

***TRAINER KIT MOTOR BLDC SEBAGAI MEDIA  
PEMBELAJARAN***

**PROYEK AKHIR**

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



Disusun Oleh :

Dwi Meilani                      NIM : 0032108

Sukir Alida Saputra          NIM : 0032128

**POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI  
BANGKA BELITUNG  
TAHUN 2024**

## LEMBAR PENGESAHAN

### LEMBAR PENGESAHAN

#### TRAINER KIT MOTOR BLDC SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN

Oleh :

Dwi Meilani /0032108

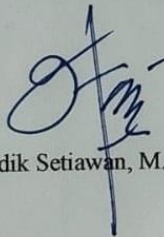
Sukir Alida Saputra /0032128

Laporan akhir ini telah disetujui dan disahkan sebagai salah satu syarat kelulusan  
Program Diploma III Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung

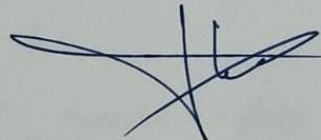
Menyetujui,

Pembimbing 1

Pembimbing 2



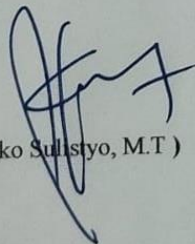
( I Made Andik Setiawan, M.Eng., Ph.D )



( Surojo, M.T. )

Penguji 1

Penguji 2



( Eko Sulisty, M.T )



( Indra Dwisaputra, M.T )

## PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa 1 : Dwi Meilani NIM : 0032108

Nama Mahasiswa 2 : Sukir Alida Saputra NIM : 0032128

Dengan Judul : *Trainer Kit* Motor BLDC Sebagai Media Pembelajaran

Menyatakan bahwa laporan akhir ini adalah hasil kerja kami sendiri dan bukan merupakan plagiat. Pernyataan ini kami buat dengan sebenarnya dan bila ternyata dikemudian hari ternyata melanggar pernyataan ini, kami bersedia menerima sanksi yang berlaku.

Sungailiat, 11 Juli 2024

Nama Mahasiswa

1. Dwi Meilani
2. Sukir Alida Saputra

Tanda Tangan



## ABSTRAK

*Perkembangan teknologi industry dan bidang elektro membuat hampir semua peralatan membutuhkan listrik. Motor listrik yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik, terus berkembang untuk meningkatkan efisiensi dan kinerja. Motor Brushless DC (BLDC) adalah salah satu jenis motor yang digunakan di berbagai industri karena efisiensi tinggi, torsi tinggi, dan kebisingan rendah. Berbeda dengan motor DC Konvensional, motor BLDC menggunakan komutasi elektronik menghasilkan putaran yang lebih halus dan kebisingan yang lebih rendah. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang dan membuat Trainer Kit Motor BLDC yang mencakup komponen utama seperti motor BLDC, pengendalian mikrokontroler (Arduino Uno), pemrograman, dan antar muka. Model ini memungkinkan mahasiswa memahami konsep dasar, prinsip kerja, dan aplikasi motor BLDC secara real-time, serta mengembangkan keterampilan praktis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin tinggi nilai potensio (ADC), semakin cepat kecepatan motor BLDC. Nilai ADC berkisar dari 0 hingga 1023, dengan kecepatan motor berkisar dari 1000 RPM hingga 2000 RPM. Data menunjukkan bahwa kecepatan motor meningkat secara konsisten dengan peningkatan nilai ADC, mengindikasikan hubungan linier antara kedua variabel ini. Selain itu, motor mulai berputar pada nilai ADC yang sangat rendah dan terus meningkat kecepataannya sesuai dengan peningkatan nilai potensio.*

*Kata kunci: Trainer Kit, Motor BLDC, ESC, Arduino Uno.*

## **ABSTRACT**

*Technological advancements in the industry and electrical fields have led to almost all equipment requiring electricity. Electric motor which convert electrical energy into mechanical energy, are continuously evolving to enhance efficiency and performance. BrushlessDC (BLDC) motors are one type of motor used in various industries due to their high efficiency, high torque, and low noise. Unlike conventional DC motors, BLDC motors use electronic commutation, resulting in smoother rotation and lower noise. The purpose of this research is to design and develop a BLCD Motor Trainer Kit that includes key components such as the BLCD motor, microcontroller control (Arduino Uno), Programming, interfacing. This model allows students to understand the basic concepts, working principles, and applications of BLCD motors in real-time, as well as develop practical skills. The results of the research indicate that the higher the potentiometer value (ADC), the faster the BLDC motor speed. The ADC values range from 0 to 1023, with motor speeds ranging from 1000 RPM to 2000 RPM. The data shows that motor speed increases consistently with the increase in ADC value, indicating a linear relationship between these two variables. Additionally, the motor starts rotating at a very low ADC value and continues to increase its speed as the potentiometer value rises.*

*Keywords : Trainer Kit, BLDC Motor, ESC, Arduino Uno.*

## KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Puji dan syukur penulis panjatkan atas karunia dan rahmat Allah SWT atas segala rezeki, nikmat, rahmat, dan hidayah sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan proyek akhir yang berjudul “***Trainer Kit Motor BLDC Sebagai Media Pembelajaran***”. Shalawat serta salam selalu tersampaikan kepada Nabi Muhammad SAW yang telah membawa umat manusia ke dunia yang damai, terang dan penuh dengan ilmu pengetahuan. Tujuan penulis membuat laporan proyek akhir ini sebagai salah satu syarat kelulusan pendidikan Diploma III di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung. Dalam proyek akhir, penulis membahas tentang penelitian yang akan dilaksanakan. Dengan *Trainer Kit Motor BLDC Sebagai Media Pembelajaran* memungkinkan para mahasiswa untuk mengamati dan memahami konsep dasar, prinsip kerja, dan aplikasi motor secara *real-time*.

Dalam penyusunan proyek akhir ini penulis banyak mendapatkan bantuan secara langsung maupun tidak langsung dari berbagai pihak sehingga proyek akhir ini dapat terselesaikan dengan baik. Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak I Made Andik Setiawan, M.Eng., Ph.D, selaku Direktur dan dosen pembimbing I yang telah membimbing, mengarahkan memberi saran-saran dalam pembuatan dan penyusunan laporan bagi penulis dalam menyelesaikan proyek akhir di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
2. Bapak Surojo, M.T., selaku dosen pembimbing II yang telah banyak memberikan kemudahan bagi penulis dalam menyelesaikan proyek akhir ini.
3. Bapak Zanu Saputra, M.Tr.T selaku Kepala Jurusan Teknik Elektro dan Informatika Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
4. Bapak Ocsirendi, M.T selaku Kepala Program Studi D-III Teknik Elektronika Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.

5. Orangtua dan keluarga penulis yang selalu memberikan do'a dan dukungan baik moral maupun materil yang tak ternilai harganya.
6. Seluruh dosen dan staf pengajar di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung yang telah memberikan banyak ilmu yang sangat bermanfaat.
7. Terima kasih kepada keluarga serta sahabat penulis, terutama Anjelalica Ananda Sapitri, Ayu Windarti, Silvia Savira, Karmila, Marhun, Zarvita Aprillia, Yoga Pratama yang telah memberikan semangat.
8. Dan yang terakhir, kepada diri saya sendiri, terimakasih sudah bertahan dan berjuang sejauh ini. Terimakasih tetap memilih hidup dan berusaha walau seringkali merasa tertinggal atas segala pencapaian. Bahagialah dimanapun kamu berada, untuk diriku “apapun kurang dan lebih mu mari merayakan sendiri”.

Penulis berharap laporan ini dapat memberikan manfaat untuk menambah wawasan dan ilmu pengetahuan yang terdapat dalam proyek akhir ini. Penulis menyadari bahwa dalam penulisan laporan proyek akhir ini masih terdapat banyak kekurangan dan jauh dari kata sempurna. Oleh sebab itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi perbaikan laporan penulis di masa yang akan datang. Mudah-mudahan laporan proyek akhir ini dapat dipahami dan bermanfaat untuk semua orang khususnya bagi para pembaca laporan ini.

Sungailiat, 11 Juli 2024

Penulis



## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN .....	i
PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT .....	ii
ABSTRAK .....	iii
<i>ABSTRACT</i> .....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI .....	vii
DAFTAR TABEL .....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR LAMPIRAN .....	xi
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang Masalah .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah .....	2
1.4 Tujuan Proyek Akhir .....	2
BAB II DASAR TEORI .....	3
2.1 <i>Trainer Kit</i> .....	3
2.2 <i>Motor Brushless Direct Current</i> .....	3
2.3 Mikrokontroler Arduino .....	6
BAB III METODE PELAKSANAAN .....	8
3.1 Tahap Pelaksanaan .....	8
3.2 Studi Literatur .....	9
3.3 Rancangan <i>Trainer Kit</i> .....	11
3.3.1 Perancangan Blok Diagram .....	11
3.3.2 Desain <i>Trainer Kit</i> .....	12
3.4 Pengujian <i>Trainer Kit</i> .....	13



3.5	Analisis Data.....	13
3.6	Pembuatan Laporan Akhir .....	13
BAB IV PEMBAHASAN.....		14
4.1	Pembuatan <i>Hardware Trainer Kit</i> Motor BLDC.....	14
4.1.1	Perakitan Rangkain Elektrik .....	11
4.2	Modul Praktikum Motor BLDC –Kendali CW.....	16
4.3	Modul Praktikum Motor BLDC – Kendali CCW .....	21
4.4	Modul Praktikum Motor BLDC – Menggunakan Relay dan Push Button .....	26
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		34
5.1	Kesimpulan .....	34
5.2	Saran .....	34
DAFTAR PUSTAKA .....		35
LAMPIRAN 1 DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....		37
LAMPIRAN 2 PROGRAM KESELURUHAN .....		40

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 3. 1 Studi Literatur .....	9
Tabel 4. 1 Data Percobaan CW .....	19
Tabel 4. 2 Data Percobaan CCW .....	24
Tabel 4. 3 Data Percobaan CW dan CCW .....	30



## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 2. 1 Kerangka Motor BLDC.....	4
Gambar 2. 2 Rotor BLDC .....	5
Gambar 2. 3 Stator BLDC.....	5
Gambar 2. 4 Rangkaian Elektronik.....	6
Gambar 2. 5 Arduino Uno.....	7
Gambar 3. 1 Tahap Pelaksanaan .....	8
Gambar 3. 2 Blok Diagram .....	11
Gambar 3. 3 Desain <i>Trainerkit</i> Tampak Depan .....	12
Gambar 3. 4 Desain <i>Trainerkit</i> Tampak Samping .....	13
Gambar 4. 1 Hasil Akhir Konstruksi .....	14
Gambar 4. 2 <i>Flowchart</i> Sistem .....	15
Gambar 4. 3 Perakitan Rangkain Elektrik .....	15
Gambar 4. 4 Rangkaian CW Pada Panel.....	17
Gambar 4. 5 Diagram Skematik Percobaan CW.....	17
Gambar 4. 6 Rangkaian CCW Pada Panel.....	22
Gambar 4. 7 Diagram Skematik Percobaan CCW .....	22
Gambar 4. 8 Rangkain CW & CCW Pada Panel.....	27
Gambar 4. 9 Diagram Skematik Percobaan CW & CCW .....	27

## **DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran 1 : Daftar Riwayat Hidup

Lampiran 2 : Program Keseluruhan



# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang Masalah

Peningkatan pesat dalam bidang industri terutama pada teknologi saat ini di dunia. Selain itu, kini semakin berkembangnya teknologi canggih dan beragam inovasi pada bidang elektro. Akibatnya, hampir semua peralatan, baik industri maupun rumah tangga, membutuhkan listrik untuk berfungsi. Motor listrik, salah satu komponen penting yang mengalami perkembangan signifikan, telah menjadi fokus utama. Motor listrik memegang peran krusial dalam konversi energy listrik menjadi energi mekanik, dan inovasi dibidang ini terus berlanjut untuk memenuhi kebutuhan efisiensi dan kinerja yang lebih tinggi [1].

