

**PROTOTYPE GENERATOR AC DOUBLE ROTOR MAGNET  
PERMANEN TYPE NEODYMIUM SKALA LAB BERBASIS  
ARDUINO**

**PROYEK AKHIR**

Laporan akhir ini dibuat dan diajukan untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan Diploma III Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung



Disusun Oleh :

Dhea Syachfitri      NIRM : 0031736

Indra Dirgantara      NIRM : 0031743

**POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI  
BANGKA BELITUNG  
TAHUN 2020**

## LEMBAR PENGESAHAN

### **PROTOTYPE GENERATOR AC DOUBLE ROTOR MAGNET PERMANEN TYPE NEODYMIUM SKALA LAB BERBASIS ARDUINO**

Oleh :

Dhea Syachfitri

NIRM 0031736

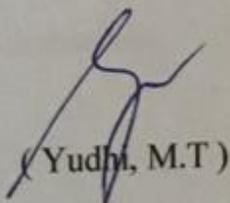
Indra Dirgantara

NIRM 0031743

Laporan akhir ini dibuat dan diajukan untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan Diploma III Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung

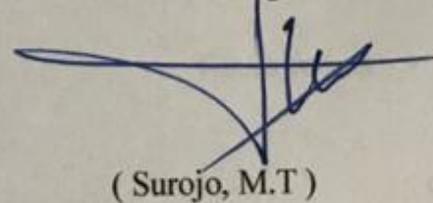
Mengetahui,

Pembimbing 1



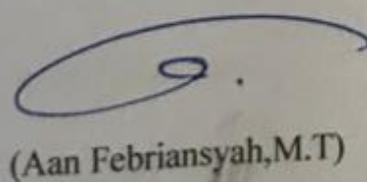
(Yudhi, M.T)

Pembimbing 2



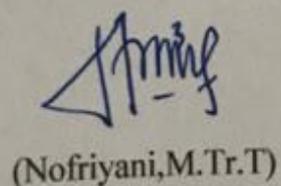
(Surojo, M.T)

Penguji 1



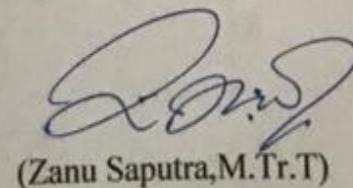
(Aan Febriansyah, M.T)

Penguji 2



(Nofriyani, M.Tr.T)

Penguji 3



(Zanu Saputra, M.Tr.T)

## PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama mahasiswa 1 : Dhea Syachfitri NIRM : 0031736

Nama mahasiswa 2 : Indra Dirgantara NIRM : 0031742

Dengan judul : *PROTOTYPE GENERATOR AC DOUBLE ROTOR  
MAGNET PERMANEN TYPE NEODYMIUM SKALA LAB BERBASIS  
ARDUINO*

Menyatakan bahwa laporan ini adalah hasil kerja kami sendiri dan bukan merupakan plagiat.

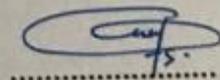
Pernyataan ini kami buat dengan sebenarnya dan bila dikemudian hari ternyata kami melanggar pernyataan ini, kami siap menerima sanksi yang berlaku.

Sunggailiat

Nama mahasiswa

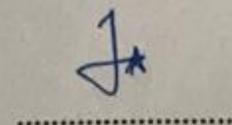
Tanda tangan

1. Dhea Syachfitri



.....

2. Indra Dirgantara



.....

## ABSTRAK

*Generator yang ada dipasaran biasanya memerlukan kecepatan putar yang tinggi untuk dapat menghasilkan energi listrik pada medan magnet. Hal ini menjadi faktor kurangnya pemanfaatan sumber energi dengan putaran rendah seperti angin, air, dan gelombang laut. Sehingga perlu adanya pengembangan dari generator yang dapat menghasilkan energi listrik dengan kecepatan putaran rendah. Proyek Akhir ini bertujuan untuk membuat suatu prototype generator AC satu fasa yang menggunakan magnet permanen type Neodymium skala lab berbasis arduino . Pada perancangan dari generator menggunakan double stator dan double rotor. Keluaran dari generator AC ini berupa nilai arus, tegangan, dan daya. Metodologi proyek akhir ini yaitu membuat konstruksi generator yang terdiri dari rotor, shaft, stator, kaki tumpuan shaft, tiang penyangga, dan piringan.. Prototype generator digerakkan oleh motor DC sebagai prime mover dengan putaran 100-500 rpm. Hasil dari proyek akhir ini adalah sebuah prototype generator dengan magnet permanen skala Lab pada kecepatan 100 - 500 rpm menghasilkan tegangan AC 4 - 16 volt tanpa beban. Sedangkan pada saat pengujian dengan beban lampu DC 7 watt dan kecepatan 100 - 500 rpm menghasilkan tegangan AC 3 - 9 volt, tegangan DC 4 - 10 volt, dan arus yang dihasilkan 0 – 0,067 ampere. Semakin tinggi kecepatan (rpm) maka tegangan yang dihasilkan semakin besar juga.*

**Kata kunci :** *Generator AC Magnet Permanen, Magnet Neodymium, Rotor, Stator.*

## **ABSTRACT**

*Generators on the market usually require a high rotational speed to be able to produce electrical energy in the magnetic field. This is a factor in the lack of utilization of energy sources with low rotation such as wind, water and sea waves. So it is necessary to develop a generator that can produce electrical energy with low rotation speed. This Final Project aims to make a prototype one phase AC generator that uses Lab scale Neodymium permanent magnets. In the design of the generator using a single stator and a single rotor. The output of this AC generator in the form of current, voltage, power, and speed (rpm) values is displayed. The methodology of this final project is to make generator construction consisting of rotors, shafts, stators, shaft support legs, support poles, and rpm reading plates. The prototype generator is driven by a DC motor as a prime mover with a rotation of 100-500 rpm. The result of this final project is a prototype generator with Lab scale permanent magnets at speeds of 100 - 500 rpm producing an AC voltage of 4 - 16 volts without load. While at the time of testing with a 7 watt DC lamp load and a speed of 100-500 rpm it produces an AC voltage of 3 - 9 volts, a DC voltage of 4 - 10 volts, and the resulting current is 0 - 0.067 amperes. The higher the greater the voltage generated.*

**Keywords:** *Permanent Magnet AC Generator, Neodymium Magnet, Rotor, Stator*

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat rahmat dan ridha-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan proyek akhir ini dengan tepat waktu. Laporan proyek akhir ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan perkuliahan program Diploma III di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.

Laporan proyek akhir ini berisikan dari proses pembuatan hasil alat proyek akhir yang telah penulis selesaikan. Dalam proyek akhir ini penulis juga menerapkan ilmu pengetahuan yang telah ditempuh selama 3 tahun pendidikan di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung dan juga pengalaman selama penulis menjalankan praktik kerja lapangan pada semester ke-5.

Penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada orang-orang yang telah berperan membantu maupun membimbing penulis sehingga dapat menyelesaikan Proyek Akhir ini, sebagai berikut kepada :

1. Bapak Yudhi, M.T. selaku pembimbing 1 penulis dalam proyek akhir.
2. Bapak Surojo, M.T. selaku pembimbing 2 penulis dalam proyek akhir.
3. Bapak Eko Sulistyono, M.T, selaku Kepala Prodi DIII Teknik Elektronika Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
4. Bapak Aan Febriansyah, M.T, selaku Kepala Jurusan Teknik Elektro dan Informatika Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
5. Seluruh staf pengajar dan karyawan di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
6. Rekan-rekan mahasiswa di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung yang telah membantu dalam menyelesaikan Proyek Akhir.
7. Keluargabesar (Ayah, Ibu, saudara-saudari penulis maupun yang lainnya) yang selalu memberikan doa, kasih sayang, dan dukungan berupa materi maupun yang lainnya.

8. Pihak-pihak lain yang telah membantu penulis secara langsung maupun tidak langsung dalam pembuatan proyek akhir ini. Mohon maaf sebesar-besarnya karena tidak dapat menyebutkan namanya satu persatu.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan Proyek Akhir ini masih terdapat kekurangan baik dari segi kata maupun penulisannya. Untuk itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran dari pembaca agar kedepannya penulis dapat membuat yang lebih baik lagi. Penulis juga berharap semoga laporan ini dapat bermanfaat untuk penulis sendiri maupun untuk pembaca lainnya. Atas perhatiannya penulis ucapkan terimakasih.

Sungailiat,

Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
LEMBAR PENGESAHAN .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT .....	ii
ABSTRAK.....	iii
<i>ABSTRACT</i> .....	v
KATA PENGANTAR .....	vi
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR TABEL.....	xi
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang Masalah.....	1
1.2. RumusanMasalah .....	2
1.3. BatasanMasalah.....	2
1.4. Tujuan ProyekAkhir.....	2
BAB II.....	3
DASAR TEORI .....	3
2.1. Generator.....	3
2.7. <i>Keypad 4 x 4</i> .....	13
2.8. <i>Switch – Mode Power Supply</i> .....	14
BAB III .....	15
METODE PELAKSANAAN .....	15
3.1. <i>Flow Chart</i> Perancangan dan PembuatanAlat .....	15
3.2. Pengumpulan Data dan Pengolahan Data ProyekAkhir.....	17
3.3. Perancangan Kontruksi Generator dan KontrolKeluaranGenerator.....	18
3.4. Pengujian Komponen Kontrol Keluaran Generator .....	18
3.5. Pembuatan Kontruksi Generator dan Kontrol KeluaranGenerator .....	18
3.6. Pengujian Kontruksi Generator dan Kontrol KeluaranGenerator .....	18
3.7. PerbaikanAlat.....	19
3.8. PembuatanLaporan.....	19
BAB IV .....	20
PEMBAHASAN.....	20
4.1. DiagramBlok Prinsip Kerja Generator AC .....	20

4.3	Pembuatan Kontruksi Generator .....	21
4.4	Pembuatan Kontrol Keluaran Generator .....	35
4.5	Pengujian Alat Proyek Akhir .....	37
BAB V .....		38
PENUTUP .....		38
DAFTAR PUSAKA.....		40

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Generator.....	4
Gambar 2. 2 Posisi Celah Udara pada Generator[4].....	6
Gambar 2. 3 Magnet <i>Neodymium</i> .....	7
Gambar 2. 4 Arduino UNO .....	8
Gambar 2. 5 Sensor Arus .....	9
Gambar 2. 6 Sensor Tegangan .....	10
Gambar 2. 7 LCD 16 x 2.....	11
Gambar 2. 8 Bus 12C.....	12
Gambar 2. 9 <i>Keypad</i> 4 x 4 .....	13
Gambar 2. 10 <i>Switch – Mode Power Supply</i> 12V.....	14
Gambar 3. 1 <i>Flowchart</i> Perancangan dan Pembuatan Alat .....	17
Gambar 4. 1 Diagram Blok.....	20
Gambar 4. 2 Desain Kontruksi Generator.....	22
Gambar 4. 3 Bentuk Kontruksi Rotor .....	22
Gambar 4. 4 Bentuk konstruksi Stator .....	26
Gambar 4. 5 Tiang Penyangga Stator .....	27
Gambar 4. 6 Kecepatan (rpm) pada generator .....	29
Gambar 4. 7 Tegangan keluaran pada generator .....	30
Gambar 4. 8 Rancangan <i>Shaft</i> .....	30
Gambar 4. 9 <i>Shaft</i> Generator .....	31
Gambar 4. 10 Alas bawah generator.....	31
Gambar 4. 11 Kaki Tumpuan <i>Shaft</i> .....	32
Gambar 4. 12 <i>Box</i> control keluaran generator .....	32
Gambar 4. 13 Kontruksi Generator.....	33
Gambar 4. 14 Keluaran Gelombang AC pada Ocsiloscop .....	35
Gambar 4. 15 Desain Kontrol .....	35
Gambar 4. 16 Komponen Kontrol Generator .....	37

