

Rancang Bangun Sistem Monitoring Motor Brushless Direct Current (BLDC) berbasis Android

Toni Yazid Albuston¹, I Ketut Wiryajati¹, Sultan¹

¹Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Mataram, 80135, Indonesia

ARTICLE INFO

Article history (8 pt):

Received Januari 11, 2024
Revised Februari 06, 2024
Accepted Februari 12, 2024

Keywords :

BLDC motor;
Android application;
Microkontroler;
ESP-32;
rotational speed

ABSTRACT

Brushless Direct Current (BLDC) motor has high efficiency, high starting torque performance and speed. It also has high speed and torque hence BLDC motor is not easy to control. Controlling of BLDC motor is difficult so it requires monitoring technology. This research uses an ESP32 microcontroller which is able to send and receive data from the obstacle avoidance sensor as a speed sensor, the ACS712 sensor as a current sensor and the MLX90614 sensor as a temperature sensor. Android-based application as a tool for monitoring rotational speed, input current and temperature of BLDC motors. The higher the input voltage given to the BLDC motor, the higher the rotational speed of the BLDC motor. Input current measurements are carried out in series between the output from the battery and the input from the ESC. When the rotational speed of the BLDC motor is higher, the input current of the BLDC motor is higher. If a BLDC motor is given an input voltage or the higher the rotational speed of the BLDC motor, the higher the temperature of the BLDC motor. The input voltage flowing to the BLDC motor can affect the rotational speed, input current and temperature of the BLDC motor. The technology used in monitoring BLDC motors can enable users to find out the characteristics of BLDC motors quickly and precisely in order to save time and energy.

Motor Brushless Direct Current (BLDC) memiliki efisiensi yang tinggi, performa torsi awal dan kecepatan yang tinggi. Motor BLDC memiliki kecepatan dan torsi yang tinggi sehingga motor tidak mudah untuk dikendalikan. Pengendalian Motor BLDC yang sulit sehingga memerlukan suatu teknologi dalam memonitoring. Penelitian ini menggunakan mikrokontroler ESP32 yang dapat mengirim dan menerima data dari sensor *Obstacle avoidance* sebagai sensor kecepatan, sensor ACS712 sebagai sensor arus dan sensor MLX90614 sebagai sensor suhu. Aplikasi berbasis android sebagai alat untuk memonitoring kecepatan putar, arus input, dan suhu dari Motor BLDC. Tegangan input yang diberikan pada Motor BLDC yang semakin tinggi mengakibatkan kecepatan putar Motor BLDC semakin tinggi. Pengukuran arus input dilakukan secara seri antara keluaran dari battery dan masukan dari ESC. Ketika kecepatan putar Motor BLDC semakin tinggi maka arus input Motor BLDC semakin tinggi. Motor BLDC diberi tegangan input atau kecepatan putar Motor BLDC yang semakin tinggi maka suhu Motor BLDC semakin tinggi. Tegangan input yang mengalir ke motor BLDC dapat mempengaruhi kecepatan putar, arus input dan suhu dari motor BLDC. Teknologi yang digunakan dalam memonitoring motor BLDC dapat memungkinkan pengguna untuk dapat mengetahui karakteristik dari motor BLDC secara cepat dan tepat agar dapat menghemat waktu dan tenaga.

Corresponding Author:

I Ketut Wiryajati, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Mataram
Email: kjatiwirya@unram.ac.id

1. PENDAHULUAN

Zaman modern saat ini penggunaan motor listrik banyak digunakan sehari-hari. Untuk memenuhi performa yang baik, torsi awal yang tinggi dan kecepatan yang tinggi, maka motor yang cocok digunakan adalah motor *Brushless Direct Current (BLDC)*. Motor *Brushless Dirrect Current* merupakan motor dalam

klasifikasi motor *synchronous AC* tiga fasa. Kelemahan dari motor *BLDC* adalah lebih rumit dalam pengendalian torsi dan kecepatan. Oleh karena itu perlu aplikasi yang digunakan untuk memonitoring motor *BLDC* sehingga motor tetap dalam keadaan yang optimal [1].

