

**SISTEM PENGONTROLAN KEMUDI DAN FESS PADA MOBIL
PENGGUNA KURSI RODA**

PROYEK AKHIR

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



Disusun oleh :

Cinta Ayu Aulia

NIM : 0031934

Mifta Hunaya

NIM : 0031945

**POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI
BANGKA BELITUNG
TAHUN 2022**

LEMBAR PENGESAHAN

**SISTEM PENGONTROLAN KEMUDI DAN FESS PADA MOBIL
PENGGUNA KURSI RODA**

Oleh :

Cinta Ayu Aulia/0031934

Mifta Hunaya/0031945

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

Menyetujui,

Pembimbing 1



Aan Febriansyah, M.T

Pembimbing 2



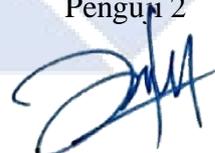
Indra Dwisaputra, M.T

Penguji 1



Eko Sulisty, M.T

Penguji 2



Ahmat Josi, M.Kom

PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama Mahasiswa 1 : Cinta Ayu Aulia NIM : 0031934

Nama Mahasiswa 2 : Mifta Hunaya NIM : 0031945

Dengan Judul : Sistem Pengontrolan Kemudi dan FESS pada Mobil
 Pengguna Kursi Roda

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, 29 Agustus 2022

Nama Mahasiswa

1. Cinta Ayu Aulia
2. Mifta Hunaya

Tanda Tangan

.....
.....

ABSTRAK

Penyandang disabilitas adalah segelintir masyarakat berkebutuhan khusus yang peran dan hak yang sama dengan masyarakat pada umumnya. Namun mereka biasanya akan sulit untuk beraktifitas sehari-hari contohnya dalam menggunakan kendaraan. Maka dari itu kami merancang sebuah Sistem Kontrol Mobil Pengguna Kursi Roda guna membantu para penyandang disabilitas khususnya bagi mereka yang mengalami keterbatasan fisik salah satu tubuh yaitu kaki. Sistem Pengontrolan Kemudi dan FESS yang kami rancang menggunakan sebuah Motor DC Brushless sebagai penggerak utama dari sistem kemudi menggunakan mikrokontroler berupa Arduino dan Kontroler Motor DC Brushless itu sendiri. Serta adanya sensor Tilt atau sensor kemiringan yang berguna sebagai pemberi sinyal ke Arduino untuk mengaktifkan Flywheel dengan tujuan adanya sistem pengecasan dari putaran sisa Flywheel sebagai penghematan energi. Adapun metode yang kami gunakan yaitu pengambilan data RPM dari 1,2V – 3,3V sehingga mendapatkan nilai RPM yang stabil.

Keywords: Penyandang Disabilitas, Sistem Kemudi, Motor DC Brushless, Flywheel, Sensor Tilt

ABSTRACT

Persons with disabilities are a handful of people with special needs who have the same roles and rights as society in general. However, they will usually find it difficult to carry out daily activities, for example in using a vehicle. Therefore we designed a Car Control System for Wheelchair Users to help people with disabilities, especially for those who experience physical limitations in one of the bodies, namely the legs. The Steering Control System and FESS that we designed use a Brushless DC Motor as the main driver of the steering system using a microcontroller in the form of Arduino and the Brushless DC Motor Controller itself. As well as the existence of a Tilt sensor or tilt sensor which is useful as a signal to Arduino to activate the Flywheel with the aim of having a charging system from the remaining rotation of the Flywheel as energy savings. The method we use is retrieval of RPM data from 1.2V – 3.3V so that we get a stable RPM value.

Keywords: Disabled, Steering System, Brushless DC Motor, Flywheel, Tilt Sensor

KATA PENGANTAR

“Assalamu’alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh”

Alhamdulillah, Puji dan syukur kami panjatkan kehadiran Allah SWT, karena berkat, rahmat dan karunia-Nyalah kami dapat menyelesaikan Proyek Akhir ini yang berjudul “**Sistem Pengontrolan Kemudi dan FESS Pada Mobil Pengguna Kursi Roda**” dengan tepat pada waktunya. Proyek Akhir ini dibuat guna memenuhi salah satu persyaratan atau kewajiban mahasiswa dalam menyelesaikan kurikulum program Diploma III Teknik Elektronika di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung. Pembuatan proyek akhir ini sesuai dengan instruksi dan arahan dari Pembimbing yang dilakukan oleh penulis selama membuat tugas akhir ini.

Pada kesempatan ini perkenankanlah penulis mengucapkan banyak terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orang tua dan keluarga yang terus memotivasi, yang memberikan dukungan dan terus mendoakan penulis dimanapun penulis berada.
2. Bapak I Made Andik Setiawan, M.Eng, Ph.D selaku Direktur Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
3. Bapak Muhammad Iqbal Nugraha, M.Eng selaku Ketua Jurusan Teknik Elektronika dan Informatika Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung
4. Bapak Aan Febriansyah, M.T selaku pembimbing ke I yang telah meluangkan banyak waktu, tenaga serta pikiran dalam memberikan pengarahan pada penulisan Karya Tulis Proyek Akhir ini.
5. Bapak Indra Dwisaputra, M.T selaku pembimbing ke II yang telah meluangkan banyak waktu dan telah banyak pula memberi

- saran-saran dan solusi dari masalah-masalah yang penulis hadapi selama proses penyusunan Karya Tulis Proyek Akhir ini
6. Bapak Ocsirendi, M.T selaku Ka. Prodi DIII Teknik Elektronika Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
 7. Bapak Subekhan, M.T selaku dosen yang telah memberikan kepercayaan atas penelitiannya untuk kami kerjakan selama Proyek Akhir.
 8. Ibu Charlota, M.Tr.T selaku dosen yang telah membantu kami menyelesaikan permasalahan dalam proses pembuatan alat dan makalah Proyek Akhir.
 9. Seluruh dosen-dosen Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, yang telah mengajarkan banyak hal sehingga penulis menjadi seorang yang mempunyai wawasan dan ilmu serta kepada seluruh staf administrasi Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
 10. Seluruh teman-teman Mahasiswa Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung yang telah banyak membantu selama menyelesaikan proyek akhir.

Penulis menyadari bahwa Karya Tulis Proyek Akhir ini jauh dari sempurna dikarenakan keterbatasan pengetahuan dan ilmu penulis, maka dari itu saran serta kritik yang bersifat membangun sangat diharapkan oleh penulis. Akhir kata penulis berharap agar Karya Tulis Proyek Akhir ini dapat berguna bagi penulis dan dapat dipergunakan dikemudian harinya.

“Wassalamua’alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh”

Sungailiat, 29 Agustus 2022

Penulis

DAFTAR ISI

| | |
|---|-------------------------------------|
| LEMBAR PENGESAHAN..... | ii |
| PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT | iii |
| ABSTRAK | iv |
| <i>ABSTRACT</i> | v |
| KATA PENGANTAR | vi |
| DAFTAR TABEL | x |
| DAFTAR GAMBAR | xi |
| DAFTAR LAMPIRAN..... | xiii |
| BAB I..... | Error! Bookmark not defined. |
| PENDAHULUAN | Error! Bookmark not defined. |
| 1.1. Latar Belakang..... | Error! Bookmark not defined. |
| 1.2. Perumusan Masalah | Error! Bookmark not defined. |
| 1.3. Tujuan Proyek Akhir | Error! Bookmark not defined. |
| BAB II DASAR TEORI..... | Error! Bookmark not defined. |
| 2.1. Sistem Kontrol..... | Error! Bookmark not defined. |
| 2.2. Arduino Uno..... | Error! Bookmark not defined. |
| 2.3. Arduino Nano | Error! Bookmark not defined. |
| 2.4. Kontroler Motor DC <i>Brushless</i> | Error! Bookmark not defined. |
| 2.5. Motor DC <i>Brushless</i> 48V..... | Error! Bookmark not defined. |
| 2.6. LCD (<i>Liquid Crystal Display</i>)..... | Error! Bookmark not defined. |
| 2.7. <i>Module Joystick</i> | Error! Bookmark not defined. |
| 2.8. Aki (Akumulator) | Error! Bookmark not defined. |
| Gambar 2.7 Akumulator atau Aki..... | Error! Bookmark not defined. |

| | | |
|----------------------------------|---|-------------------------------------|
| 2.9. | Alternator DC | Error! Bookmark not defined. |
| 2.10. | Sensor Kemiringan (<i>Tilt</i> Sensor)..... | Error! Bookmark not defined. |
| 2.11. | Sensor <i>Infrared</i> | Error! Bookmark not defined. |
| 2.12. | Sensor <i>Accelerometer</i> | Error! Bookmark not defined. |
| BAB III METODE PELAKSANAAN | | Error! Bookmark not defined. |
| 3.1. | Studi Literatur..... | Error! Bookmark not defined. |
| 3.2. | Perancangan Sistem Kontrol Kemudi dan <i>FES</i> | Error! Bookmark not defined. |
| 3.3. | Pembuatan Program <i>Joystick</i> pada Kemudi..... | Error! Bookmark not defined. |
| 3.4. | Pembuatan Program Sensor <i>Infrared</i> pada <i>Speedometer</i> | Error! Bookmark not defined. |
| 3.5. | Pembuatan Program Sensor <i>Tilt</i> untuk Mengaktifkan Motor DC saat Melewati Jalan Menurun | Error! Bookmark not defined. |
| 3.6. | Pengujian Keseluruhan | Error! Bookmark not defined. |
| 3.7. | Pengambilan Data..... | Error! Bookmark not defined. |
| 3.8. | Pembuatan Laporan | Error! Bookmark not defined. |
| BAB IV PEMBAHASAN..... | | Error! Bookmark not defined. |
| 4.1. | Deskripsi Alat | Error! Bookmark not defined. |
| 4.2. | Menghitung RPM Motor DC <i>Brushless</i> Tanpa Beban dan Kerangka Menggunakan <i>Joystick</i> sebagai Penggerak | Error! Bookmark not defined. |
| 4.3. | Pengujian Motor DC 24V untuk Mengaktifkan <i>Flywheel</i> | Error! Bookmark not defined. |
| 4.4. | Pengujian Kecepatan Roda dari <i>Low, Medium, High</i> Menggunakan Sensor <i>Infrared</i> | 45 |
| 4.5. | Nilai Daya yang Masuk dan Keluar | Error! Bookmark not defined. |
| BAB V KESIMPULAN DAN SARAN..... | | Error! Bookmark not defined. |