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Spesifikasi Arduino UNO.....	8
Tabel 2. 2 Fungsi pin sensor INA219 .....	9
Tabel 2. 3 Spesifikasi <i>Switch-Mode Power Supply</i> 12V.....	14
Tabel 4. 1 Pengujian generator tanpa beban .....	33
Tabel 4. 2 Data keluaran generator dengan beban.....	34
Tabel 4. 3 Pin Sensor Tegangan .....	36
Tabel 4. 4 Pin Sensor Arus .....	37
Tabel 4. 5 Hasil Pengujian Alat Proyek Akhir .....	38

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang Masalah

Pada kemajuan zaman mengakibatkan kebutuhan dalam penggunaan energi listrik semakin meningkat seiring dengan pertumbuhan masyarakat dunia. Mengingat mahalnya dan langkanya bahan bakar fosil untuk kebutuhan energi listrik maka digunakanlah sumber energi alternatif dari sumber energi seperti angin, air, dan gelombang laut. Sumber energi alternatif membutuhkan sebuah generator untuk dapat menghasilkan energi listrik. Generator adalah suatu mesin yang dapat mengubah energi mekanik menjadi energi listrik. Generator ini menggunakan magnet permanen yang berfungsi untuk membangkitkan magnet induksi. Pemanfaatan magnet permanen untuk membangkitkan listrik skala kecil sangat berguna karena dapat mengeluarkan energi listrik meskipun mendapatkan putaran rendah.

Berdasarkan hukum *Faraday* prinsip kerja dari generator yaitu “Apabila suatu kumparan atau belitan kawat dan kemudian ada magnet yang digerakkan atau sebaliknya maka akan timbul *fluks* magnet yang mengalir pada kumparan tersebut

yang diakibatkan oleh GGL (Gaya Gerak Listrik) induksi, aliran *fluks* magnet yang mengalir pada kumparan disebut sebagai aliran arus, sedangkan GGL induksi yang berubah-ubah pada ujung-ujung kumparan sebagai beda potensial atau tegangan” [1]. Generator terdiri dari 2 bagian utama yaitu stator dan rotor. Pada bagian stator terdapat kumparan atau belitan kawat yang menghasilkan GGL induksi, sedangkan pada bagian rotor terdapat magnet permanen sebagai sumber magnetik. Magnet permanen yang digunakan adalah jenis magnet *type Neodymium*.

Pada pembuatan proyek akhir yang berjudul “*Prototype Generator AC Double Rotor Magnet Permanen Type Neodymium Skala Lab Berbasis*

Arduino”bertujuan sebagai media pembelajaran untuk mengetahui penggunaan magnet permanen dalam pemanfaatannya dalam menghasilkan energi listrik. Dengan adanya alat ini diharapkan mahasiswa dapat lebih memahami prinsip kerja dari pad generator AC menggunakan magnet permanen. Alat ini juga dilengkapi dengan tampilan di LCD 16x2 keluaran dari generator berupa nilai tegangan, arus, dan daya.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Berikut ini adalah rumusan masalah yang diangkat dari latar belakang proyek akhir yaitu :

1. Bagaimana membuat generator AC dengan menggunakan magnet permanen.
2. Bagaimana menghasilkan keluaran dari generator AC berupa nilai arus, tegangan, dan daya yang kemudian dapat ditampilkan pada LCD 16 x 2.

## **1.3. Batasan Masalah**

Berikut ini adalah batasan masalah yang diangkat dari rumusan masalah pada proyek akhir yaitu:

1. Tegangan yang harus dihasilkan oleh generator  $\pm 16$  volt.
2. Beban yang digunakan lampu DC 7 watt.
3. Hasil keluaran dari generator berupa tegangan, arus, dan daya ditampilkan pada LCD 16 x 2

## **1.4. Tujuan Proyek Akhir**

Berikut ini adalah tujuan dari proyek akhir yang diangkat berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah yaitu:

1. Menghasilkan *prototype* generator AC menggunakan magnet permanen yang digunakan sebagai media pembelajaran.
2. Menghasilkan *prototype* generator AC yang dapat mengeluarkan nilai

arus, tegangan, dan daya yang ditampilkan pada LCD 16 x 2.

## BAB II

### DASAR TEORI

#### 2.1. Generator

Generator adalah suatu mesin yang dapat mengubah energi mekanik menjadi energi listrik. Energi mekanik tersebut dapat berasal dari tenaga panas, tenaga potensial air, motor diesel, motor bensin maupun motor listrik. Prinsip kerja generator berdasarkan hukum *Faraday* yaitu apabila suatu kumparan kawat penghantar listrik berada dalam *fluks* magnet berubah-ubah, maka di dalam kawat terbentuk GGL (Gaya Gerak Listrik) induksi. Aliran *fluks* magnet yang mengalir pada kumparan disebut sebagai aliran arus, sedangkan GGL induksi yang berubah-ubah pada ujung-ujung kumparan sebagai tegangan. Hukum *faraday* dapat dinyatakan dengan rumus persamaan (2.1) dibawah ini [2] :

$$e = N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \dots\dots\dots(2.1)$$

Keterangan :

$e$  = GGL induksi yang dibangkitkan (volt)

$N$  = banyaknya jumlah lilitan

$\Delta\Phi$  = perubahan *fluks* magnetik (Webber)

$\Delta t$  = perubahan waktu (detik)

Berikut ini merupakan hal-hal yang dapat menyebabkan GGL (Gaya Gerak Listrik) yaitu [1]:

1. Banyaknya jumlah lilitan pada kumparan kawat
2. Kecepatan dari magnet permanen dalam menginduksi kumparan.

3. Kekuatan dari magnet permanen yang digunakan.

Bentuk dari generator dapat dilihat pada gambar 2.1 dibawah ini :



Gambar 2.1 Genrator

### 2.1.1. Generator AC

Generator AC adalah generator yang menghasilkan listrik arus bolak-balik atau yang biasa disebut generator *sinkron* atau *altenator*. Generator AC memiliki dua bagian utama yaitu stator dan rotor. Stator merupakan bagian generator yang diam dan terdapat sejumlah kumparan kawat. Sedangkan rotor merupakan bagian generator yang bergerak dan terdapat sejumlah kutub magnet diputar oleh tenaga mekanik. Berdasarkan hukum *Faraday* tegangan diinduksikan pada konduktor apabila konduktor tersebut berada dalam medan magnet berubah-ubah sehingga memotong garis-garis gaya, maka di dalam konduktor tersebut akan terbentuk GGL (Gaya Gerak Listrik) induksi. GGL induksi pada generator AC dapat diperbesar dengan memperbanyak jumlah lilitan pada kumparan kawat, menggunakan magnet permanen yang lebih kuat, mempercepat putaran rotor dan menyisipkan inti besi lunak ke dalam kumparan [2]. Pada generator AC frekuensi dari GGL yang dibangkitkan tergantung dari kecepatan (rpm) putar rotor dan jumlah kutub magnet.

### 2.1.2. Generator Magnet Permanen

Generator magnet permanen adalah generator dengan medan magnet dihasilkan oleh magnet permanen sehingga tidak memerlukan arus DC untuk

membangkitkan medan magnet. Penggunaan magnet permanen pada generator ini dapat menghasilkan medan magnet pada celah udara tanpa perlu eksitasi, dan tanpa disipasi daya listrik. Kelebihan dari menggunakan magnet permanen pada konstruksi generator adalah [3]:

1. Tidak ada energi listrik yang diserap sistem medan magnet sehingga tidak ada kerugian energi listrik yang artinya dapat meningkatkan efisiensi.
2. Menghasilkan torsi yang lebih besar daripada yang menggunakan elektromagnetik.
3. Menghasilkan performa dinamis yang lebih besar (kerapatan *fluks* magnet lebih besar pada celah udara) daripada yang menggunakan magnet non permanen.
4. Menyederhanakan konstruksi dan perawatan, mengurangi biaya pemeliharaan pada beberapa tipe mesin.

### **2.1.3. Medan Magnet**

Medan magnet adalah suatu daerah yang mengalami gaya magnet. Garis gaya magnet atau *fluks* menggambarkan adanya medan magnet. Sedangkan garis gaya magnet digambarkan dengan garis lengkung. Berikut ini adalah sifat-sifat dari garis-garis gaya magnetik [2]:

1. Garis-garis gaya magnet tidak pernah saling berpotongan.
2. Garis-garis gaya magnet selalu keluar dari kutub utara dan masuk ke kutub selatan magnet.
3. Garis-garis gaya magnet rapat = medan magnetnya kuat.
4. Garis-garis gaya magnet renggang = medan magnetnya lemah.

### **2.1.4. Fluks Magnetik**

*Fluks* magnetik ( $\Phi_m$ ) adalah ukuran atau jumlah medan magnet ( $B$ ) yang melewati luas penampang tertentu. Satuan *fluks* magnetik adalah *webber* (Wb) (*Webber* turunan dari volt-detik). *Fluks* magnetik yang melalui bidang tertentu sebanding dengan jumlah medan magnet yang melalui bidang tersebut [4]. Berikut ini adalah rumus persamaan *fluks* magnetik yaitu :

$$B_{mak} = B_r \frac{lm}{lm + \delta} \dots\dots\dots(2.2)$$

Keterangan :

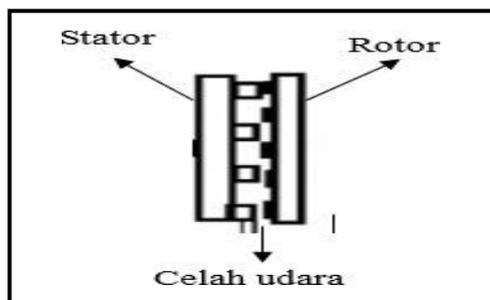
$B_r$  = nilai kerapatan *fluks*

Magnet  $lm$  = panjang magnet ( $m$ )

$\delta$  = Celah udara antara rotor dan stator

### 2.1.5. Celah Udara( $\delta$ )

Celah udara merupakan jarak antara stator dan rotor. Celah udara merupakan tempat terjadi *fluks* induksi antara kumparan kawat stator yang memotong magnet permanen pada rotor, sehingga dapat menghasilkan GGL (Gaya Gerak listrik). Jarak tersebut harus diperhitungkan agar didapatkan hasil kerja generator yang optimum. Pada generator sinkron tegangan semakin besar jika celah udara pada generator semakin kecil atau sempit. Hal ini disebabkan oleh medan induksi yang dihasilkan juga semakin besar [4]. Posisi celah udara pada generator dapat dilihat pada gambar 2.2 dibawah ini.