Motor *Brushless Direct Current (BLDC)* adalah salah satu jenis motor sinkron magnet permanen yang disuplai oleh sumber listrik *DC* pada kontrolnya, dan membutuhkan sumber listrik *AC* tiga fasa untuk menggerakkan bagian rotor motornya. Sumber listrik *AC* tiga fasa dibutuhkan karena motor sinkron magnet permanen ini memiliki 3 buah koil pada stator, kemudian hubungan antara koil dan belitan stator trapezoidal akan memberikan *electro motive back trapezoidal* (gaya gerak listrik balik trapezoidal) yaitu tegangan balik yang dihasilkan oleh belitan motor brushless *DC* yang akan menggerakkan rotor. Pergerakan pada rotor ini disebabkan oleh medan magnet pada stator yang hanya dua fasa tersuplai sementara satu fasa tidak tersuplai [2].

Motor *BLDC* memiliki efisiensi yang lebih tinggi dan torsi awal yang tinggi, karena rotor tersebut dari magnet permanen. Motor *BLDC* memiliki kelebihan dibandingkan dengan motor jenis lain, metode pengendalian motor *BLDC* jauh lebih rumit untuk kecepatan dan torsi yang konstan, karena tidak adanya *brush* yang menunjang proses komutasi dan harga untuk motor *BLDC* jauh lebih mahal [4].

1.1. Kontroler, Driver dan Inverter

Kontroler, Driver dan Inverter merupakan bagian terpenting pada motor *BLDC* karena berfungsi sebagai pengendali dan penggerak putaran pada motor tersebut. Kontroler, Driver dan Inverter merupakan komponen-komponen elektronik yang dirangkai menjadi satu kesatuan sistem dalam mengendalikan motor *BLDC*. Pada kontroler komponen utamanya yaitu mikrokontroler karena pengendaliannya berbasis mikrokontroler, maka digunakan mikrokontroler yang telah deprogram. Sedangkan pada driver, komponen utamanya yaitu gabungan dari beberap *MOSFET* [1,6].

1.2. Stator

Stator adalah bagian pada motor yang diam atau statis dimana fungsinya adalah sebagai medan putar motor untuk memberikan gaya elektromagnetik pada rotor sehingga motor dapat berputar. Pada motor *DC brushless* statornya terdiri dari 12 belitan yang bekerja secara elektromagnetik dimana stator pada motor *DC brushless* terhubung dengan tiga buah kabel untuk disambungkan pada rangkaian control sedangkan pada motor *DC* konvensional statornya terdiri dari dua buah kutub magnet permanen [3,10].

1.3. Rotor

Rotor adalah bagian pada motor yang berputar karena adanya gaya elektromagnetik dari stator, dimana pada motor *DC brushless* bagian rotornya berbeda dengan rotor pada motor *DC* konvensional yang hanya tersusun dari satu buah electromagnet yang berada diantara *brushes* (sikat) yang terhubung pada dua buah motor hingga delapan pasang kutub magnet permanen berbentuk persegi Panjang yang saling direkatkan menggunakan semacam “*epoxy*” dan tidak ada *brushes*-nya [3,10].

1.4. Axle

Axle atau sumbu adalah batang yang berfungsi sebagai sumbu putar motor terpusat pada rotor dan dirangkai bersama rotor [7,8].

1.5. Sensor Hall

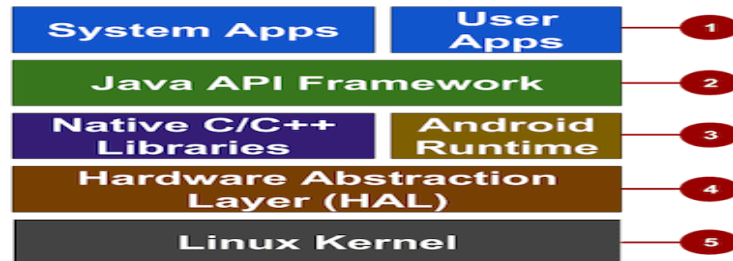
Sensor hall merupakan sensor yang berada pada motor *BLDC* yang berfungsi untuk memberikan *feedback* (umpan balik) pada rangkaian control yang bersifat elektronik yang akan mengendalikan perubahan komutasi pada motor *BLDC*. Hal tersebut dikarenakan motor *BLDC* bagian stator harus diberikan sinyal secara berurutan sesuai perubahan komutasi.

Bagian inilah peran dari sensor hall dibutuhkan untuk mendeteksi bagian koil atau fasa pada rotor yang telah diberikan sinyal oleh fluks magnet sehingga proses dari perubahan komutasi yang terdiri dari 6 step komutasi dapat dilakukan oleh stator dengan tepat karena sensor hall ini dipasang menempal pada stator [6].

