

# Rancang Bangun Media Pembelajaran Sistem Induksi Elektromagnetik Dengan Kawat Letter U

1<sup>st</sup> Elyzabeth Krean Berg Sinulingga  
Fakultas Teknik Elektro,  
Universitas Telkom  
Bandung, Indonesia

elizabethsinulingga@student.telkomuni  
versity.ac.id

2<sup>nd</sup> Nurwulan Fitriyanti  
Fakultas Teknik Elektro,  
Universitas Telkom  
Bandung, Indonesia

nurwulanf@telkomuniversity.ac.id

3<sup>rd</sup> Rahmat Awaludin Salam  
Fakultas Teknik Elektro,  
Universitas Telkom  
Bandung, Indonesia

awaludinsalam@telkomuniversity.ac.id

**Abstrak**— Pada penelitian ini penulis melakukan pengembangan media pembelajaran induksi elektromagnetik. Pengembangan alat tersebut dilakukan melalui inovasi yaitu pembuatan alat induksi elektromagnetik dengan kawat letter u yang berbasis instrumentasi dimana menggunakan motor stepper yang digerakan oleh *driver* ULN2003 melalui program Arduino Uno, motor tersebut digunakan untuk menggerakkan batang konduktor yang bertujuan untuk mengubah luas penampang pada rangkaian dan juga menggunakan sensor INA219 untuk mengetahui arus dan tegangan yang ada pada kawat tersebut.

Penelitian ini memiliki tujuan untuk memahami rancang bangun alat sistem induksi elektromagnetik, dan dapat mengetahui sistem pengontrolan pada induksi elektromagnetik. Hasil dari perancangan ini mengetahui arah arus, nilai arus dan tegangan yang terdeteksi serta pengaruh dari kecepatan terhadap ggl induksi nya. Perbedaan hasil dari pengukuran dan perhitungan manual diakibatkan karena nilai dari rangkaian tersebut masih terlalu kecil sehingga tidak bisa terdeteksi oleh sensor INA219. Nilai perhitungan manual GGL Induksi dari 3 variasi kecepatan yaitu  $2.28 \times 10^{-4}V$ ,  $1.959 \times 10^{-4}V$ ,  $1.571 \times 10^{-4}V$ .

Dan analisis yang didapatkan pada penelitian ini adalah pengaruh nya nilai kuat medan magnet terhadap ggl induksi serta arus dan tegangan pada rangkaian. Semakin besar kecepatan yang dihasilkan maka semakin besar juga ggl induksi yang didapatkan dari rangkaian tersebut. Kemudian Semakin besar luas penampang pada rangkaian maka arus nya positif dan semakin kecil luas penampang maka arus nya akan negatif.

**Kata kunci** ; : Induksi Elektromagnetik, ggl induksi, INA219.

## I. PENDAHULUAN

Fisika adalah ilmu yang mempelajari gejala alam. Fisika berhubungan dengan pengamatan, pemahaman dan pendugaan atau peramalan fenomena alam termasuk sifat-sifat sistem buatan manusia. Ruang lingkup fisika sangat luas melibatkan matematika dan teori, eksperimen dan observasi, komputasi, material serta teori dan teknologi informasi.[1] Dikarenakan masih banyak mahasiswa belum mengerti teori tentang fisika, maka dari itu diperlukan rancang bangun alat untuk

membantu memahami materi, salah satu nya Induksi Elektromagnetik.

Induksi elektromagnetik merupakan proses pengubahan energi gerak (energi kinetik) menjadi energi listrik hasil dari efek (pengaruh) interaksi dengan medan magnet. Semakin cepat terjadinya perubahan medan magnet, induksi GGL semakin besar. Besarnya nilai induksi elektromagnetik dinyatakan dalam fluks magnet. Semakin besar fluks magnet maka semakin besar induksi elektromagnetiknya. Fluks magnet menyatakan jumlah garis-garis medan magnet yang menembus bidang permukaan suatu luasan yang tidak dapat dilihat secara langsung (bentuknya abstrak)[2].

