

PROTOTYPE KENDALI DIGITAL MOTOR BLDC UNTUK SEPEDA LISTRIK BERBASIS ARDUINO UNO

Zalma Sihan Ilmi¹, Rifdian Indrianto Sudjoko², Bagja Gumilar³

^{1,2,3}Politeknik Penerbangan Surabaya, Jl. Jemur Andayani 1 No 73 Surabaya, 60236

Email: zalmasihaniilmi@gmail.com

Abstrak

Teknologi di bidang transportasi pada kendaraan listrik berkembang sangat pesat terutama pada sepeda listrik. Hal ini terjadi akibat krisis bahan bakar fosil. Sepeda listrik memiliki penggerak utama agar sepeda listrik dapat berjalan, salah satunya menggunakan motor DC. Motor BLDC memiliki efisiensi yang tinggi yang berkomutasi secara elektrik tanpa harus menggunakan sikat dan komutator. Metode dalam pembuatan alat ini menggunakan Arduino Uno sebagai mikrokontroler yang berfungsi sebagai kontrol yang mendapat inputan dari pembacaan Hall Effect Sensor yang terjadi ketika motor BLDC berputar. Jenis motor yang digunakan adalah motor BLDC dengan tegangan 24 Volt. Pengontrolan kecepatan motor BLDC di desain sesederhana mungkin dengan menggunakan besaran nilai *duty cycle* yang mengirimkan data berupa nilai ADC (*Analog Digital Converter*) ke mikrokontroler kemudian dirubah menjadi sinyal PWM (*Pulse Width Modulation*) dan menampilkan RPM motor BLDC.

Pada penelitian ini menggunakan sensor INA219 sebagai sensor pembaca tegangan yang berfungsi membaca tegangan *output* pada baterai yang kemudian ditampilkan pada LCD. Dengan tingkat kecepatan 10% dari potensiometer dan tegangan 23,80V yang masuk ke motor dapat menghasilkan rpm sebesar 46, dengan tingkat kecepatan putaran 100% dari potensiometer dan tegangan 29,90 V dapat menghasilkan rpm sebesar 132, hambatan pada potensiometer juga mempengaruhi kecepatan rpm pada motor BLDC.

Kata Kunci: motor bldc, arduino uno, *pulse width modulation*, sensor tegangan

Abstract

Technology in the field of transportation in electric vehicles is developing very rapidly, especially on electric bicycles. This is due to the fossil fuel crisis. Electric bicycles have a prime mover so that electric bicycles can run, one of which uses a DC motor. High-efficiency BLDC motors commutate electrically without the need for brushes and commutators. The method in making this tool is to use Arduino Uno as a microcontroller which functions as a control that gets input from Hall Effect Sensor readings that occur when the BLDC motor rotates. The type of motor used is a BLDC motor with a voltage of 24 Volts. BLDC motor speed control is designed as simple as possible by using the duty cycle value which sends data in the form of ADC (Analog Digital Converter) value to the microcontroller and then converts it into a PWM signal (Pulse Width Modulation) and displays the RPM of the BLDC motor.

In this study, the INA219 sensor is used as a voltage reader sensor which functions to read the output voltage on the battery which is then displayed on the LCD. With a speed level of 10% from the potentiometer and a voltage of 23.80V that enters the motor can produce rpm of 46, with a rotational speed of 100% of the potentiometer and a voltage of 29.90 V can produce rpm of 132, the resistance on the potentiometer also affects the speed of rpm at BLDC motors.

Keywords: *bldc motor, arduino uno, pulse width modulation, voltage sensor*

PENDAHULUAN

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi dinilai cukup pesat dan tidak dipungkiri munculnya inovasi inasi terbaru bidang pertambangan, perindustrian maupun dalam bidang transportasi. Seiring kemajuan teknologi penggunaan mesin listrik dapat berkembang sesuai kebutuhannya. Mesin listrik memiliki peranan cukup penting dalam kehidupan sehari hari, trend yang berkembang saat ini dalam bidang transportasi adalah kendaraan yang ramah lingkungan hal ini disebabkan karena pemanasan global yang dihasilkan oleh alat transportasi masih menggunakan mesin bakar. Dalam mengatasi hal tersebut produsen kini mulai merubah mesin penggerak utama pada alat transportasinya untuk menggunakan dan memanfaatkan mesin listrik yang sebelumnya menggunakan mesin bakar sebagai penggerak utama kendaraan (*Electric Vehicles*).