Gambar 2.2 Posisi Celah Udara pada Generator[4]

## 2.2 Magnet Permanen Type Neodymium

Magnet permanen adalah magnet yang mempertahankan kekuatan magnetnya dalam jangka waktu yang lama. Magnet permanen terbuat dari bahan *feromagnetik* keras. Pada bahan *feromagnetik* ketika medan magnet eksternal secara bertahap hilang bahan tahan demagnetisasi pada rentang yang lebih panjang dari kekuatan medan magnet. Salah satu jenis magnet permanen yaitu *type Neodymium*.

Magnet permanen *type Neodymium* 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*[5]. Magnet permanen atau magnet tetap tidak memerlukan tenaga atau bantuan dari luar untuk menghasilkan daya magnet. Magnet *Neodymium* dapat dilihat pada gambar 2.3 di bawah ini.



Gambar 2.3 Magnet *Neodymium*

## 2.3 Arduino UNO

Arduino UNO adalah sebuah papan *mikrokontroler* yang memiliki 14 pin digital *input/output* (6 diantaranya dapat digunakan sebagai *output* PWM), regulator 5 volt 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*

random-access memori berukuran 2 Kb data, Sflash memory berukuran 32 Kb dan erasable programmable read-only (EEPROM) untuk menyimpan program. Arduino UNO juga menyediakan UART (Universal Asynchronous Receiver Transmitter)



untuk komunikasi serial yang tersedia di pin digital 0 (RX) dan 1 (TX) [6]. Arduino UNO dapat dilihat pada gambar 2.4 dibawah ini.

Gambar 2.4 Arduino UNO

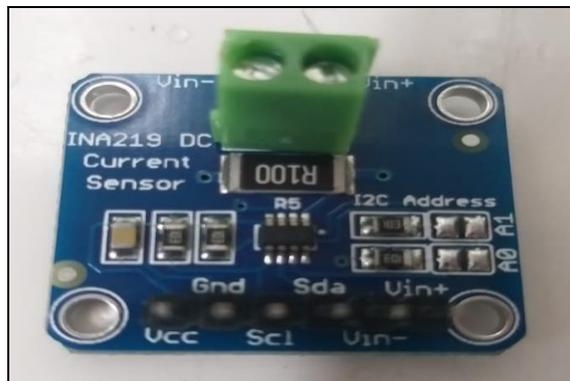
Berikut ini adalah spesifikasi dari Arduino UNO yang terdapat pada Tabel 2.1 dibawah ini.

Tabel 2.1 Spesifikasi Arduino UNO

No.	Spesifikasi	Keterangan
1	Mikrokontroler	ATmega328
2	Tegangan kerja	5V
3	Tegangan input	7 – 12 V
4	Jumlah pin I/O digital	14 ( 6 pin PWM )
5	Jumlah pin input analog	6
6	Arus DC tiap pin I/O	40 Ma
7	Arus DC untuk pin 3.3 V	50Ma
8	Flash memory	32 KB
9	SRAM	2 KB
10	EEPROM	1 KB

## 2.4 Sensor Arus ( INA219 )

Sensor INA219 merupakan sensor yang dapat membaca arus, tegangan dan daya dari listrik DC. Sensor ini didukung dengan kemampuan mengukur sumberbebasampaidengan26VDCdanarus3,2ampere.Sensorinitidakhanya 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.Pada proyek akhir ini kami menggunakan sensor INA219 digunakan untuk membaca arus pada keluaran generator.Sensor INA219 dapat dilihat pada gambar 2.5 dibawahini.



Gambar 2.5 Sensor Arus

Berikut ini adalah fungsi dari pin sensor INA219 yang terdapat pada Tabel dibawahini.

Tabel 2.2 Fungsi pin sensor INA219

No.	Nama Pin	Keterangan
1.	IN+	Input positif
2.	IN-	Input negative
3.	GND	Ground

4.	Vs	Power supply 3-5 volt
5.	SCL	Pin serial komunikasi I2C ke Arduino UNO
6.	SDA	Pin serial komunikasi I2C ke Arduino UNO

---

## 2.5 Sensor Tegangan DC

Sensor tegangan DC ini digunakan untuk membaca nilai tegangan pada generator. Prinsip kerja dari sensor tegangan ini yaitu didasarkan pada prinsip penekanan resistansi dan dapat membuat tegangan input berkurang hingga 5 kali dari tegangan aslinya. Sensor tegangan ini hanya mampu membaca tegangan maksimal 25 V. Pada dasarnya pembacaan sensor hanya dirubah dalam bentuk bilangan dari 0 sampai 1023, karena chip Arduino UNO memiliki 10bit, jadi resolusi simulasi modul 0,00489V yaitu dari (5V/1023), dan tegangan input dari modul ini harus lebih dari  $0,00489 \text{ V} \times 5 = 0,02445 \text{ V}$  [7]. Sehingga dapat dirumuskan dengan rumus persamaan dibawah ini :

$$\text{Volt} = (\text{Vout} \times 0.00489) \times 5 \dots\dots\dots(2.3)$$

Berikut ini adalah bentuk dari sensor tegangan DC yang terdapat pada Gambar 2.6 dibawah ini.



Gambar 2.6 Sensor Tegangan

## 2.6 LCD 16 x 2

LCD 16x2 adalah modul yang menampilkan 16 karakter per baris dan ada 2 garis. Pada LCD ini setiap karakternya ditampilkan dalam matriks 5x7 piksel. LCD 16x2 ini juga memiliki dua register yaitu, *command* dan data. Register perintah menyimpan instruksi perintah yang diberikan kepada LCD. Perintah adalah instruksi yang diberikan kepada tugas yang telah ditentukan LCD seperti menginisialisasi, membersihkan layarnya, mengatur posisi kursor, mengontrol tampilan dan lainnya. Sedangkan register data menyimpan data yang akan ditampilkan pada LCD, data ASCII ditampilkan pada LCD [9]. LCD 16x2 dengan I2C yang telah dipasangkan pada gambar 2.7 dibawah ini.



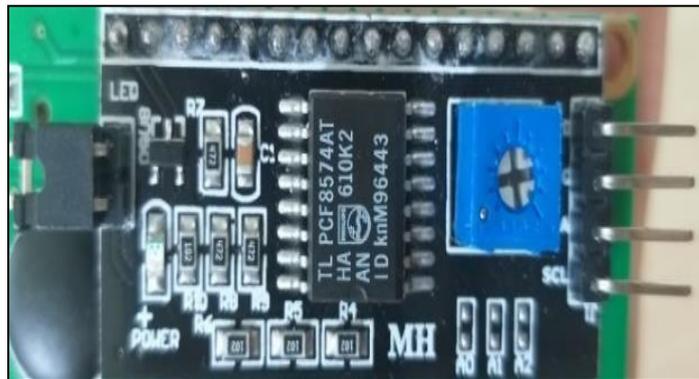
Gambar 2.7 LCD 16 x 2

Berikut ini adalah fungsi dari pin-pin pada konfigurasi dari LCD 16x2 yaitu [10] :

1. Pin DATA dapat dihubungkan dengan bus data dari rangkaian lain seperti *microcontroller* dengan lebar data 8 bit.
2. Pin RS (*Register Select*) berfungsi sebagai indikator atau yang menentukan jenis data yang masuk, apakah data atau perintah. Logika *low* menunjuk yang masuk adalah perintah, sedangkan logika *high* menunjuk data.
3. Pin R atau W (*Read Write*) berfungsi sebagai instruksi pada modul jika *low* tulis data, sedangkan *high* baca data.
4. Pin E (*Enable*) digunakan untuk memegang data baik masuk atau keluar.

5. Pin VLCD berfungsi mengatur kecerahan tampilan (kontras) dimana pin ini dihubungkan dengan variabel resistor 5 kOhm, jika tidak digunakan dihubungkan ke *ground*, sedangkan tegangan catu daya ke LCD sebesar 5 Volt.

*Inter Integrated Circuit* (I2C) adalah standar komunikasi serial dua arah menggunakan dua saluran yang didesain khusus untuk mengirim maupun menerima data. I2C tidak hanya digunakan pada komponen yang terletak pada satu *board*, tetapi juga digunakan untuk menghubungkan komponen yang terhubung melalui kabel [10]. Modul *Inter Integrated Circuit* (I2C) dapat dilihat pada gambar 2.8 dibawah ini.



Gambar 2.8 Bus I2C

Berikut ini adalah fitur-fitur *signifikan* dari bus I2C yaitu [10] :

1. Hanya 2 jalur/kabel yang dibutuhkan.
2. Tidak ada aturan *baud rate* yang ketat seperti pada RS232, di bus ini IC yang berperan sebagai master akan mengeluarkan *busclock*.
3. Hubungan master/*slave* berlaku antar komponen satu dengan yang lain, setiap perangkat yang terhubung dengan bus mempunyai alamat unik yang diset melalui *software*.
4. IC yang berperan sebagai master mengontrol seluruh jalur komunikasi dengan mengatur *clock* dan menentukan siapa yang menggunakan jalur komunikasi. Jadi IC yang berperan sebagai *slave* tidak akan mengirim data kalau tidak diperintah oleh Master.

5. I2C merupakan bus yang mendukung multimaster yang mempunyai kemampuan arbitrase dan pendeteksi tabrakandata.

## 2.7. Keypad 4 x 4

*Keypad* 4x4 merupakan serangkaian tombol yang berfungsi untuk memberi sinyal pada suatu rangkaian dengan menghubungkan jalur-jalur tertentu. Keypad terdiri dari sejumlah saklar atau tombol yang terhubung sebagai baris dan kolom yang biasanya disusun secara matriks 4x4. Dalam susunan keypad ini terdapat 4 buah kolom (C1, ..., C4) dan 4 buah baris (R1, ..., R4); salah satu kaki saklar akan terhubung dengan salah satu kolom dan kaki yang lainnya akan terhubung dengan salah satu baris. Kolom dan baris dihubungkan ke port mikrokontroler, jika saklar ditekan, maka akan menghubungkan baris dan kolom yang terhubung kepadanya. pembacaan baris dilakukan dengan membuat semua kolom berada di logika rendah. Pada saat ini port yang terhubung ke kolom berfungsi sebagai output dan port yang dihubungkan ke baris akan berfungsi sebagai input [10]. Keypad matriks 4x4 dapat dilihat pada gambar 2.9 dibawah ini.



Gambar 2.9 Keypad 4 x 4

## 2.8. *Switch – Mode Power Supply*

*Switch-Mode Power Supply* (SMPS) merupakan jenis *Power Supply* yang langsung menyearahkan (*rectify*) dan menyaring (*filter*) tegangan Input AC untuk mendapatkan tegangan DC untuk di-switch ON dan OFF pada frekuensi tinggi dengan sirkuit frekuensi tinggi sehingga menghasilkan arus AC yang dapat melewati Transformator Frekuensi Tinggi. Power Supply 12V 2A dapat dilihat pada gambar 2.10 dibawah ini.