Pada penelitian sebelumnya (Juliman, 2021) membuat generator dc sederhana yang didesain dengan menggunakan dua dinamo. Dinamo pertama merupakan motor penggerak yang dihubungkan dengan power supply. Sedangkan dinamo kedua sebagai generator yang digunakan menghasilkan ggl induksi karena perubahan orientasi bidang kumparan pada dinamo. Dinamo kedua diputar dengan kecepatan sudut yang berbeda sehingga dapat ditentukan hubungan kecepatan sudut dan ggl induksi yang dihasilkan. Dari hasil eksperimen diperoleh hubungan yang linier antara kecepatan sudut dan ggl induksi[3]. Dikarenakan sudah banyak yang membuat generator listrik maka penulis memvariasikan alat menjadi kawat letter U. Ketika luas penampang kawat diubah apakah nilai induksi elektromagnetik berubah juga. Dan menghitung kecepatan gerak batang penghantar dengan menggunakan motor DC.

Pada pengimplementasiannya, penulis membuat suatu desain rancang alat induksi elektromagnetik yaitu kawat letter u berbasis mikrokontroler. Dimana guna mikrokontroler tersebut untuk mengatur arus agar stabil dan penulis juga menggunakan sensor INA219 untuk pendeteksi arus yang masuk pada rancangan alat tersebut. Prinsip kerja dari alat tersebut adalah ketika memvariasikan nilai kecepatan lalu diproses melalui mikrokontroler yaitu Arduino Uno ke motor Stepper untuk menarik batang konduktor, lalu kita dapat mendeteksi arus dan GGL Induksi pada rangkaian menggunakan sensor INA219.

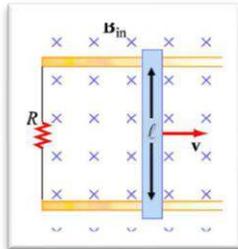
## II. METODE DAN PERANCANGAN ALAT

### A. Induksi GGL pada Konduktor Bergerak

Medan magnet  $B$  tegak lurus permukaan yang dibatasi oleh konduktor berbentuk U dan pada konduktor tersebut dipasang batang konduktor lain yang dapat bergerak. Induksi GGL dengan cara ini dinamakan GGL gerak. Besarnya GGL gerak dapat dituliskan dengan persamaan:

$$\varepsilon = -Blv \quad (1)$$

### B. Motor Stepper



GAMBAR 4  
Kawat Letter U



GAMBAR 3  
Motor Stepper

Motor stepper adalah motor DC yang tidak mempunyai komutator. Motor tersebut hanya mempunyai kumparan pada bagian stator sedangkan pada bagian rotor merupakan magnet permanen (bahan ferromagnetic). Karena konstruksi ini motor stepper dapat diatur pada posisi tertentu dan berputar kearah yang diinginkan (searah jarum jam atau berlawanan jarum jam). Motor stepper dapat berputar dengan



GAMBAR 5  
Magnet Neodymium

sudut step yang bisa bervariasi tergantung motor yang digunakan. Ukuran step (step size) berada pada range  $0.9^\circ$  sampai  $90^\circ$ [4].

### C. Arduino

Arduino UNO adalah sebuah papan mikrokontroler yang memiliki 14pin digital input/output (6 diantaranya dapat digunakan sebagai output PWM), regulator 5volt sebagai sumber tegangan Arduino, 6 input analog, osilator Kristal 16 MHz untuk operasi berbasis waktu, koneksi USB untuk menghubungkan Arduino dengan komputer, power jack sebagai tempat catu daya eksternal untuk Arduino, ICSP header, dan tombol reset. Arduino Uno dilengkapi dengan static 8 random-

access memori berukuran 2 Kb data, Sflash memory berukuran 32 Kb dan *erasable programmable read only* (EEPROM) untuk menyimpan program. Arduino UNO



GAMBAR 1  
Arduino Uno



GAMBAR 2  
Sensor INA 219

juga menyediakan UART (*Universal Asynchronous Receiver Transmitter*) untuk komunikasi serial yang tersedia dipin digital 0(RX) dan 1(TX)[5].

### D. Sensor Arus (INA219)

Sensor INA219 merupakan sensor yang dapat membaca arus, tegangan dan daya dari listrik DC. Sensor ini didukung dengan kemampuan mengukur sumber beban sampai dengan 26 VDC dan arus 3,2 ampere. Sensor ini tidak hanya dapat mengukur arus, tetapi juga dapat mengukur tegangan lewat komunikasi

I2C dengan tingkat presisi 1%. Sensor ini juga dapat menghitung daya pada beban dengan memanfaatkan perkalian hukum ohm. Besaran daya yang dapat diukur menggunakan sensor ini mencapai lebih dari 75 watt daya[6].

