

Analisis Hasil Perbandingan Metode Arus Transient, Beda Tegangan, Dan Beda Fase Pada Pengembangan Praktikum Induksi Diri Di Laboratorium ITS NU Lampung

Apriana

Institut Teknologi dan Sains Nahdlatul Ulama Lampung

 aprianaa021@gmail.com

Abstrak

Telah dilakukan pengujian metode arus transient, beda tegangan dan beda fase untuk pengukuran induksi diri sebagai alat peraga pada praktikum fisika dasar untuk mendukung pembelajaran mahasiswa. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui metode mana yang paling tepat untuk mengukur induksi diri. Data yang diperoleh kemudian diolah dengan analisis data dan grafik regresi linier. Berdasarkan analisis data penelitian menunjukkan bahwa hasil perhitungan induksi diri pada metode beda tegangan dan beda fase hasilnya terlalu kecil. Sehingga, disimpulkan bahwa metode yang paling tepat untuk menghitung induksi diri adalah metode arus transient.

Kata-kata kunci: Arus Transient, Beda Fase, Beda Tegangan, Induksi Diri, Osiloskop

Abstract

Research of transient current, voltage difference, and phase difference methods for self-induction has been tested as teaching aids in basic physics practicum to support student learning. The purpose of this study to know which method is most appropriate to measurement self-induction. The research data was processed using data analysis and linear regression graphs. Base on research data analysis show that self-induction calculating result on voltage difference and phase difference methods the result is too small. So, it is concluded that the most appropriate method for calculating self-induction is transient current method.

Keyword: Transient Current, Voltage Difference, Phase Difference, Self-Induction, Oscilloscope.

PENDAHULUAN

Dalam era globalisasi ini, perkembangan ilmu pengetahuan berkembang sangat pesat. Sehingga dibutuhkan upaya-upaya untuk meningkatkan kualitas pendidikan yang menghasilkan sumber daya manusia yang berkualitas dan berdaya saing. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan guna meningkatkan ketertarikan dan keminatan mahasiswa terhadap fisika. Belajar fisika tidak terlepas dari pengamatan dan pengukuran. Begitu juga dengan penelitian ini. Penelitian ini dilakukan untuk mengukur besarnya induksi diri menggunakan metode arus transient, beda tegangan, dan beda fase dengan pengamatannya menggunakan sebuah alat yaitu osiloskop. Sehingga, dari ketiga metode tersebut dapat dibandingkan hasil pengukurannya

dapat disbandingkan hasil pengukurannya. Dengan begitu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui metode mana yang paling tepat untuk menghitung induksi diri. Induksi diri adalah perubahan kuat arus yang melewati suatu penghantar dengan mengubah medan magnet disekeliling penghantar, sehingga terjadi induksi terhadap penghantar itu sendiri. Besarnya induksi diri tergantung pada kecepatan perubahan kuat arus $\frac{\Delta I}{\Delta t}$, bentuk, ukuran penghantar, dan

zat yang terdapat disekitar itu. Induksi diri lebih terasa gejalanya pada penghantar berbentuk kumparan dibanding dengan penghantar yang lurus. Suatu kumparan pada keadaan yang sebenarnya mempunyai suatu hambatan (R), kapasitor (C), dan yang bertindak sebagai induksi diri adalah (L).

Metode yang dapat digunakan untuk mengukur besarnya nilai induksi diri, yaitu metode arus transient, beda tegangan, dan beda fase. Arus transient merupakan arus yang bersifat semesta. Karena arus ini mengecil terhadap waktu, maka arus transient hanya timbul sesaat atau bukan konstan (Musbach, 1996). Keuntungan menggunakan metode arus transient adalah mudah dalam membaca gelombang dan tinggi gelombang. Untuk metode beda tegangan dapat dibaca dengan mudah gelombang dan menentukan tegangannya

($\frac{Volt}{div}$). Sedangkan, metode beda fase

mempunyai keunggulan dapat menentukan berapa div yang ditunjukkan oleh elips.

Pada penelitian ini digunakan alat-alat seperti: osiloskop, osilator, dan resistor bengku. Osiloskop merupakan alat ukur elektronika yang fungsinya memproyeksikan bentuk sinyal listrik agar dapat dilihat dan dipelajari. Osiloskop digunakan untuk mengamati bentuk gelombang yang tepat dari sinyal listrik. Osiloskop selain dapat menunjukkan amplitudo sinyal, dapat juga menunjukkan distorsi, waktu antara dua peristiwa (seperti lebar pulsa, periode, atau waktu naik) dan waktu relatif dari dua sinyal yang saling berkaitan.