5.1. Kesimpulan..... **Error! Bookmark not defined.**
5.2. Saran **Error! Bookmark not defined.**

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Arduino Uno.....5
Tabel 4.1. Data pengukuran kecepatan RPM berdasarkan tegangan.....22
Tabel 4.2. Data untuk mencari nilai daya yang masuk dan daya yang keluar.....32



DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| Gambar 2.1. Arduino Uno..... | 2 |
| Gambar 2.2. Arduino Nano | 3 |
| Gambar 2.3. Kontroler Motor DC <i>Brushless</i> | 7 |
| Gambar 2.4. Prinsip Kerja Motor DC <i>Brushless</i> | 8 |
| Gambar 2.5. LCD (<i>Liquid Crystal Digital</i>)..... | 9 |
| Gambar 2.6. <i>Module Joystick</i> | 10 |
| Gambar 2.7. Akumulator (AKI) | 11 |
| Gambar 2.8. Alternator | 12 |
| Gambar 2.9. Sensor <i>Tilt</i> | 12 |
| Gambar 2.10. Sensor <i>Infrared</i> | 13 |
| Gambar 2.11. Sensor <i>Accelerometer</i> | 13 |
| Gambar 3.1. <i>Flowchart</i> pembuatan Alat Tugas Akhir | 14 |
| Gambar 3.2. Blok Diagram Kontrol Kemudi | 15 |
| Gambar 3.3. Blok Diagram Kontrol <i>FESS</i> | 16 |
| Gambar 3.4. Blok Diagram Keseluruhan Pengontrolan Kemudi dan <i>FESS</i> | 17 |
| Gambar 3.5. <i>Flowchart</i> program <i>Joystick</i> pada Kemudi..... | 18 |
| Gambar 3.6. Skema Rangkaian <i>Speedometer</i> | 18 |
| Gambar 3.7. Skema Rangkaian Sensor <i>Tilt</i> | 19 |
| Gambar 4.1. Rangkaian Sederhana dari <i>Joystick</i> ke Arduino Nano..... | 23 |
| Gambar 4.2. Tampilan Indikator <i>Tilt</i> dalam Keadaan Normal..... | 26 |
| Gambar 4.3. Tampilan Indikator <i>Tilt</i> dalam Keadaan Miring..... | 26 |
| Gambar 4.4. Tampilan Indikator <i>Tilt</i> dalam Keadaan Normal Kembali..... | 27 |
| Gambar 4.5. Pengukuran RPM Motor DC 24V Menggunakan Tachometer tanpa Beban <i>Flywheel</i> | 28 |
| Gambar 4.6. Pengukuran RPM Motor DC 24V Menggunakan Tachometer setelah Dipasangkan dengan Beban <i>Flywheel</i> | 28 |
| Gambar 4.7. Pemasangan Sensor <i>Infrared</i> pada Roda..... | 29 |
| Gambar 4.8. Sensor <i>Infrared</i> Aktif dan Membaca Kecepatan Roda Ketika Roda Berputar..... | 29 |

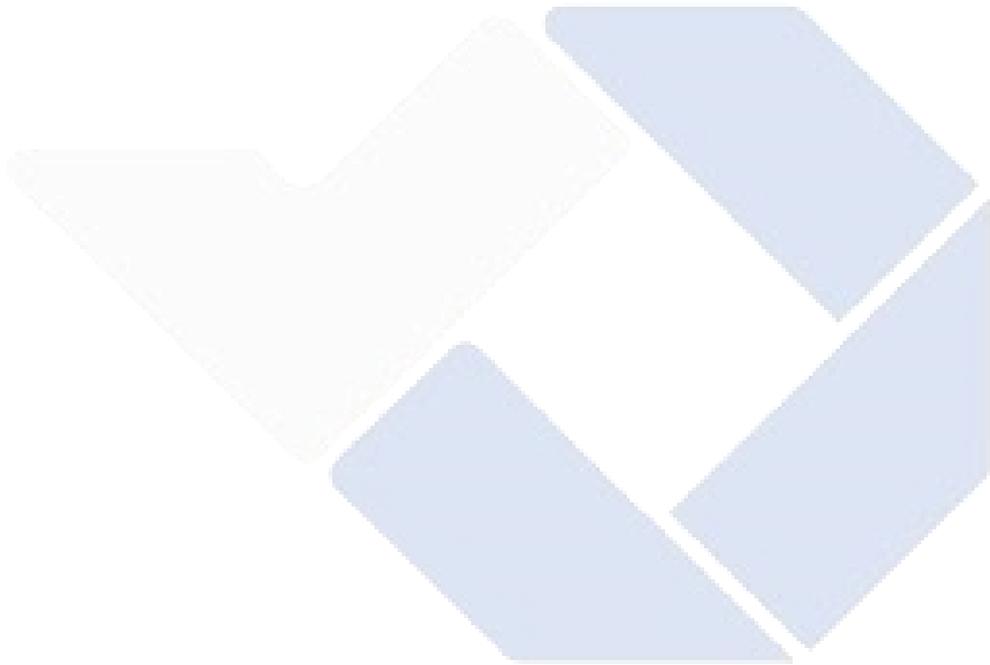
| | |
|---|----|
| Gambar 4.9. Tampilan <i>Speedometer</i> saat Roda dalam Kondisi <i>Low</i> | 30 |
| Gambar 4.10. Tampilan <i>Speedometer</i> saat Roda dalam Kondisi <i>Medium</i> | 30 |
| Gambar 4.11. Tampilan <i>Speedometer</i> saat Roda dalam Kondisi <i>High</i> | 31 |
| Gambar 4.12. Proses pengambilan data untuk Tegangan, Arus, dan RPM pada motor BLDC..... | 33 |



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 : Daftar Riwayat Hidup

Lampiran 2 : Program



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Penyandang disabilitas adalah minoritas penyandang berkebutuhan khusus yang memiliki hak, status, tugas dan peran yang sama sebagai masyarakat secara keseluruhan. Namun, biasanya mereka kesulitan untuk melakukan aktivitas sehari-hari seperti menggunakan mobil. Tentunya perkembangan transportasi bagi penyandang disabilitas sangat menguntungkan penyandang disabilitas. Salah satu kelompok penyandang disabilitas yang mungkin produktif adalah pengguna kursi roda. Cacat fisik umumnya mengalami keterbatasan akibat gangguan fungsi tubuh. Salah satunya dialami di kaki[1] .

Saat ini tersedia kendaraan untuk penyandang disabilitas kursi roda. Meskipun beberapa kendaraan dirancang khusus untuk penyandang disabilitas, ada beberapa aspek yang mempengaruhi ketidakmampuan mereka untuk mengemudi di jalan normal. Aspek dampak berkaitan dengan keamanan pengguna, kemudahan akses, kenyamanan, dan keterjangkauan pengguna. Hal ini menyulitkan pengguna kursi roda dan masyarakat umum untuk mengakses kendaraan tersebut.

Dengan itu dirancangan mobil listrik pengguna kursi roda yang tetap mengusung aspek keamanan, manufaktur, dan ekonomi. Rancangan yang akan di buat terdiri dari bagian-bagian utama, yaitu: kerangka, *body*, sistem penggerak, sistem kemudi, sistem tenaga dan sistem manajemen keamanan serta fitur-fitur tambahan. **Pada kesempatan ini, akan dilakukan pembuatan sistem kontrol yang dapat mendukung kebutuhan para pengguna kursi roda di Indonesia. Yang dimana sistem kontrol dan sistem kemudinya sendiri akan menggunakan Mikrokontroler yaitu Arduino. Dan juga adanya pemanfaatan FESS (Flywheel Energy Storage System) dapat menghemat pemakaian energi.** Proyek Akhir ini merupakan kelanjutan dari Proyek Akhir

sebelumnya namun pada proyek akhir sebelumnya belum memiliki Sistem Kontrol.

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan pembahasan pada latar belakang, maka perumusan masalah Sistem Pengontrolan Kemudi Dan *Fess* Pada Mobil Pengguna Kursi Roda adalah sebagai berikut :

1. Menentukan sensor yang tepat untuk mendeteksi putaran roda guna mendapatkan nilai RPM
2. Bagaimana dapat menjalankan MPKR dengan pemograman sebuah *Joystick*
3. Dapat membuat sebuah program pada sensor kemiringan agar Motor DC berputar saat bertemu dengan jalan yang menurun dan *Flywheel* otomatis akan aktif.

1.3. Tujuan Proyek Akhir

Berikut tujuan dari proyek akhir ini sebagai berikut:

- a. Dapat membaca rpm putaran roda dari sensor yang telah diprogram
- b. Dapat menghasilkan kecepatan motor dengan kecepatan *low, medium, high* menggunakan *joystick*
- c. Dapat membuat program pada sensor kemiringan agar motor DC berputar saat bertemu dengan jalan yang menurun dan *Flywheel* otomatis akan aktif.

BAB II DASAR TEORI

2.1. Sistem Kontrol

Sistem kontrol adalah proses pengaturan/pengendalian terhadap satu atau beberapa besaran (variabel, parameter) sehingga berada pada skala atau suatu batas tertentu. Dalam kata lain bisa juga disebut dengan teknik pengaturan, *framework* pengendalian ataupun *framework* pengontrolan [2].

Menurut Enofiardi (2012:261) *system control* merupakan suatu proses kerja yang berfungsi mengendalikan sebuah *system* tanpa adanya campur tangan manusia atau biasa juga disebut dengan *impulsif*. Seiring dengan perkembangan zaman, *system control* memiliki peranan penting dalam dunia perindustrian *modern*. Adanya *system control*, telah mempermudah manusia untuk melakukan segala permasalahan disekitarnya dengan cara yang lebih efisien, mudah dan efektif. *System control* sendiri secara tidak langsung dapat menggantikan peran manusia dalam meringankan segala aktifitasnya. Sedangkan ada beberapa fungsi kendali itu sendiri (Irvan Febriansyah 2010:33) meliputi:

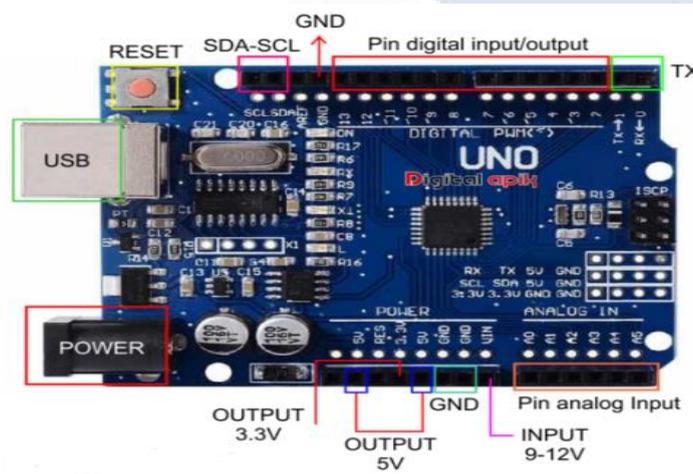
- a. Menerima input dan output referensi (sesuai dengan tingkah laku system yang di inginkan)
- b. Menerima informasi output melalui elemen baik dan membandingkan dengan output mengambil suatu keputusan melalu perhitungan-perhitungan yang cukup rumit.