### E. Magnet Neodymium

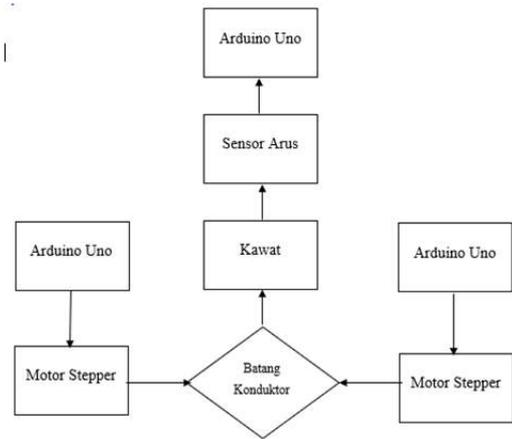
Magnet permanen type Nodymium merupakan magnet permanen yang paling kuat. Magnet Neodymium juga dikenal sebagai NdFeB, NIB, atau magnet Neo. Magnet tersebut merupakan magnet tanah jarang yang terbuat dari campuran logam neodymium[7]. Magnet permanen atau magnet tetap tidak memerlukan tenaga atau bantuan dari luar untuk menghasilkan daya magnet.

F. Motor driver ULN2003

Rangkaian penggerak motor stepper yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan IC ULN2003, sedangkan arah gerak dan laju rotasi poros motor stepper dikontrol melalui perangkat lunak(program) melalui mikrokontroller AT89S51. [8]



GAMBAR 6 Motor Driver ULN2003



GAMBAR 8 Diagram Blok

ULN2003 yang kecepatannya di beri 3 variasi. Diketahui dari alat pengujian nilai rata rata dari  $\beta = 3600$  MikroTesla =  $3.64 \times 10^{-2}$  Tesla dan  $l = 26$  cm = 0.26 m. lalu didapat kan hasil di gambar 10 dengan analis semakin besar kecepatan yang diberikan pada roda maka semakin besar ggl induksi yang dihasil kan.

G. Resistor

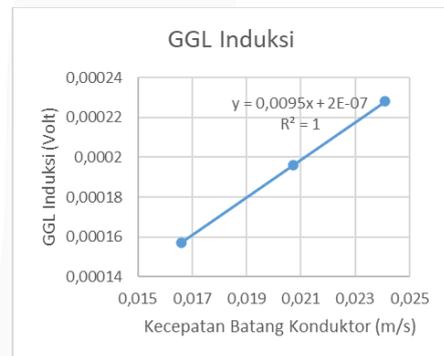
Resistor adalah komponen dasar elektronika yang digunakan untuk membatasi jumlah arus yang mengalir dalam satu rangkaian. Sesuai dengan namanya resistor bersifat resistif dan umumnya terbuat dari bahan karbon. Dari hukum Ohms diketahui, resistansi berbanding terbalik dengan jumlah arus yang mengalir melaluinya. Satuan resistansi dari suatu resistor disebut Ohm atau dilambangkan dengan simbol  $\Omega$  (Omega). Resistor dalam teori dan prakteknya di tulis dengan perlambangan huruf R. Dilihat dari ukuran fisik sebuah resistor yang satu dengan yang lainnya tidak berarti sama besar nilai hambatannya. Nilai hambatan resistor di sebut resistansi[9].



Gambar 7

TABEL 1

$\mathcal{E}$	$v$	$i$ (terukur)
$2.28 \times 10^{-4}$ V	0.0241 m/s	$2.28 \times 10^{-6}$ A
$1.959 \times 10^{-4}$ V	0.0207 m/s	$1.959 \times 10^{-6}$ A
$1.571 \times 10^{-4}$ V	0.0166 m/s	$1.571 \times 10^{-6}$ A



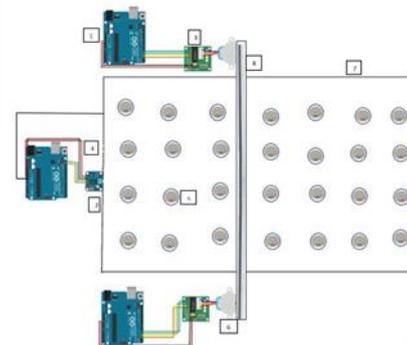
GAMBAR 9 Desain Perangkat Keras

H. Diagram Blok

Berikut adalah diagram blok untuk Rancang Bangun Sistem Induksi Elektromagnetik dengan Kawat Letter U :

I. Desain Perangkat Keras

Cara kerja dari alat tersebut, pertama arduino memberi perintah kepada driver ULN2003 untuk menggerakkan motor stepper dan motor stepper menggerakkan batang konduktor maju. Kemudian motor stepper diberi kecepatan bervariasi, lalu program dari arduino sensor membaca arus yang masuk kedalam sensor dilakukan sebanyak 3 kali variasi kecepatan. Kemudian diamati bagaimana ketika batang konduktor semakin dekat dengan sensor.