Motor *Brushless* DC yang juga dikenal sebagai motor BLDC adalah salah satu jenis motor yang sering digunakan di berbagai industri seperti peralatan instrumentasi, industri, otomasi medis, dan permobilan. Dalam motor BLDC, tidak ada penggunaan sikat atau brush untuk komutasi, melainkan dilakukan secara *electronics commutated*. Pemilihan motor BLDC disebabkan oleh efisiensinya yang tinggi, torsi yang besar, dan tingkat kebisingan yang rendah. Dibandingkan motor DC konvensional, motor BLDC mempunyai beberapa kelebihan. Kelebihan yang paling utama motor tanpa sikat atau *brushless* menggunakan bahan semikonduktor untuk mengubah membalik arah putaran motor, putaran motor halus sehingga tingkat kebisingan motor menjadi rendah [2]. Motor BLDC memiliki torsi yang lebih rendah dibandingkan dengan motor DC maupun motor induksi [3]. Karena tidak menggunakan sikat seperti motor DC, motor BLDC lebih efisien dan memiliki rugi-rugi mekanik yang rendah [4]. Meskipun motor BLDC menawarkan potensi yang besar. Namun, belum ada *trainer kit* motor BLDC di Kampus Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung yang secara khusus dirancang untuk mendukung pembelajaran perkuliahan.

Dengan adanya penggunaan modul visual *Trainer Kit* Motor BLDC, yang dikembangkan dengan mencakup komponen-komponen utama seperti motor BLDC, pengendalian mikrokontroler (arduino uno), pemrograman, dan antar muka yang memungkinkan para mahasiswa untuk mengamati dan memahami konsep dasar, prinsip kerja, dan aplikasi motor secara *real-time*. Tidak hanya dapat memahami teori motor DC *brushless* secara teoritis, tetapi juga dapat mengembangkan keterampilan praktis.

Berdasarkan pernyataan diatas, diperlukan *Trainer Kit* dengan menggunakan Motor BLDC. Oleh karena itu dilakukan proyek akhir yang berjudul “***Trainer Kit* Motor BLDC Sebagai Media Pembelajaran**” yang dapat meningkatkan pemahaman mahasiswa terhadap motor DC brushless. Dengan pengembangan lebih lanjut dan integrasi *Trainer Kit* ini dalam kurikulum pendidikan dapat menjadi langkah selanjutnya untuk memperluas manfaat.

### **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang di atas, rumusan masalah yang diperoleh yaitu: Bagaimana merancang dan membangun *Trainer Kit* Motor BLDC yang efektif sebagai media pembelajaran di lingkungan kampus?

### **1.3 Batasan Masalah**

Batasan masalah dalam proyek akhir ini yaitu :

1. Proyek akhir ini akan terbatas pada rancang bangun *Trainer Kit* Motor BLDC untuk pembelajaran di kampus.
2. Media pembelajaran ini mencakup aspek-aspek dasar mengenai prinsip kerja ,pengendalian dan aplikasi motor BLDC
3. Tidak menampilkan berapa kecepatan putaran motor BLDC

### **1.4 Tujuan Proyek Akhir**

Tujuan dari proyek akhir dengan judul ***Trainer Kit* Motor BLDC Sebagai Media Pembelajaran** adalah sebagai berikut :

Merancang dan membangun *Trainer Kit* Motor BLDC dengan Kendali mikrokontroler arduino uno sebagai media pembelajaran perkuliahan.

## **BAB II**

### **DASAR TEORI**

#### **2.1 *Trainer Kit***

Sebagai satu set peralatan lengkap laboratorium, *trainer* digunakan sebagai media pembelajaran yang bertujuan untuk menunjang proses pembelajaran dalam menerapkan pengetahuan atau konsep yang diperoleh dalam bentuk benda nyata [5]. Salah satu bentuk pengembangan media pembelajaran dalam mendukung proses pembelajaran adalah *trainer kit*. Dalam *trainer kit* akan diperjelas ide, gagasan, dan teori yang telah disampaikan, serta keterbatasan media pembelajaran sebelumnya yang tidak diimplementasikan secara langsung dengan alat dapat diatasi [6].

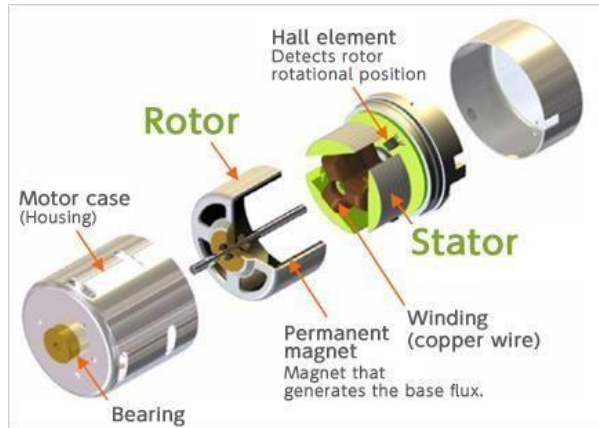
Media pembelajaran difungsikan untuk penyampaian pesan-pesan pembelajaran [7]. *A medium (plural, media) is a means of communication and source of information* yang berarti ketika pesan yang ada dalam tujuan pembelajaran digunakan untuk berkomunikasi selama proses belajar, media dianggap sebagai sarana pembelajaran, menjadikannya sebagai sarana komunikasi dan sumber informasi [8]. Jadi, dalam proses pembelajaran, alat yang digunakan untuk berkomunikasi dan mendapatkan informasi dianggap sebagai media pembelajaran yang memudahkan pembelajaran.

#### **2.2 *Motor Brushless Direct Current***

Motor *Brushless Direct Current* atau BLCD adalah jenis motor sinkron AC tiga fasa dengan kontruksi kecil yang merupakan pengembangan dari motor DC konvensional [9]. Pada dasarnya kontruksi motor BLCD hampir sama dengan motor DC konvensional yaitu memiliki bagian stator (bagian diam) rotor (bagian yang berputar) dan sistem komutasi. Perbedaan yang paling mencolok antara kontruksi motor BLCD dengan kontruksi motor konvensional yaitu terletak pada sistem komutasinya, apa bila pada motor DC konvensional menggunakan sikat



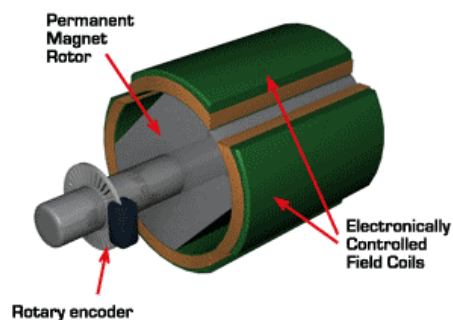
karbo maka pada moto BLCD berkomutasi secara elektronik menggunakan sensor yang sering disebut dengan *hall effect* sensor.



Gambar 2. 1 Kerangka Motor BLDC [10]

Terdapat tiga komponen utama pembangun motor BLCD, yaitu rotor berupa permanen magnet, stator berupa kumparan yang dapat menghasilkan medan magnet ketika di aliri arus listrik, serta rangkaian kontrol berupa rangkaian elektronik dengan sensor sebagai *electronics commutated* pengganti brush atau sikat. Kontruksi motor BLCD yang terdiri dari rotor, stator dan *hall effect* sensor [11].

Rotor merupakan komponen pada motor BLCD yang berputar, dan perputaran ini disebabkan oleh adanya gaya elektromagnetik dari stator. Motor BLCD memiliki rotor yang berbeda dari motor DC konvensional, yang hanya tersusun dari satu buah elektromagnetik yang berada di antara brushes (sikat) dan terhubung pada dua buah elektroda yang disambungkan ke suplai DC. Sementara itu, pada motor BLCD, bagian rotor terdiri dari dua hingga delapan pasang kutub magnet permanen berbentuk persegi panjang yang direkatkan dengan *epoxy* tanpa sikat dan terhubung ke dua buah elektroda yang terhubung ke suplai DC.



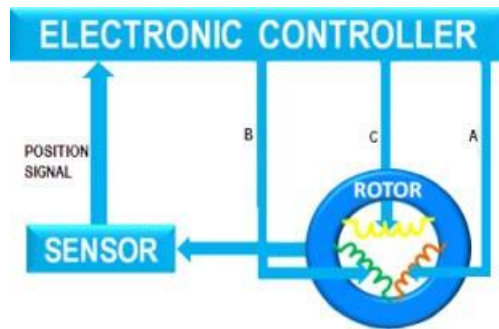
Gambar 2. 2 Rotor BLDC [12]

Stator merupakan bagian motor yang diam atau bersifat statis dimana fungsinya adalah sebagai medan yang digunakan oleh motor untuk memberikan gaya elektromagnetik pada rotor, yang memungkinkan motor untuk berputar. Motor BLCD memiliki stator yang berbeda dari motor DC konvensional. Pada motor BLCD, stator terdiri dari dua belas belitan (elektromagnet) yang bekerja secara elektromagnetik dan dihubungkan ke rangkaian kontrol dengan tiga kabel yang masing-masing mewakili fasa. Pada motor DC konvensional, stator terdiri dari dua buah kutub magnet permanen yang dihubungkan ke rangkaian kontrol.



Gambar 2. 3 Stator BLDC [13]

Sistem komutasi motor BLCD berbeda dengan motor DC konvensional karena lilitan kawat stator harus dinyalakan-dimatikan (on-off) atau di-energize secara berurutan dan teratur. Oleh karena itu, sensor sangat penting karena dapat memberi tahu kontroler tentang lilitan mana yang harus dialiri listrik.



Gambar 2. 4 Rangkaian Elektronik [14]

Tiga sensor hall digunakan pada motor BLCD dan dipasang dengan jarak 120 derajat pada stator. Tujuan pemasangan ini adalah untuk mendapatkan deteksi yang akurat terhadap vektor fluks stator sehingga arus yang mengalir tetap konstan pada setiap fasa dengan setiap perpindahan komutasi. Sensor hall adalah transduser yang digunakan untuk menghasilkan tegangan bervariasi ketika terjadi perbedaan medan magnet. Perubahan medan magnet besar antara magnet permanen dan gaya elektromagnetik dari lilitan kawat ketika rotor berputar dideteksi oleh sensor hall sebagai input kontroler. Oleh karena itu, komutasi dapat dilakukan secara bersamaan dan kontinu.