Gambar 2.10 *Switch – Mode Power Supply* 12V

Berikut ini merupakan spesifikasi dari *Switch-Mode Power Supply* 12V 3.2A.yang terdapat pada Tabel 2.3 dibawah ini.

Tabel 2.3 Spesifikasi *Switch-Mode Power Supply*12V

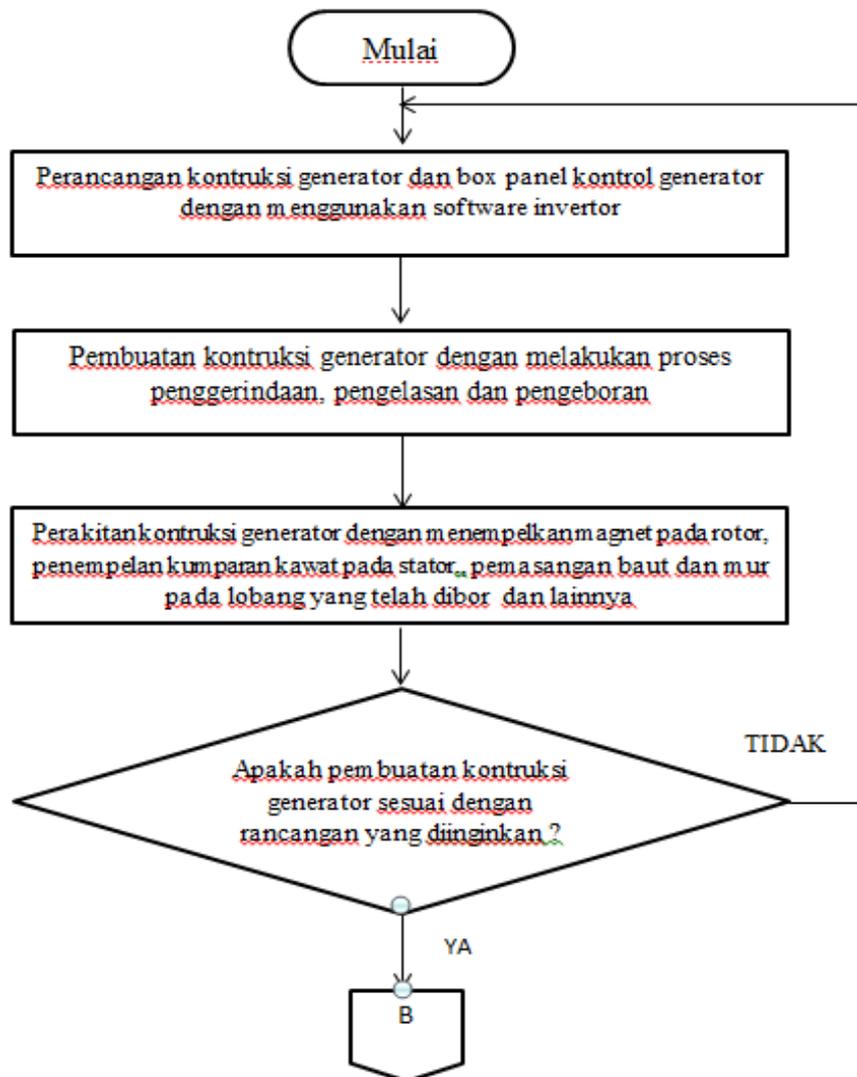
No.	Spesifikasi	Keterangan
1.	Sumber Tegangan Input	110 - 220 VAC
2.	Tegangan output	12 VDC
3.	Dimensi	8.5 x 5.8 x 3.4 cm

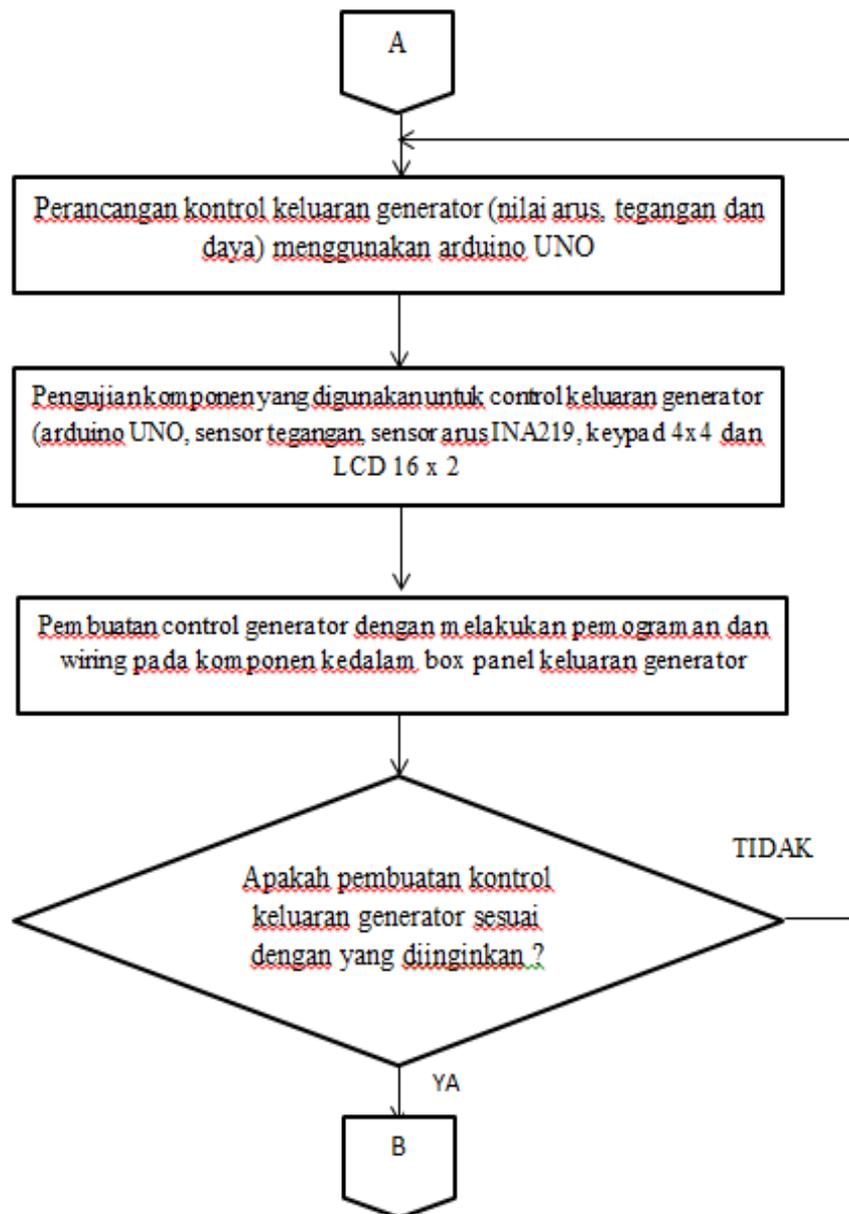
## BAB III

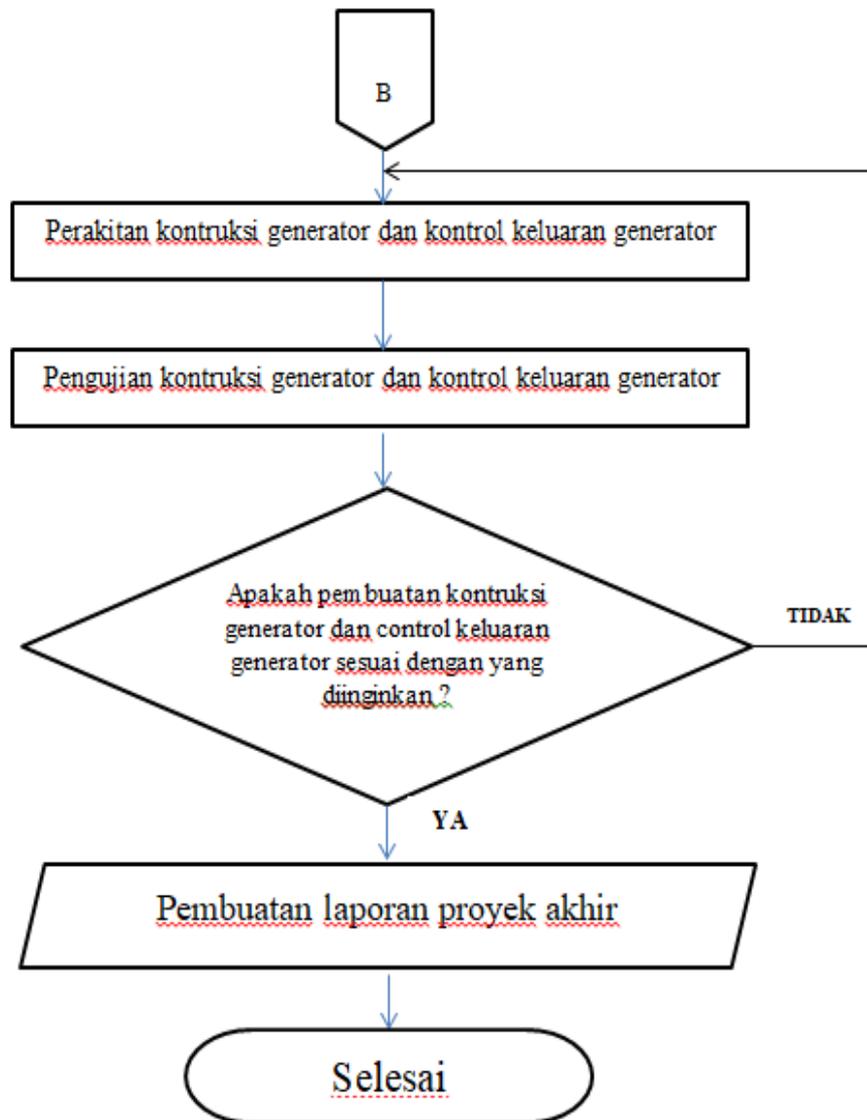
### METODE PELAKSANAAN

#### 3.1. Flow Chart Perancangan dan Pembuatan Alat

Pembuatan proyek akhir ini yang berjudul “*Prototype Generator AC Rotor Magnet Permanen Type Neodymium Skala Lab Berbasis Arduino*” memiliki beberapa tahap dalam pembuatannya. Berikut adalah *flow chart* tahapan metode pelaksanaannya pada gambar dibawah ini.







Gambar 3.1 *Flowchart* Perancangan dan Pembuatan Alat

### 3.2. Pengumpulan Data dan Pengolahan Data Proyek Akhir

Pengolahan dan pengumpulan data bertujuan untuk mendapatkan informasi berupa materi mengenai tugas proyek akhir tersebut. Pada proses pengumpulan didapatkan dari referensi beberapa sumber yaitu jurnal, buku, makalah proyek akhir kakak tingkat, dosen pembimbing, internet, dan lainnya.