GAMBAR 10 Grafik hubungan antara GGL dan Induksi

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian alat induksi pada kawat letter U adalah menentukan gaya gerak listrik (ggl) pada batang konduktor yang digerakkan menggunakan motor stepper dan driver

Nilai tegangan pada sensor tidak dapat terdeteksi dikarenakan nilai yang dihasilkan oleh rangkaian tersebut sangat lah kecil, faktor yang menyebabkan nilai tegangan terlalu kecil adalah medan magnet yang masih terlalu kecil

nilai nya. Begitu juga dengan arus yang terdeteksi hasil nya tidak akurat karena nilai dari arus yang didapat kan sangat kecil. Tetapi kita dapat mengetahui arah dari arus tersebut yaitu semakin besar luas penampang yang ada pada rangkaian maka arusnya akan bernilai positif dan semakin kecil luas penampang pada rangkaian maka nilai arus nya negatif.

#### IV. KESIMPULAN

Dari penelitian yang dilakukan maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Telah terbuatnya Rancang Bangun Sistem Induksi Elektromagnetik Kawat Letter U dengan variasi kecepatan yang berbeda beda pada batang konduktornya melalui motor stepper.
2. Nilai GGL Induksi dari 3 variasi kecepatan yaitu  $2.28 \times 10^{-4}V$ ,  $1.959 \times 10^{-4}V$ ,  $1.571 \times 10^{-4}V$ .

#### REFERENSI

- [1] Kusminarto, "Fisika : Penerapannya dalam Bidang Medis," pp. 1–23, 2007, [Online]. Available: <http://www.fisikanet.lipi.go.id/data/1014222304/data/1391824870>.
- [2] Giancoli, *Fisika Edisi kelima Jilid 2.*, vol. 1. 2001.
- [3] Simarmata Juliman, "PENGEMBANGAN GENERATOR DC SEDERHANA SEBAGAI ALAT PERAGA INDUKSI ELEKTROMAGNETIK," 2021, [Online]. Available: <http://digilib.unimed.ac.id/id/eprint/41435>.
- [4] D. A. N. R. Kontrol, "Vol.6, No. 2," vol. 6, no. 2, pp. 187–202.
- [5] B. M. Atmegap, N. Arifin, R. S. Lubis, and M. Gapy, "Rancang Bangun Prototype Power Meter 1 Fasa," vol. 4, no. 1, pp. 13–22, 2019.
- [6] S. Dhea and D. Indra, "Prototype Generator Ac Double Rotor Magnet Permanen Type Neodymium Skala Lab Berbasis Arduino," 2020, [Online]. Available: <http://repository.polman-babel.ac.id/id/eprint/136/>.
- [7] H. Herudin and W. D. Prasetyo, "Rancang Bangun Generator Sinkron 1 Fasa Magnet Permanen Kecepatan Rendah 750 RPM," *Setrum Sist. Kendali-Tenaga-elektronika-telekomunikasi-komputer*, vol. 5, no. 1, p. 11, 2016, doi: 10.36055/setrum.v5i1.886.
- [8] R. Khairani and I. Taufiq, "RANCANG-BANGUN SISTEM KONTROL SOLUTION SHAKER BERBASIS MIKROKONTROLER AT89S51 DENGAN MOTOR STEPPER SEBAGAI PENGGERAK" Ridha Khairani , Imam Taufiq , Wildian," vol. 7, no. 1, pp. 7–13, 2015.
- [9] A. Akhbaring, "RANCANG BANGUN SIMULATOR EFEK INDUKSI ELEKTROMAGNETIK PADA LOGAM SEBAGAI MEDIA PRAKTIKUM DI LABORATORIUM TEKNIK ELEKTRO UNIVERSITAS PEMBANGUNAN PANCA BUDI MEDAN," 2019.