### 2.3 Mikrokontroler Arduino

Perangkat keras Arduino menggunakan IC (*integrated circuit*) *microcontroller* sebagai pengendali utama rangkaian. Arduino adalah alat *open-source* (tanpa hak cipta) yang dimaksudkan untuk membantu orang belajar pemrograman dan dapat digunakan dalam berbagai konteks. Arduino IDE berfungsi sebagai programer, dan IC keluaran Atmel AVR berfungsi sebagai otak atau prosesor Arduino [15].

Arduino juga merupakan perangkat keras *Open Source* yang ditujukan kepada siapa saja yang ingin membuat prototipe dari alat elektronik yang saling terhubung. Arduino tidak hanya digunakan sebagai alat pengembang tetapi juga sebagai kombinasi antara perangkat keras, bahasa pemrograman, dan IDE (*Integrated Development Environment*). IDE digunakan sebagai *software* yang berfungsi untuk menulis program, menyimpan, dan mengunggahnya ke memori mikrokontroler.

Mikrokontroler adalah sebuah chip/IC (*integrated circuit*) yang digunakan untuk mengontrol rangkaian elektronik. Di dalam mikrokontroler, terdapat CPU, memori, dan RAM, serta I/O (*input/output*) tertentu dan unit pendukung yang sudah diintegrasikan [16].

Papan mikrokontroler yang memiliki pin input dan output digunakan. Kinerja mikrokontroler dapat ditunjang oleh modul pada Arduino Uno, yang dapat dihubungkan ke komputer hanya dengan kabel data USB atau disuplai dengan adaptor DC atau baterai untuk menjalankannya [17].

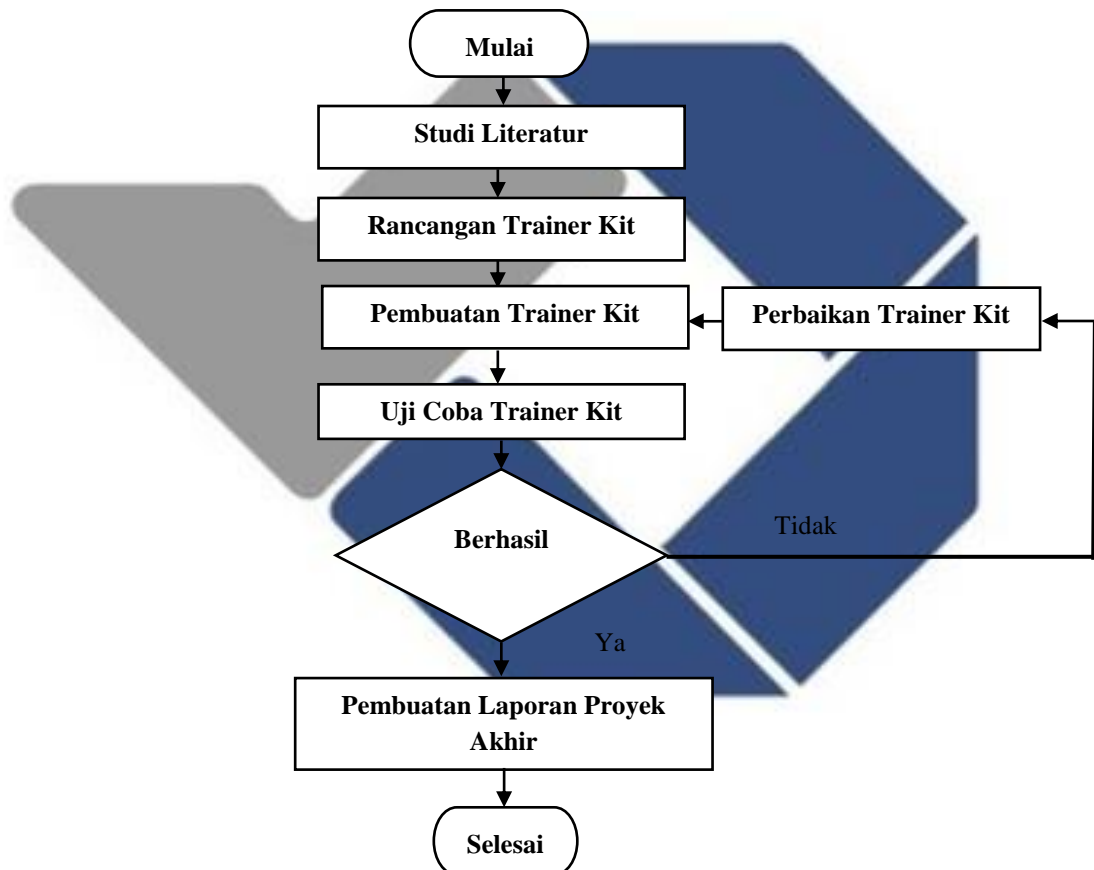


Gambar 2. 5 Arduino Uno [6]

### BAB III METODE PELAKSANAAN

#### 3.1 Tahap Pelaksanaan

Bab ini menjelaskan tahapan pelaksanaan yang dilakukan pada saat proses pengerjaan proyek akhir. Adapun tahap pelaksanaan dijelaskan pada diagram alur berikut.



Gambar 3. 1 Tahap Pelaksanaan

### 3.2 Studi Literatur

Studi literatur digunakan untuk mengumpulkan informasi dari berbagai sumber, termasuk karya ilmiah, jurnal, dan artikel yang berkaitan dengan proyek akhir. Studi literatur ini berfungsi sebagai penunjang untuk mempermudah proses pengerjaan tugas akhir. Berikut ini penelitian yang telah dibuat sebelumnya.

Tabel 3. 1 Studi Literatur

No	Tahun	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
1	2017	Media Pembelajaran <i>Trainer</i> Motor DC, <i>Brushless</i> , Servo Dan Steper Dengan Kendali Mikrokontroler Arduino Uno Pada Mata Pelajaran Teknik Mikroprosesor Di SMK Negeri 2 Depok Yogyakarta	Penelitian dilakukan oleh mahasiswa Daniel Juliant dari Universitas Negeri Yogyakarta. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan menguji kelayakan media pembelajaran berupa trainer kit motor yang dikendalikan oleh ArduinoUno.
2	2023	Pengembangan dan Implementasi <i>Trainer Kit</i> Motor BLDC Berbasis Arduino Uno untuk Pendidikan Teknik	Penelitian dilakukan oleh mahasiswi Ali Usma Wibowo dari Universitas Jember penelitian ini berfokus pada pengembangan dan implementasi <i>trainer kit</i> motor BLDC mrnggunakan Arduino Uno. Tujuannya adalah untuk menciptakan aklt pembelajaran praktis bagi siswa untuk memahami prinsip-prinsip

			moto BLDC dan sistem kendali
3	2023	Desain dan Pengujian <i>Trainer Kit Motor</i> BLDC Terintegrasi dengan Arduino Uno sebagai Alat Pembelajaran Teknik	Penelitian dilakukan oleh Rizal Akbar dari Universitas Jember penelitian ini melibatkan desain dan pengujian trainer kit motor BLDC yang terintegrasi dengan Arduino Uno. Tujuannya adalah untuk meningkatkan pengalaman belajar di mata kuliah teknik. Temuan menunjukkan bahwa siswa yang menggunakan trainer kit memiliki keterlibatan dan pemahaman yang lebih baik
4	2024	Pengembangan <i>Trainer Kit</i> Modular Untuk Motor BLDC Dengan Kendali Arduino Uno	Penelitian dilakukan oleh mahasiswa Daniel Taufik Amrullah dari Universitas Jember penelitian ini bertujuan mengembangkan <i>trainer kit</i> modular untuk motor BLDC yang dikendalikan oleh Arduino Uno guna memfasilitasi pembelajaran praktis bagi mahasiswa teknik. Hasilnya menunjukkan bahwa pendekatan modular memungkinkan fleksibilitas lebih besar dalam mengajarkan berbagai aspek kontrol motor dan elektronik

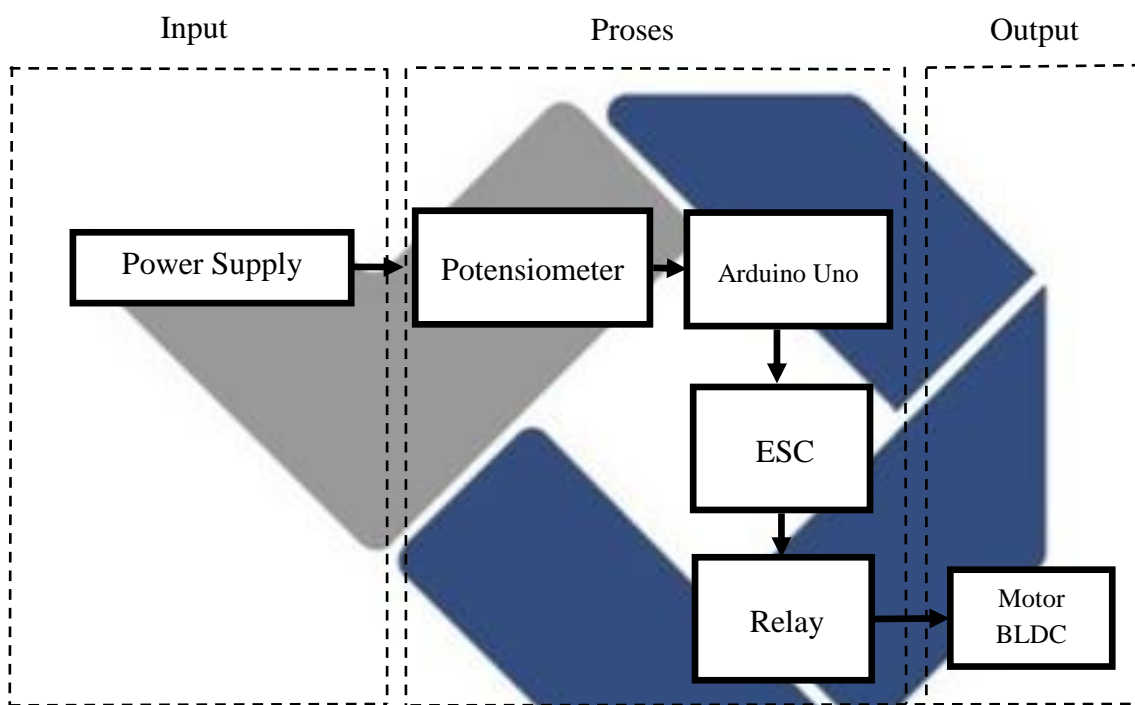


### 3.3 Rancangan Trainer Kit

Pada tahap ini merupakan tahapan yang dilakukan pada blok diagram alat yang akan digunakan dalam proyek akhir.