Setelah dilakukan pengamatan dan diperoleh hasil pengukuran, selanjutnya diolah dengan analisis data dan metode grafik regresi linier dari ketiga metode tersebut dan membandingkan hasil dari masing-masing metode tersebut, akhirnya akan diketahui metode manakah yang paling tepat untuk mengukur induksi diri.

METODE

Penelitian pengukuran induksi diri dilakukan dengan menggunakan tiga metode, yaitu: metode arus transient, beda tegangan, dan beda fase. Pada metode arus transient hambatan divariasikan dari interval 100 Ohm hingga 1000 Ohm. Untuk metode beda tegangan, hambatan divariasikan dari interval 100 Ohm hingga 800 Ohm. Kemudian diatur frekuensinya dua gelombang sehingga diperoleh amplitudo gelombang dua kali dari amplitudo sebelumnya. Dan untuk metode beda fase seperti metode beda tegangan tetapi pada osiloskop muncul gambar elips. Dengan mengvariasikan hambatan dari 100 Ohm sampai 1000 Ohm akan diperoleh nilai x dan Δx .

Dari hasil masing-masing metode tersebut akan diolah dengan analisis data dan grafik regresi linier. Metode grafik ini digunakan untuk mengetahui hubungan antara hambatan dan $\frac{1}{t}$ pada metode arus transient, hubungan antara hambatan dan frekuensi pada metode beda tegangan, dan hubungan antara hambatan dan $\frac{1}{\tan \theta}$ pada metode beda fase. Regresi linier digunakan untuk menentukan nilai gradien dan mengetahui penyebaran datanya. Dengan mengvariasikan nilai hambatan pada masing-masing metode dan melakukan perhitungan, maka akan diperoleh nilai gradien (m) dan ralatnya serta nilai induksi diri (L) dan ralatnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah dilakukan pengamatan dan pengukuran induksi diri dengan metode

arus transient, maka diperoleh data seperti pada Tabel 1.

Tabel 1.Data Hasil Pengukuran dengan Metode Arus Transient.

R	L	T	$\frac{1}{L}$	$\frac{1}{t}$
100	0.36	0.72	2.777778	1.388889
200	0.33	0.66	3.030303	1.515152
300	0.29	0.58	3.448276	1.724138
400	0.29	0.58	3.448276	1.724138
500	0.28	0.56	3.571429	1.785714
600	0.27	0.54	3.703704	1.851852
700	0.25	0.50	4	2
800	0.24	0.48	4.166667	2.083333
900	0.22	0.44	4.545455	2.272727
1000	0.20	0.40	5	2.5

Selanjutnya, setelah dilakukan pengukuran induksi diri menggunakan metode beda tegangan diperoleh hasil pengukuran seperti pada Table 2.

Tabel 2.Data Hasil Pengukuran dengan Metode Beda Tegangan.

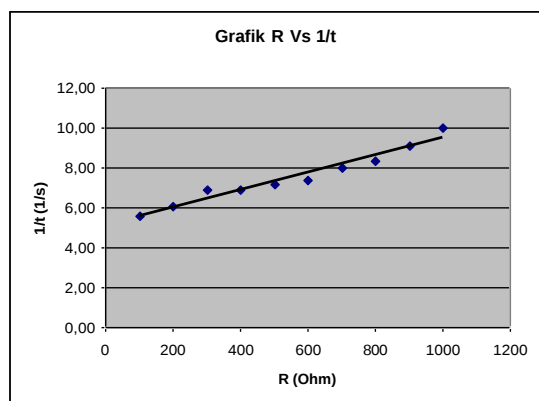
R	f
100	40
200	340
300	520
400	730
500	990
600	1250
700	1480
800	1750

Kemudian, setelah dilakukan pengukuran induksi diri menggunakan metode beda fase diperoleh hasil seperti pada Table 3.

Tabel 3.Data Hasil Pengukuran dengan Metode Beda Fase.

R	x	Δx	$\tan \theta$	$\frac{1}{\tan \theta}$
100	4	3.6	0.9	1.111111
200	4	3.6	0.9	1.111111
300	4	3.6	0.9	1.111111
400	4	3.6	0.9	1.111111
500	4	3.6	0.9	1.111111
500	4	3.6	0.9	1.111111
600	4	3.6	0.9	1.111111
700	4	3.6	0.9	1.111111
800	4	3.6	0.9	1.111111
900	4	3.6	0.9	1.111111
1000	4	3.6	0.9	1.111111

Setelah ketiga data telah diperoleh, maka selanjutnya data-data tersebut akan plot dalam bentuk grafik. Untuk pengukuran induksi diri dengan metode arus transient diperoleh hasil seperti di bawah ini.