Pada dasarnya fungsi kontrol itu sendiri meliputi operasi pengukuran, perbandingan, perhitungan dan koreksi. Pengukuran itu sendiri adalah operasi otomatis interpretatif untuk mengidentifikasi proses yang dikendalikan oleh sistem. Perbandingan adalah ujian kesetaraan antara nilai yang diukur dengan nilai yang diharapkan (Irvan Febriansyah 2010:34). Perhitungan memberikan informasi tentang perbedaan antara nilai yang diukur dan yang diharapkan. Kompensasi adalah faktor penentu dalam menyesuaikan tindakan untuk mengurangi perbedaan antara hasil yang diukur dan nilai yang diharapkan. Pengendalian ini dapat digambarkan sebagai suatu prosedur yang mempengaruhi hasil akhir dari suatu proses atau operasi (Irvan Febriansyah, 2010:34). Waktu kontrol atau waktu respons adalah variabel yang tergantung pada jenis aplikasi dan merupakan faktor penting yang secara langsung mempengaruhi efektivitas hasil akhir. (Irvan Febriansyah, 2010: 33) [3].

Dari teori diatas dapat disimpulkan bahwa pengontrolan adalah pengendalian proses sistem kerja yang dapat dikendalikan sesuai dengan keinginan manusia dalam melakukan segala aktivitas. Pengendalian juga merupakan proses sistem yang dibutuhkan saat ini dan di masa yang akan datang.

2.2. Arduino Uno

Arduino Uno ialah sesuatu tipe papan (*board*) yang berisikan mikrokontroler dengan dimensi sebesar kartu kredit di lengkapi dengan 14 pin. Arduino sendiri umumnya digunakan untuk berkomunikasi dengan komponen lain yang berhubungan dengan komponen elektronika. Arduino terdiri dari 2 bagian utama yakni suatu papan sirkuit (mikrokontroler) serta suatu papan fitur lunak (aplikasi) ataupun IDE yang berjalan pada komputer sebagai *compiler*. Untuk menghubungkan Arduino ke komputer harus dilengkapi kabel USB atau mendisplaynya dengan *converter* AC to DC [4].



Gambar 2.1 Arduino Uno

Adapun spesifikasi data teknik yang dimiliki oleh *board* Arduino Uno antara lain :

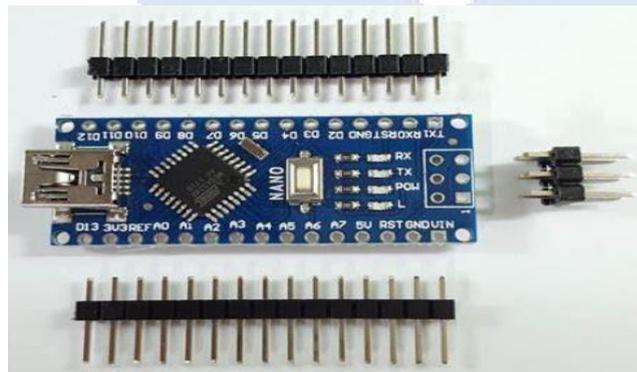
Tabel 2.1 Spesifikasi Arduino Uno

| Spesifikasi Arduino Uno | |
|-----------------------------|-----------|
| Mikrokontroler | ATmega328 |
| Operating Voltage | 5V |
| Input Voltage (recommended) | 7-12V |
| Input Voltage (batas) | 6-20V |
| Digital I/O Pins | 6 |
| DC Current per I/O pin | 40 mA |
| DC Current untuk 3.3V pin | 50 mA |

Arduino Uno memiliki fungsi untuk menghasilkan suatu program yang bisa digunakan untuk mengatur berbagai komponen elektronika. Sehingga cukup jelas, apabila fungsi yang dimiliki arduino uno memudahkan pengguna dalam melaksanakan *prototyping*, memprogram mikrokontroler serta menghasilkan bermacam perlengkapan mutakhir berbasis mikrokontroler [5].

2.3. Arduino Nano

Arduino Nano merupakan suatu papan mikrokontroler yang berukuran kecil dan bisa digunakan pada *breadboard*. Arduino Nano sendiri memiliki beberapa tipe yaitu ATmega328 dan ATmega168. Gravitech merupakan perusahaan yang merancang dan memproduksi Arduino Nano[6].

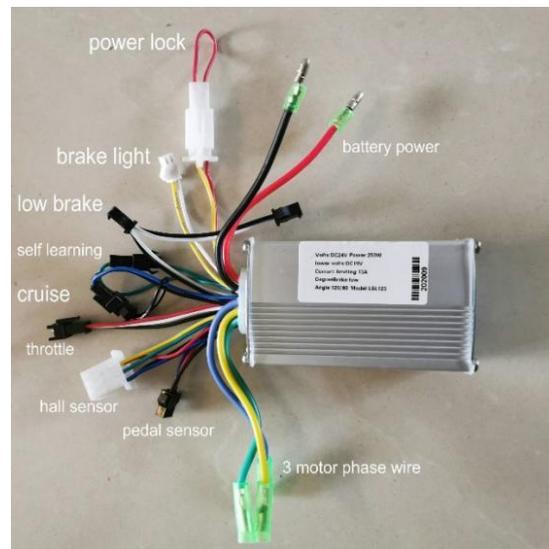


Gambar 2.2 Arduino Nano

2.4. Kontroler Motor DC *Brushless*

Motor BLDC memiliki pengontrol sendiri. Kontroler BLDC membantu mengelola proses komunikasi. Setelah menerima sinyal input dari sensor, pengontrol dapat menentukan belitan mana yang harus diberi energi untuk menjalankan atau memutar

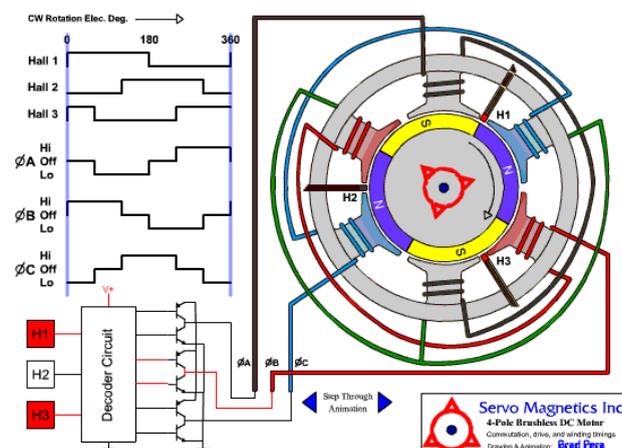
motor. Tugas lain dari pengontrol BLDC adalah mengatur tegangan input ke motor sehingga kecepatan motor dapat diubah sesuai dengan preferensi pengguna [7].



Gambar 2.3 Kontroler Motor DC *Brushless*

2.5. Motor DC *Brushless* 48V

Motor BLDC sebenarnya memiliki prinsip kerja yang sama dengan motor listrik DC konvensional. Perbandingannya hanya terletak pada pemakaian *brush* (sikat). Pada motor DC konvensional, sikat dan komutator mekanik digunakan dalam proses komutasi. Sebaliknya motor BLDC telah memakai teknologi elektronik dalam proses komutasinya, ialah sensor *Hall* dan kontroler [8].



Gambar 2.4 Prinsip Kerja Motor DC *Brushless*

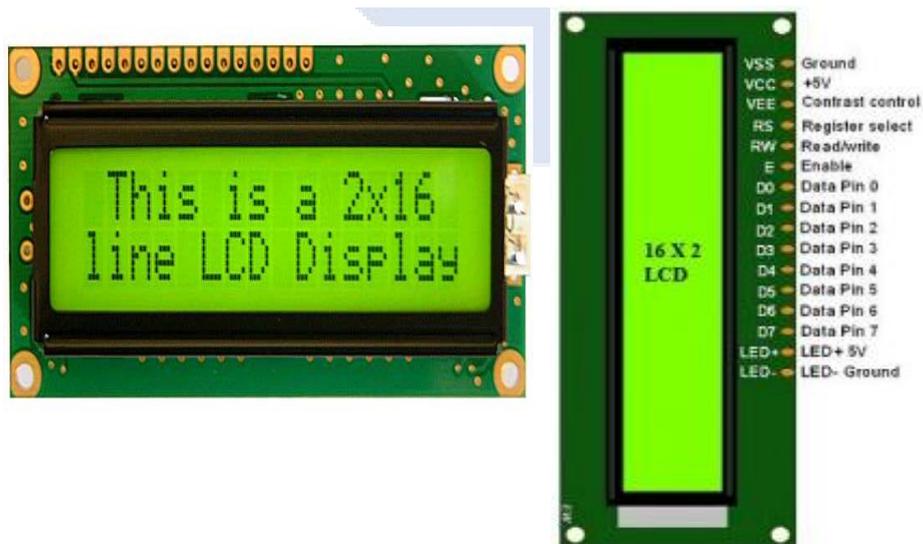
Pada dasarnya motor BLDC memiliki prinsip tarik menarik antara 2 magnet yang berbeda kutub atau tolak menolak antara 2 magnet dengan kutub yang sama. Rotor motor BLDC terdiri dari magnet permanen dan dengan demikian memiliki kutub tetap, sedangkan stator terdiri dari belitan yang kutub magnetnya berubah sesuai dengan polaritas arus belitan yang disuplai oleh stator [9].

Prinsip kerja dari motor BLDC adalah sebagai berikut:

- a. Membutuhkan arus AC 3 fasa untuk menggerakkan bagian rotor motonya
- b. Prinsip kerja motor BLDC berbeda dengan motor DC lainnya karena pada rotornya tidak menggunakan kumparan melainkan magnet permanen pada rotornya.
- c. Motor DC *brushless* menggunakan *electromagnetisme* untuk memberikan torsi ke poros keluaran

2.6. LCD (*Liquid Crystal Display*)

LCD atau *Liquid Crystal Display* adalah salah satu komponen elektronik yang menampilkan data terprogram. Dengan kata lain LCD juga dapat diartikan sebagai sarana komunikasi dengan manusia berupa karakter dan gambar. LCD sendiri dilengkapi dengan pin yang dapat dikonfigurasi di port mikrokontroler [10].



