

RANCANG BANGUNG SISTEM MONITORING MOTOR *BRUSHLESS DIRECT CURRENT* (BLDC) BERBASIS ANDROID

Toni Yazid Albuston¹⁾, Sultan²⁾, I Ketut Wiryajati³⁾

^{1,2,3)} Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik

Universitas Mataram

Jl. Majapahit no.62, Mataram

Abstrak – 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 untuk mengetahui karakteristik dari motor BLDC. 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.

Kata kunci : Motor BLDC, Aplikasi Android, mikrokontroler ESP32.

Abstract - *Brushless Direct Current* (BLDC) motors have high efficiency, high starting torque and high speed performance. BLDC motors have high speed and torque so the motor is not easy to control. BLDC motor control is difficult so it requires a technology in monitoring to determine the characteristics of BLDC motors. This study uses the ESP32 microcontroller which can send and receive data from the *Obstacle Avoidance* sensor as a speed sensor, ACS712 sensor as a current sensor and 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. The input current measurement is carried out in series between the output of the battery and the input of the ESC. When the rotational speed of the BLDC Motor is higher, the input current of the BLDC Motor is higher. The 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 that flows to the BLDC motor can affect the rotational speed, input current and temperature of the BLDC motor. The technology used in monitoring BLDC motors allows users to be able to know the characteristics of BLDC motors quickly and precisely in order to save time and effort.

Keywords : Motor BLDC, Aplikasi Android, mikrokontroller ESP32.

1 PENDAHULUAN

Zaman modern saat ini penggunaan motor listrik banyak digunakan sehari-hari. Hanya saja motor yang digunakan yaitu motor listrik konduksi dan motor induksi. 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 Direct 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.

2 LANDASAN TEORI

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 (Taufiq, 2013).

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 (Yohan Loe, 2015).

2.1 Bagian – Bagian Motor *Brushless Direct Current*

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* (Taufiq. 2013).

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 (Nanang. 2014).

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 (Nanang.2014).

4. Axle

Axle atau sumbu adalah batang yang berfungsi sebagai sumbu putar motor terpusat pada rotor dan dirangkai bersama rotor (Taufiq. 2013).

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.

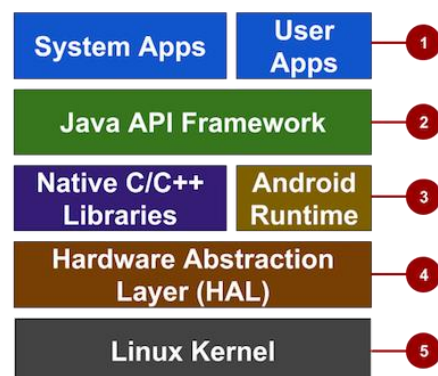
Bagian inilah peran dari sensor hall dibutuhkan untuk mendeteksi bagian koil atau phasa pada rotor yang telah diberikan sinyal oleh fluks magnet sehingga proses dari perubahan komutasi yang

terdiri dari 6 step komutasi dapat dilakukan oleh stator dengan tepat karena sensor hall ini dipasang menempal pada stator (Taufiq. 2013).

2.2 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 (Herlinah. 2019).

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 (Yudha. 2017).



Gambar 1 Komponen Utama Android

Sumber: (Yudha 2017).

3 METODE PENELITIAN

3.1 Alat, dan Bahan Penelitian

Alat dan bahan yang digunakan dalam rancang bangun sistem monitoring Motor *BLDC* menggunakan android ini ditunjukkan dalam tabel berikut :

Tabel 1. Alat dan Bahan Penelitian

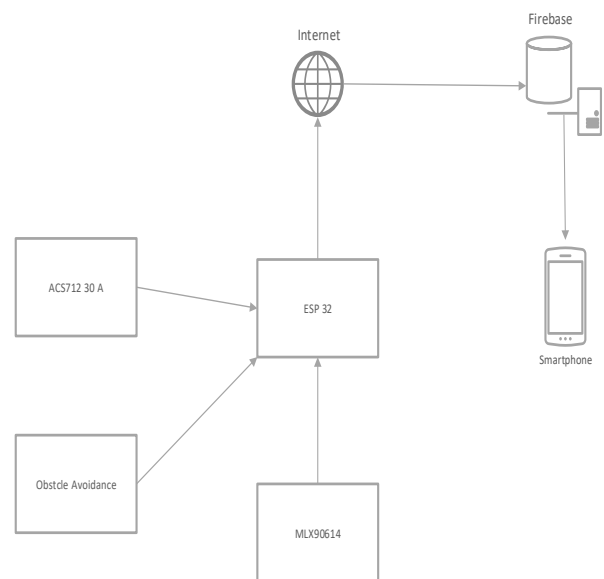
No.	Nama Alat	Jumlah (buah)	Keterangan
1.	Laptop asus vivobook	1	Membuat dan menyusun laporan tugas akhir
2.	Smartphone android	1	Untuk aplikasi monitoring
3.	Motor n5065 270 KV	1	Motor BLDC
4.	ESC Brushless 80 A	1	Pengatur arah putar dan kecepatan motor
5.	Battery LiPo 3s 2200 mah	1	Supply listrik
6.	Servo	1	Mengatur kecepatan motor
7.	ACS712 30 A	1	Sensor arus
8.	Obstacle avoidance	1	Sensor kecepatan
9.	MLX90614	1	Sensor suhu
10.	Baling-baling	1	Baling-baling motor
10.	Bread board	1	Penghubung rangkaian
11.	Kabel jumper	Secukupnya	Sebagai konektor
12.	Akrilik	Secukupnya	Alas peralatan