#### 3.3.1 Perancangan Blok Diagram

Adapun blok diagram ini dibuat untuk mengetahui bagaimana rancangan sistem bekerja. Dapat dilihat blok diagram pada Gambar 3.2.



Gambar 3. 2 Blok Diagram

#### Cara Kerja Blok Diagram

##### 1. Pengaturan Kecepatan

- Potensiometer terhubung ke pin analog (A0) pada Arduino
- Saat potensiometer diputar, nilai resistansi berubah, yang dibaca oleh Arduino sebagai nilai analog
- Arduino memetakan nilai analog ini ke nilai PWM yang sesuai dan mengirimkan sinyal PWM ini ke ESC melalui pin digital (pin 9)

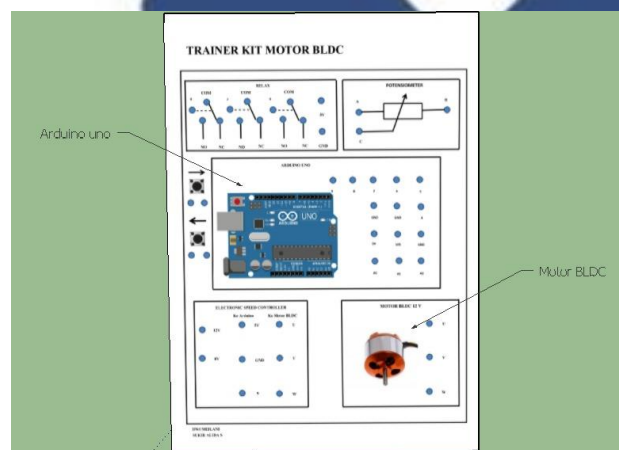
- ESC menerimasinyal PWM dan mengatur tegangan serta arus yang dikirimkan ke motor BLDC untuk mengatur kecepatannya

## 2. Pengaturan Arah Putaran

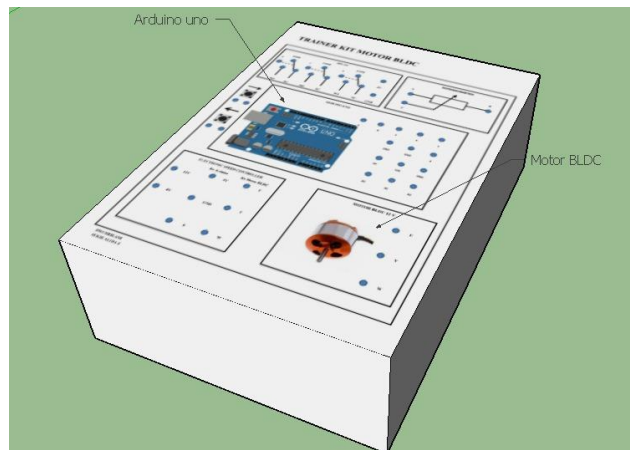
- Arduino mengontrol tiga relay melalui pin digital (pin 6,7,8)
- Pada keadaan normal (misalnya LOW), relay menghubungkan fasa U, V, dan W dari ESC ke motor BLDC dalam urutan biasa (merah,kuning,hitam)
- Untuk membalik arah putaran , Arduino mengaktifkan relay (high), yang mengubah koneksi dua dari tiga fasa motor BLDC
- Misalnya, fase U dan W ditukar, sehingga motor BLDC berputar dalam arah yang berlawanan

### 3.3.2 Desain Trainer Kit

Pada proyek akhir ini, panel yang berbahan dasar akrilik dengan ukuran A4, yaitu 21 cm x 30 cm, digunakan sebagai prototipe. Alat ini didesain menggunakan aplikasi ibisPaint. Pada bagian panel ini akan diletakkan motor BLDC, Arduino Uno, potensiometer dan pin penghubung rangkain.



Gambar 3. 3 Desain Trainerkit Tampak Depan



Gambar 3. 4 Desain Trainerkit Tampak Samping

### 3.4 Pengujian Trainer Kit

Pada tahap ini, trainer kit diuji untuk mengetahui apakah sudah berfungsi sesuai dengan yang diinginkan.

Pengujian yang dilakukan berupa pengujian trainer kit:

1. Menguji potensiometer, ESC, dan motor BLDC untuk menentukan kecepatan putar motor BLDC dan arah putaran motor BLDC dengan menukar fase U dan W secara manual.
2. Menguji arah putan motor BLDC dengan menambahkan relay dan push button pada rangkain.

### 3.5 Analisis Data

Data hasil ujian coba dianalisis untuk menilai apakah trainer kit yang telah dibuat bekerja sesuai dengan harapan serta untuk mengidentifikasi kekurangan dalam trainer kit tersebut, baik dari segi rangkain listrik, konstruksi, maupun sistem keseluruhannya. Analisis dilakukan dengan mengevaluasi hasil pengujian serta kinerja sistem trainer kit tersebut.

### 3.6 Pembuatan Laporan Akhir

Pada tahap ini, laporan akhir disusun sebagai langkah terakhir dalam proyek akhir ini. Tujuannya untuk menyajikan hasil penelitian secara rinci sehingga pembaca dapat memahami metode yang digunakan, data yang diperoleh, dan kesimpulan yang diambil berdasarkan analisis.

## BAB IV PEMBAHASAN

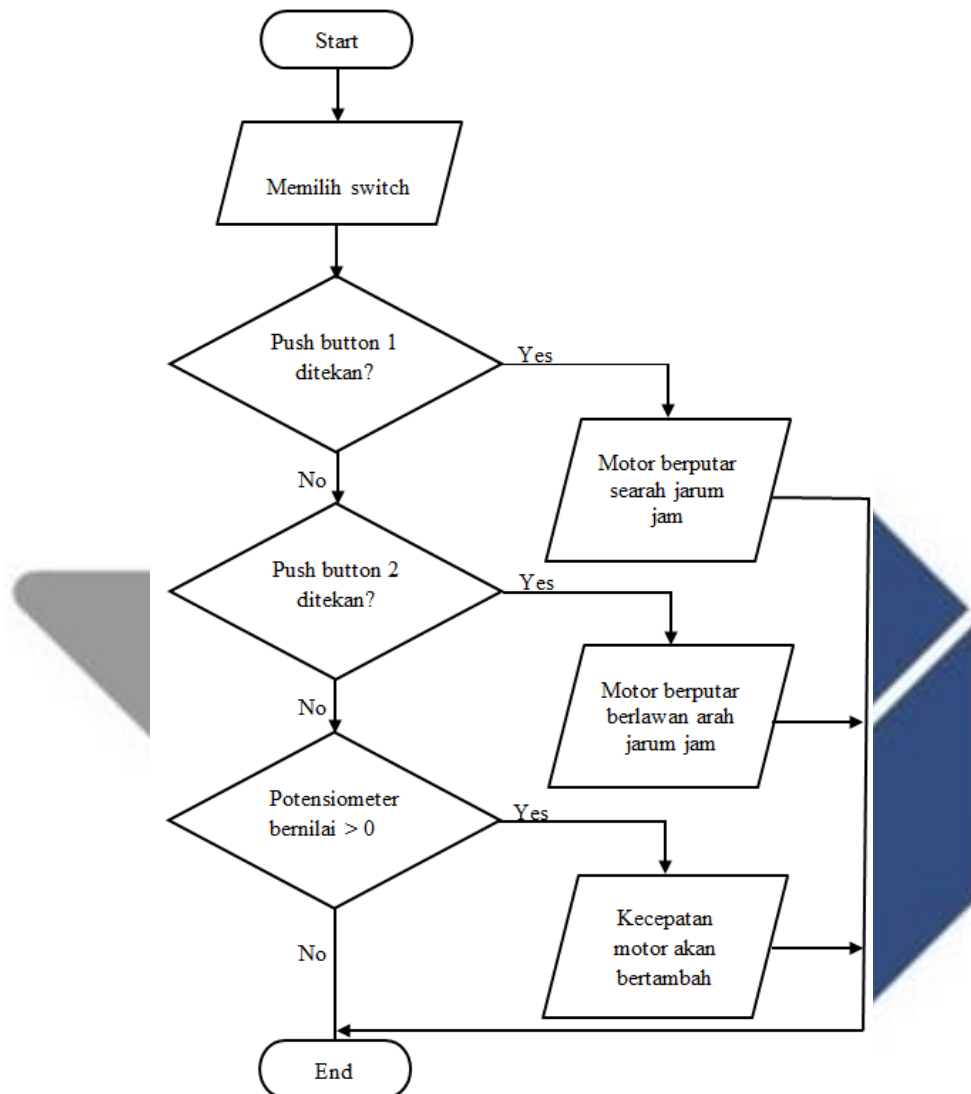
### 4.1 Pembuatan *Hardware Trainer Kit* Motor BLDC

Dalam tahap ini, setelah proses perancangan adalah pembuatan hardware untuk *hardware trainer kit* motor BLDC. Semua komponen fisik dan elektronik dirakit sesuai dengan rencana yang telah dibuat sebelumnya. Proses pembuatan *hardware* dimulai dengan pengeboran akrilik sesuai desain yang telah ditentukan. Hasil akhir dari pembuatan *hardware* ini adalah sebagai berikut:



Gambar 4. 1 Hasil Akhir Konstruksi

Adapun *flowchart* Trainer Kit Motor BLDC Sebagai Media Pembelajaran

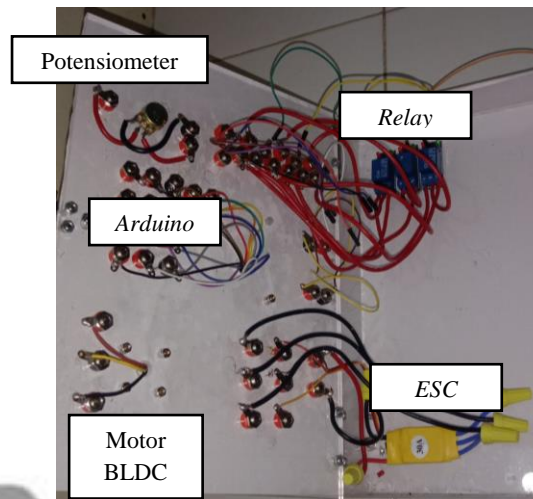


Gambar 4. 2 *Flowchart* Sistem

#### 4.1.1 Perakitan Rangkain Elektrik

Dalam tahap ini, menghubungkan kabel dan penyolderan dari pin arduin uno, ESC,relay 1 chanel, motor BLDC, push button, dan potensiometer ke banana plug female socket 4mm yang telah diberi nama dan nomor masing-masing sesuai pin pada komponen. Ini dilakukan untuk mempermudah ketika melakukan perangkain pada praktikum trainer kit sesuai dengan modul praktikumnya. Cukup

dengan menghubungkan banana jeck male konektor ke banana plug female socket 4mm yang telah diberi nama dan nomor masing-masing pin.