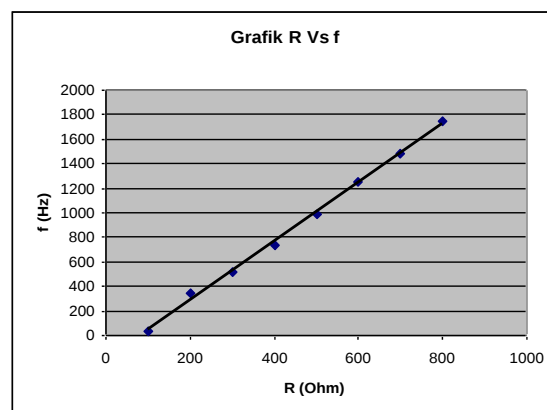


Grafik 1. Grafik hubungan antara hambatan (R) dan $\frac{1}{t}$.

Jika diperhatikan gambar Grafik 1, dapat dijelaskan bahwa pada sumbu x menjelaskan suatu variabel yaitu hambatan R (Ohm). Sedangkan, untuk sumbu y menjelaskan variable $\frac{1}{t}$. Berdasarkan grafik dapat diketahui

bahwa semakin besar nilai hambatannya, maka akan semakin besar pula nilai $\frac{1}{t}$.

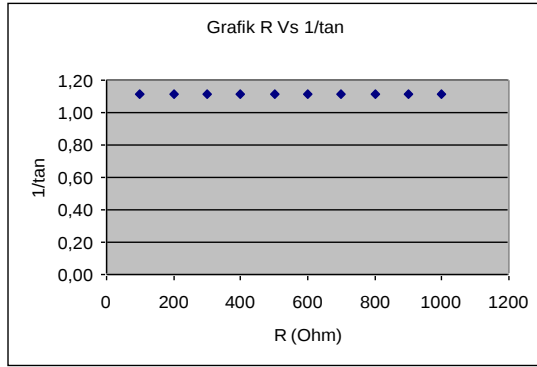
Untuk hasil pengukuran induksi diri menggunakan metode beda tegangan diperoleh grafik seperti di bawah ini.



Grafik 2. Hubungan antara hambatan (R) dan frekuensi (f).

Jika diperhatikan gambar Grafik 2, dapat dijelaskan bahwa pada sumbu x menjelaskan suatu variabel yaitu hambatan R (Ohm). Sedangkan, untuk sumbu y menjelaskan variabel frekuensi (f). Berdasarkan grafik dapat diketahui bahwa semakin besar nilai hambatannya, maka akan semakin besar pula nilai frekuensinya.

Kemudian, untuk data yang ketiga, yaitu hasil pengukuran induksi diri menggunakan metode beda fase diperoleh hasil seperti pada grafik di bawah ini.



Grafik 3. Hubungan antara hambatan (R) dan $\frac{1}{\tan \theta}$.

Jika diperhatikan gambar Grafik 3, dapat dijelaskan bahwa pada sumbu x menjelaskan suatu variabel yaitu hambatan R (Ohm). Sedangkan, untuk sumbu y menjelaskan variabel $\frac{1}{\tan \theta}$. Berdasarkan grafik dapat diketahui bahwa semakin besar nilai hambatannya, maka nilai dari $\frac{1}{\tan \theta}$ akan tetap sama atau dapat dikatakan konstan.

Selanjutnya, akan dilakukan perhitungan untuk mencari nilai gradien dan ralatnya serta nilai induksi diri dan ralatnya. Untuk perhitungan mencari gradien dan ralatnya serta nilai induksi diri dan ralatnya pada metode arus transient digunakan data pada Tabel 4.

Tabel 4. Data Perhitungan Nilai x^2 , y^2 , dan xy pada Metode Arus Transient.

No	x	y	x^2	y^2	xy
1	100	1.39	10000	1.9321	139
2	200	1.52	40000	2.3104	304
3	400	1.72	160000	2.9584	688
4	500	1.79	250000	3.2041	895
5	700	2	490000	4	1400
6	900	2.27	810000	5.1529	2043
Σ	2800	10.69	1760000	19.5579	5469

x artinya variabel pada sumbu x , yaitu hambatan R dan y adalah variabel pada sumbu y yaitu $\frac{1}{t}$ seperti yang telah dijelaskan pada penjelasan sebelumnya.