### **3.3. Perancangan Kontruksi Generator dan Kontrol Keluaran Generator**

Perancangan alat berupa kontruksi generator dan kontrol keluaran dari generator bertujuan untuk memudahkan dalam proses pembuatan proyek akhir ini sesuai dengan keinginan. Hal-hal yang dilakukan dalam proses perancangan kontruksi alat yaitu mendesain rotor, stator, *shaft*, kaki tumpuan *shaft*, dan alas bawah pada generator dan membuat program untuk menampilkan pada LCD 16 x 2 berupa nilai tegangan, arus, dan daya.

### **3.4. Pengujian Komponen Kontrol Keluaran Generator**

Pengujian komponen yang digunakan pada kontrol keluaran generator bertujuan untuk dapat mengetahui kondisi komponen yang akan digunakan dalam kondisi baik maupun rusak untuk digunakan.

### **3.5. Pembuatan Kontruksi Generator dan Kontrol Keluaran Generator**

Dalam proses pembuatan kontruksi generator yaitu membuat rotor, stator, kaki tumpuan *shaft*, *box* kontrol, pemasangan magnet permanen pada rotor, membuat kumparan belitan untuk stator pada generator, pembuatan *shaft* dan pembuatan alas bawah pada generator. Sedangkan dalam pembuatan kontrol keluaran generator yaitu membuat program Arduino untuk pembacaan pada sensor arus, tegangan, daya, dan kecepatan rotor yang akan ditampilkan nilainya pada LCD 16x2 menggunakan *software* Arduino.

### **3.6. Pengujian Kontruksi Generator dan Kontrol Keluaran Generator**

Proses pengujian alat bertujuan untuk melihat apakah kondisi alat sudah sesuai dengan fungsinya masing-masing maupun sesuai dengan target keinginan tugas proyek akhir ini. Dalam pengujian alat hal-hal yang dilakukan yaitu pengujian putaran yang dihasilkan rotor pada generator tersebut, pengujian kontrol keluaran generator berupa nilai arus dan tegangan pada generator yang dihasilkan dari generator tersebut.

### **3.7. PerbaikanAlat**

Pada proses perbaikan alat bertujuan untuk memperbaiki kegagalan maupunkekurangandarialatproyekakhirtersebutsehinggadapatdiperbaikisesuai keinginan yang ingin dicapai. Hal ini dilakukan apabila pada saat pengujian alat mengalami kegagalan maupun kekurangan pada alat tersebut.Setelah diperbaiki maka alat tersebut dilakukan pengujian alat kembali sampai alat proyek akhir tersebutberhasil.

### **3.8. PembuatanLaporan**

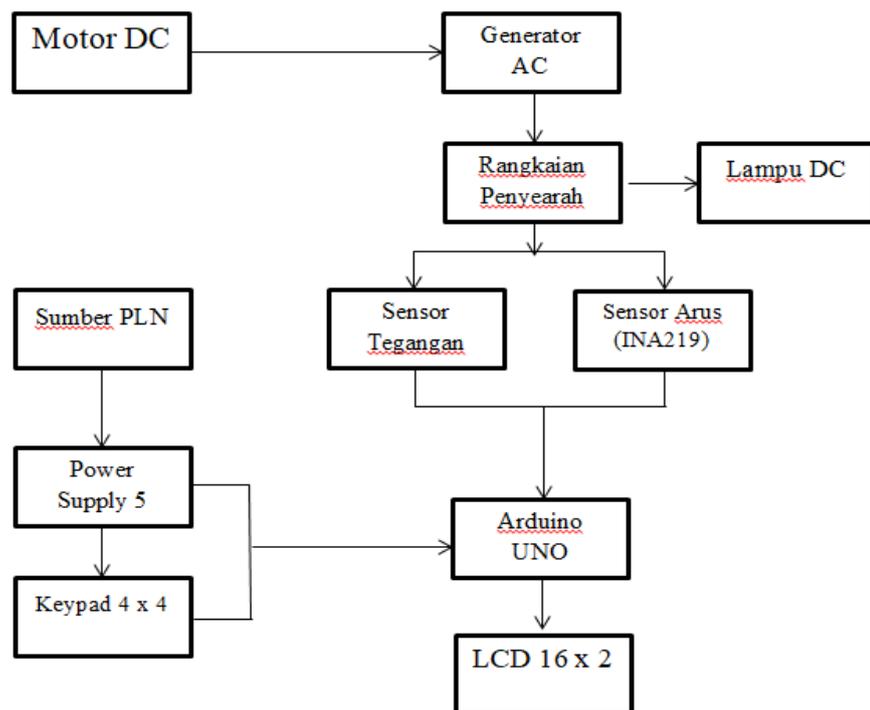
Setelah semua alat selesai dibuat dan telah berhasil melakukan pengujian alat, maka proses yang terakhir yaitu melakukan pembuatan laporan proyek akhir tersebut. Laporan proyek akhir ini bertujuan untuk merangkum keseluruhan materi mengenai alat proyek akhir yang telah dibuat dan berisi tentang proses pengerjaan proyek akhir dari awal pengerjaan hingga akhir pengerjaan.

## BAB IV

### PEMBAHASAN

#### 4.1. DiagramBlok

Berikut adalah diagram blok dari proyek akhir penulis yang berjudul “*Prototype Generator AC Rotor Magnet Permanen Type Neodymium Skala Lab Berbasis Arduino*” yang ditunjukkan pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Diagram Blok Prinsip Kerja *Prototype Generator AC*

## 4.2 Prinsip Kerja

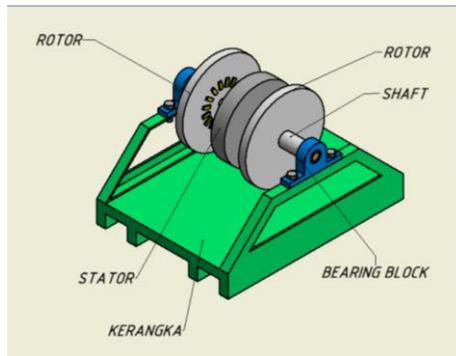
Prinsip kerja dari proyek akhir yang berjudul “*Prototype Generator AC Rotor Magnet Permanen Type Neodymium Skala Lab Berbasis Arduino*” yaitu pada saat motor DC menggerakkan rotor generator AC tersebut akan berputar sehingga dapat menghasilkan energi listrik yang disebabkan oleh *fluks* medan magnet yang membentuk *GGL* induksi pada stator. Keluaran dari generator tersebut berupa arus, dan tegangan AC. Nilai keluaran dari generator tersebut kami ubah menjadi nilai arus dan tegangan DC menggunakan rangkaian penyearah. Setelah itu nilai arus akan dibaca oleh sensor arus DC (INA219), nilai tegangan akan dibaca oleh sensor tegangan DC, sedangkan nilai daya dihasilkan dari perkalian antara nilai tegangan dan nilai arus. Setelah terbaca nilai tersebut diolah oleh Arduino UNO dan ditampilkan pada LCD 2x16.

## 4.3 Pembuatan Kontruksi Generator

Pada proses pembuatan kontruksi dari generator ada beberapa tahapan seperti mendesain bentuk generator, lalu dilanjutkan dengan pembuatan stator, rotor, *shaft*, kaki tumpuan *shaft*, alas bawah generator, piringan pembacaan rpm, *box* panel, tiang penyangga stator dan lainnya.

### 4.3.1 Desain Kontruksi Generator

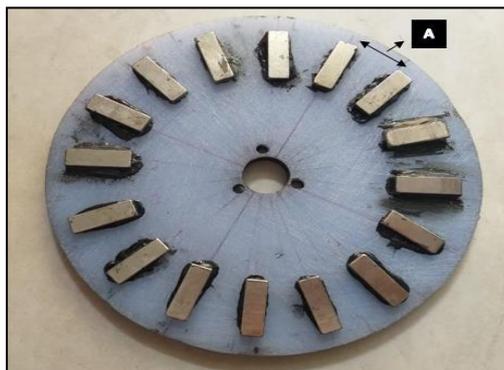
Pada pembuatan desain kontruksi generator menggunakan *software Inventor*. Kemudian kami menentukan peralatan apa saja yang akan digunakan dalam pembuatan kontruksi generator seperti rotor, stator, *shaft*, kaki tumpuan *shaft*, alas bawah generator, dan piringan pembacaan kecepatan putar (rpm). Berikut ini adalah desain dari kontruksi generator proyek akhir kami seperti pada Gambar 4.2 dibawah ini.



Gambar 4.2 Desain Kontruksi Generator

#### 4.3.2 Pembuatan Kontruksi Rotor

Rotor merupakan bagian dari generator yang berputar. Rotor terbuat dari piringan plastik berbentuk lingkaran yang akan ditempelkan 16 magnet permanen. Ukuran dari piringan rotor tersebut berdiameter 200 mm, sedangkan ukuran magnetnya 30x10x4 mm. Ukuran lingkaran lobang tengah pada rotor yaitu 21 mm. Pada proses pembuatan kontruksi rotordilakukan pemotongan pada piringan plastik sesuai dengan ukuran yang diinginkan. Lalu dilakukan pengeboran untuk membuat lobang tengah pada piringan rotor tersebut. Kemudian dilakukan penempelan magnet pada rotor menggunakan lem plastisil. Berikut ini adalah gambar rotor yang ditunjukkan pada Gambar 4.3 dibawah ini.



Gambar 4.3 Bentuk Kontruksi Rotor

Berikut ini adalah hal-hal yang diperlukan dalam membuat rotor pada generator dengan menggunakan magnet permanen :

#### 4.3.2.1 Menentukan jenismagnet

Magnet permanen yang digunakan dalam pembuatan rotor adalah jenis magnet NdFeb (*Neodymium-Iron-Boron*).Magnet ini memiliki BHmax(*Maximum energy product*) paling tinggi yaitu hingga 380 kJ/m<sup>3</sup>.Jenis-jenis dari magnet NdFeb sangat bervariasi.Pada proyek akhir ini kami menggunakan magnet tipe NdFeb N52 Ni berukuran 30 x 10 x 4 (mm) berbentukbalok.

Berikut ini adalah tabel jenis magnet tetap dan tingkat kekuatannya [11] :

NO	Jenis Magnet	Keterangan
1.	Magnet Neodymium grade N52	Magnet tetap yang paling kuat dengan BHmax
2.	Magnet Neodymium grade N35	Magnet tetap kuat yang kekuatannya berada dibawah magnet neodymium grade N52
3.	Magnet Samarium-Cobalt	Magnet tetap kuat yang kekuatannya berada dibawah magnet neodymium grade N35. Terbuat dari paduan samarium
4.	Magnet Keramik	Magnet yang tersusun dari senyawa anorganik bukan logam

#### 4.3.2.2 Menentukan jumlahmagnet

Berikutiniadalahrumuspersamaan standaruntukmenghitungjumlahmagnetdari generator dengan frekuensi 50 Hz dan kecepatan 375 rpm yaitu[1]:

$$P = \frac{120 \times f}{n} \dots\dots\dots(4.1)$$

$$P = \frac{120 \times 50}{375}$$

$$P = 16 \text{ kutub}$$

Jika menggunakan kecepatan 500 rpm dan jumlah magnet 16 kutub, maka

rumus persamaan yang didapat adalah :

$$f = \frac{P \times n}{120} \dots\dots\dots(4.2)$$

$$f = \frac{16 \times 500}{120}$$

$$f = 67 \text{ Hz}$$

jadi, ketika kecepatan rpm bertambah dengan jumlah kutub magnet yang sama, maka frekuensi akan lebih besar.