Gambar 4. 3 Perakitan Rangkain *Elektrik*

## 4.2 Modul Praktikum Motor BLDC – Kendali CW

### A. Pendahuluan

Motor BLDC (Brushless DC) 12V 1000KV adalah jenis motor yang sering digunakan dalam aplikasi yang memerlukan kecepatan dan efisiensi tinggi. Dalam pengujian ini, kita akan mencoba bagaimana mengendalikan motor BLDC untuk berputar searah jarum jam (Clockwise, CW) menggunakan Arduino Uno dan potensiometer 10k ohm.

### B. Tujuan

- Memahami cara kerja motor BLDC dengan menggunakan potentiometer untuk mengatur kecepatan.
- Mengetahui pengaruh nilai potentiometer terhadap kecepatan motor.

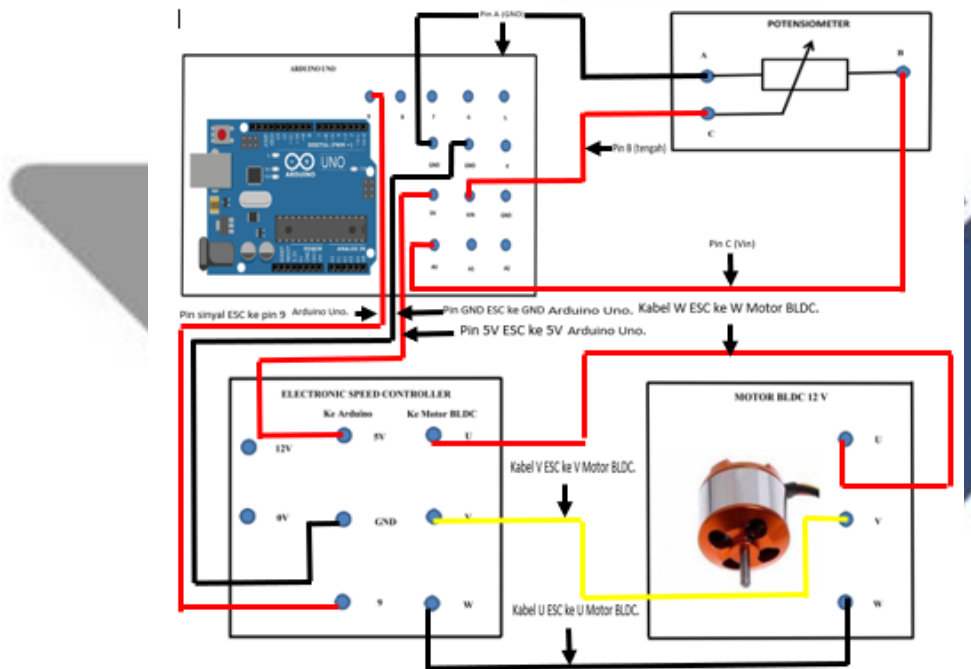
### C. Alat dan Bahan

- Motor BLDC 12V 1000KV
- Potentiometer 10K ohm
- Arduino Uno

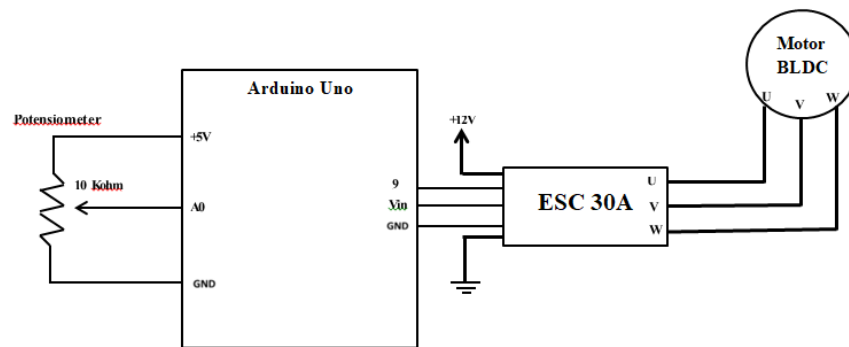
- ESC (*Electronic Speed Controller*)30A
- *Power Supply* 12V
- Kabel jumper
- Multimeter atau Tachometer (untuk pengukuran kecepatan motor)

#### D. Langkah Percobaan

##### 1. Rangkain Percobaan:



Gambar 4. 4 Rangkaian CW Pada Panel



Gambar 4. 5 Diagram Skematik Percobaan CW



#### Penjelasan Koneksi:

- Potensiometer:
  - Pin A (GND) potensiometer terhubung ke GND Arduino Uno.
  - Pin B (tengah) potensiometer terhubung ke pin A0 Arduino Uno.
  - Pin C (Vin) potensiometer terhubung ke 5V Arduino Uno.
- ESC:
  - Pin sinyal ESC terhubung ke pin 9 Arduino Uno.
  - Pin 5V ESC terhubung ke Vin Arduino Uno.
  - Pin GND ESC terhubung ke GND Arduino Uno.
  - Pin 12V ESC terhubung ke +12V *Power Supply*.
  - Pin 0V ESC terhubung ke -12V *Power Supply*.
- Motor BLDC:
  - Kabel U ESC terhubung ke U Motor BLDC.
  - Kabel V ESC terhubung ke V Motor BLDC.
  - Kabel W ESC terhubung ke W Motor BLDC.

#### 2. Inisialisasi Sistem:

- Rangkai semua komponen sesuai dengan diagram yang telah diberikan.
- Pastikan semua koneksi telah tersambung dengan baik dan benar.
- Buat program Arduino untuk mengendalikan kecepatan motor BLDC menggunakan potensiometer yang terhubung ke pin A0.
- Upload program ke Arduino Uno dan uji rangkaian.

#### 3. Pengaturan Kecepatan Motor:

- Putar potentiometer dan gunakan multimeter untuk mengukur nilai tegangan yang keluar dari potentiometer. Nilai ini dapat dikalibrasi menjadi nilai ADC. Tegangan maksimal 5V akan menghasilkan nilai ADC maksimal 1023.
- Gunakan tachometer untuk mengukur kecepatan motor dalam RPM.

#### 4. Catat Hasil Pengukuran:

- Catat nilai tegangan yang diukur oleh multimeter dan konversikan ke nilai ADC.
- Catat kecepatan motor (RPM) yang diukur oleh tachometer.
- Tabel 4.1 yang harus di isi oleh mahasiswa:

No	Nilai Potensiometer (Resistansi)	Nilai Potensiometer (ADC)	Kecepatan Motor (RPM)
1	1 Kohm	102	1.041
2	2 Kohm	205	1.187
3	3 Kohm	307	3.931
4	4 Kohm	410	4.337
5	5 Kohm	512	6.863
6	6 Kohm	614	7640
7	7 Kohm	717	7953
8	8 Kohm	819	8.449
9	9 Kohm	922	9.991
10	10 Kohm	1023	10.006

Tabel 4. 1 Data Percobaan CW

#### 5. Analisis Data:

- Analisis data yang telah dicatat untuk melihat hubungan antara nilai potensiometer dan kecepatan motor.
- Perhatikan juga bagaimana putaran motor bertambah seiring dengan peningkatan nilai ADC.

#### Kesimpulan

- Semakin tinggi nilai potensiometer, semakin cepat kecepatan motor BLDC.
- Putaran motor bertambah seiring dengan peningkatan nilai ADC.

#### E. Program Arduino

```
#include <Servo.h>
#include <Wire.h>
```

```

Servo ESC;
Servo myservo;

int Speed;

//Deklarasi pin input ESC
const int escPin = 9; //

//Deklarasi pin Potensiometer
const int potPin = A0;
void setup() {
  // Set the escPin as an output
  pinMode(escPin, OUTPUT);
  // Initialize the serial communication for debugging purposes
  Serial.begin(9600);
}
void loop() {
  int potValue = analogRead(potPin); //Baca Nilai Potensiometer
  int escValue = map(potValue, 0, 1023, 1000, 2000); //Mengubah sinyal
  Potensiometer 0-1023 ke sinyal ESC 1000-2000 microsecond.
  writeMicroseconds(escPin, escValue); //Kirimkan sinyal ke ESC

  //Print sinyal Potensiometer ke ESC
  Serial.print("Potentiometer Value: ");
  Serial.print(potValue);
  Serial.print("\t ESC Value: ");
  Serial.println(escValue);
  // Add a small delay to make the loop more stable
  delay(2000);
}

void writeMicroseconds(int pin, int value) {
  // Send a PWM signal to the ESC
  digitalWrite(pin, HIGH);
  delayMicroseconds(value);
  digitalWrite(pin, LOW);
  delayMicroseconds(20000 - value); // 20ms period - value
}

```

## F. Tugas

1. Jelaskan bagaimana rangkaian yang dibuat dapat mengendalikan kecepatan motor BLDC.
2. Apa fungsi dari ESC pada rangkaian ini?

3. Buat laporan praktikum yang mencakup:

- Diagram rangkaian
- Program Arduino yang digunakan
- Hasil pengujian dan analisis

### 4.3 Modul Praktikum Motor BLDC – Kendali CCW

#### A. Pendahuluan

Motor BLDC (Brushless DC) 12V 1000KV adalah jenis motor yang sering digunakan dalam aplikasi yang memerlukan kecepatan dan efisiensi tinggi. Dalam pengujian ini, kita akan mencoba bagaimana mengendalikan motor BLDC untuk berputar searah jarum jam (Conterclockwise, CCW) menggunakan Arduino Uno dan potensiometer 10k ohm.

#### B. Tujuan

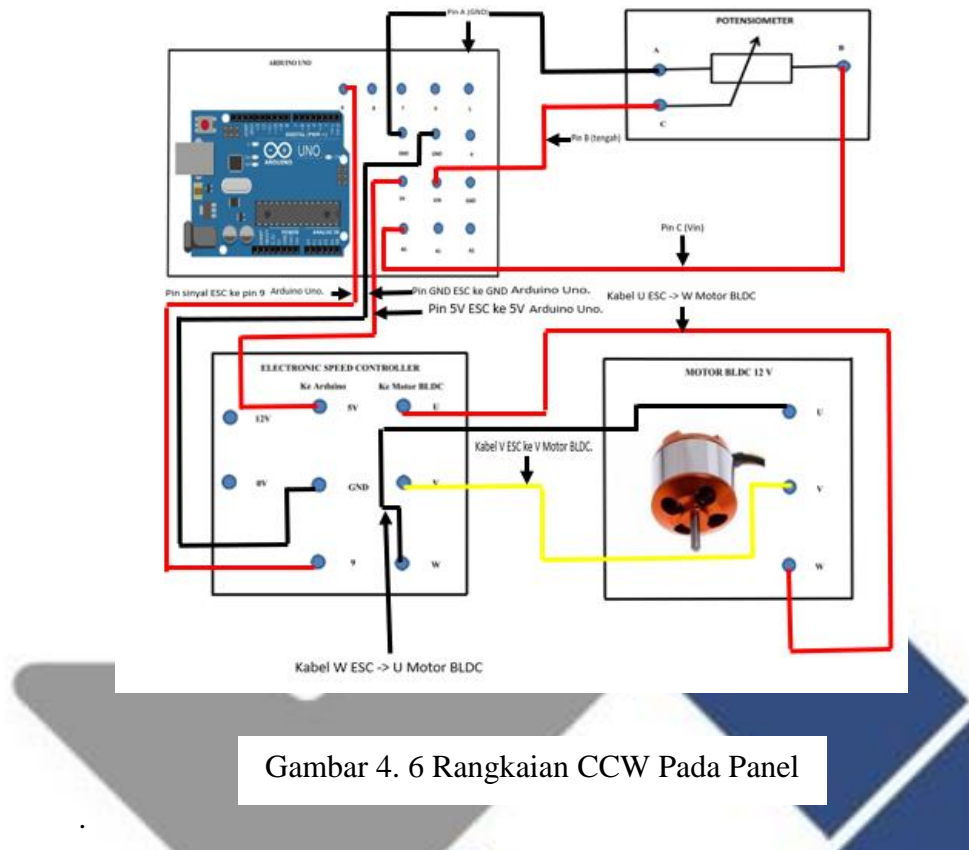
- Memahami cara kerja motor BLDC dengan menggunakan potentiometer untuk mengatur kecepatan.
- Mengetahui pengaruh nilai potentiometer terhadap kecepatan motor.