Persamaan di bawah ini digunakan untuk menghitung nilai gradien dan ralatnya (Moris, 2001; Bentley, 2005).

$$m = \frac{N \sum(xy) - \sum x \sum y}{N \sum x^2 - (\sum x)^2} \quad (1)$$

$$S_y = \sqrt{\frac{1}{N-2} \left[\sum y^2 - \frac{(\sum y)^2}{N} - \frac{2 \sum x \sum xy \sum y + N (\sum xy)^2}{N \sum x^2 - (\sum x)^2} \right]} \quad (2)$$

$$\Delta m = S_y \sqrt{\frac{N}{N \sum x^2 - (\sum x)^2}} \quad (3)$$

Dengan menginput nilai pada tabel 4 ke persamaan (1), akan diperoleh nilai gradien (m) sebesar 0.001. Sedangkan untuk ralatnya dapat diperoleh dengan menginput nilai pada tabel 4 ke persamaan (3), maka akan diperoleh hasil (Δm) sebesar 0.0004.

Selanjutnya, kita akan menghitung nilai dari induksi diri menggunakan persamaan di bawah ini.

$$m = \frac{1}{L} \quad (4)$$

$$\Delta L = \left| -\frac{1}{m^2} \Delta m \right| \quad (5)$$

Dengan menginput nilai $m = 0.001$ ke persamaan (4), akan diperoleh $L = 1000 \frac{Vs}{A}$. Kemudian untuk nilai ralatnya kita dapat menginput nilai gradien $m = 0.001$ dan ralatnya $\Delta m = 0.0004$ ke persamaan (5), sehingga akan diperoleh nilai

$\Delta L = 400$. Jadi, berdasarkan perhitungan di atas dapat diketahui bahwa nilai $m \pm \Delta m = 0.001 \pm 0.0004$. Sedangkan nilai $L \pm \Delta L = 1000 \frac{V_s}{A} \pm 400 \frac{V_s}{A}$.

Perhitungan nilai gradien dan ralatnya serta induksi diri dan ralatnya pada metode beda tegangan dapat dilakukan dengan cara yang sama dengan menginput nilai pada tabel 5.

Tabel 5. Data Perhitungan Nilai x^2, y^2 , dan xy pada Metode Beda Tegangan.

No.	x	y	x^2	y^2	xy
1	100	40	10000	1600	4000
2	200	340	40000	115600	68000
3	300	520	90000	270400	156000
4	400	730	160000	532900	292000
5	500	990	250000	980100	495000
6	600	1250	360000	1562500	750000
7	700	1480	490000	2190400	1036000
8	800	1750	640000	3062500	1400000
Σ	3600	7100	2040000	8716000	4201000

x artinya variabel pada sumbu x , yaitu hambatan R dan y adalah variabel pada sumbu y yaitu frekuensi f seperti yang telah dijelaskan pada penjelasan sebelumnya.

Dengan menginputkan nilai pada tabel 5 ke persamaan (1), maka akan diperoleh nilai gradiennya yaitu sebesar $m = 2.39$. Untuk menghitung ralatnya, inputkan nilai pada tabel 5 ke persamaan (3), maka akan diperoleh nilai sebesar $\Delta m = 0.045$. Selanjutnya, untuk menghitung besarnya induksi diri dapat dihitung dengan persamaan di bawah ini.

$$m = \frac{\sqrt{3}}{2\pi L} \quad (6)$$

Dengan menginputkan nilai gradien $m = 2.39$ dan $\pi = 3.14$ ke persamaan (6), maka akan diperoleh nilai sebesar $L = 0.115 \frac{V_s}{A}$. Untuk ralatnya dapat dihitung dengan menggunakan persamaan di bawah ini.

$$\Delta L = \left| -\frac{\sqrt{3}}{2\pi m^2} \right| \Delta m \quad (7)$$

inputkan nilai gradien $m = 2.39$, $\Delta m = 0.045$, dan $\pi = 3.14$ ke persamaan (7), maka akan diperoleh nilai sebesar $\Delta L = 0.699 \frac{V_s}{A}$. Jadi, berdasarkan perhitungan di atas dapat diketahui bahwa nilai $m \pm \Delta m = 2.39 \pm 0.045$. Sedangkan nilai $L \pm \Delta L = 0.115 \frac{V_s}{A} \pm 0.699 \frac{V_s}{A}$.