Gambar 2.5 LCD (*Liquid Crystal Digital*)

Spesifikasi LCD 16x2 :

1. *Bazel display* adalah 72 x 25 mm
2. Tegangan operasi *display* ini berkisar dari 4.7V hingga 5.3V
3. Arus operasi adalah 1mA tanpa lampu latar
4. Ukuran PCB modul adalah 80L x 36W x 10H mm
5. Pengontrol HD47780
6. Warna LED untuk lampu latar adalah hijau atau biru
7. Jumlah kolom 16
8. Jumlah baris 2
9. Jumlah pin LCD 16
10. Jumlah karakter 32
11. Bekerja dalam mode 4-bit dan 8-bit
12. Kotak *pixel* setiap karakter adalah 5 x 8 *pixel*
13. Ukuran *font* karakter adalah 0,125 (lebar) x 0,200 (tinggi)

2.7. Module Joystick

Module joystick adalah komponen elektronik berupa tuas atau tongkat yang dapat digerakkan ke berbagai arah untuk mencapai posisi yang diinginkan. Modul ini memiliki dua sumbu, sumbu X dan Y, dan satu tombol. Aplikasi modul ini banyak ditemukan di *joystick game PlayStation, X-box*, pengontrol motor servo, kursi motor, dan lain-lain. Terdapat 4 buah pin yang bisa di sambungkan ke mikrokontroler yaitu GND, +5V, VRx, VRy, dan SW [11].



Gambar 2.6 *Module Joystick*

2.8. Aki (Akumulator)

Akumulator atau baterai adalah proses elektrokimia di mana energi listrik diubah menjadi energi kimia selama pengisian (*charging*). Selama pengosongan (*discharging*),

energi kimia diubah menjadi energi listrik [12]. Saat mengisi baterai, sambungkan terminal positif baterai ke terminal negatif sumber tegangan DC, dan sambungkan terminal negatif baterai ke terminal positif sumber tegangan DC. Contoh baterai adalah baterai dan kapasitor. Di Indonesia, kata akumulator (baterai atau aki) biasa dipahami sebagai “baterai” kendaraan. Reaksi kimia selama pengisian berbanding terbalik dengan reaksi kimia saat digunakan. Ini tidak seperti baterai, di mana reaksi kimia tidak dapat dibalik [13].



Gambar 2.7 Akumulator atau Aki

2.9. Alternator DC

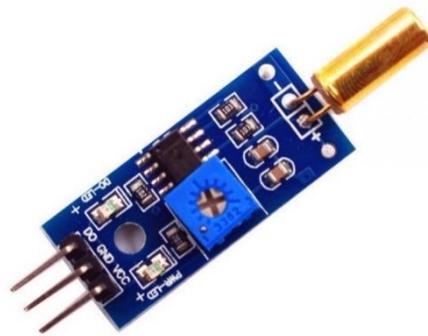
Alternator DC atau generator set atau alternator adalah perangkat yang menghasilkan energi listrik. Genset menggabungkan dua perangkat yang berbeda: mesin dan generator atau alternator. Mesin umumnya adalah mesin diesel sebagai perangkat berputar, dan generator atau alternator adalah generator. Mesin adalah fungsi dari mesin diesel yang bekerja dengan bahan bakar solar atau bensin, dan generator atau alternator adalah kumparan atau kumparan tembaga yang terdiri dari stator (kumparan statis) dan rotor (kumparan berputar). Setelah menghidupkan mesin, poros mesin terhubung langsung ke poros rotor generator set, sehingga poros mesin dan poros rotor berputar secara bersamaan. Saat poros rotor berputar, itu menginduksi medan magnet dan menghasilkan gaya gerak listrik (GGL) [14].



Gambar 2.8 Alternator DC

2.10. Sensor Kemiringan (*Tilt Sensor*)

Sensor kemiringan atau *tilt sensor* adalah salah satu komponen dari alat elektronik yang berbentuk seperti tabung dan didalamnya terdapat memiringkan sensor hingga bola melihat garis atau menembus garis. Sensor kemiringan datang dalam dua keadaan: normal atau rendah, dan di atas batas atau kemiringan tinggi [15]. Output modul ini dalam posisi tegak adalah 0V (LOW). Saat sensor dalam posisi miring, roller ball yang berada didalam tidak menghubungkan dua elemen konduktif apa pun. Output saat material dimiringkan adalah 5V (HIGH) [16].



Gambar 2.9 Sensor Kemiringan

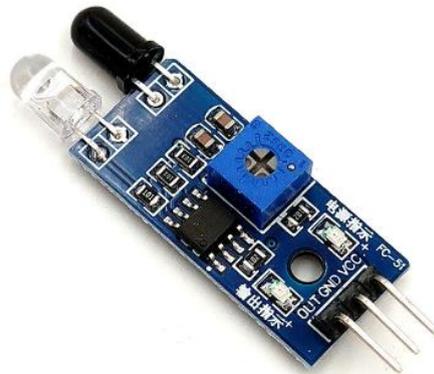
2.11. Sensor *Infrared*

Sensor IR merupakan sensor yang dapat mendeteksi halangan dengan cara memantulkan sinar infra merah. Ketika modul sensor mendeteksi halangan atau objek di depan sensor, modul ini memberikan pantulan cahaya dengan intensitas yang disesuaikan dengan potensiometer sensitivitas. Nilai yang dihasilkan adalah LOW atau HIGH. Sensor ini akan memiliki nilai LOW ketika mendeteksi penghalang di depan dan nilai HIGH ketika tidak ada hambatan. Sensor ini memiliki dua bagian utama: pemancar IR dan penerima IR. Pemancar berperan dalam memantulkan sinar infra merah ke rintangan dan benda, serta memantulkan sinar infra merah yang akan diterima oleh penerima. Di bawah ini adalah tampilan dari sensor penghindaran rintangan IR [17].

Spesifikasi sensor ir :

1. Tegangan operasi 3V hingga 5V
2. Pengguna komparator LM393 yang stabil
3. Jarak deteksi : 2cm hingga 30cm pada sudut 35 derajat

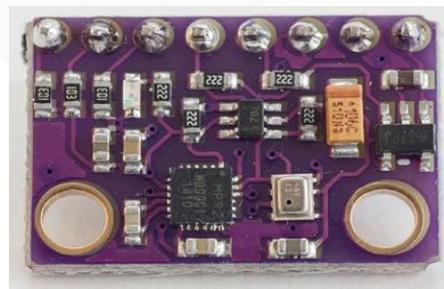
4. Ukuran papan: 3.1cmx1.5cm.



Gambar 2.10 *Sensor Infrared*

2.12. Sensor Accelerometer

Sensor *accelerometer* adalah sensor yang mengukur percepatan, mendeteksi, mengukur getaran (vibrasi), dan mengukur percepatan akibat gravitasi (inklinasi). Sensor *accelerometer* bisa digunakan untuk mengukur getaran pada mobil, bangunan, mesin, dan instalasi pengamanan[18].

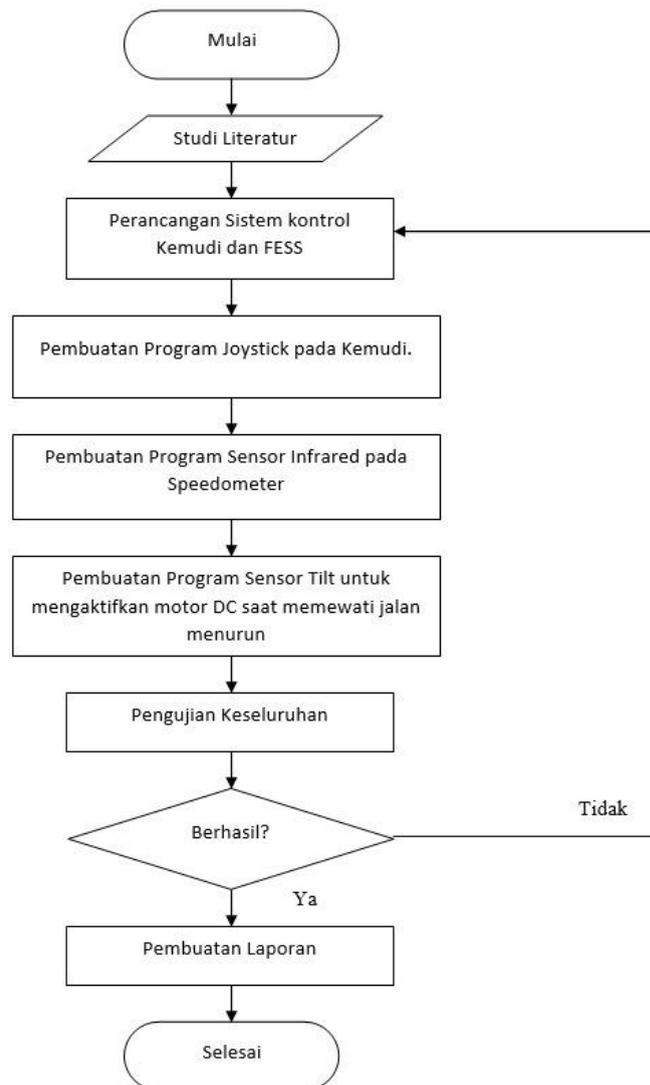


Gambar 2.11 *Sensor Accelerometer*

BAB III

METODE PELAKSANAAN

Selama pembuatan proyek akhir yang berjudul “Sistem Pengontrolan Kemudi dan FESS pada Mobil Pengguna Kursi Roda” terdapat beberapa tahapan proses pelaksanaan yang dilakukan. Ini bertujuan untuk mempermudah pengerjaan dan menyelesaikan proyek akhir. Adapun beberapa tahap tersebut dapat dilihat pada gambar 3.1