1.6. Pengertian Android

Android merupakan *system* operasi yang banyak digunakan pada perangkat bergerak yang dewasa ini sangat terkenal dan populer digunakan pada ponsel cerdas. Android merupakan platform pemrograman yang dikembangkan oleh *Google* untuk ponsel cerdas dan perangkat seluler lainnya, misalnya tablet. Android

bisa berjalan di beberapa macam perangkat yang dikembangkan oleh banyak vendor ponsel cerdas yang berbeda. Android menyertakan paket pengembangan perangkat lunak untuk penulisan kode asli dan perakitan modul perangkat lunak dalam membuat aplikasi bagi pengembang android. Selain menyediakan paket pengembangan aplikasi android, android juga menyediakan pasar untuk mendistribusikan aplikasi yang telah selesai dikembangkan. Fasilitas lengkap yang disediakan oleh android, dapat dikatakan bahwa secara keseluruhan, android menciptakan ekosistem sendiri [5,9].



Gambar 1. Komponen utama Android, Sumber: [6].

Android menyediakan arsitektur *development* yang kaya. Kita tidak perlu mengetahui banyak tentang komponen arsitektur ini, namun perlu mengetahui apa yang tersedia dalam *system* yang digunakan untuk aplikasi kita. Diagram berikut menampilkan komponen utama *system* tingkatan Android, gambaran *system* operasi, dan arsitektur *development* [6.10].

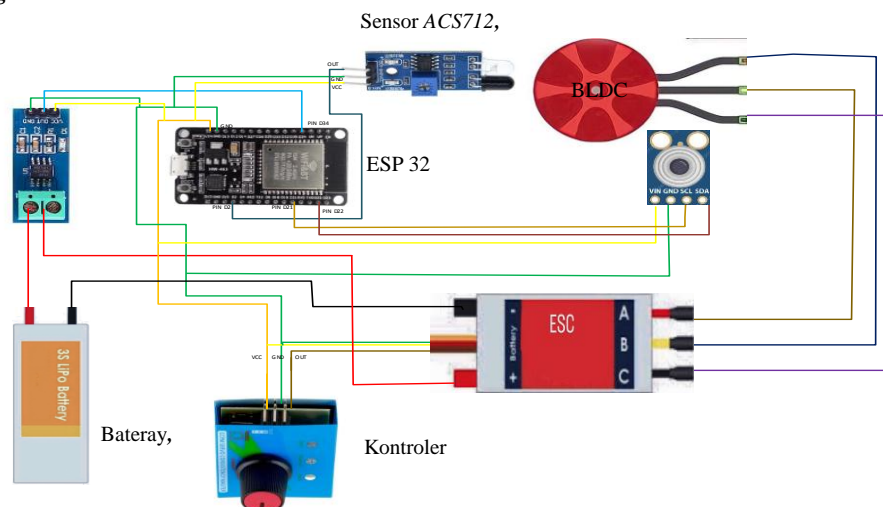
2. METHOD

Metoda yang digunakan dalam penelitian ini adalah menggunakan metoda kuantitatif. Metoda ini dilengkapi dengan uraian diagram alir, peralatan dan bahan sebagai berikut: Alat dan bahan yang digunakan dalam rancang bangun sistem monitoring Motor *BLDC* menggunakan android ini ditunjukkan dalam tabel berikut :

Tabel 1. Spesifikasi Motor BLDC N5065.

Parameter	Nilai	Notasi
KV (konstanta Value)	270	<i>Rpm/v</i>
Power	1820	<i>W</i>
Arus tanpa beban	1,0-3,3	<i>A</i>
Tegangan tanpa beban	13	<i>V</i>
Tegangan maksimal	41.5	<i>V</i>
Panjang motor	78	<i>Mm</i>
Diameter motor	50	<i>mm</i>