Tabel 2 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>

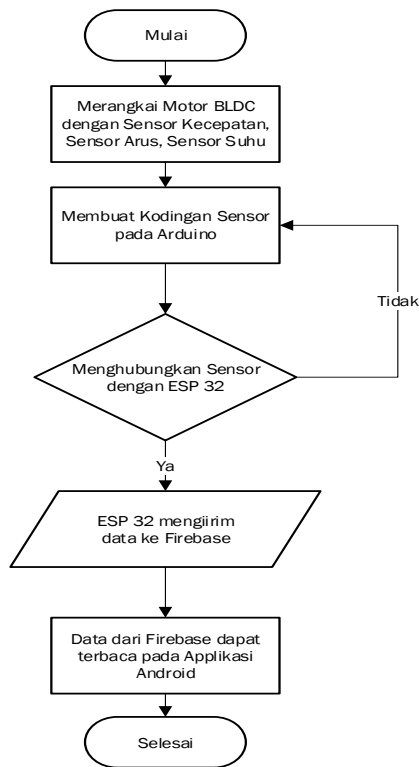
Rancangan Penelitian



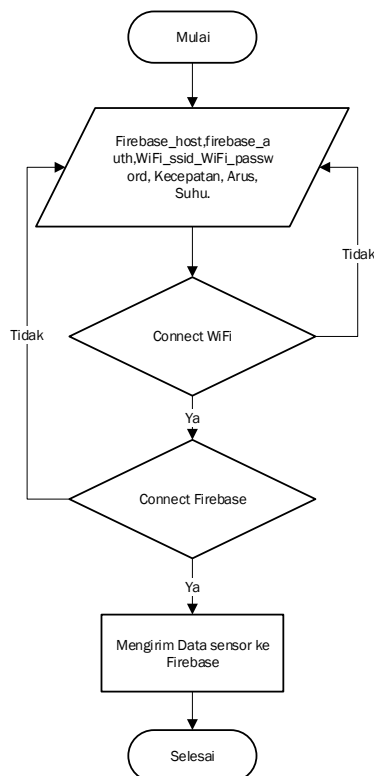
Gambar 2 Diagram Perancangan Monitoring Motor *BLDC* Menggunakan Android.

Gambar diagram di atas merupakan rancangan secara umum. Sensor *ACS712*, sensor *MLX90614*, sensor *Obstacle Avoidance* akan dihubungkan ke *ESP 32*. Data terbaca oleh *ESP 32* yang sudah terhubung dengan Internet akan mengirim dan menyimpan data tersebut pada *Firebase*. Smartphone digunakan sebagai alat monitoring yang menampilkan data dari *Firebase*.

Langkah kerja Penelitian



Gambar 3 Flowchart Langkah Kerja Penelitian.

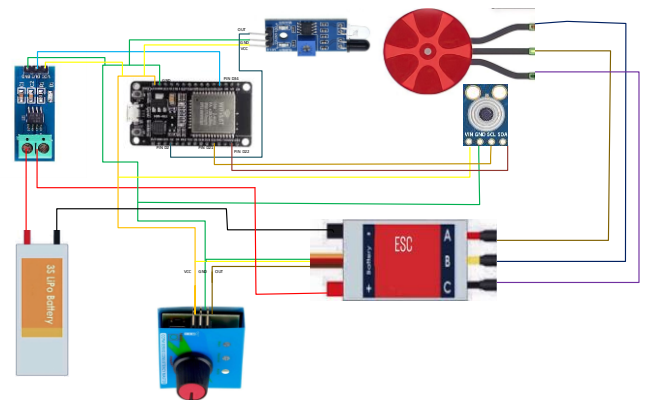


Gambar 4 Flowchart Program IDE Arduino Untuk ESP32.