Gambar 3.1 Flowchart Pembuatan Alat Proyek Akhir

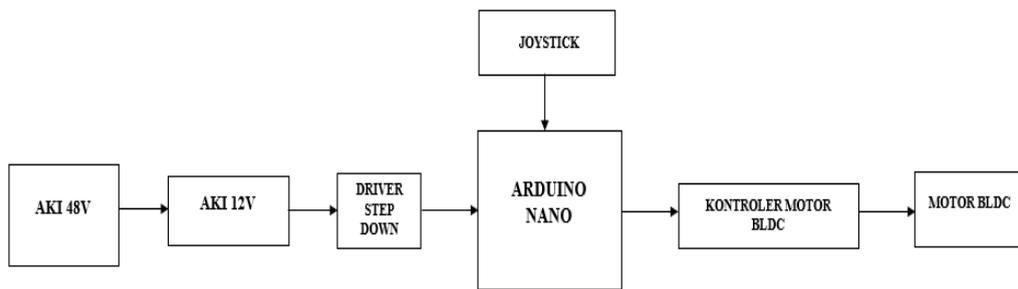
3.1. Studi Literatur

Studi Literatur merupakan hal pertama yang harus dilakukan. Pada tahapan ini, mencari jurnal maupun buku yang berkaitan dengan Sistem Kontrol Kemudi maupun FESS sangatlah penting yang dimana ini bertujuan untuk memperbanyak refrensi tentang Sistem Kontrol sendiri. Studi literatur dilakukan untuk mendapatkan rumusan masalah,

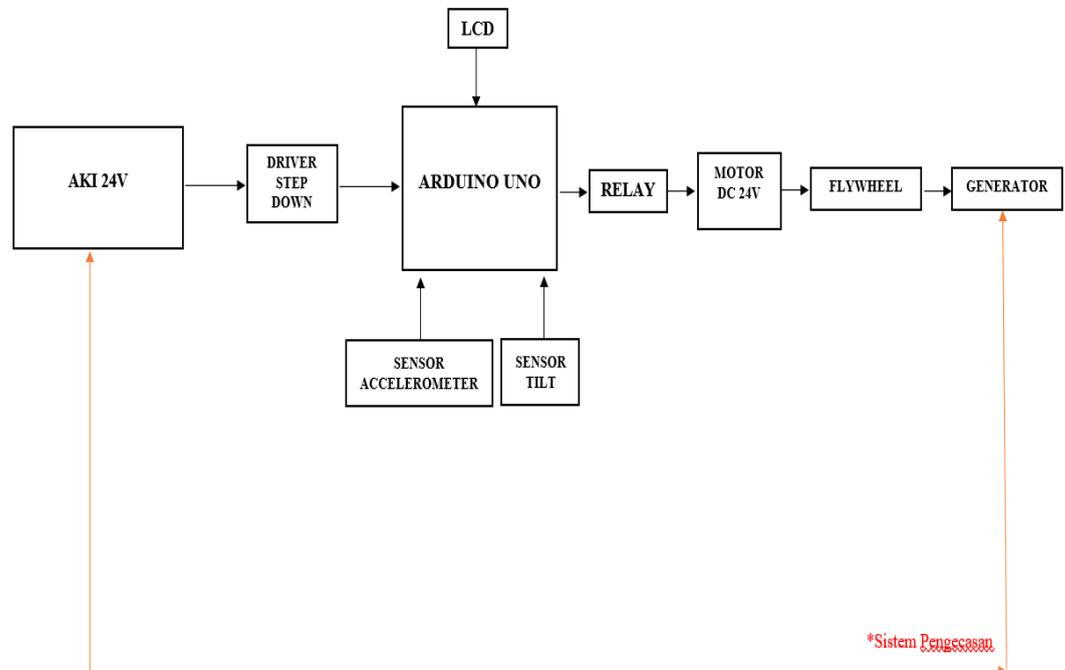
kebutuhan komponen dan peralatan yang akan digunakan dalam pengerjaan Proyek Akhir. Setelah beberapa referensi di kumpulkan maka hal-hal tersebut akan diwujudkan sebagai acuan dalam proses pembuatan.

3.2. Perancangan Sistem Kontrol Kemudi dan FESS

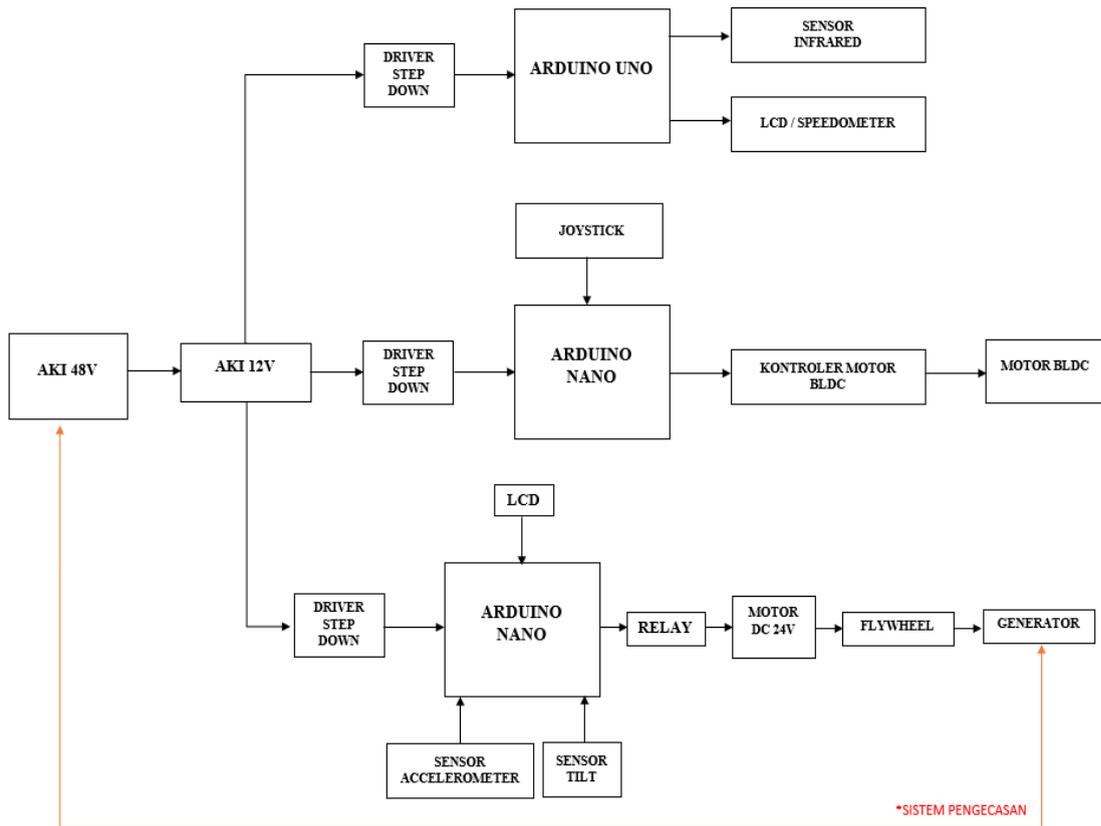
Pada proyek akhir kali ini, Sistem pengontrolan Mobil Pengguna Kursi Roda terbagi menjadi dua bagian yaitu Sistem Kontrol Kemudi dan Sistem Kontrol FESS. Tahapan ini dibuat untuk memberikan gambaran mengenai bagaimana masing-masing sistem control itu berkerja.



Gambar 3.2 Blok Diagram Kontrol Kemudi



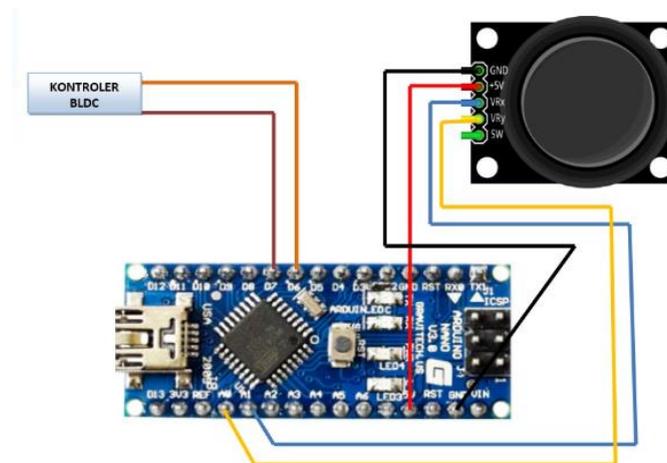
Gambar 3.3 Blok Diagram Kontrol FESS



Gambar 3.4 Blok Diagram Keseluruhan Pengontrolan Kemudi dan FESS

3.3. Pembuatan Program *Joystick* pada Kemudi

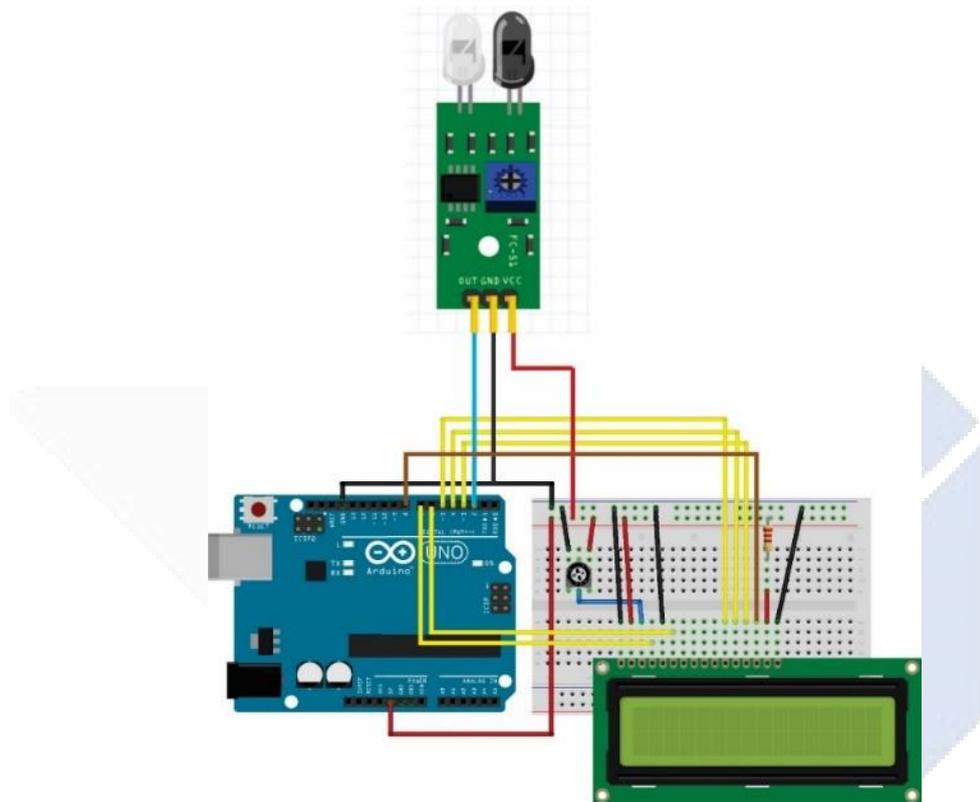
Pada Proyek Akhir kali ini, Mobil Pengguna Kursi Roda menggunakan sebuah *Joystick* sebagai penggerak kedua rodanya. Yang dimana nantinya *Joystick* tersebut akan dihubungkan dengan Arduino Nano sebagai pemberi sinyal ke Motor Listrik *Brushless*. Bisa dilihat dari *Flowchart* pemrograman, berikut adalah sistem kerjanya.