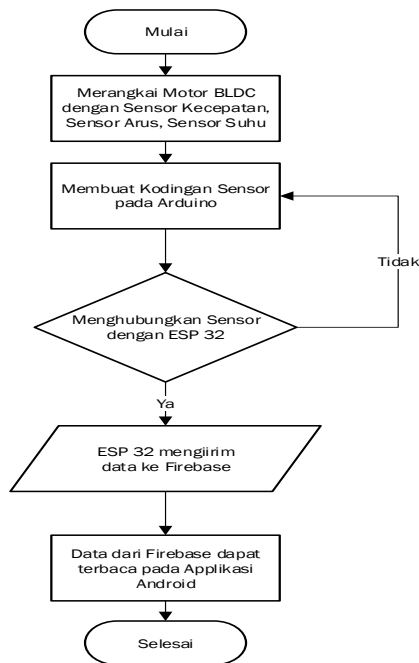
2.1. Rancangan Penelitian



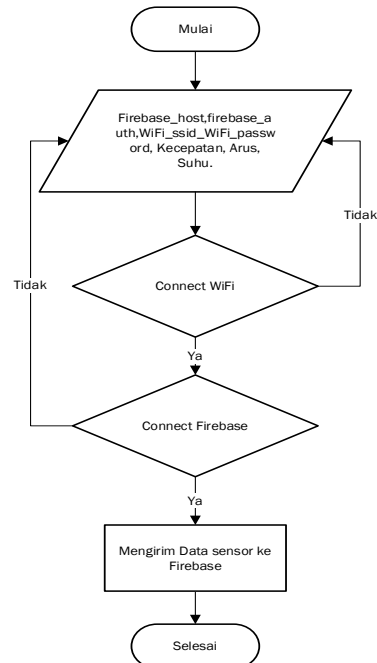
Gambar 2. Layout monitoring Motor *BLDC* menggunakan Android

Gambar 2 adalah rancangan penelitian secara lengkap. Rancangan ini menggunakan sensor *MLX90614*, sensor *Obstacle Avoidance* dihubungkan ke *ESP 32*. Data terbaca oleh *ESP 32* yang sudah terhubung dengan internet, Selanjutnya akan mengirim dan menyimpan data tersebut pada *Firestore*. *Smartphone* digunakan sebagai alat monitoring yang menampilkan data dari *Firestore* [11].

Dari Gambar 3 menunjukkan langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian dari merangkai motor BLDC, serta mengatur kecepatan dan memasang sensor arus, tegangan suhu. Selanjutnya membuat koding untuk *ESP 32* secara berkesesuaian dan selanjutnya adalah mengirim *file* dan menyelesaikan tahapan ini. Selanjutnya pada Gambar 4 adalah diagram aliran untuk pemrograman IDE untuk *ESP32*. Sedemikian untuk dapat mengirim data yang disensor dan kiriman data dengan *Firestore*.



Gambar 3. Flowchart Penelitian.



Gambar 4. Flowchart Program IDE Arduino Untuk *ESP32*.

3. HASIL DAN PENGUJIAN

Pengujian sensor dilakukan dengan langkah pertama yaitu menghubungkan motor *BLDC* dengan *ESC* untuk mengatur arah putar motor, kemudian menghubungkan *ESC* dengan *Battery* sebagai sumber listrik *DC* dan *ESC* juga terhubung dengan *Servo* yang mengatur kecepatan motor *BLDC*. Program mikrokontroler *ESP32* untuk mencari dan menampilkan nilai data dari sensor kemudian mengirim dan menyimpan data pada *firebase* dan menampilkannya pada aplikasi android secara *realtime*. Data yang sudah terkirim ke aplikasi android dapat dipantau dari jarak jauh. Dalam pengujian ini data yang dicari yaitu Kecepatan (*RPM*), Arus (*mA*), dan Suhu (*C°*). Rangkaian pengujian kecepatan menggunakan sensor *obstacle avoidance*. Sensor ditempatkan di depan baling-baling dari motor. Sensor *obstacle avoidance* menggunakan pantulan cahaya *infrared* untuk mendapatkan data kecepatannya seperti pada Gambar 2.

Data hasil pembacaan dari sensor akan terkirim ke modul *ESP32* yang ditampilkan melalui *pendisplay*. Rangkaian pengujian sensor arus menggunakan sensor *ACS712 30 A*. Sensor ditempatkan pada *Battery* dan *ESC* pengukuran arus dilakukan secara seri antara keluaran dari *Battery* dan masukan dari *ESC*. Data hasil pembacaan dari sensor *ACS712 30 A* akan terkirim ke modul *ESP32* yang akan ditampilkan melalui *pendisplay*. Rangkaian pengujian sensor suhu menggunakan sensor *MLX90614*. Sensor ditempatkan pada belakang motor yang dimana sensor akan membaca suhu kumparan pada motor. Data hasil pembacaan dari sensor *MLX90614* akan terkirim ke modul *ESP32* yang akan ditampilkan melalui *laptop*.