Hasil dan Pembahasan

4.1 Perancangan Sistem Monitoring Motor BLDC.

Perancangan ini menggunakan motor yaitu Motor *brushless direct current 5065- 270 Konstanta Velocity (KV)*. KV merupakan kecepatan motor ketika diberi tegangan. ESC (*electronic speed control*) yang digunakan adalah ESC 80 A untuk mengatur arah putar dan kecepatan motor. ESC terhubung dengan *Battery 2200 mAh* yang digunakan sebagai sumber kelistrikan. ESC juga terhubung dengan servo yang digunakan untuk mengatur *Voltage*, dimana *Voltage* yang diberikan ke motor BLDC dapat mengatur kecepatan motor BLDC. ESC dan servo memiliki 3 pin dimana pin tersebut merupakan pin *VCC*, pin *GND*, dan pin *OUT*. Pin *VCC* dan *GND* diserikan ke ESP32. ESP32 digunakan sebagai mikrokontroler dan memiliki modul *Wi-Fi* sehingga mampu mengirim data ke aplikasi internet. Sensor ACS712 30 A yang dapat membaca Arus yang digunakan motor, sensor ACS712 diserikan pada output *Battery* dan inputan ESC. Arus yang terbaca pada sensor ACS712 yaitu dalam satuan mA. Sensor arus ACS712 memiliki 3 pin yaitu pin *VCC* yang terhubung ke *VCC 5V* pada ESP32, pin *GND* yang terhubung ke pin *GND* pada ESP32, dan pin *OUT* yang terhubung ke pin *G34* pada pin ESP32. Sensor kecepatan menggunakan Sensor *Obsatace Avoidance* yang membaca kecepatan motor BLDC menggunakan baling-baling. Sensor *Obsatacle Avoidance* memiliki 3 pin yaitu pin *VCC*, pin *GND*, dan pin *OUT*. Dimana pin *VCC* terhubung dengan pin *VCC 5V* pada ESP32, pin *GND* terhubung dengan pin *GND* pada pin ESP32, dan pin *OUT* yang terhubung dengan pin *G2* pada pin ESP32. Sensor suhu menggunakan sensor *MLX90614*, sensor suhu ditempatkan pada belakang motor yang dapat mengukur suhu kumparan pada motor BLDC. Sensor *MLX90614* ini memiliki 4 pin yaitu pin *VCC* yang dihubungkan ke pin *VCC 5V* pada ESP32, pin *GND* yang dihubungkan ke pin *GND* pada ESP32, pin *SDA* yang dihubungkan ke pin *GPIO21* pada ESP32, dan pin *SCL* yang dihubungkan ke pin *GPIO22* pada ESP32.

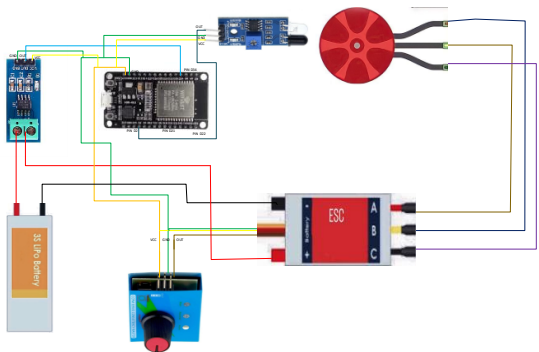


Gambar 5 Perancangan Sistem Monitoring Motor BLDC.

4.2 Pengujian Sensor Kecepatan, Arus, Dan Suhu Motor BLDC

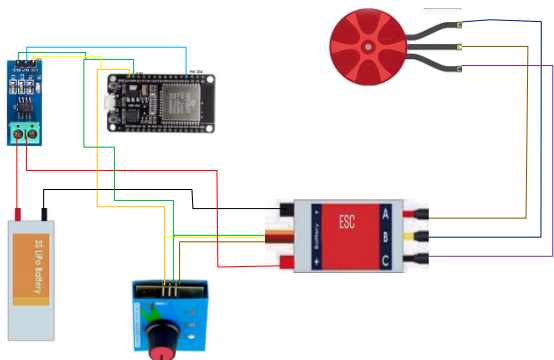
Pengujian sensor dilakukan dengan langkah pertama yaitu menghubungkan motor *BLDC* dengan *ESC* untuk mengatur arah putar motor, kemudian menghubungkan *ESC* dengan *Battery* sebagai sumber listrik *DC* dan *ESC* juga terhubung dengan Servo yang mengatur kecepatan motor *BLDC*. Program mikrokontroler *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 di cari 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. Data hasil pembacaan dari sensor akan terkirim ke modul *ESP32* yang ditampilkan melalui laptop.



Gambar 6 Rangkaian Pengujian Sensor Kecepatan.