Keterangan :

n = kecepatan ( rpm )

f = frekuensi

p = jumlah kutub magnet pada rotor

#### 4.3.2.3 Menentukan jarak antar magnet(A)

Berikut ini adalah rumus persamaan untuk mencari nilai A (jarak antar magnet) pada rotor untuk menentukan jarak penempelan 16 magnet yang terdapat pada persamaan 4.3 dibawah ini [1].

$$A = \sin \frac{360}{16} \times b \dots\dots\dots(4.3)$$

$$A = \sin 22,5^\circ \times 3 \text{ cm}$$

$$A = 1,14 \text{ cm}$$

Keterangan :

A = jarak antar magnet (cm)

b = panjang magnet (cm)

#### 4.3.2.4 Menghitung luas magnet(L(magnet))

Berikut ini adalah persamaan untuk menghitung luas magnet permanen yang akan digunakan dengan panjang magnet 30 mm dan lebar 10 mm yaitu :

$$L(\text{magnet}) = p \times l \dots\dots\dots(4.4)$$

$$L(\text{magnet}) = 0,03 \text{ m} \times 0,01 \text{ m}$$

$$L(\text{magnet}) = 0,0003 \text{ m}^2$$

Keterangan :

$p$  = panjang magnet (m)

$l$  = lebar magnet (m)

#### 4.3.2.5 Menghitung kerapatan fluks magnet maksimum ( $B_{max}$ )

Berikut ini adalah persamaan untuk menghitung kerapatan fluks magnet maksimum ( $B_{max}$ ) dari magnet permanen *type Neodymium N52* dengan panjang magnet 30 mm, celah udara rotor dengan stator 0,02 m yang mana telah ditentukan dan disesuaikan dengan ukuran badan *shaft* generator. Nilai kerapatan fluks magnet ( $B_r$ ) 1,144 Tesla yaitu :

$$B_{max} = B_r \cdot \frac{L_m}{L_m + \delta} \dots\dots\dots(4.5)$$

$$B_{max} = 1,144 \text{ T} \cdot \frac{0,03}{0,03 + 0,02 \text{ m}}$$

$$B_{max} = 0,6636 \text{ T}$$

Keterangan :

$B_r$  = densitas fluks magnet (Tesla) atau nilai  $B_r$  dari magnet neodymium N52

$L_m$  = panjang magnet (m)

$\delta$  = celah udara rotor dengan stator

#### 4.3.2.6 Menghitung fluks magnet maksimum ( $\Phi_{max}$ )

Berikut ini adalah persamaan untuk menghitung fluks magnet maksimum ( $\Phi_{max}$ ) dari magnet permanen *type Neodymium N52* yaitu :

$$\Phi_{max} = L_{magnet} \times B_{max} \dots\dots\dots(4.6)$$

$$\Phi_{max} = 0,0003 \text{ m}^2 \times 0,6636 \text{ T}$$

$$\Phi_{max} = 0,00009 \times 0,6636 \text{ T}$$

$$\Phi_{max} = 0,0000597 \text{ webber}$$

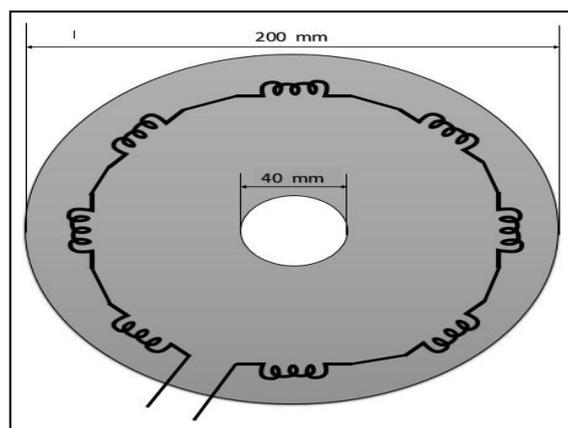
Keterangan :

$L_{magnet}$  = luas magnet ( $m^2$ )

$B_{max}$  = kerapatan fluks magnet maksimum (Tesla)

### 4.3.3. Pembuatan Konstruksi Stator

Stator merupakan bagian dari generator yang diam. Stator terbuat dari piringan plastik berbentuk lingkaran berdiameter 200 mm yang akan ditempelkan serangkaian kumparan kawat yang dibelit. Jumlah dari kumparan kawat tersebut yaitu 8 kumparan kawat. Jumlah lilitan pada satu kumparan kawat stator yaitu 570 lilitan perkumparan dengan ukuran kawat 0.5 mm. lobang tengah pada stator berukuran 40 mm. Pada pembuatan stator kami melakukan proses pemotongan pada kayu sesuai dengan ukuran yang diinginkan, lalu melakukan pembelitan kawat untuk membuat kumparan kawat pada stator. Setelah itu melakukan penempelan kumparan kawat tersebut pada stator menggunakan lem *stickglue gun*. Kemudian kami membuat tiang penyangga dari stator yang terbuat dari besi L dan plat besi. Berikut adalah stator yang telah dibuat terdapat pada Gambar 4.4 dibawah ini.



Gambar 4.4 Bentuk konstruksi Stator

Berikut ini adalah bentuk dari tiang penyangga stator yang terdapat pada Gambar 4.5 dibawah ini.



Gambar 4.5 Tiang Penyangga Stator

Berikut ini adalah hal-hal yang diperlukan dalam membuat stator pada generator magnet permanen :

#### 4.3.3.1 Menentukan jumlah lilitan kumparanstator

$$E_{max} = \frac{2\tau}{\sqrt{2}} \times N \times f \times \phi_{max} \times \frac{N_s}{N_{ph}} \dots\dots\dots(4.6)$$

$$8 \text{ volt} = \frac{2 \times 3,14}{\sqrt{2}} \times N \times 67 \times 0,0000597 \times \frac{8}{1}$$

$$8 \text{ volt} = 4,44063 \times N \times 67 \times 0,0000597 \times 8$$

$$N = 569 \text{ lilitan}$$

Keterangan :

N = jumlah lilitan kumparan

f = frekuensi (Hz)

$\phi_{max}$  = fluks magnet maksimum (*webber*)

Ns = jumlah kumparan

Nph = jumlah fasa

#### 4.3.3.2 Menentukan diameter kawatemail

Pada kumparan stator kami menggunakan kawat email berdiameter 0,5mm. Nilai ini kami dapatkan dari referensi tabel ukuran diameter kawat terhadap ampere arus. Besar arus yang dibutuhkan sebesar 1 A besar arus tersebut dapat dialiri oleh kawat email berdiameter 0,5 mm. Besarnya nilai arus ini bergantung dari besar diameter kawat email semakin besar diameter kawat email, maka semakin besar arus yang mengalir. Berikut merupakan tabel ukuran diameter kawat email tembaga terhadap arus:

<b>NO</b>	<b>Diameter Kawat (mm)</b>	<b>Arus (A)</b>
<b>1</b>	0.12	0.075
<b>2</b>	0.15	0.117
<b>3</b>	0.2	0.207
<b>4</b>	0.3	0.456
<b>5</b>	0.4	0.829
<b>6</b>	0.5	1.295
<b>7</b>	0.6	1.865
<b>8</b>	0.7	2.539
<b>9</b>	0.8	3.316
<b>10</b>	0.9	4.197
<b>11</b>	1	5.181
<b>12</b>	1.1	6.269
<b>13</b>	1.2	7.461
<b>14</b>	1.3	8.756
<b>15</b>	1.4	10.155
<b>16</b>	1.5	11.657
<b>17</b>	1.6	13.263

---

18	1.7	14.973
19	1.8	16.786
20	1.9	18.703
21	2	20.724

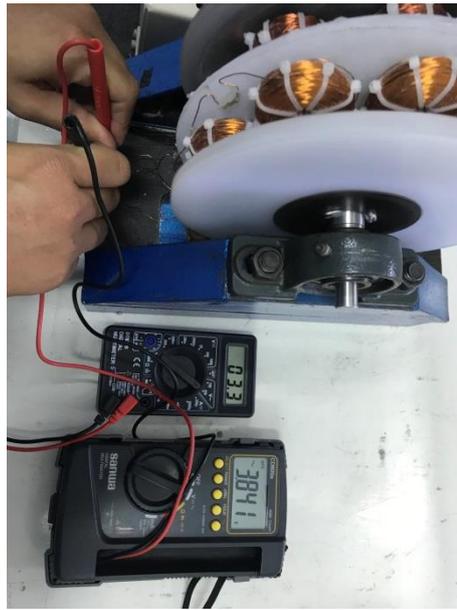
---

#### 4.3.3.3 Tegangan yang keluar padagenerator

Berikut ini adalah gambar bukti antara perhitungan rumus persamaan  $E(max)$  dengan pembacaan pada multimeter untuk menghitung nilai tegangan  $E(max)$  pada kecepatan 375 rpm dengan frekuensi 50 Hz yang terdapat pada Gambar 4.6 dan Gambar 4.7 dibawah ini.



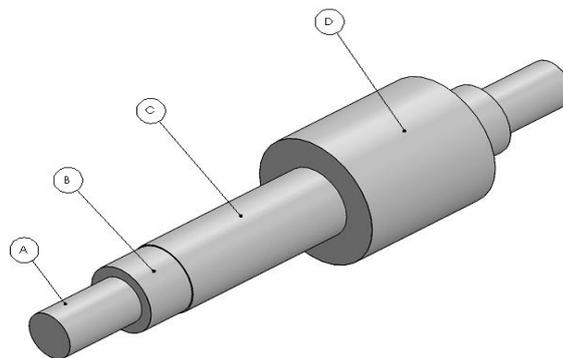
Gambar 4.6 Kecepatan (rpm) pada generator



Gambar 4.7 Tegangan keluaran pada generator

#### 4.3.4 Perancangan dan Pembuatan Konstruksi *Shaft*

*Shaft* merupakan suatu komponen alat berupa logam yang dijadikan sebagai poros tempat berdirinya rotor dan stator. *Shaft* terbuat dari bahan aluminium yang anti karat dengan ukuran panjang 200 mm dan lebarnya 40 mm. Rancangan dan juga fungsi shaft pada generator dapat dilihat pada gambar 4.7 dibawah ini:



Gambar 4.8 Rancangan *Shaft*

Pada bagian A merupakan batas *block bearing* agar rotor dapat berputar dengan baik. Pada bagian B merupakan batas rotor agar saat berputar rotor tidak menyentuh *block bearing*. Pada bagian C merupakan bagian badan *shaft* yang digunakan untuk meletakkan stator yang berada ditengah antara kedua rotor. Bagian D merupakan penyambung antara kedua rotor.

