.66283	4.167165	1.701238	-.71034	8.03600	.536	11.436
9	6	4.08433	3.963546	1.618111	-.07515	8.24382	.475	10.000
Total	30	3.26743	3.574356	.652585	1.93275	4.60212	.170	13.829

Test of Homogeneity of Variances

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Galat Mutlak	Based on Mean	.763	4	25	.560
	Based on Median	.447	4	25	.773
	Based on Median and with adjusted df	.447	4	13.342	.773
	Based on trimmed mean	.648	4	25	.634

ANOVA

Galat Mutlak		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups		19.900	4	4.975	.355	.838
Within Groups		350.605	25	14.024		
Total		370.505	29			

Interpretasi Uji Anova dengan SPSS

Berdasarkan pada tampilan Output uji Anova dengan SPSS diperoleh beberapa interpretasi, yaitu :

- Perhatikan Tabel *Descriptive*, dapat dilihat rata-rata nilai galat mutlak untuk tegangan sebesar 1 Volt adalah 1,82233, tegangan sebesar 3 Volt rata-rata nilai galat mutlak sebesar 3,81833, tegangan sebesar 5 Volt rata-rata nilai galat mutlak sebesar 2,94933, tegangan sebesar 7 Volt rata-rata nilai galat mutlak sebesar 3,66283, dan tegangan sebesar 9 Volt rata-rata nilai galat mutlak sebesar 4,08433.
- Dari Tabel Tes of Homogeneity of Variance terlihat bahwa berdasarkan *based on mean* nilai significantnya = 0,560 > 0,05 sehingga kesimpulan yang diperoleh adalah data di atas homogen. Sehingga uji Anova valid digunakan.
- Selanjutnya dari Tabel Anova terlihat bahwa pada kolom Sig. nilai sebesar 0,838 > 0,05. Sehingga kesimpulan yang dapat diperoleh adalah H_0 diterima (H_a ditolak) pada taraf nyata 0,05.

Berdasarkan pada dua jenis analisis Anova yang dilakukan (secara perhitungan manual dan SPSS), diperoleh bahwa keduanya memiliki kesimpulan yang sama, yaitu menerima H_0 (menolak H_a). Kesimpulan ini berarti bahwa rata-rata nilai galat mutlak pada hasil pengukuran arus pada berbagai tegangan dan tahanan tidak berbeda secara signifikan pada taraf kepercayaan 95%. Adapun kesalahan (galat) yang terjadi dalam pengukuran biasanya disebabkan oleh dua faktor yaitu:

- Faktor internal (alat itu sendiri)
Kemampuan dari alat ukur dalam pengukurannya (biasa disebut presisi) mempengaruhi pada hasil pengukuran. Semakin tinggi presisi tinggi maka kesalahan akan semakin kecil. Kemudian sensitifitas juga mempengaruhi hasil pengukuran. Sensitifitas meliputi kemampuan alat ukur, input kecil, perubahan output yang besar/simpangan jarum penunjuk besar.
- Faktor eksternal (manusia dan lingkungan).

Faktor internal biasanya disebabkan oleh ketelitian (*accuracy*) peneliti dalam melakukan pendekatan harga yang ditunjukkan pada alat ukur.

4. SIMPULAN

Uji Anova adalah salah satu bagian dari beberapa metoda analisis statistika. Dimana uji Anova tergolong pada analisis komparatif lebih dari dua rata-rata. Anova berguna dalam menguji perbedaan antara beberapa rata-rata populasi dengan cara melakukan perbandingan pada variansinya. Uji Anova digunakan untuk mengidentifikasi apakah terdapat perbedaan yang signifikan antara rata-rata galat mutlak yang timbul dari hasil pengukuran arus pada tegangan yang berbeda-beda (1 Volt, 3 Volt, 5 Volt, 7 Volt, dan 9 Volt) atau tidak. Dengan menetapkan hipotesis awal yaitu $H_0: \bar{x}_1 = \bar{x}_2 = \bar{x}_3 = \bar{x}_4 = \bar{x}_5$ atau dapat diartikan tidak ada perbedaan yang signifikan rata-rata nilai galat mutlak pengukuran arus pada berbagai tegangan dan hipotesis alternatif yaitu $H_a: \bar{x}_1 \neq \bar{x}_2 = \bar{x}_3 = \bar{x}_4 = \bar{x}_5$ atau dapat diartikan terdapat perbedaan yang signifikan rata-rata nilai galat mutlak pengukuran arus pada berbagai tegangan dan tahanan.

Analisis Anova dilakukan dengan dua cara yang berbeda, yaitu perhitungan manual dan uji Anova dengan SPSS. Hasil yang diperoleh dari perhitungan manual adalah $F_{hitung} = 0,355$ dan $F_{tabel} = 2,76$. Karena harga F_{hitung} lebih kecil daripada F_{tabel} yaitu $0,355 < 2,76$, maka H_0 diterima (H_a ditolak). Oleh sebab itu dapat ditarik kesimpulan bahwa rata-rata nilai galat mutlak pada hasil pengukuran arus pada berbagai tegangan dan tahanan tidak memiliki perbedaan yang signifikan pada taraf kepercayaan 95%. Sedangkan uji Anova dengan SPSS diperoleh output pada kolom Sig. nilai sebesar $0,838 > 0,05$. Dengan demikian, pada taraf nyata 0,05 dapat disimpulkan bahwa H_0 diterima (H_a ditolak).

Berdasarkan pada dua jenis analisis Anova yang dilakukan secara berbeda (manual dan SPSS), diperoleh bahwa keduanya memiliki kesimpulan yang sama, yaitu menerima H_0 (menolak H_a). Kesimpulan ini berarti bahwa rata-rata nilai galat mutlak pada hasil pengukuran arus pada berbagai tegangan dan tahanan tidak memiliki perbedaan yang signifikan pada taraf kepercayaan 95%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Gravetter FJ, Wallnau LB. Pengantar Statistika Sosial Statistics for the Behavioural Science. Jakarta: Salemba Empat. Published online 2014.
- [2] Asran A. Bahan Ajar Rangkaian Listrik I. Published online 2014.
- [3] Setiawan K. Buku Ajar Metodologi Penelitian (Anova Satu Arah). Published online 2019.
- [4] Muhson A. Teknik analisis kuantitatif. Univ Negeri Yogyakarta Yogyakarta. Published online 2006.
- [5] Usmadi U. Pengujian Persyaratan Analisis (Uji Homogenitas Dan Uji Normalitas). Inov Pendidik. 2020;7(1).
- [6] Lucky H. Uji Normalitas Data Kesehatan Menggunakan SPSS Edisi I. Published online 2019.
- [7] Norman GR, Streiner DL. More than two groups: one-way ANOVA. Biostat Bare Essentials,. Published online 2008:72-89.
- [8] Chandra S, Kurriawan Budi P P, Muhammad S. Bahan Ajar Percobaan Fisika Materi Listrik Magnet.
- [9] Martono N. Metode Penelitian Kuantitatif: Analisis Isi Dan Analisis Data Sekunder (Sampel Halaman Gratis). RajaGrafindo Persada; 2010.