Gambar 3.5 Skema Rangkaian *Joystick*

3.4. Pembuatan Program Sensor *Infrared* pada *Speedometer*

Proyek Akhir ini menggunakan sensor *Infrared* sebagai pembaca kecepatan maupun jarak pada saat MPKR berjalan. Lalu dihubungkan pada sebuah LCD 16x2 untuk menampilkan hasil dari putaran roda. Berikut merupakan *Wiring* Skema rangkaian:

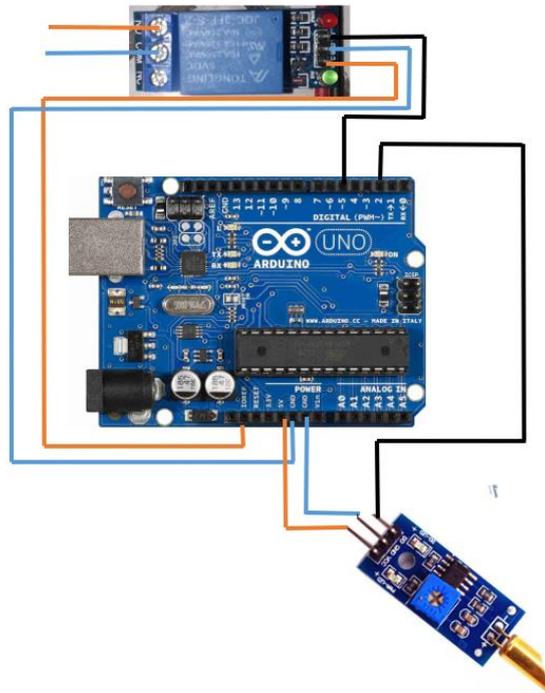


Gambar 3.6. Skema Rangkaian *Speedometer*

3.5. Pembuatan Program Sensor *Tilt* untuk Mengaktifkan Motor DC saat Melewati Jalan Menurun

Pada alat proyek akhir kali ini menggunakan sistem pengelasan yang berasal dari putaran sebuah *Flywheel* atau roda gila. *Flywheel* nantinya akan disambungkan dengan Motor DC 24V sebagai penggerak. Untuk mengaktifkan Motor DC sendiri menggunakan sebuah pemrograman Arduino yang dimana terdapat sebuah sensor *Tilt* yang akan memberikan sinyal ke motor DC untuk aktif apabila bertemu dengan jalan yang menurun. Selama sensor dalam keadaan miring atau selama MPKR melewati turunan, maka *Flywheel* akan tetap aktif. Namun apabila Sensor kemiringan sudah tidak aktif atau

MPKR sudah kembali melewati jalan yang datar, maka *Flywheel* akan mati dengan sendirinya. Putaran sisa dari *Flywheel* akan masuk ke aki dan akan terjadi sistem pengecasan.



Gambar 3.7. Skema Rangkaian Sensor *Tilt*

3.6. Pengujian Keseluruhan

Setelah melakukan pengujian perbagian, tahap selanjutnya adalah melakukan perakitan alat Proyek Akhir lalu dilakukan pengujian secara keseluruhan yang bertujuan untuk mengetahui apakah alat sudah berkerja dengan baik dan benar atau tidak.

3.7. Pengambilan Data

Tahapan selanjutnya adalah pengambilan data. Yang dimana ini merupakan data yang dihasilkan dari percobaan alat secara keseluruhan maupun perbagian. Hal ini bertujuan untuk melihat apakah terdapat sebuah kekurangan atau kesalahan alat Proyek Akhir. Data yang di ambil baik dari segi sistem kontrol, sistem kontruksi maupun saat pengaplikasian terhadap masyarakat atau lingkungan.

3.8. Pembuatan Laporan

Ini merupakan tahapan akhir dalam pengerjaan alat Proyek Akhir. Keseluruhan data, analisis, kesimpulan, maupun kritik, dan saran dalam proses pembuatan alat akan dirangkum yang dimana ini berujuan untuk memberikan informasi yang telah didapat dari alat Proyek Akhir.



BAB IV

PEMBAHASAN

Pada bab ini akan membahas tentang tahapan dan metode yang digunakan dalam pembuatan serta pengujian alat proyek akhir “Sistem Pengontrolan Kemudi dan *FESS* Pada Pengguna Kursi Roda”

4.1. Deskripsi Alat

Sistem Pengontrolan Kemudi dan *FESS* pada Mobil Pengguna Kursi Roda menggunakan sumber tegangan aki 12V yang berjumlah 4 buah. Dimana nantinya 4 buah aki tersebut akan diseri lalu masuk ke salah satu roda. Kemudian tegangan aki akan diparalelkan dari roda satu masuk ke roda lainnya. Jadi 4 buah aki akan di hubungkan dengan Motor DC *Brushless* sebelah Kanan dan Motor DC *Brushless* sebelah Kiri. Masing-masing aki akan mendapatkan tegangan aki yang sama yaitu 48V. MPKR memiliki dua buah pengontrolan terpisah yaitu pengontrolan pada Sistem Kemudi dan pengontrolan pada *FESS*. Pengontrolan pada kemudi menggunakan *Joystick* yang disambungkan pada sebuah stang mekanik lalu untuk menjalankan sesuai dengan *Low, Medium, High* akan diatur pada pemograman aplikasi Arduino IDE. Semakin besar sudut *Joystick* digerakkan ke arah yang diinginkan, maka semakin cepat pula RPM roda akan berputar. Namun apabila MPKR ingin berbelok ke salah satu arah (kiri), maka hanya satu roda saja yang berputar (roda kanan tetap berputar dan roda kiri akan diam).

Pada pengontrolan *FESS*, *Flywheel* akan berputar apabila MPKR melewati jalanan yang menurun. Untuk mengaktifkan *Flywheel* sendiri menggunakan sensor *Tilt* atau sensor kemiringan yang dimana sensor akan memberi sinyal ke arduino sehingga outputan dari arduino akan mengaktifkan motor DC 24V dan memutar *Flywheel*. Jika sudah kembali pada jalanan datar, maka motor DC otomatis akan mati namun *Flywheel* masih tetap berputar sehingga putaran sisa itulah yang akan masuk ke generator lalu diteruskan ke 4 buah aki dan terjadilah Sistem Pengecasan.

4.2. Menghitung RPM Motor DC *Brushless* Tanpa Beban dan Kerangka Menggunakan *Joystick* sebagai Penggerak

Pada proyek akhir ini digunakan dua buah motor listrik BLDC dengan diameter motor listrik BLDC + ban luar sebesar ±36cm dan jari – jari 18cm. Uji coba pengukuran RPM di lakukan menggunakan Tachometer. Berikut merupakan data RPM yang telah di Uji Coba berdasarkan tegangan:

Tabel 4.1 Data pengukuran kecepatan RPM berdasarkan tegangan

| Percobaan | V in | Hasil P Sensor IR Speed Encoder | Pengukuran RPM (Tachometer) | Persentase Error |
|-----------|-------|--|-----------------------------------|---------------------|
| 1 | 1,2 V | 533 | 540 | 1% |
| 2 | 1,3 V | 740 | 746 | 0.7% |
| 3 | 1,4 V | 1004 | 1131 | 0.1% |
| 4 | 1,5 V | 2337 | 2337 | 0% |
| 5 | 1,6 V | 2499 | 2569 | 0.02% |
| 6 | 1,7 V | 3040 | 3040 | 0% |
| 7 | 1,8 V | 3240 | 3240 | 0% |
| 8 | 1,9 V | 4015 | 4016 | 0.7% |
| 9 | 2 V | 4556 | 4550 | 0.14% |
| 10 | 2,1 V | 5285 | 5275 | 0.18% |
| 11 | 2,2 V | 6390 | 6390 | 0% |
| 12 | 2,3 V | 6880 | 6880 | 0% |
| 13 | 2,4 V | 7072 | 7025 | 0.7% |
| 14 | 2,5 V | 7450 | 7427 | 0.3% |
| 15 | 2,6 V | 8298 | 8298 | 0% |
| 16 | 2,7 V | 9166 | 9160 | 0.6% |
| 17 | 2,8 V | 9270 | 9973 | 0.07% |
| 18 | 2,9 V | 9340 | 10100 | 0.08% |
| 19 | 3 V | 9500 | 10350 | 0.09% |

Keterangan:

Rumus perhitungan persentase error:

$$\text{Persentase error} = \frac{\text{Tachometer} - \text{Sensor Ir Speed}}{\text{Tachometer}} \times 100\%$$

Sensor Ir speed encoder = Hasil pengukuran yang terbaca pada sensor

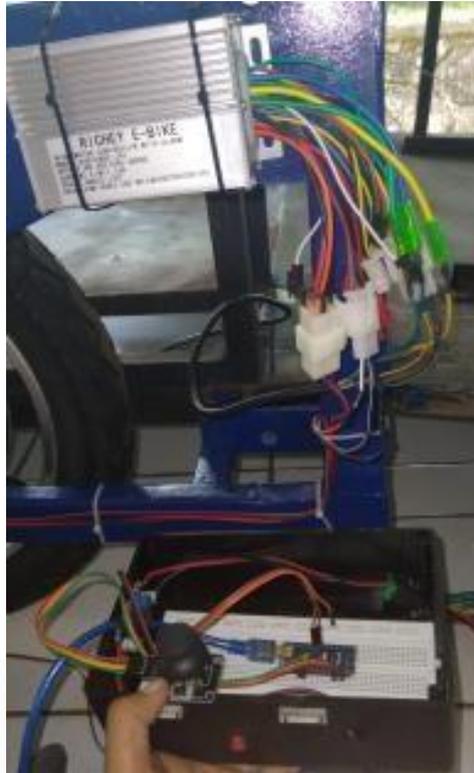
Tachometer =Hasil pengukuran yang terbaca pada
Tachometer

Berikut perhitungan persentase error pada tabel pengujian.