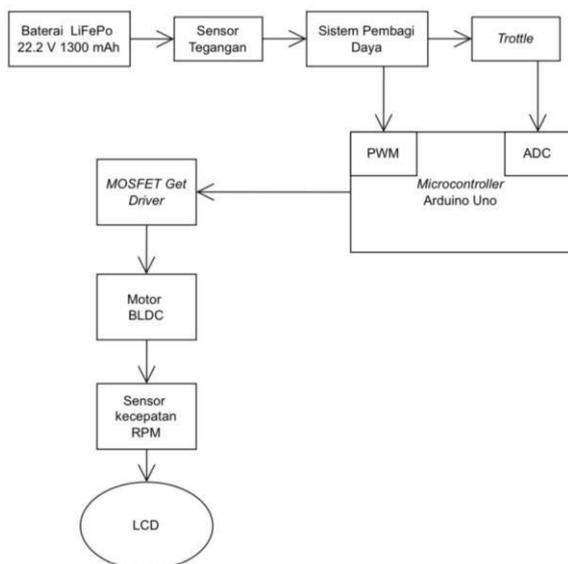
Dalam hal ini, kendaraan listrik dapat menawarkan solusi yang menjanjikan untuk mengurangi emisi pada kendaraan bermotor yang merupakan penyumbang polusi terbesar di Indonesia. Pada kendaraan listrik, motor utama adalah penggerak utama, yang umumnya menggunakan jenis motor listrik *Brushless Direct Current* (BLDC) Motor. Motor BLDC digunakan sebagai alternatif dikarenakan motor BLDC konvensional yang masih menggunakan brush dan komutator memerlukan rangkaian elektronika sebagai kendali pada motor BLDC. Kelebihan yang ada pada motor BLDC dibanding motor Dc konvensional lainnya adalah perawatan yang efisiensi tinggi, masa operasi lebih tinggi, torsi besar serta tingkat kebisingan yang rendah karena putaran halus.

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan dan dijelaskan di atas, maka

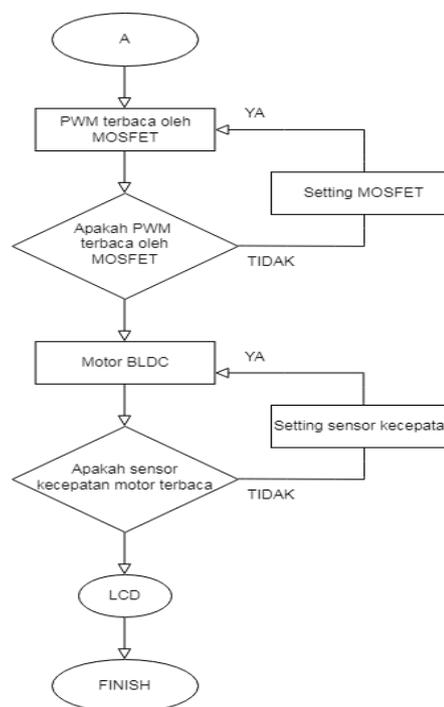
penulis mengambil judul Penelitian “**PROTOTYPE KENDALI DIGITAL MOTOR BLDC UNTUK SEPEDA LISTRIK BERBASIS ARDUINO UNO**”. Sistem kendali motor BLDC ini akan dikendalikan secara digital oleh mikrokontroler, serta dijalankan menggunakan *duty cycle* variabel pada sinyal PWM yang dihasilkan oleh mikrokontroler yang berfungsi sebagai pengatur kecepatan motor BLDC. Diharapkan penelitian ini dapat mengontrol serta mengatur putaran motor BLDC pada sepeda listrik yang sederhana dan praktis.