#### C. Alat dan Bahan

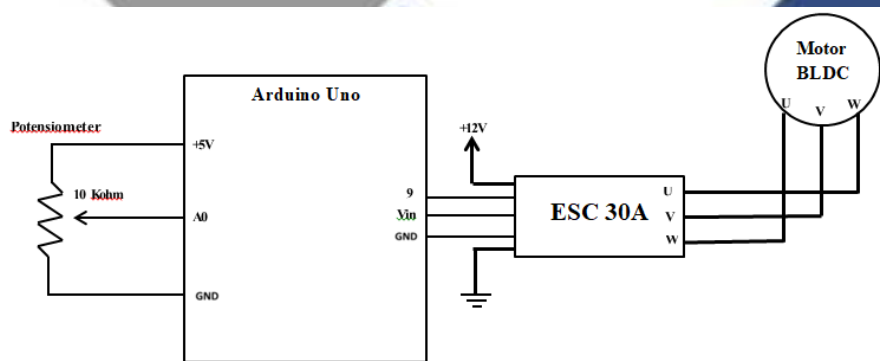
- Motor BLDC 12V 1000KV
- Potentiometer 10K ohm
- Arduino Uno
- ESC (*Electronic Speed Controller*)30A
- *Power Supply* 12V
- Kabel jumper
- Multimeter atau Tachometer (untuk pengukuran kecepatan motor)

#### D. Langkah Percobaan

1. Rangkain Percobaan:



Gambar 4. 6 Rangkaian CCW Pada Panel



Gambar 4. 7 Diagram Skematik Percobaan CCW

Penjelasan Koneksi:

- Potensiometer:
  - Pin A (GND) potensiometer terhubung ke GND Arduino Uno.
  - Pin B (tengah) potensiometer terhubung ke pin A0 Arduino Uno.
  - Pin C (Vin) potensiometer terhubung ke 5V Arduino Uno.
- ESC:

- Pin sinyal ESC terhubung ke pin 9 Arduino Uno.
- Pin 5V ESC terhubung ke Vin Arduino Uno.
- Pin GND ESC terhubung ke GND Arduino Uno.
- Pin 12V ESC terhubung ke +12V *Power Supply*.
- Pin 0V ESC terhubung ke -12V *Power Supply*.

- Motor BLDC:

- Kabel U ESC terhubung ke W Motor BLDC.
- Kabel V ESC terhubung ke V Motor BLDC.
- Kabel W ESC terhubung ke U Motor BLDC.

2. Inisialisasi Sistem:

- Rangkai semua komponen sesuai dengan diagram yang telah diberikan.
- Pastikan semua koneksi telah tersambung dengan baik dan benar.
- Buat program Arduino untuk mengendalikan kecepatan motor BLDC menggunakan potensiometer yang terhubung ke pin A0.
- Upload program ke Arduino Uno dan uji rangkaian.

3. Pengaturan Kecepatan Motor:

- Putar potentiometer dan gunakan multimeter untuk mengukur nilai tegangan yang keluar dari potentiometer. Nilai ini dapat dikalibrasi menjadi nilai ADC. Tegangan maksimal 5V akan menghasilkan nilai ADC maksimal 1023.
- Gunakan tachometer untuk mengukur kecepatan motor dalam RPM.

4. Catat Hasil Pengukuran:

- Catat nilai tegangan yang diukur oleh multimeter dan konversikan ke nilai ADC.
- Catat kecepatan motor (RPM) yang diukur oleh tachometer.
- Tabel 4.3 yang harus di isi oleh mahasiswa:

No	Nilai Potensiometer (Resistansi)	Nilai Potensiometer (ADC)	Kecepatan Motor (RPM)
1	1 Kohm	102	1.358
2	2 Kohm	205	2.683
3	3 Kohm	307	3.608
4	4 Kohm	410	4.996
5	5 Kohm	512	5.475
6	6 Kohm	614	6.251
7	7 Kohm	717	7.357
8	8 Kohm	819	8.844
9	9 Kohm	922	9.564
10	10 Kohm	1023	10.028

Tabel 4. 2 Data Percobaan CCW

#### 5. Analisis Data:

- Analisis data yang telah dicatat untuk melihat hubungan antara nilai potensiometer dan kecepatan motor.
- Perhatikan juga bagaimana putaran motor bertambah seiring dengan peningkatan nilai ADC.

#### Kesimpulan

- Semakin tinggi nilai potensiometer, semakin cepat kecepatan motor BLDC.
- Putaran motor bertambah seiring dengan peningkatan nilai ADC.

#### E. Program Arduino

```
#include <Servo.h>
#include <Wire.h>
```

```
Servo ESC;
Servo myservo;
```

```
int Speed;
```

```
//Deklarasi pin input ESC
```

```

const int escPin = 9; //
//Deklarasi pin Potensiometer
const int potPin = A0;
void setup() {
  // Set the escPin as an output
  pinMode(escPin, OUTPUT);
  // Initialize the serial communication for debugging purposes
  Serial.begin(9600);
}
void loop() {
  int potValue = analogRead(potPin); //Baca Nilai Potensiometer
  int escValue = map(potValue, 0, 1023, 1000, 2000); //Mengubah sinyal
Potensiometer 0-1023 ke sinyal ESC 1000-2000 microsecond.
  writeMicroseconds(escPin, escValue); //Kirimkan sinyal ke ESC

  //Print sinyal Potensiometer ke ESC
  Serial.print("Potentiometer Value: ");
  Serial.print(potValue);
  Serial.print("\t ESC Value: ");
  Serial.println(escValue);
  // Add a small delay to make the loop more stable
  delay(2000);
}

void writeMicroseconds(int pin, int value) {
  // Send a PWM signal to the ESC
  digitalWrite(pin, HIGH);
  delayMicroseconds(value);
  digitalWrite(pin, LOW);
  delayMicroseconds(20000 - value); // 20ms period - value
}

```

## F. Tugas

1. Jelaskan bagaimana rangkaian yang dibuat dapat mengendalikan kecepatan motor BLDC.
2. Apa fungsi dari ESC pada rangkaian ini?
3. Buat laporan praktikum yang mencakup:
  - Diagram rangkaian



- Program Arduino yang digunakan
- Hasil pengujian dan analisis

#### 4.4 Modul Praktikum Motor BLDC – Menggunakan Relay dan Push Button

##### A. Pendahuluan

Praktikum ini bertujuan untuk mengendalikan motor BLDC 12V 1000KV menggunakan Arduino Uno dengan relay dan push button untuk mengatur arah putaran motor ke searah jarum jam (Clockwise, CW) atau berlawanan arah jarum jam (Counterclockwise, CCW). Anda akan mempelajari bagaimana mengendalikan arah putaran motor BLDC dengan menggunakan push button untuk memilih arah putaran.

##### B. Tujuan

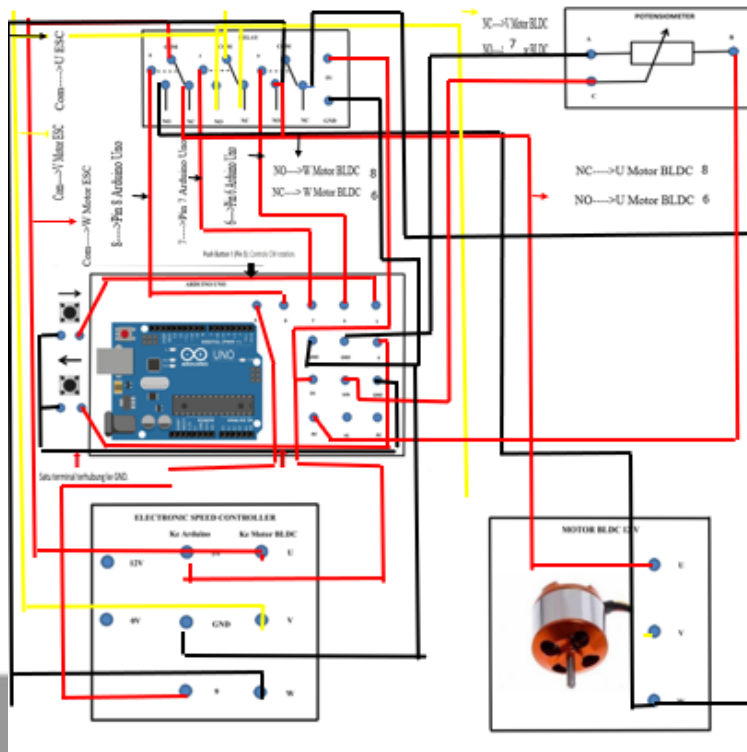
- Memahami cara kerja motor BLDC dengan menggunakan potentiometer untuk mengatur kecepatan.
- Mengetahui pengaruh nilai potentiometer terhadap kecepatan motor.
- Menggunakan push button untuk mengontrol arah putaran motor (CW dan CCW)

##### C. Alat dan Bahan

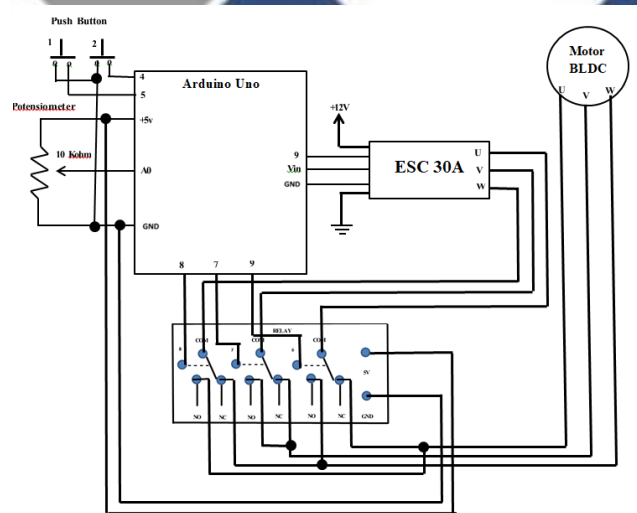
- Motor BLDC 12V 1000KV
- Potentiometer 10K ohm
- Arduino Uno
- ESC (*Electronic Speed Controller*)30A
- *Power Supply* 12V
- Kabel jumper
- Push Button (2 buah)
- Relay (3 buah)
- Multimeter atau Tachometer (untuk pengukuran kecepatan motor)

##### D. Langkah Percobaan

1. Rangkain Percobaan:



Gambar 4. 8 Rangkain CW&CCW Pada Panel



Gambar 4. 9 Diagram Skematik Percobaan CW

Penjelasan koneksi :

- Potensiometer:
  - Pin A (GND) potensiometer terhubung ke GND Arduino Uno.
  - Pin B (tengah) potensiometer terhubung ke pin A0 Arduino Uno.