Table 2. Hasil Pengujian Sensor Kecepatan, Arus, dan Suhu.

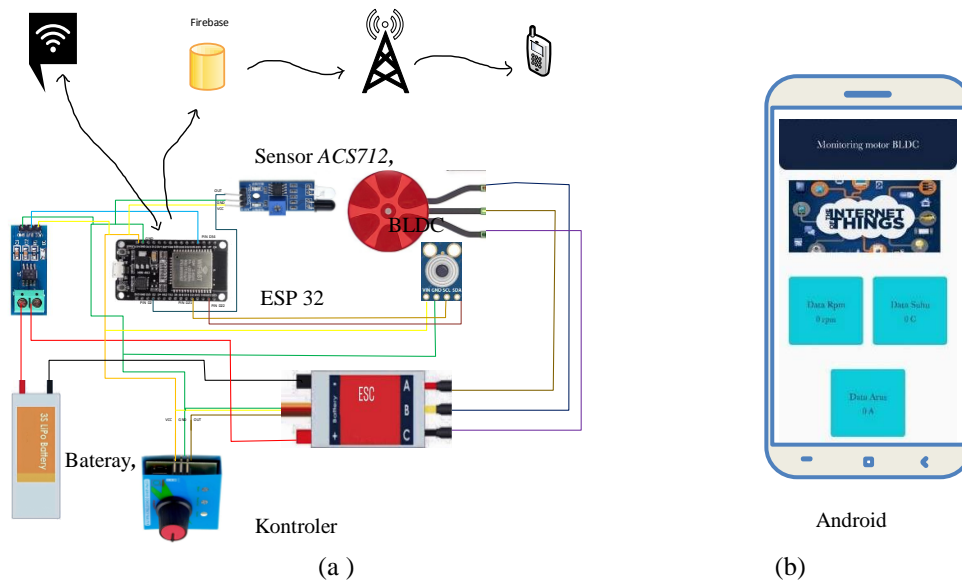
Tegangan (V)	Kec. Sensor Obstacle Avoidance (RPM)	Arus Sensor ACS712 (mA)	Suhu Sensor MLX90614 (°C)
2	540	2,21	29,7
2,2	660	2,23	30
2,6	720	2,24	30,9
3,1	840	2,24	31
3,5	960	2,24	31
4	1080	2,25	33
4,2	1140	2,25	32
5,1	1380	2,27	34
5,3	1440	2,27	34
6	1620	2,28	35
6,4	1740	2,32	36
7,1	1920	2,29	36
7,7	2100	2,32	37,4
8	2160	2,34	37,5
8,6	2340	2,39	38
9,5	2580	2,41	38
9,7	2640	2,41	39
10,22	2760	2,42	39,8

Pengambilan data pengujian Motor *BLDC* menggunakan sensor *Obstacle Avoidance* untuk mengetahui kecepatan (*RPM*) motor *BLDC*, sensor *ACS712 30 A* untuk mengetahui Arus (*mA*) yang mengalir dari sumber *Battery* ke *ESC*, dan Sensor *MLX90614* untuk mengetahui suhu (*C°*) dari kumparan pada motor *BLDC*. Pengambilan data dilakukan ketika Motor *BLDC* diatur tegangannya menggunakan modul servo. Modul servo diputar penuh sehingga motor *BLDC* berputar secara penuh.

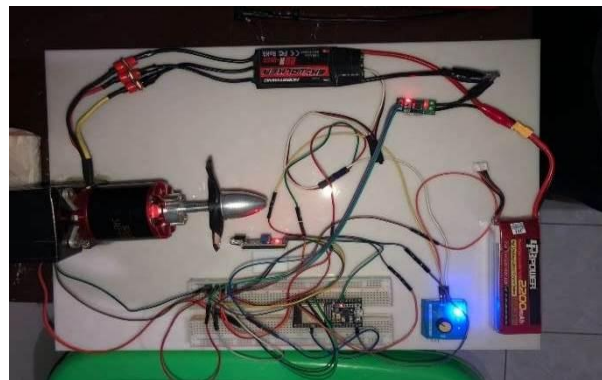
Pengujian yang bertujuan untuk mengetahui Sensor *Obstacle Avoidance*, sensor *ACS712 30 A*, dan sensor *MLX90614* pada Motor *BLDC* dapat mengirim data dan melakukan komunikasi dengan aplikasi android. Mengirim data dari sensor perangkat keras menggunakan mikrokontroler *ESP32*. Pembacaan pada sensor berbentuk digital atau pulsa yang dikirim ke *ESP32* yang juga didukung oleh modul *WiFi* sehingga mampu terhubung dengan internet dan dapat mengirim data sensor yang sudah terbaca ke *firebase*. *Type* data yang dikirim ke *firebase* berbentuk string yang selanjutnya *firebase* dapat berkomunikasi dengan aplikasi android yang telah dibuat. Antara *firebase* dengan aplikasi android terlebih dahulu berkomunikasi dengan *BTS* sebagai pengirim dari *firebase* dan penerima untuk aplikasi android. Ketika *firebase* dan aplikasi android sudah terhubung maka dapat ditampilkan pada *smartphone* yang sudah terinstal aplikasi android untuk memonitoring Motor *BLDC*.