METODE

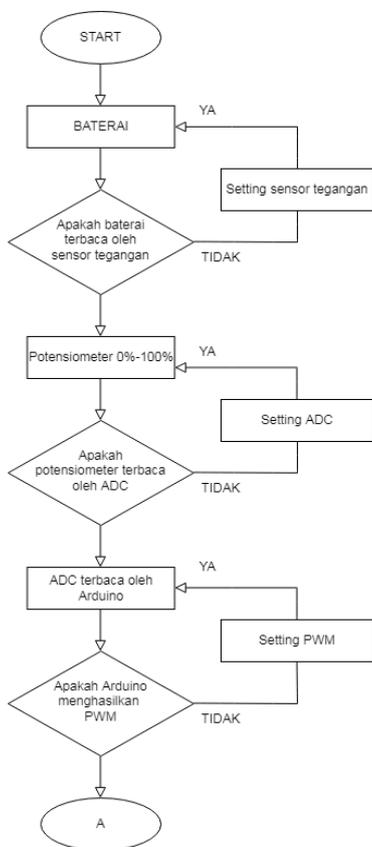
Motor Brushless Direct Current (BLDC) adalah motor yang tidak menggunakan sikat dan komutator. Untuk mempermudah kendali putaran motor BLDC diperlukan kendali digital menggunakan Arduino Uno. Catu daya utama yang digunakan adalah 6 baterai LifePO secara seri dengan masing-masing berkapasitas 3,7 Volt Ah sehingga diperoleh tegangan total sebesar 22,2 Volt. Perangkat yang digunakan sebagai penggerak utama untuk alat ini ialah 1 buah motor BLDC yang terdapat pada sepeda listrik, mikrokontroler Arduino Uno sebagai mikrokontroler, dan sistem pembagi daya yang berfungsi sebagai pengatur input tegangan pada motor BLDC atau biasa dikenal dengan converter. Sedangkan besaran output pada motor BLDC dapat juga mempengaruhi kecepatan motor BLDC tersebut. Untuk mengetahui kecepatan pada motor nantinya akan digunakan juga sensor kecepatan yang akan ditunjukkan pada layar LCD sebagai hasil pembacaan kecepatan sepeda listrik saat pengujian. Gambar 1 merupakan blok diagram rancangan penulis :



Gambar 1. blok diagram rancangan penulis
Flow chart rancangan penulis adalah sebagai berikut :



Gambar 2. *Flow chart* sistem keseluruhan



Pada proses pembuatan penelitian ini penulis ingin merealisasikan apa yang sudah direncanakan sebelumnya yaitu agar kecepatan motor BLDC dapat dikendalikan secara digital menggunakan mikrokontroler Arduino Uno dengan menampilkan hasil pada LCD.

HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Pengukuran *Power Supply*

Catu daya yang digunakan adalah Baterai 22,2V dengan *board* Arduino membutuhkan supply 5 VDC dan ditambah *supply* untuk LCD. Sebelumnya dilakukan pengujian pada catu daya untuk memastikan besar tegangan yang dikeluarkan sesuai dengan tegangan yang diperlukan.



Gambar 3. Pengujian *Port Input Power Supply*



Gambar 4. Pengujian Baterai

Analisis : Berdasarkan hasil pengukuran yang telah dilakukan menggunakan Avometer dapat terlihat bahwa tegangan yang keluar dari baterai sebesar 24,8V. kali ini menunjukkan bahwa baterai bekerja dengan baik sebagai sumber tegangan pada perancangan alat ini.