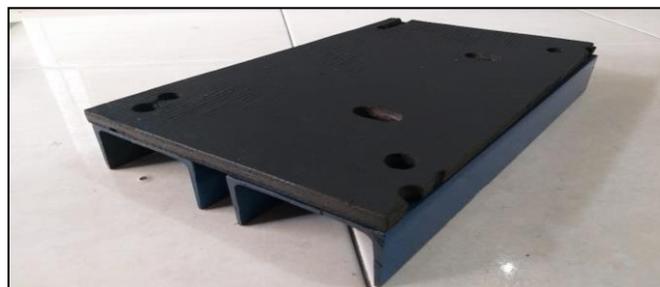
Pada pembuatan *shaft* dilakukan dengan menggunakan proses pembubutan dengan ukuran yang sesuai pada Gambar 4.9 dibawah ini.



Gambar 4.9 *Shaft* Generator

#### 4.3.5 Pembuatan Alas Bawah Generator

Alas bawah pada generator berfungsi untuk duduk dan rintang penyangga. Alas bawah ini terbuat dari kayu dengan ukuran 300 mm x 200 mm. Sedangkan dibawah alas kayu tersebut terdapat besi dengan ukuran 300x200mm yang berfungsi sebagai pemberat untuk generator AC tersebut. Pada pembuatan alas bawah ini menggunakan proses penggerindaan dan pengamplasan. Dalam pemasangan baut dilakukan dengan proses pengeboran. Berikut ini adalah bentuk konstruksi alas bawah dari generator AC yang terdapat pada Gambar 4.10 dibawah ini.



Gambar 4.10 Alas bawah generator

#### 4.3.6 Pembuatan Kaki Tumpuan Shaft

Tiang penyangga merupakan bagian generator yang berfungsi untuk duduk dan bearing dan shaft, yang terbuat dari besi L berukuran 40mm x 40mm yang disambungkan dengan proses pengelasan. Dan pemotongan dengan proses penggerindaan. Berikut ini adalah bentuk dari tiang penyangga konstruksi generator AC yang terdapat pada Gambar 4.11 dibawah ini.



Gambar 4.11 Kaki Tumpuan Shaft

#### 4.3.7 Pembuatan Box Kontrol Keluaran Generator

Pada pembuatan box kontrol keluaran generator melakukan proses pengeboran pada box. Box terbuat dari kotak plastik dan mika plastik berwarna hitam berukuran 18 x 11.5 cm. Berikut ini adalah bentuk dari box kontrol keluaran generator yang terdapat pada Gambar 4.12 dibawah ini.



Gambar 4.12 Box Kontrol Keluaran Generator

#### 4.3.8 Perakitan Kontruksi Generator

Pada bagian ini adalah proses dari perakitan maupun penggabungan dari semua bagian-bagian konstruksi generator proyek akhir. Proses ini dilakukan dengan pemasangan baut untuk penggabungan konstruksi generator tersebut. Berikut ini

bentuk dan konstruksi generator proyek akhir kami yang terdapat pada Gambar 4.13 di bawah ini.



Gambar 4.13 Kontruksi Generator

#### 4.3.9 Pengujian Kontruksi Generator

Pada pengujian dari konstruksi mekanik generator kami menggunakan motor DC untuk menggerakkan generator magnet permanen proyek akhir kami. Di sini kami hanya melihat tegangan yang dihasilkan oleh generator tersebut. Dengan menggunakan 16 magnet permanen berukuran 30x10x4 mm dan 8 kumparan dengan 570 lilitan. Berikut ini adalah hasil dari pengujian konstruksi generator proyek akhir yaitu :

##### a. Pengujian Generator Tanpa Beban

Berikut ini adalah pengujian dari konstruksi generator tanpa menggunakan beban yang terdapat pada Tabel 4.1 di bawah ini.

Tabel 4.1 Pengujian generator tanpa beban

Kecepatan Putar Generator ( <i>Rpm</i> )	Tegangan AC <i>Output</i> Generator ( Volt )
120	4.45
225	7.16

331	11.28
411	13.35
525	16.93

**b. Pengujian Generator Dengan Beban**

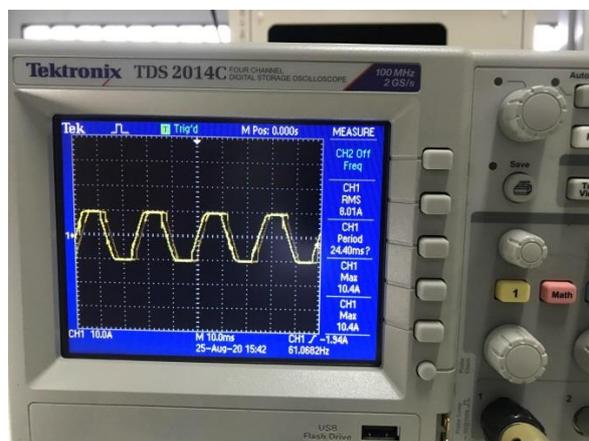
Berikut adalah hasil dari pengujian kontruksi generator dengan menggunakan beban lampu DC 7 watt yang terdapat pada Tabel 4.2 dibawah ini.

Tabel 4.2 Data keluaran generator dengan beban

NO	Kecepatan (rpm)	Tegangan AC ( Volt )	Tegangan DC (Volt)	Arus DC (Ampere)	Daya DC
1.	118	3.80	4.32	0	0
2.	214	6.95	7.81	0.0024	0.01
3.	317	8.38	8.57	0.018	0.10
4.	420	8.80	9.35	0.040	0.31
5.	512	9.75	10.40	0.067	0.59

**c. Pengujian keluaran gelombang pada ocsiloscop**

Berikut ini adalah pengujian dari kontruksi *prototype* generator magnet permanen menggunakan osiloskop yang terdapat pada gambar 4.14 dibawah ini.



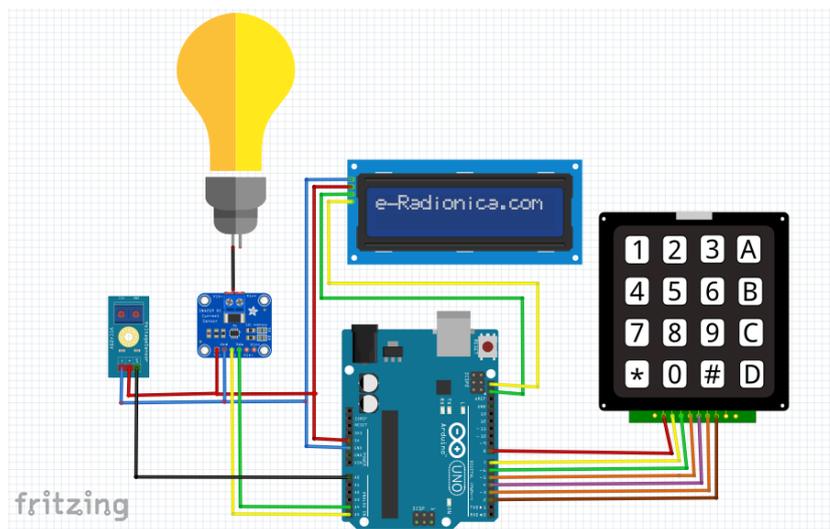
Gambar 4.14 Keluaran Gelombang AC pada Ocsiloscop

#### 4.4 Pembuatan Kontrol Keluaran Generator

Berikut adalah proses pembuatan dari kontrol keluaran generator AC proyek akhir kami. Pada kontrol dari alat proyek akhir kami terdapat komponen seperti : Arduino UNO, sensor tegangan, sensor arus (INA219), LCD 2x16, power supply 12 VDC, dan juga keypad 4x4. Proses pembuatan kontrol dimulai dari pengecekan sensor tegangan, pengecekan sensor arus (INA219), perancangan sistem kontrol, pemrograman sistem kontrol, dan perakitan dari kontrol keluaran generator tersebut.

##### 4.4.1 Desain Kontrol Keluaran Generator

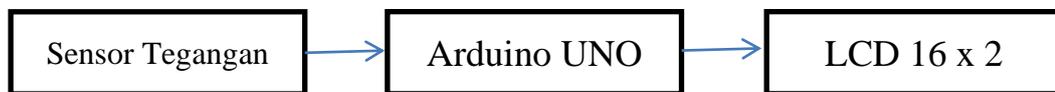
Pada proses perancangan desain kontrol keluaran generator kami melakukan perancangan untuk peletakkan komponen-komponen dan pemasangan pin-pin dari komponen tersebut. Pada perancangan sistem kontrol komponen yang digunakan yaitu Arduino UNO, sensor tegangan, sensor arus (INA219), keypad 4x4, power supply 12V, lampu dan lainnya. Berikut ini adalah desain dari kontrol keluaran generator proyek akhir yang terdapat pada gambar 4.15 di bawah ini.



Gambar 4.15 Desain Kontrol

#### 4.4.2 Pengujian Sensor Tegangan

Pengujian sensor tegangan dengan melakukan perbandingan antar sensor tegangan dan multimeter yang bertujuan untuk mengetahui bahwa kondisi komponen tersebut baik atau tidaknya untuk digunakan. Dalam pengujian sensor tegangan kami menggunakan kontrol Arduino UNO. Berikut ini adalah blok diagram dari pengujian untuk tegangan dibawah ini.



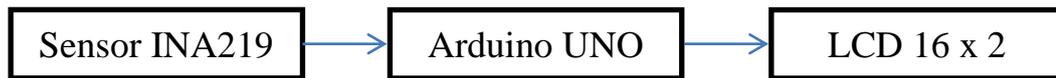
Berikut ini adalah penyambungan dari pin-pin sensor tegangan ke Arduino UNO yang dapat dilihat pada Tabel 4.3 berikut ini.

Tabel 4.3 Pin Sensor Tegangan

NO	Pin Sensor Tegangan	Pin Arduino UNO
1.	VCC	5V
2.	GND	GND
3.	S	A0

#### 4.4.3 Pengujian Sensor Arus ( INA219 )

Pengujian sensor arus (INA219) bertujuan untuk mengetahui bahwa kondisi modul tersebut baik atau tidaknya dalam pembacaan untuk nilai arus, dari generator tersebut. Dalam pengujian sensor arus (INA219) kami menggunakan kontrol Arduino UNO dengan beban berupa lampu DC. Berikut ini adalah blok diagram dari pengujian untuk sensor arus (INA219) yang terdapat dibawah ini.



Berikut ini adalah penyambungan dari pin-pin sensor Arus ( INA219 ) ke Arduino UNO yang dapat dilihat pada Tabel 4.4 berikut ini.

Tabel 4.4 Pin Sensor Arus

NO	Pin Sensor Arus ( INA219 )	Pin Arduino UNO
1.	SDA	A4
2.	SCL	A5
3.	VCC	5V
4.	GND	GND

#### 4.4.4 Perakitan Komponen Kontrol Keluaran Generator

Pada saat perakitan sistem kontrol kami melakukan proses pemasangan komponen kedalam *box*. Berikut ini adalah bentuk dari *box* kontrol keluaran generator proyek akhir kami yang terdapat pada Gambar 4.16 dibawah ini.