Aplikasi android untuk monitoring Motor *BLDC* diinstal pada *smartphone* android yang dapat digunakan dalam keadaan *smartphone* terhubung dengan internet dan perangkat kerasnya terhubung atau dalam keadaan hidup. Aplikasi android untuk monitoring Motor *BLDC* dengan ukuran installer sebesar 28 MB. Setelah menginstall aplikasi dapat dibuka dan langsung terdapat halaman utama. Pada halaman utama langsung terdapat 3 menu yaitu menu Kecepatan (*RPM*), menu Arus (*mA*), dan menu Suhu (*C°*). Aplikasi android menampilkan data secara *realtime* yang dimana data akan sama dengan data yang ada pada *firebase* yang dikirim dari sensor yang menggunakan mikrokontroler *ESP32*. Ditunjukkan pada Gambar 5 (b)

Sistem monitoring Motor *BLDC* dirancang menggunakan Motor *BLDC 270 KV* dalam penelitian ini. Menggunakan *ESC* sebagai pengatur arah putar dan kecepatan Motor *BLDC*. *Battery LiPo 3S 2200 mAh* sebagai sumber kelistrikan. Modul servo sebagai pengatur atau pemberi tegangan sehingga Motor *BLDC* dapat berputar. Sensor-sensor yang digunakan yaitu sensor *Obstacle Avoidance* sebagai sensor kecepatan, sensor *ACS712 30 A* sebagai sensor arus, dan sensor *MLX90614* sebagai sensor suhu. Perangkat keras ini juga dilengkapi dengan mikrokontoller *ESP32* yang memiliki modul *WiFi* sehingga mampu terkoneksi dengan Internet.



Gambar 5. (a) Pengujian monitoring motor BLDC dengan aplikasi Android. (b) Aplikasi monitoring BLDC pada android



Gambar 6. Perangkat keras sistem monitoring motor BLDC.

4. KESIMPULAN

Tegangan *input* yang diberikan pada Motor *BLDC* yang semakin tinggi mulai 1-10, 22 *V* sesuai dengan kapasitas tegangan pada *battery*, mengakibatkan kecepatan putar pada Motor *BLDC* semakin tinggi dan kecepatan putar maksimum pada motor sebesar 2760 *RPM*. Pengukuran arus *input* Motor *BLDC* dilakukan secara seri antara keluaran dari *battery* dan masukan dari *ESC*. Ketika kecepatan putar yang dihasilkan oleh Motor *BLDC* meningkat maka arus *input* yang mengalir pada Motor *BLDC* juga meningkat mulai dari 2,21-2.42 *mA*. Motor *BLDC* ketika diberi tegangan *input* atau kecepatan putar yang meningkat dan waktu berputarnya Motor *BLDC* yang semakin lama maka suhu Motor *BLDC* akan semakin tinggi mulai dari rentang 29,7-39 *C*^o.