Gambar 4. Pengujian *Port Output Power Supply*

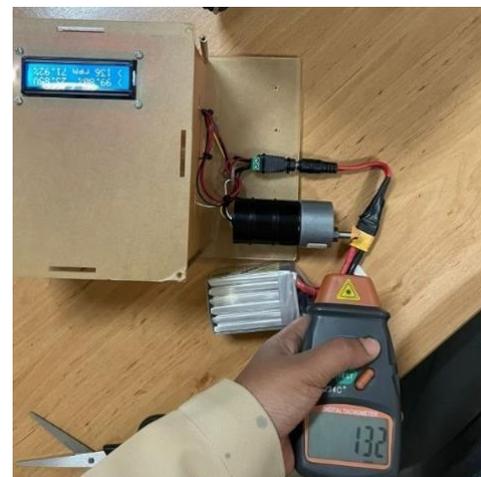
Analisis : Dari hasil percobaan alat didapat kesimpulan bahwa catu daya telah memenuhi supply tegangan yang dibutuhkan oleh komponen-komponen yang ada. Sehingga kesimpulannya catu daya dalam kondisi baik.

b. Pengukuran Baterai

Pengukuran kali ini akan menguji baterai sebagai sumber tegangan utama pada perancangan alat ini,. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui tegangan yang dihasilkan oleh baterai apakah sesuai atau tidak Pengujian kali ini akan mengukur tegangan keluaran dari baterai menggunakan Avometer.

c. Pengujian Motor BLDC

Pengujian pada putaran motor merupakan pengujian inti pada penelitian ini. Yang di uji pada pengujian ini adalah perbandingan antara kecepatan motor sesuai sensor *rotary encoder* dan kecepatan motor sesuai pengukuran tachometer pada tiap tingkatan kecepatan dalam satuan persen. Berikut adalah hasil data pengujian yang di dapatkan :



Gambar 5. Pengujian RPM motor BLDC

Analisis : Dari hasil pengujian, didapatkan kesimpulan bahwa Arduino berfungsi dengan baik. Hal ini dibuktikan dengan tegangan *output* yang keluar dari pin vcc yaitu 5 Vdc. Selain itu dilihat juga dari lampu LED indikator yang menyala pada Arduino yang menunjukkan bahwa mikrokontroler berfungsi dengan baik.

No	Tingkat kecepatan (%)	Tegangan Baterai	Kecepatan Motor pada sensor rotary encoder (rpm)	Kecepatan Motor pada tachometer	Faktor koreksi (%)
1.	10%	23,80 V	66	46	43%
2.	20%	23,85 V	75	68	10%
3.	30%	23,91 V	99	77	28%
4.	40%	23,92 V	112	84	33%
5.	50%	23,98 V	120	89	34%
6.	60%	24,02 V	125	96	30%
7.	70%	24,08 V	128	108	18,5%
8.	80%	24,13 V	130	120	8,3%
9.	90%	24,20 V	132	126	4,7%
10.	100%	24,90 V	136	132	3%

Tabel 1. Hasil Pengujian motor BLDC

Analisis : Dari pengujian pada perbandingan antara kecepatan motor sesuai sensor *rotary encoder* dan kecepatan motor sesuai pengukuran tachometer pada tiap tingkatan kecepatan dalam satuan persen motor bekerja dengan baik dan sensor *rotary encoder* memiliki koreksi factor antara 3% sampai 43%

d. Pengujian Mikrokontroler Arduino Uno

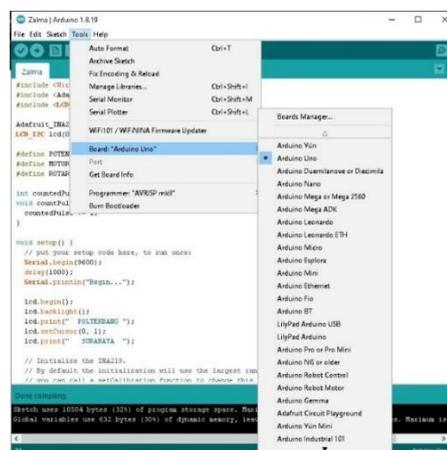
Pada pengujian ini akan menguji mikrokontroler apakah port dari mikrokontroler berfungsi dengan baik atau tidak, dimana komponen ini berfungsi sebagai *controller* pada alat ini.