- Persentase error percobaan ke-1= $\frac{540-533}{540} \times 100\% = 1\%$
- Persentase error percobaan ke-2= $\frac{746-740}{746} \times 100\% = 0.7\%$
- Persentase error percobaan ke-3= $\frac{1131-1004}{1131} \times 100\% = 0.1\%$
- Persentase error percobaan ke-5= $\frac{2569-2499}{2569} \times 100\% = 0.02\%$
- Persentase error percobaan ke-8= $\frac{4016-4015}{4016} \times 100\% = 0.7\%$
- Persentase error percobaan ke-9= $\frac{4550-4556}{4550} \times 100\% = 0.14\%$
- Persentase error percobaan ke-10= $\frac{5275-5285}{5275} \times 100\% = 0.18\%$
- Persentase error percobaan ke-13= $\frac{7025-7072}{7025} \times 100\% = 0.7\%$
- Persentase error percobaan ke-14= $\frac{7450-7427}{7450} \times 100\% = 0.3\%$
- Persentase error percobaan ke-16= $\frac{9160-9166}{9160} \times 100\% = 0.6\%$
- Persentase error percobaan ke-17= $\frac{9973-9270}{9973} \times 100\% = 0.07\%$
- Persentase error percobaan ke-18= $\frac{10100-9340}{10100} \times 100\% = 0.08\%$
- Persentase error percobaan ke-19= $\frac{10350-9500}{10350} \times 100\% = 0.09\%$

Kesimpulan :

Dari data pengujian diatas, dapat dilihat tegangan minimum yang dibutuhkan roda untuk berputar yaitu sebesar 1,2V. Sedangkan untuk tegangan maksimum berada pada 3V. Sehingga dapatkan kecepatan minimum dan maksimum roda yaitu sebesar 540rpm dan 10350rpm.



Gambar 4.1. Rangkaian Sederhana dari *Joystick* ke Arduino Nano lalu Dihubungkan pada Kontroler sebagai Penggerak Kendali Motor BLDC

Pada gambar diatas, *Joystick* disambungkan ke Arduino Nano lalu dari Arduino Nano dilakukan pemograman yang dimana nantinya akan disambungkan ke kontroler motor BLDC agar mampu menggerakkan motor BLDC.

4.3. Pengujian Motor DC 24V untuk Mengaktifkan *Flywheel*.

Adapun pada tahap pengujian kali ini kami menggunakan sensor *Tilt* yang berfungsi untuk memberikan sinyal ke Arduino sehingga mampu menggerakkan Motor DC 24V. Serta adanya sensor *Accelerometer* yang berfungsi untuk mengetahui derajat kemiringan MPKR saat melewati jalanan yang menurun sampai pada titik derjat dimana nantinya sensor *Tilt* akan berkerja.

Tabel 4.2. Data pengukuran sensor kemiringan untuk mengaktifkan *flywheel*

| Sudut (Sensor Accelerometer) | Keadaan (Sensor Tilt) | RPM Motor DC tanpa Flywheel | RPM Motor DC dengan Flywheel |
|---------------------------------|--------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|
| 0° | Normal | 0 | 0 |
| 1° | Normal | 0 | 0 |
| 2° | Normal | 0 | 0 |
| 3° | Normal | 0 | 0 |
| 4° | Miring | 3285 | 1649 |
| 5° | Miring | 3285 | 1649 |
| 6° | Miring | 3285 | 1649 |
| 7° | Miring | 3285 | 1649 |
| 8° | Miring | 3285 | 1649 |
| 9° | Miring | 3285 | 1649 |
| 10° | Miring | 3285 | 1649 |

Kesimpulan :

Berdasarkan data pengujian diatas, pada saat mengaktifkan motor DC digunakanlah sensor kemiringan sebagai inputan untuk menggerakkan motor DC. Saat sensor berada pada sudut $<0^\circ$ motor DC belum aktif. Motor DC akan aktif pada saat kemiringan sudut berada pada $<4^\circ$. Jadi, sensor kemiringan berhasil untuk menggerakkan motor DC dan mengaktifkan *flywheel*



Gambar 4.2. Tampilan LCD Indikator saat Sensor *Tilt* dan Sensor *Accelerometer*

Masih dalam Keadaan Data

Dapat dilihat pada indikator, tertulis sudut dengan 0.00 derajat dan *Tilt* masih dalam keadaan normal yang artinya sensor belum aktif sebab belum terjadi penurunan pada MPKR sehingga Motor DC 24V belum berputar untuk mengaktifkan *Flywheel*.



Gambar 4.3. Tampilan LCD Indikator saat Sensor *Tilt* dan Sensor *Accelerometer*

Dimiringkan agar Mengaktifkan Motor DC 24V

Pada gambar diatas dapat dilihat pada sudut kemiringan 4.00 derajat sensor *Tilt* sudah memberikan sinyal 1 atau miring yang artinya Motor DC 24V sudah berkerja untuk menggerakkan *Flywheel*.



Gambar 4.4. Tampilan LCD Indikator saat Sensor *Tilt* dan *Accelerometer*

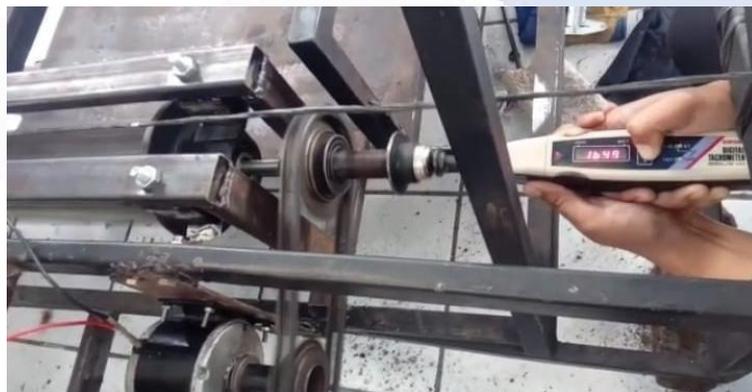
Kembali dalam Keadaan Datar atau Normal

Bisa dilihat pada gambar diatas, indikator menunjukkan sudut sudah berada dibawah 0 derajat dan sensor *Tilt* otomatis sudah dalam keadaan normal yang artinya sensor *Tilt* sudah tidak aktif sehingga Motor DC sudah tidak kembali berputar.



Gambar 4.5. Pengukuran RPM Motor DC 24V Menggunakan Tachometer tanpa Beban *Flywheel*

Berdasarkan pengujian yang kami lakukan, Motor DC 24V mampu berputar dengan kecepatan RPM sebesar 3285rpm tanpa beban.



Gambar 4.6. Pengukuran RPM Motor DC 24V Menggunakan Tachometer setelah Dipasangkan dengan Beban *Flywheel*

Pada gambar diatas Motor DC 24V di hubungkan pada *Flywheel* untuk menguji apakah Motor DC 24V mampu menggerakkan *Flywheel*. Di dapati hasil bahwa pada dasarnya Motor DC 24V mampu menggerakkan *Flywheel* namun RPM yang di keluarkan hanya sebesar 1649rpm atau hanya setengah dari RPM Motor DC 24V tanpa beban.

4.4. Pengujian Kecepatan Roda dari *Low, Medium, High* Menggunakan Sensor *Infrared*



Gambar 4.7. Pemasangan Sensor *Infrared* pada Roda



Gambar 4.8. Sensor *Infrared* Aktif dan Membaca Kecepatan Roda Ketika Roda Berputar

Pada pengujian sensor *Infrared* sebagai *Speedometer* kali ini, sensor *Infrared* hanya mampu mendeteksi warna hitam dan putih. Penanda garis berwarna putih di pasangkan pada roda. Ketika roda berputar dan sensor *Infrared* mendeteksi garis putih maka sensor akan mulai menghitung seberapa banyak roda berputar.



Gambar 4.9. Tampilan *Speedometer* saat Roda dalam Kondisi *Low*

Pada pengujian roda dalam keadaan *Low*, kecepatan roda berada pada 10.04Km/h dan jarak tempuh putaran roda sejauh 0.17Km.



Gambar 4.10. Tampilan *Speedometer* saat Roda Berada dalam Kondisi *Medium*

Pada pengujian roda dalam keadaan *Medium*, kecepatan roda berada pada 19.46Km/h dan jarak tempuh roda sejauh 0.21Km.



Gambar 4.11. Tampilan *Speedometer* saat Roda Berada dalam Kondisi *High*

Pada pengujian roda dalam keadaan *High*, kecepatan roda berada pada 32.33Km/h dan jarak tempuh roda sejauh 0.31Km.

4.5. Nilai Daya yang Masuk dan Keluar

Nilai daya yang masuk dan nilai daya keluar memiliki rumus teoritik sebagai berikut:

Nilai daya yang masuk:

$$P = V \times I$$

Nilai daya yang keluar:

$$P = W \div T$$

Dengan artian:

P= Daya

V= Tegangan

I= Arus



Gambar 4.12. Proses pengambilan data untuk Tegangan, Arus, dan RPM pada motor BLDC

Pengujian ini unruk mengetahui apakah ada nilai daya yang masuk dan keluar pada motor BLDC. Didapatlah data pengujiannya sebagai berikut :

Tabel 4.2. Data untuk mencari nilai daya yang masuk dan daya yang keluar

| RPM | V in | V out | I | P in | P out |
|-------|-------|--------|---------|----------|-----------|
| 540 | 1,2 V | 1,8 V | 0,002 A | 0,0018 W | 0,00003 W |
| 746 | 1,3 V | 2,6 V | 0,004 A | 0,0052 W | 0,00008 W |
| 1131 | 1,4 V | 6,8 V | 0,006 A | 0,0204 W | 0,0003 W |
| 2337 | 1,5 V | 9 V | 0,008 A | 0,036 W | 0,0006 W |
| 2569 | 1,6 V | 9,8 V | 0,01 A | 0,049 W | 0,0008 W |
| 3040 | 1,7 V | 12,6 V | 0,012 A | 0,0756 W | 0,0012W |
| 3240 | 1,8 V | 16,8 V | 0,014 A | 0,1176 W | 0,0019 W |
| 4016 | 1,9 V | 19,4 V | 0,016 A | 0,2522 W | 0,0042 W |
| 4550 | 2 V | 20,4 V | 0,03 A | 0,306 W | 0,0051 W |
| 5275 | 2,1 V | 22,8 V | 0,046 A | 0,5244 W | 0,0087 W |
| 6390 | 2,2 V | 23,6 V | 0,054 A | 0,6372 W | 0,0106 W |
| 6880 | 2,3 V | 26,4 V | 0,064 A | 0,8448 W | 0,0140 W |
| 7025 | 2,4 V | 29,6 V | 0,074 A | 1,0952 W | 0,0182 W |
| 7427 | 2,5 V | 31 V | 0,084 A | 1,302 W | 0,0216 W |
| 8298 | 2,6 V | 34,8 V | 0,104 A | 1,8096 W | 0,03 W |
| 9160 | 2,7 V | 36,6 V | 0,106 A | 1,9398 W | 0,03232 W |
| 9973 | 2,8 V | 37,8 V | 0,122 A | 2,3058 W | 0,03842 W |
| 1010 | 2,9 V | 39,8 V | 0,136 A | 2,704 W | 0,04506 W |
| 1325 | 3 V | 41 V | 0,146 A | 2,993 W | 0,04988 W |
| 13922 | 3,1 V | 47,4 V | 0,16 A | 3,792 W | 0,0632 W |
| 14100 | 3,2 V | 49 V | 0,176 A | 4,312 W | 0,0718 W |
| 15040 | 3,3 V | 51 V | 0,188 A | 4,794 W | 0,0799 W |
| 15040 | 3,4 V | 51 V | 0,188 A | 4,794 W | 0,0799 W |
| 15040 | 3,5 V | 51 V | 0,188 A | 4,794 W | 0,0799 W |
| 15040 | 3,6 V | 51 V | 0,188 A | 4,794 W | 0,0799 W |