Gambar 4.16 Komponen Kontrol Generator

#### 4.5 Pengujian Alat Proyek Akhir

Pengujian alat dilakukan untuk melihat keluaran generator berupa tegangan, arus, dan daya pada generator AC menggunakan multimeter dengan beban lampu DC 7 watt. Keluaran dari generator diubah menjadi DC dengan menggunakan rangkaian

penyearah. Berikut ini adalah hasil dari pengujian alat proyek akhir kami yang terdapat pada Tabel 4.5 dibawah ini.

Tabel 4.5 Hasil Pengujian Alat Proyek Akhir

NO	Kecepatan (rpm)	Tegangan AC ( Volt )	Tegangan DC (Volt)	Arus DC (Ampere)	Daya DC (watt)
1.	118	3.80	4.32	0	0
2.	214	6.95	7.81	0.0024	0.01
3.	317	8.38	8.57	0.018	0.10
4.	420	8.80	9.60	0.040	0.31
5.	512	9.75	10.40	0.067	0.59

## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1 Kesimpulan

Dari hasil pembuatan proyek akhir ini yang berjudul “*Prototype Generator AC Rotor Magnet Permanen Type Neodymium Skala Lab Berbasis Arduino*” dapat disimpulkan bahwa:

1. *Prototype* generator AC dengan magnet permanen pada saat pengujian tanpa beban dengan kecepatan 100-500 rpm menghasilkan tegangan AC 4 - 16 volt. Sedangkan pada saat pengujian dengan beban lampu DC 7 watt dan kecepatan 100-500 rpm menghasilkan tegangan AC 3-9 volt, tegangan DC 4 - 10 volt, arus DC 0 – 0,06 Ampere dan daya 0 – 0,59 watt. Semakin tinggi kecepatan (rpm) maka tegangan, arus dan daya yang akan dihasilkan akan semakin besar juga.

2. *Prototype* generator dapat menghasilkan keluaran berupa tegangan, arus, dan daya yang ditampilkan pada LCD 16 x 2.

## 5.2 **Saran**

Apabila alat dari proyek akhir kami ini digunakan sebagai salah satu media pembelajaran maka diharapkan untuk:

1. Pemilihan ukuran dan jenis magnet dapat mempengaruhi besar kecilnya *fluks* magnet yang dihasilkan. Semakin besar ukuran magnet maka semakin besar juga tegangan yang akan dihasilkan.
2. Pada saat menentukan ukuran dari kumparan kawat sebaiknya disesuaikan dengan ukuran dari magnet permanen tersebut, agar generator berputar dengan sinkron dan dapat menghasilkan *fluks* medan magnet yang baik.
3. Diameter kawat disesuaikan dengan arus yang diinginkan, karena semakin tebal diameter kawat maka arus yang dihasilkan akan semakin besar.

## DAFTAR PUSAKA

- [1] L. Noprizal, M. Syukri and S. , "Perancangan Prototype Generator Magnet Permanen 1 Fasa Jenis Fluks Aksial pada Putaran Rendah," *Teknik Elektro*, vol. 1, no. 1,2016.
- [2] A. Budiman, H. Asy'ari and A. R. Hakim, "DESAIN GENERATOR MAGNET PERMANEN UNTUK SEPEDA LISTRIK," *Emitor*, vol. 12, no. 1.
- [3] P. H. Alnur, "PERANCANGAN DAN PEMBUATAN GENERATOR TIPE MAGNET PERMANENFLUKS".
- [4] R. Hermawan, "DESAIN GENERATOR PERMANEN MAGNET 500 WATT SEBAGAI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA ANGIN,"2018.
- [5] H. and W. D. Prasetyo, "Rancang Bangun Generator Sinkron 1 Fasa Magnet Permanen Kecepatan Rendah 750 RPM," *ILMIAH SETRUM*, vol. 5, no. 1, Juni2016.
- [6] N. Arifin, R. S. Lubis and M. Gapy, "Rancang Bangun Prototype Power Meter 1 Fasa Berbasis Mikrokontroller Atmega328P," *Teknik Elektro*, vol. 4, no. 1,2019.
- [7] S. A. R. Riki and W. N. & Luqman, "SISTEM MONITORING KINERJA PANEL LISTRIK TENAGA SURYA MENGGUNAKAN ARDUINO UNO," *JETri*, vol. 14, no. 1412-0372, pp. 81-100, Februari 2017.
- [8] V. E. Pramudhita Susanto, KENDARAAN OTONOM MENGGUNAKAN KENDALI BERBASIS RUTE DENGAN METODE ODOMETRY,2017.
- [9] Kushagra, "Miniature PCB Through Hole - High Density Reed," [Online]. Available:<http://www.engineersgarage.com/electronic-components/16x2-lcd-module-datasheet>. [diakses 05 Agustus 2020]
- [10] P. E. Johansa, H. and M. W. Christian, "Rancang Bangun Sistem Pembayaran Mandiri Pada Wahana Permainan," *JCONES*, vol. 3, no. 1, pp. 70-77,2014.
- [11] Available: <http://id.m.wikipedia.org/wiki/magnet>. [diakses 30 Agustus 2020]

# **LAMPIRAN 1**

## **DAFTAR RIWAYAT HIDUP**

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP

### 1. Data Pribadi

Nama : Dhea Syachfitri  
Tempat Tanggal Lahir : Sungailiat, 06 Januari 2000  
Alamat : Jln. Imam Bonjol RT 002 RW 003  
Sungai Daeng, Muntok Bangka Barat  
Telp : -  
HP : 0812 – 7840 – 5142  
Email : [dheasyachfitri.2000@gmail.com](mailto:dheasyachfitri.2000@gmail.com)  
Jenis Kelamin : Perempuan  
Agama : Islam



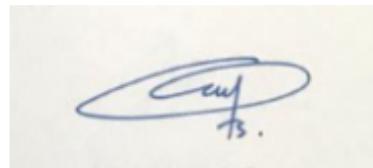
### 2. Riwayat Pendidikan

SD Negeri 3 Muntok : 2011  
SMP Negeri 1 Muntok : 2014  
SMA Negeri 1 Muntok : 2017

### 3. Pendidikan Non Formal

-

Sungailiat, 19 Agustus 2020



Dhea Syachfitri

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP

### 4. Data Pribadi

Nama : Indra Dirgantara  
Tempat Tanggal Lahir : Sinar Gunung, 11 Agustus 1998  
Alamat : Dusun sinar gunung riau Kec. Riau  
Silip Kab. Bangka  
Telp : -  
HP : 0831 – 2133 – 3432  
Email : [Indradirgantara15@gmail.com](mailto:Indradirgantara15@gmail.com)  
Jenis Kelamin : Laki - Laki  
Agama : Islam



### 5. Riwayat Pendidikan

SD Negeri 27 Lumut : 2010  
SMP Negeri 1 Riau Silip : 2013  
SMA Negeri 1 Belinyu : 2016

### 6. Pendidikan Non Formal

-

Sungailiat, 19 Agustus 2020



Indra Dirgantara

# **LAMPIRAN 2**

**PROGRAM KONTROL KELUARAN GENERATOR**

```
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <Keypad.h>
#include <INA219.h>
INA219 monitor;
#define data A0
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,16,2);
#include <Adafruit_INA219.h>
Adafruit_INA219 ina219;
```

```
#define BINTANG 42
#define PAGAR 4
#define TOMBOL_A 65
#define TOMBOL_B 3
#define TOMBOL_C 2
#define TOMBOL_D 1
```

```
#define TOMBOL_0 7
#define TOMBOL_1 68
#define TOMBOL_2 67
#define TOMBOL_3 66
#define TOMBOL_4 35
#define TOMBOL_5 9
#define TOMBOL_6 6
#define TOMBOL_7 48
#define TOMBOL_8 8
#define TOMBOL_9 5
```

```
int sensorValue;
float s_voltage;
float vout = 0.0;
```

```
float voltage,current,power;
```

```
int sensor = 13;
int kondisi=0;
int dtKey=0;
char key;
```

```
const byte ROWS = 4;
const byte COLS = 4;
```

```
char keys[ROWS][COLS] =
{
  {1, 2, 3, 'A'},
  {4, 5, 6, 'B'},
  {7, 8, 9, 'C'},
  {'*','0','#','D'}
};
```

```
byte rowPins[ROWS] = {9, 8, 7, 6};
byte colPins[COLS] = {5, 4, 3, 2};
```

```
Keypad keypad = Keypad( makeKeymap(keys), rowPins, colPins, ROWS, COLS );
```

```
void setup()
```

```
{  
Serial.begin(9600);  
monitor.begin();  
ina219.begin();  
uint32_t currentFrequency;
```

```
lcd.init();  
lcd.backlight();  
pinMode(sensor,INPUT_PULLUP);  
}
```

```
void loop()
```

```
{ while(kondisi==0)  
{ menu();  
keyboard();  
}  
while (kondisi==1)  
{  
float current_mA = 0;  
current_mA = ina219.getCurrent_mA();  
lcd.setCursor(6,0);  
lcd.print(" ARUS");  
lcd.setCursor(0,1);  
lcd.print("NILAI= ");  
lcd.print(current_mA);  
lcd.println(" mA");  
Serial.println(current_mA);  
delay(1000);  
keyboard();  
}
```

```
while(kondisi==2)
```

```
{  
s_voltage = analogRead(A0);  
sensorValue = analogRead(A1);  
vout = (s_voltage/1040)*25 ;  
Serial.println(s_voltage);  
lcd.setCursor(4,0);  
lcd.print("TEGANGAN");  
lcd.setCursor(0,1);  
lcd.print("NILAI = ");  
lcd.print(vout);  
lcd.print(" V");  
delay(1000);  
keyboard();  
}
```

```
while(kondisi==3)
```

```
{  
float current_mA = 0;
```

```

    s_voltage = analogRead(A0);
    vout = (s_voltage/1040)*25 ;
    current_mA = ina219.getCurrent_mA();
    lcd.setCursor(6,0);
    lcd.print("DAYA");
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("NILAI= ");
    lcd.print( (current_mA/1000)*vout);
    lcd.print(" Watt");
    delay(500);
    keyboard();
}

```

```

}

```

```

void keyboard()
{
    key = keypad.getKey();
    if (key) {
        lcd.clear();
        dtKey = dtKey*10+key;

```

```

        if(key == TOMBOL_A)
            {
                lcd.clear();
                kondisi=1;
            }

```

```

        if(key == TOMBOL_B)
            {
                lcd.clear();
                kondisi=2;
            }

```

```

        if(key == TOMBOL_C)
            {
                lcd.clear();
                kondisi=3;
            }

```

```

        if(key == PAGAR)
            {
                lcd.clear();
                kondisi=0;
            }

```

```

        if(key == TOMBOL_0){};
        if(key == TOMBOL_1){};
        if(key == TOMBOL_2){};
        if(key == TOMBOL_3){};
        if(key == TOMBOL_4){};
        if(key == TOMBOL_5){};
        if(key == TOMBOL_6){};
        if(key == TOMBOL_7){};
        if(key == TOMBOL_8){};
        if(key == TOMBOL_9){};
        if(key == PAGAR){};

```

```
    }  
}
```

```
void menu()  
{ lcd.setCursor(0,0);  
  lcd.print("A.(I) B.(V)");  
  lcd.setCursor(0,1);  
  lcd.print("C.(P) #.HOME");  
}
```