- Pin C (Vin) potensiometer terhubung ke 5V Arduino Uno.
- ESC:
  - Pin sinyal ESC terhubung ke pin 9 Arduino Uno.
  - Pin 5V ESC terhubung ke Vin Arduino Uno.
  - Pin GND ESC terhubung ke GND Arduino Uno.
  - Pin 12V ESC terhubung ke +12V *Power Supply*.
  - Pin 0V ESC terhubung ke -12V *Power Supply*.
- Relay:
  - Pin GND relay terhubung ke GND Arduino Uno.
  - Pin 5V relay terhubung ke 5V Arduino Uno.
- Relay 1:
  - Pin in relay terhubung ke pin 8 Arduino Uno.
  - Pin com relay terhubung ke U ESC
  - Pin NC relay terhubung ke U Motor BLDC
  - Pin NO relay terhubung ke W Motor BLDC
- Relay 2:
  - Pin in relay terhubung ke pin 7 Arduino Uno.
  - Pin com relay terhubung ke V ESC
  - Pin NC relay terhubung ke V Motor BLDC
  - Pin NO relay terhubung ke V Motor BLDC
- Relay 3 :
  - Pin in relay terhubung ke pin 6 Arduino Uno.
  - Pin com relay terhubung ke W ESC
  - Pin NC relay terhubung ke W Motor BLDC
  - Pin NO relay terhubung ke U Motor BLDC
- Push Button 1:
  - Pin push button terhubung ke pin 5 Arduino Uno.
  - Pin push button terhubung ke GND Arduino Uno
- Push Button 2:
  - Pin push button terhubung ke pin 4 Arduino Uno.
  - Pin push button terhubung ke GND Arduino Uno

## 2. Inisialisasi Sistem:

- Rangkai semua komponen sesuai dengan diagram yang telah diberikan
  - Hubungkan push button ke pin digital Arduino Uno sesuai dengan diagram.
  - Hubungkan relay dengan pin COM, NO, dan NC sesuai dengan koneksi yang diinginkan untuk mengatur arah putaran motor dan pengendalian motor. Pastikan semua koneksi telah tersambung dengan baik dan benar.
  - Hubungkan ESC dan motor BLDC sesuai dengan koneksi yang telah ditentukan.
- Pastikan semua koneksi telah tersambung dengan baik dan benar.
- Buat program Arduino untuk mengendalikan kecepatan motor BLDC menggunakan potensiometer yang terhubung ke pin A0.
- Upload program ke Arduino Uno dan uji rangkaian.

## 3. Pengaturan Kecepatan Motor:

- Putar potentiometer dan gunakan multimeter untuk mengukur nilai tegangan yang keluar dari potentiometer. Nilai ini dapat dikalibrasi menjadi nilai ADC. Tegangan maksimal 5V akan menghasilkan nilai ADC maksimal 1023.
- Gunakan tachometer untuk mengukur kecepatan motor dalam RPM.

## 4. Catat Hasil Pengukuran:

- Catat nilai tegangan yang diukur oleh multimeter dan konversikan ke nilai ADC.
- Catat kecepatan motor (RPM) yang diukur oleh tachometer.
- Tabel 4.5 yang harus di isi oleh mahasiswa:

No	Nilai Potensiometer (Resistansi)	Nilai Potensiometer (ADC)	Kecepatan Motor (RPM)	Push Button
1	1 Kohm	102	1.402	Tidak ditekan
2	2 Kohm	205	2.124	Push button 1
3	3 Kohm	307	3.796	Push button 1
4	4 Kohm	410	4.464	Push button 1
5	5 Kohm	512	5.991	Push button 1
6	6 Kohm	614	6.453	Push button 2
7	7 Kohm	717	7.449	Push button 2
8	8 Kohm	819	8.025	Push button 2
9	9 Kohm	922	9.702	Push button 2
10	10 Kohm	1023	10.045	Tidak ditekan

Tabel 4. 3 Data Percobaan CW & CCW

5. Mengatur Arah Putaran Motor:

- Tekan Pushbutton 1 untuk mengatur motor berputar searah jarum jam (CW).
- Tekan Pushbutton 2 untuk mengatur motor berputar berlawanan arah jarum jam (CCW).
- Amati perubahan kecepatan motor saat mengubah arah putaran dan catat hasilnya pada tabel di atas.

6. Analisis Data:

- Analisis data yang telah dicatat untuk melihat hubungan antara nilai potensiometer dan kecepatan motor.
- Perhatikan juga bagaimana perubahan arah putaran mempengaruhi kecepatan motor.

**Kesimpulan**

- Semakin tinggi nilai potensiometer, semakin cepat kecepatan motor BLDC.

- Arah putaran motor dapat diubah dengan menggunakan pushbutton, yang memungkinkan motor berputar CW atau CCW.

### E. Program Arduino

```
#include <Servo.h>
#include <Wire.h>

Servo ESC;
Servo myservo;

int Speed;

//Deklarasi pin input ESC
const int escPin = 9; //

//Deklarasi pin Potensiometer
const int potPin = A0;

//Deklarasi pin PushButton
const int pb1Pin = 5; // Push button 1 to pin 5
const int pb2Pin = 4; // Push button 2 to pin 4

//Deklarasi pin Relay
const int relay1Pin = 8; // Relay 1 to pin 8
const int relay2Pin = 7; // Relay 2 to pin 7
const int relay3Pin = 6; // Relay 3 to pin 6

void setup() {
ESC.attach(9,1000,2000);

// Set the escPin as an output
pinMode(escPin, OUTPUT);

// Set the push button pins as inputs
pinMode(pb1Pin, INPUT_PULLUP);
pinMode(pb2Pin, INPUT_PULLUP);

// Set the relay pins as outputs
pinMode(relay1Pin, OUTPUT);
pinMode(relay2Pin, OUTPUT);
```

```

pinMode(relay3Pin, OUTPUT);

// Initialize the serial communication for debugging purposes
Serial.begin(9600);

// Ensure all relays are off initially
digitalWrite(relay1Pin, LOW);
digitalWrite(relay2Pin, LOW);
digitalWrite(relay3Pin, LOW);
}

void loop() {
  Speed = analogRead(A0);
  Speed = map(Speed, 0, 1023, 0, 180);
  ESC.write(Speed);

  int potValue = analogRead(potPin); //Baca Nilai Potensiometer
  int escValue = map(potValue, 0, 1023, 1000, 2000); //Mengubah
  sinyal Potensiometer 0-1023 ke sinyal ESC
  1000-2000 microsecond.
  writeMicroseconds(escPin, escValue); //Kirimkan sinyal ke ESC

  //Print sinyal Potensiometer ke ESC
  Serial.print("Potentiometer Value: ");
  Serial.print(potValue);
  Serial.print("\t ESC Value: ");
  Serial.println(escValue);

  //Baca PushButton
  bool pb1State = digitalRead(pb1Pin); // Active LOW
  bool pb2State = digitalRead(pb2Pin); // Active LOW

  // Control the relays based on push button states
  if (pb1State==0) {
    digitalWrite(relay1Pin, LOW);
    digitalWrite(relay2Pin, LOW);
    digitalWrite(relay3Pin, LOW);
  }
}

```

```
if (pb2State==0) {
  digitalWrite(relay1Pin, HIGH);
  digitalWrite(relay2Pin, HIGH);
  digitalWrite(relay3Pin, HIGH);
}

// Add a small delay to make the loop more stable
delay(2000);
}

void writeMicroseconds(int pin, int value) {
  // Send a PWM signal to the ESC
  digitalWrite(pin, HIGH);
  delayMicroseconds(value);
  digitalWrite(pin, LOW);
  delayMicroseconds(20000 - value); // 20ms period - value
}
```

#### **F. Tugas**

1. Jelaskan bagaimana rangkaian yang dibuat dapat mengendalikan arah putaran motor BLDC ke CW atau CCW.
2. Apa fungsi dari relay dan push button dalam rangkaian ini?
3. Buat laporan praktikum yang mencakup:
  - Diagram rangkaian
  - Program Arduino yang digunakan
  - Hasil pengujian dan analisis



## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis proyek akhir dengan judul “*Trainer Kit* Motor BLDC Sebagai Media Pembelajaran” diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Semakin tinggi nilai potensimeter, maka makin cepat putaran motor BLDC
2. arah putaran motor BLDC (CW dan CCW) menggunakan dua metode yaitu secara manual dan menggunakan relay.

#### **5.2 Saran**

Berdasarkan hasil dari penelitian yang telah dilakukan saran untuk pengembangan selanjutnya sebagai berikut :

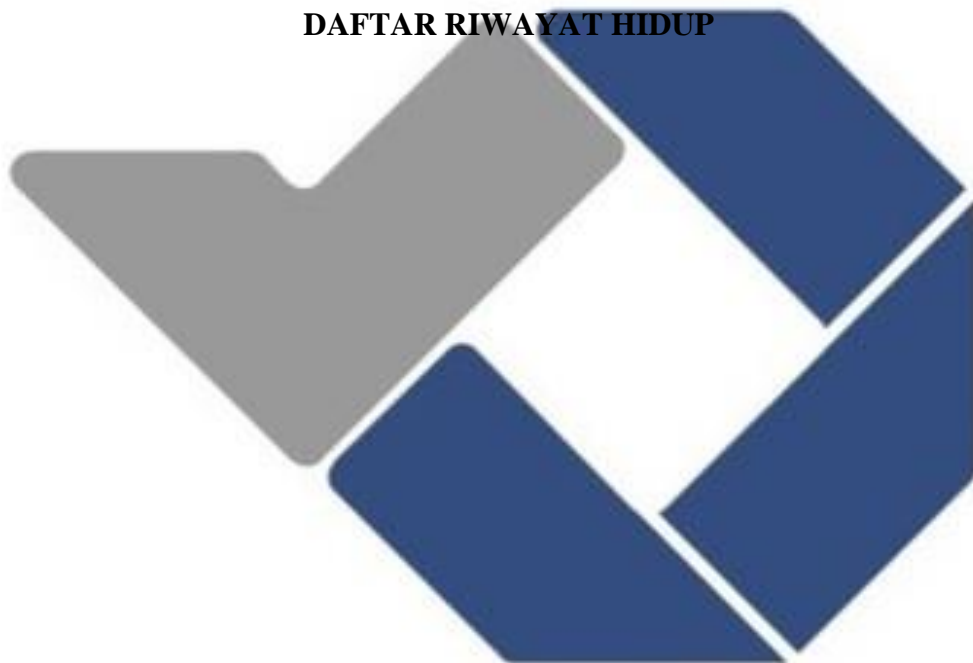
Perbaikan atau pengembangan lebih lanjut dari *trainer kit*