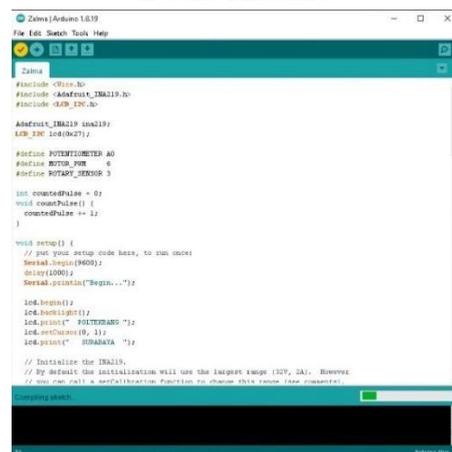
Gambar 6. Pengujian Arduino Uno

e. Pengujian Pada Software Arduino IDE

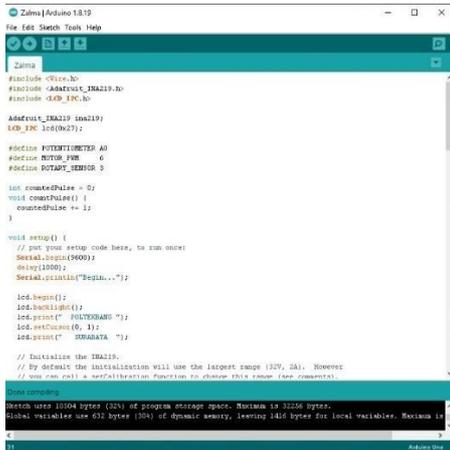
Program ini berfungsi sebagai *command* ke Arduino uno. Koding yang telah di buat melalui aplikasi Arduino IDE ini akan di upload ke Arduino dan akan dibaca sebagai perintah. Para rangkaian alat ini, pengujian yang dilakukan untuk memastikan koding yang dimaksudkan pada Arduino Uno tidak mengalami *error*.



Gambar 7. Tampilan Arduino IDE dengan Board Arduino



Gambar 8. Proses *Compiling* Program



Gambar 9. Uploading Selesai

Analisis : Aplikasi telah berjalan dengan baik karena program script Arduino berhasil masuk dalam board Arduino tanpa *error*, serta program mampu mengatur kerja Arduino dengan baik

f. Pengujian alat keseluruhan

Pengujian alat secara keseluruhan bertujuan untuk mengetahui apakah seluruh sistem telah beroperasi sesuai rencana penulis setelah digabungkan menjadi satu sistem utuh.

Pengujian dilakukan dengan cara :

1. Memasukkan bahasa pemrograman atau coding seluruh sistem pada aplikasi atau software arduino.
2. Eksperimen kendali putaran motor BLDC dengan cara memberikan suplai daya berupa baterai pada alat ini lalu mengendalikan kecepatan putaran dengan potensiometer, rpm dan tegangan baterai akan ditampilkan pada *display* LCD.



Gambar 10 .Interface sistem alat keseluruhan



Gambar 11. Interface sistem alat keseluruhan
Analisis : Dari pengujian didapatkan hasil bahwa

sistem keseluruhan bekerja dengan baik dan sudah siap untuk di ujikan.

PENUTUP

Kesimpulan

Dari keseluruhan pengujian alat, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Dalam prototype kendali digital motor BLDC untuk sepeda listrik berbasis Arduino Uno tersebut dihasilkan bahwa alat ini dapat mengontrol kecepatan motor BLDC dengan mudah yang dikendalikan dengan potensiometer dan dimonitor melalui tampilan LCD.

2. Alat ini kita desain sedemikian rupa untuk memungkinkan pengontrolan kendali putaran motor BLDC. Pengontrolan ini menggunakan arduino uno sebagai mikrokontroler. Dengan tingkat kecepatan 10% dari potensiometer dengan tegangan 23,80V menghasilkan rpm sebesar 46 dan dengan tingkat kecepatan 100% dari potensiometer dan tegangan 24,90V menghasilkan rpm sebesar 132, hambatan pada potensiometer juga mempengaruhi kecepatan rpm pada motor.
3. Kontrol motor BLDC menggunakan Arduino Uno relatif lebih sederhana dan praktis di dukung dengan ukuran yang lebih kecil dan tipis serta berat dari Arduino sendiri yang ringan.