Perhitungan nilai gradien dan ralatnya serta besarnya induksi diri dan ralatnya pada metode beda fase dapat dilakukan dengan cara yang sama dengan menginput nilai pada Tabel 6.

Tabel 6. Data Perhitungan Nilai x^2, y^2 , dan xy pada Metode Beda Fase.

No.	x	y	x^2	y^2	xy
1	100	1.111111	10000	1.234568	111.1111
2	200	1.111111	40000	1.234568	222.2222
3	300	1.111111	90000	1.234568	333.3333
4	400	1.111111	160000	1.234568	444.4444
5	500	1.111111	250000	1.234568	555.5555
6	600	1.111111	360000	1.234568	666.6666
7	700	1.111111	490000	1.234568	777.7777
8	800	1.111111	640000	1.234568	888.8888
9	900	1.111111	810000	1.234568	999.9999
10	1000	1.111111	1000000	1.234568	1111.111
Σ	5500	11.11111	3850000	12.34568	6111.111

x artinya variabel pada sumbu x , yaitu hambatan R dan y adalah variabel pada sumbu y yaitu $\frac{1}{\tan \theta}$ seperti yang telah dijelaskan pada penjelasan sebelumnya.

Untuk menghitung nilai gradien dan ralatnya pada metode beda fase dapat dilakukan dengan cara yang sama seperti pada metode arus transient dan beda tegangan. Jika nilai pada table 6 diinputkan ke persamaan (1), maka akan diperoleh nilai gradien $m = 0$. Karena nilai gradien $m = 0$, maka nilai $L = 0$.

Berdasarkan pembahasan di atas dapat diketahui bahwa menggunakan metode arus transient untuk pengukuran induksi diri lebih efektif/ tepat dibandingkan dengan metode beda tegangan dan beda fase karena hasil perhitungan gradien yang diperoleh pada metode beda tegangan terlalu besar, sedangkan hasil perhitungan gradien yang diperoleh pada metode beda fase terlalu kecil. Sedangkan, hasil perhitungan induksi diri pada metode beda tegangan dan beda fase hasilnya terlalu kecil.

Keunggulan menggunakan metode arus transient adalah mudah dalam membaca gelombang dan tinggi gelombang. Untuk metode beda tegangan dapat dibaca dengan mudah gelombang dan menentukan tegangannya ($\frac{\text{Volt}}{\text{div}}$). Metode beda fase mempunyai keunggulan dapat menentukan berapa div yang ditunjukkan oleh elips. Kelemahan dalam menggunakan metode arus transient, beda tegangan, dan metode beda fase adalah sama-sama menggunakan skala pada osiloskop dimana sangat sulit menentukan nilai yang tepat. sehingga membuat pengambilan data dari data pertama sampai data terakhir selalu sama.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan di atas dapat diketahui bahwa pada metode:

1. Arus transient diperoleh nilai $m \pm \Delta m = 0.001 \pm 0.0004$ dan $L \pm \Delta L = 1000 \frac{\text{Vs}}{\text{A}} \pm 400 \frac{\text{Vs}}{\text{A}}$.
2. Beda tegangan diperoleh nilai $m \pm \Delta m = 2.39 \pm 0.045$ dan $L \pm \Delta L = 0.115 \frac{\text{Vs}}{\text{A}} \pm 0.699 \frac{\text{Vs}}{\text{A}}$.
3. Beda fase nilai $m = 0$ dan $L = 0$.

Maka, berdasarkan ketiga nilai tersebut disimpulkan bahwa metode yang paling tepat untuk menghitung besarnya induksi diri adalah metode arus transient.

DAFTAR PUSTAKA

1. A.S. Moris, 2001. *Measurement and Instrumentation Principles*. Butterworth, New Delhi.
2. Halliday and Resnick s.2003. *Fundamental of Physics* Jilid 1.
3. J. P. Bentley, 2005. *Principles of Measurement Systems*. 4th ed. Pearson-Prentice Hall, England.
4. Kanginan, Marthen. 2007. *FISIKA SMA*. Jakarta: Erlangga
5. Musbach, Masaddiq. 1996. *Fisika Listrik Magnet dan Optik (Terjemahan)*. Pusat Pembinaan dan Pengembangan Bahasa Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. Jakarta
6. Panduan Praktikum Fisika Dasar Semester 2. 2010. Laboratorium Fisika Dasar Jurusan MIPA. UGM.
7. www.Wikipedia.org/inductor