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Nurmalia, W. Hadi, and W. Cahyadi, "Performance Test of Three-Phase Brushless Direct Current Motor Axial Flux with Differences Diameter of Neodymium Type Permanent Magnet," *ELKHA*, vol. 13, no. 1, p. 55, Apr. 2021, doi: 10.26418/elkha.v13i1.41693.
- [2] O. A. Qudsi and S. D. Nugraha, "Desain dan Implementasi Pengaturan Kecepatan Motor BLDC Melalui Pengaturan Fluks," *INOVTEK - Seri Elektro*, vol. 1, no. 1, p. 36, Dec. 2019, doi: 10.35314/ise.v1i1.1231.
- [3] M. H. Abdurrahman As-Salaf and S. Syahrial, "Simulasi Pengaturan Kecepatan Motor BLDC menggunakan Software PSIM," *MIND J.*, vol. 6, no. 1, pp. 103–117, Aug. 2021, doi: 10.26760/mindjournal.v6i1.103-117.
- [4] Y. Chandra Wibowo and S. Riyadi, "Analisa Pembebanan Pada Motor Brushless DC (BLDC)," in *Seminar Nasional Kontrol, Instrumentasi dan Otomasi (SNIKO) 2018*, Pusat Teknologi Instrumentasi dan Otomasi ITB, 2019, pp. 277–282. doi: 10.5614/sniko.2018.33.
- [5] Y. A. Prapaskah, E. Permata, and M. Fatkhurrokhman, "Trainer Kit Pneumatik sebagai Media Pembelajaran pada Mata Kuliah Mekatronika di Program Studi Pendidikan Vokasional Teknik Elektro Untirta," *Elinvo Electron. Inform. Vocat. Educ.*, vol. 5, no. 2, pp. 149–159, May 2021, doi: 10.21831/elinvo.v5i2.33798.
- [6] N. Alamsyah, H. Arfandy, R. M. Rahma, and A. Darmawansyah, "Rancang Bangun Trainer Kit Berbasis Arduino Sebagai Media Pembelajaran Pada Mata Kuliah Robotika," *J. Teknol. Dan Komput. JTEK*, vol. 2, no. 02, pp. 190–195, Dec. 2022, doi: 10.56923/jtek.v2i02.97.
- [7] S. H. Putro, "Aplikasi Robot Penentu Koordinat," *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan (JPTK)*, vol. 18, no. 1, pp. 1-20, Mei 2009.
- [8] S. E. Smaldino, D. L. Lowther, C. Mims, and J. D. Russell, *Instructional technology and media for learning*, 12th Edition. New York: Pearson Education, Inc., 2019.

- [9] P. Sarala, S. F. Kodad, and B. Sarvesh, "Analysis of closed loop current controlled BLDC motor drive," in *2016 International Conference on Electrical, Electronics, and Optimization Techniques (ICEEOT)*, Chennai, India: IEEE, Mar. 2016, pp. 1464–1468. doi: 10.1109/ICEEOT.2016.7754925.
- [10] "brushed DC motor." Accessed: Aug. 09, 2024. [Online]. Available: <https://www.andmotor.com/brushed-dc-motor/>
- [11] M. H. Rashid, *Power electronics: circuits, devices, and applications*. Englewood Cliffs, N.J: Prentice Hall, 1988.
- [12] U. Neethu and V. R. Jisha, "Speed control of Brushless DC Motor: A comparative study," in *2012 IEEE International Conference on Power Electronics, Drives and Energy Systems (PEDES)*, Bengaluru, Karnataka, India: IEEE, Dec. 2012, pp. 1–5. doi: 10.1109/PEDES.2012.6484349.
- [13] S. Raei, "torque\_speed Curve of Brushless DC motor," [https://www.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/48970-torque\\_speed-curve-of-brushless-dc-motor](https://www.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/48970-torque_speed-curve-of-brushless-dc-motor). Accessed: Jul. 30, 2024. [Online]. Available: [https://www.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/48970-torque\\_speed-curve-of-brushless-dc-motor](https://www.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/48970-torque_speed-curve-of-brushless-dc-motor)
- [14] "Brushless DC Motor,How It Works?"" Accessed: Aug. 09, 2024. [Online]. Available: <https://www.lesics.com/brushless-dc-motor.html>
- [15] R. Y. Endra, A. Cucus, and F. N. Affandi, "The Concept and Implementation of Smart Room using Internet of things (IoT) for Cost Efficiency and Room Security," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1381, no. 1, p. 012018, Nov. 2019, doi: 10.1088/1742-6596/1381/1/012018.
- [16] A. Kadir, *From Zero To A Pro Arduino*. Yogyakarta: Andi offset, 2015.
- [17] A. Hanafie, S. Baco, and Kamarudding, "Perancangan Alat Penyortir Buah Tomat Berbasis Arduino Uno," *J. Teknol. Dan Komput. JTEK*, vol. 1, no. 01, pp. 24–31, Dec. 2021, doi: 10.56923/jtek.v1i01.70.

**LAMPIRAN 1**  
**DAFTAR RIWAYAT HIDUP**



## DAFTAR RIWAYAT HIDUP



### 1. Data Pribadi

Nama Lengkap : Dwi Meilani  
Tempat & Tanggal Lahir : Deniang, 05 Mei 2003  
Alamat Rumah : Jln Raya Belinyu, Sp Mapur, Kd. Mentok  
RT/RW.00/000  
Telp : -  
Hp : 083891967994  
Email : [dwi.meilani889@gmail.com](mailto:dwi.meilani889@gmail.com)

Jenis Kelamin : Perempuan  
Agama : Islam

### 2. Riwayat Pendidikan

SD	Negeri 9 Riau Silip	Tahun 2009-2015
SMP	Negeri 2 Riau Silip	Tahun 2015-2018
SMK	2 Sungailiat	Tahun 2018-2021

Sungailiat, 11 Juli 2024

Dwi Meilani

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP

### 1. Data Pribadi

Nama Lengkap : Sukir Alida Saputra  
Tempat & Tanggal Lahir : KP Baru Jebus, 30 Mei 2000  
Alamat Rumah : Dusun Kampung Baru Timur  
RT/RW.003/000  
Telp : -  
Hp : 085783886090  
Email:  
sukiralidas@gmail.com

Jenis Kelamin : Laki-laki  
Agama : Islam

### 2. Riwayat Pendidikan

SD	Negeri 7 Jebus	Tahun 2006-2014
SMP	Negeri 1 Jebus	Tahun 2014-2017
SMK	Negeri 1 Parittiga	Tahun 2017-2020



Sungailiat, 11 Juli 2024

Sukir Alida Saputra



## Pemrograman Sistem

Program Rangkaian Penguji Kecepatan Motor:

```
#include <Servo.h>
#include <Wire.h>

Servo ESC;
Servo myservo;

int Speed;

//Deklarasi pin input ESC
const int escPin = 9; //

//Deklarasi pin Potensiometer
const int potPin = A0;
void setup() {
  // Set the escPin as an output
  pinMode(escPin, OUTPUT);
  // Initialize the serial communication for debugging purposes
  Serial.begin(9600);
}
void loop() {
  int potValue = analogRead(potPin); //Baca Nilai Potensiometer
  int escValue = map(potValue, 0, 1023, 100, 2000); //Mengubah sinyal
  Potensiometer 0-1023 ke sinyal ESC 1000-2000 microsecond.
  writeMicroseconds(escPin, escValue); //Kirimkan sinyal ke ESC

  //Print sinyal Potensiometer ke ESC
  Serial.print("Potentiometer Value: ");
  Serial.print(potValue);
  Serial.print("\t ESC Value: ");
  Serial.println(escValue);
  // Add a small delay to make the loop more stable
  delay(2000);
}

void writeMicroseconds(int pin, int value) {
  // Send a PWM signal to the ESC
  digitalWrite(pin, HIGH);
  delayMicroseconds(value);
  digitalWrite(pin, LOW);
  delayMicroseconds(20000 - value); // 20ms period - value
```



```
}
```

### Program Keseluruhan

```
//Deklarasi pin input ESC  
const int escPin = 9; //
```

```
//Deklarasi pin Potensiometer  
const int potPin = A0;
```

```
//Deklarasi pin PushButton  
const int pb1Pin = 5; // Push button 1 to pin 5  
const int pb2Pin = 4; // Push button 2 to pin 4
```

```
//Deklarasi pin Relay  
const int relay1Pin = 8; // Relay 1 to pin 8  
const int relay2Pin = 7; // Relay 2 to pin 7  
const int relay3Pin = 6; // Relay 3 to pin 6
```

```
void setup() {  
  // Set the escPin as an output  
  pinMode(escPin, OUTPUT);
```

```
  // Set the push button pins as inputs  
  pinMode(pb1Pin, INPUT_PULLUP);  
  pinMode(pb2Pin, INPUT_PULLUP);
```

```
  // Set the relay pins as outputs  
  pinMode(relay1Pin, OUTPUT);  
  pinMode(relay2Pin, OUTPUT);  
  pinMode(relay3Pin, OUTPUT);
```

```
  // Initialize the serial communication for debugging purposes  
  Serial.begin(9600);
```

```
  // Ensure all relays are off initially  
  digitalWrite(relay1Pin, LOW);  
  digitalWrite(relay2Pin, LOW);  
  digitalWrite(relay3Pin, LOW);  
}
```

```
void loop() {  
  int potValue = analogRead(potPin); //Baca Nilai Potensiometer  
  int escValue = map(potValue, 0, 1023, 1000, 2000); //Mengubah sinyal  
  Potensiometer 0-1023 ke sinyal ESC 1000-2000 microsecond.
```

```

writeMicroseconds(escPin, escValue); //Kirimkan sinyal ke ESC

//Print sinyal Potensiometer ke ESC
Serial.print("Potentiometer Value: ");
Serial.print(potValue);
Serial.print("\t ESC Value: ");
Serial.println(escValue);

//Baca PushButton
bool pb1State = digitalRead(pb1Pin); // Active LOW
bool pb2State = digitalRead(pb2Pin); // Active LOW

// Control the relays based on push button states
if (pb1State==0) {
  digitalWrite(relay1Pin, LOW);
  digitalWrite(relay2Pin, LOW);
  digitalWrite(relay3Pin, LOW);
}

if (pb2State==0) {
  digitalWrite(relay1Pin, HIGH);
  digitalWrite(relay2Pin, HIGH);
  digitalWrite(relay3Pin, HIGH);
}

// Add a small delay to make the loop more stable
delay(2000);
}

void writeMicroseconds(int pin, int value) {
  // Send a PWM signal to the ESC
  digitalWrite(pin, HIGH);
  delayMicroseconds(value);
  digitalWrite(pin, LOW);
  delayMicroseconds(20000 - value); // 20ms period - value
}

```