Saran

Dari hasil pengujian alat ini, di dapat beberapa kekurangan, berikut beberapa saran yang dapat saya sampaikan guna pengembangan alat dimasa mendatang.

1. Pada pengaplikasiannya sensor *photoelectric rotary encoder* yang digunakan pada alat ini dinilai kurang presisi dan kurang akurat, dai penelitian yang telah dilakukan sensor *photoelectric rotary encoder* pembacaan kecepatan pada motor mengalami *error* 3% sampai 43% untuk itu pada penelitian selanjutnya disarankan mengganti sensor kecepatan ini dengan sensor kecepatan yang lebih presisi.
2. Untuk kedepannya alat ini dapat dikembangkan dengan metode kontrol yang lain seperti *fuzzy logic*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] <https://mikroavr.com/>. (2018, Mei 4). From <https://mikroavr.com/pengertian-mosfet-dan-manfaatnya/>
- [2] [plcdroid.com](https://www.plcdroid.com/). (2022, mei 11). From <https://www.plcdroid.com/m/2019/03/potensiometer.html?m=1>
- [3] Ali Abdyaseer Kadhum, M. M. (2021). Implementation dc motor as servomotor by using arduino and optical rotary encoder.
- [4] Anif Jamauddin, A. N. (2016). Assessment of Life PO4 Battery Performance in Stand Alone Photovoltaic Street Light System.
- [5] Devendra Potnuru, A. M. (2016). Design and implementation methodology for rapid control prototyping of closed loop speed control for BLDC motor.
- [6] Fibrianti, R. D. (2021). [builder.id](https://www.builder.id/mengenal-sepeda-listrik-dan-sejarahny/). From <https://www.builder.id/mengenal-sepeda-listrik-dan-sejarahny/>
- [7] <https://teknikelektronika.com/>. (n.d.). From <https://teknikelektronika.com/>
- [8] insinyoer. (n.d.). Prinsip Kerja Motor Brushless DC (BLDC Motor). From Prinsip Kerja Motor Brushless DC (BLDC Motor): <https://www.insinyoer.com/prinsip-kerja-motor-brushless-dc-bldc-motor/2/>
- [9] Kho, D. (2022, Maret 30). <https://teknikelektronika.com/pengertian-pwm-pulse-width-modulation-atau-modulasi-lebar-pulsa/>

- [10] Setiyawan, B. (2012). p3kebt.esdm. From p3kebt.esdm: <https://p3kebt.esdm.go.id>
- [11] SITEPU, J. (2018, mei 4). <https://mikroavr.com/>.From <https://mikroavr.com/>:
<https://mikroavr.com/pengertian-mosfet-dan-manfaat-nya/>
- [12] Danu Akbar, S. R. (2018). Pengaturan Kecepatan Pada Motor Brushless DC(BLDC)Menggunakan PWM .
- [13] Datashet. (2014). Semiconductor Components Industries. International Rectifier.
- [14] Fasalina, N. A. (2018). Pengaturan Kecepatan Motor Brushless DC dengan Menggunakan Metode PID STR .
- [15] Ghani, F. N. (2012, November 07). Pulse Width Modulation (PWM). Retrieved from Robotic- Electric: <http://robotic-electric.blogspot.com/2012/11/pulse-width-modulation-pwm.html>
- [16] Husaeni, A. N. (2015, September 17). Prinsip Kerja Motor Brushless DC (BLDCMotor). Retrieved from Insinyoer.Com:https://www.insinyoer.com/wp-content/cache/page_enhanced/www.insinyoer.com/prinsip-kerja-motor-brushless-dc-blcd-motor/_index.html_gzip .
- [17] Masudi, N. (2014). DESAIN CONTROLLER MOTOR BLDC UNTUK MENINGKATKAN PERFORMA (DAYA OUTPUT) SEPEDA MOTOR LISTRIK
- [18] Royen, A. (n.d.). Avometer dan cara menggunakannya. Retrieved from ABI Blog: <https://abi-blog.com/cara-menggunakan-avometer-digital/>