Ucapan Terima kasih

Terima kasih kami ucapkan atas peran serta dan dukungan kepada bapak ketua jurusan, kedua pembimbing dan, dan para penguji serta jajaran pimpinan fakultas teknik universitas mataram, serta bapak ibu dosen yang memberikan ilmu selama berada di jurusan Teknik elektro.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. M. R. Taufiq, 2013, “*Rancang bangun Penggerak Daya Motor Brushless DC 350W/48V*,” Politeknik Negeri Bandung, Bandung.
- [2]. Y. Loe, 2015, “*BLDC Motor Controller Using Microchip*,” Binus University.
- [3]. N. Masudi, 2014, “*Desain Controller Motor BLDC Untuk Meningkatkan Performa (Daya Output) Sepeda Motor Listrik*,” Program Studi D3 Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri,
- [4]. M. Herlinah, 2019, “*Pemrograman Aplikasi Android dengan Android Studio, Photoshop, dan Audition*,” Jakarta, PT Elex Media Komputindo.
- [5]. Y. Yudhanto, W. Ardhi, , 2017, “*Mudah Membuat Dan Berbisnis Aplikasi Android Dengan Android Studio*,” Jakarta. PT Elex Media Komputindo.
- [6]. R. F. Anugrah, , 2020, “*Kontrol Kecepatan Motor Brushless DC Menggunakan Six Step Comutation Dengan Kontrol PID (Propotional Integral Derivative)*,” Jurnal Teknik Elektro Dan Komputer TRIAC, Vol.7 No.2.
- [7]. Azwardi, 2012, “*Perancangan Kontrol Dan Monitoring Kecepatan Motor Dc Melalui Jaringan Internet*,” Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro, Vol.6 No.3.
- [8]. Gunawan, S. M. Damanik, F. B. Larasati, A. F. Z. Solikhun, 2021, “*Dasar-Dasar Pemograman Android*,” Yayasan Kita menulis.
- [9]. Husein, S. I. Haryudo, 2019, “*Rancang Bangun Sistem Monitoring Motor DC Menggunakan Matlab Berbasis Arduino*.” Jurnal Teknik Elektro, Vol.08 No.01. Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- [10]. F. E. Pratama, 2018, “*Rancang Bangun Pengendalian Kecepatan Brushless DC Motor Tipe a2212/10T 1400 KV Menggunakan Kontroler PID Berbasis Labview*,” Jurnal Teknik Elektro, Vol. 7 No.3.
- [11]. D. Suryana, 2018, “*Android Studio: Belajar Android Studio*,” Bandung.

BIOGRAPHY OF AUTHORS



Toni Yazid Albuston Lahir di Sambelia, Lombok Timur, Nusa Tenggara Barat, Indonesia, Tahun 1998. Pendidikan formal ditempuh dari Sekolah Dasar di Sambelia Lombok Timur dan di lanjutkan di sekolah Menengah Pertama sampai sekolah Menengah Atas di Kota Mataram. Toni Yazid Albuston Mendapat gelar Sarjana Teknik di Teknik elektro Fakultas teknik Universitas mataram Tahun 2023, dengan judul “penelitian Rancang bangun sistem monitoring motor brushless direct current (BLDC) berbasis android.



Dr. Ir. I Ketut Wiryajati, ST., MT.,IPU., ASEAN Eng. Kuliah S1 (UNUD 1994) Teknik Elektro, S2 (ITS 2003) Teknik Elektro, S3 (UNUD 2020) Teknik Elektro, Pendidikan Profesi Ir.(UNUD 2018), saat ini ia sebagai Insinyur Profesional Utama pada PII, ia juga telah teRegistrasi sebagai ASEAN Enginer. Selain Aktif sebagai konsultan pada bidang MEP dan Komputer. Keaktifan dalam mengajar sebagai dosen tetap pada Teknik Elektro Universitas Mataram,NTB, Indonesia. Selain aktif berorganisasi ia juga aktif menulis buku referensi dan sudah menerbitkan Jurnal Nasional maupun Internasional, ketertarikan riset adalah pada bidang Konversi Daya, Pengembangan Energi terbarukan (Renewable Energy), Power Electronics and Drives, Motor-motor listrik dan member IET sejak 2014 IEEE, 2018. Sampai sekarang



Sultan,ST.,MT, adalah staf pengajar di Jurusan Teknik Elektro,FakultasTeknik, Universitas Mataram sejak tahun 1997. Pendidikan Strata 1 (S.1) di Universitas Hasanuddin Makassar dan S2 di Universitas Gajah Mada Yogyakarta, Pada saat ini bidang yang ditekuninya adalah Sistem Tenaga Listrik. Keaktifan dalam mengajar sebagai dosen tetap pada Teknik Elektro Universitas Mataram,NTB, Indonesia. Selain aktif berorganisasi ia juga aktif menulis buku referensi dan sudah menerbitkan Jurnal Nasional maupun Internasional, ketertarikan riset adalah fokus penelitiannya adalah Sistem Tenaga Listrik, Sumber Energi Terbarukan, Smart Metering, dan Smart Grid