Kesimpulan:

Berdasarkan nilai daya yang masuk dan keluar (P_{in} dan P_{out}), maka dilakukan pendataan nilai tegangan dan arus terlebih dahulu lalu memasukkan nilai tegangan, dan waktu sesuai dengan rumus daya. Berdasarkan data diatas, nilai daya yang masuk dan keluar sudah dapat diketahui sebab nilai tegangan dan arus sudah ada.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

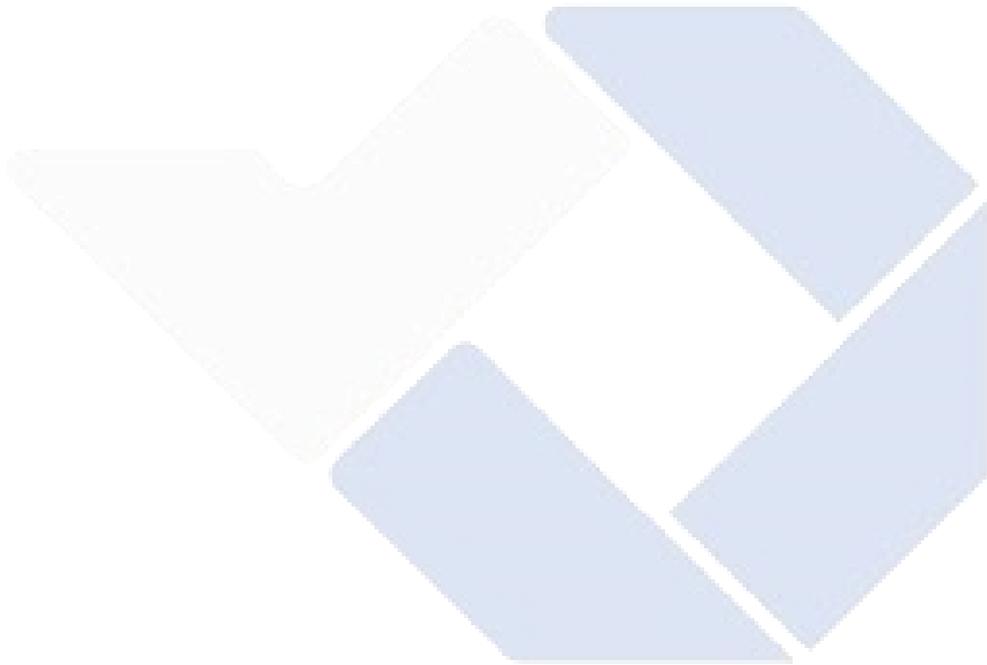
5.1. Kesimpulan

Dari data yang sudah didapat, bisa disimpulkan bahwa :

1. Pengujian menghitung RPM Motor DC *Brushless* tanpa beban dan kerangka, tegangan input untuk menggerakkan roda yaitu berada di tegangan 1,2V dengan RPM awal 540 rpm, sedangkan tegangan maksimum yang dihasilkan mencapai 3V dengan RPM maksimum 10350rpm.
2. Pengujian menghitung torsi kekuatan roda untuk mengetahui seberapa besar beban yang bisa diangkut oleh masing-masing roda. Data yang diambil adalah beban manusia, beban kerangka dibagi dengan 4 buah roda. Setelah beban total sudah didapat, maka bisa dimasukkan rumus torsi untuk menjalankan MPKR. Data torsi yang dibutuhkan untuk menjalankan MPKR adalah 286, 05Nm.
3. Pengujian sensor *Tilt* untuk mengaktifkan motor DC berada dikemiringan <4 derajat dengan tampilan serial monitor tertulis "MIRING". Sebelum kemiringan belum mencapai 4 derajat, sensor tidak aktif maka tampilan pada serial monitor tertulis "NORMAL".
4. Pengujian nilai kecepatan roda dengan kecepatan *low, medium, high* menggunakan *speedometer* yang telah dibuat menggunakan sensor infrared telah didapat nilai speed 10.04Km/h dengan nilai trip sejauh 017Km, kondisi medium nilai speed berada pada 19.46Km/h dengan nilai trip sejauh 0.21Km, dan kondisi high dengan nilai speed High berada pada 32.33Km/h dengan jumlah trip sejauh 0.31Km.
5. Pengujian nilai daya yang masuk dan keluar pada aki dibutuhkan nilai tegangan dan arus untuk bisa mendapatkan daya yang dibutuhkan. Nilai daya yang masuk dengan tegangan dan arus maksimum yang sudah dicari sebesar 4,794 W, sedangkan nilai daya yang keluar bisa didapat dengan nilai daya yang masuk dibagi waktu didapatlah hasil sebesar 0,0799 W.

5.2. Saran

Pada penelitian proyek akhir ini, penulis menyarankan untuk melakukan pengembangan tentang sistem pengontrolan kemudi dan *FESS* agar menambahkan fitur pintu keamanan otomatis bagi pengguna.



DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Akmal Ikhsan S, Akmal and Mulya Evando Irawan, Mulya and NiftahunWafiq, Wafiq and SOKAM PRATAMA, TAMA. (2021). *RANCANG BANGUN SISTEM KEMUDI DAN RANGKA PADA MOBILLISTRIK BAGI PENGGUNA KURSI RODA* , 41.
- [2]Putri,A.(2010, April 29). (<https://anto12.wordpress.com/2010/04/29/pengertian-sistem-kontrolkendali/>, Ed.) *Pengertian Sistem Kontrol* .
- [3] Bahrin. (2017, Desember 3). *Sistem Kontrol Penerangan Menggunakan ArduinoUno Pada Universitas Ichsan Gorontalo* , 289.
- [4] Ridarmin, Fauzansyah, Elisawati, Eko Prasetyo. (2019, Desember). PROTOTYPE ROBOT LINE FOLLOWER ARDUINO UNO MENGGUNAKAN 4 SENSOR TCRT5000. *Jurnal Informatika, Manajemen dan Komputer, Vol.11 No.2* , 23.
- [5] Arga. (2020, Juli 20). *Pengertian Arduino dan Spesifikasinya* .
- [6] Muhamad Yusvin Mustar, Rama Okta Wiyagi. (2017, Mei 20-28). *JURNAL ILMIAH SEMESTA TEKNIKA* Vol. 20, No. 1.*Implementasi Sistem Monitoring Deteksi Hujan dan Suhu Berbasis Sensor Secara Real Time*, 9.
- [7] Insinyour. (n.d.). *Prinsip Kerja Motor Brushless DC* .
- [8] Rafli Fajar Anugrah, Iradiratu Diah P.K., Belly Yan Dewantara. (2020). *JURNAL TEKNIK ELEKTRO DAN KOMPUTER TRIAC* Vol. 7 No. 2.*Kontrol Motor Brushless DC*
- [9] Danu Akbar, Slamet Riyadi. (2018, Desember 10-11). Seminar Nasional Instrumentasi, Kontrol dan Otomasi (SNIKO).

Pengaturan Kecepatan Pada Motor Brushless DC (BLDC) Menggunakan PWM (Pulse Width Modulation) .

- [10] Admin. (2020, Desember 5). Cara Mengakses Modul Joystick Menggunakan Arduino.
- [11] Rahmat Tullah, Sutarman, Agus Hendra Setyawan. (2019, March 27). *Sistem Penyiraman Tanaman Otomatis Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno Pada Toko Tanaman Hias Kopi .*
- [12] ALAN FADIANTO, ALAN FADIANTO. (2019, April 4). Bachelor thesis, UNIVERSITAS ISLAM MAJAPAHIT MOJOKERTO. *RANCANG BANGUN MESIN PEMOTONG RUMPUT ELEKTRIK .*
- [13] Alba, R. I. (2018). Teknik Elektro, Teknik, Universitas Negeri Surabaya. *ANALISIS RANCANG BANGUN SISTEM KONTROL HEMAT ENERGI UNTUK EFISIENSI BIAYA PADA HOME INDUSTRY BORDIR SURABAYA , 241.*
- [14] Gabriel Paul Tumilar, Fielman Lisi, Marthinus Pakiding. (2015). E-journal Teknik Elektro dan Komputer. *Optimalisasi Penggunaan Bahan Bakar Pada Generator Set Dengan Menggunakan Proses Elektrolisis , 12.*
- [15] Rian Aprian Jubitra, Rajes Khana. (2019). *PROTOTIPE SISTEM ALERT KECELAKAAN DENGAN SENSOR KEMIRINGAN MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER BERBASIS PANGGILAN TELEPON , 165*
- [16] Suryana, T. (n.d.). *Implementasi Sistem Peringatan Dini Tanah Longsor Menggunakan Sensor Kemiringan dengan Antar Muka Modul Nirkabel nRF24L01+ Sebagai Media Pengiriman dan Penerimaan Data , 32.*
- [17] Suryana, T. (n.d.). *Sistem Pendeteksi Objek untuk Keamanan Rumah dengan Menggunakan Sensor Infra Red , 17.*

- [18] Muhammad Riyadi, Wahyudi , Iwan Setiawan.(2010).
*Pendeteksi Posisi Menggunakan Sensor Accelerometer
MMA7260Q Berbasis Mikrokontroler Atmega 32 , 6.*