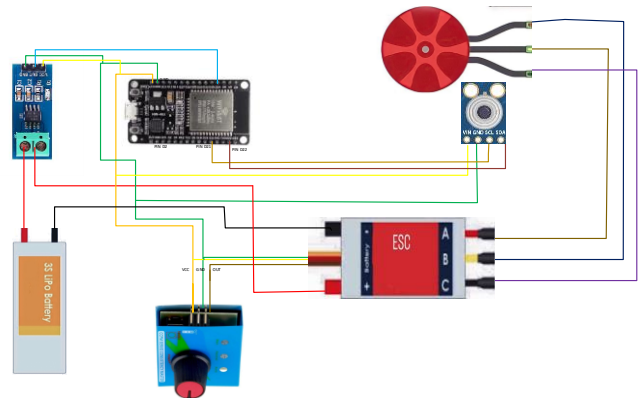
Rangkaian pengujian sensor arus menggunakan sensor *ACS712 30 A*. Sensor ditempatkan pada Battery dan *ESC* pengukuran arus dilakukan secara seri antara keluaran dari Battery dan masukan dari *ESC*. Data hasil pembacaan dari sensor *ACS712 30 A* akan terkirim ke modul *ESP32* yang akan ditampilkan melalui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



Gambar 7 Rangkaian Pengujian Sensor Arus.

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.



Gambar 8 Rangkaian Pengujian Sensor Suhu.

Table 3 Hasil Pengujian Sensor Kecepatan, Arus, Dan Suhu.

Tegangan (V)	Kecepatan Sensor Obstacle Avoidance (RPM)	Kecepatan Alat Ukur Tachometer (RPM)	Arus Sensor ACS712 (mA)	Arus Alat Ukur Multimeter (mA)	Suhu Sensor MLX90614 (C°)	Suhu Alat Ukur Thermogun (C°)
2	540	561	2,21	1.07	29,7	32.9
2,2	660	692	2,23	1.10	30	32.9
2,6	720	722	2,24	1.17	30,9	33
3,1	840	899	2,24	1.28	31	33.9
3,5	960	1026	2,24	1.50	31	34
4	1080	1104	2,25	1.44	33	35
4,2	1140	1180	2,25	1.73	32	35

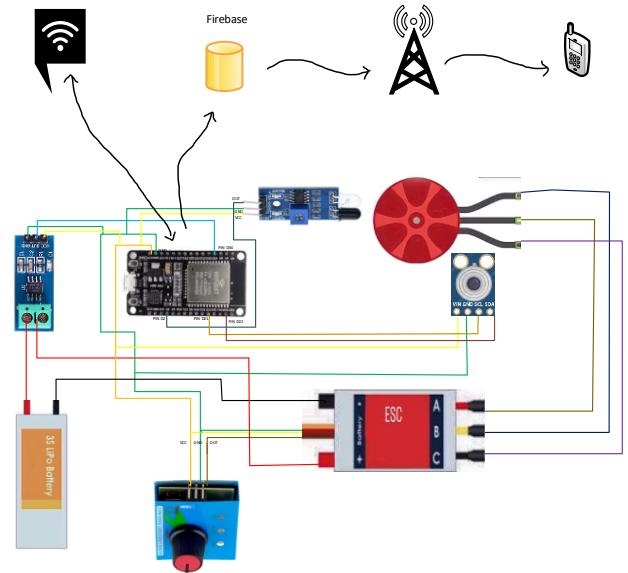
5,1	1380	1425	2,2 7	1.75	34	36
5,3	1440	1497	2,2 7	1.76	34	36
6	1620	1656	2,2 8	1.79	35	36.2
6,4	1740	1745	2,3 2	1.85	36	36
7,1	1920	2029	2,2 9	2.20	36	36.5
7,7	2100	2217	2,3 2	2.46	37,4	36.6
8	2160	2278	2,3 4	2.60	37,5	36.8
8,6	2340	2461	2,3 9	2.70	38	37
9,5	2580	2668	2,4 1	2.97	38	37
9,7	2640	2732	2,4 1	3.02	39	37
10,2 2	2760	2822	2,4 2	3.25	39,8	37.2

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.

4.3 Pengujian Monitoring Motor BLDC Dengan Aplikasi Android

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

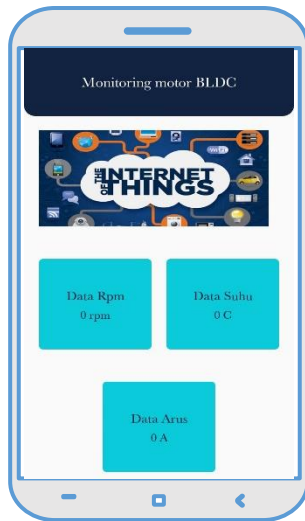
selanjutnya *firebase* dapat berkomunikasi dengan aplikasi android yang telah dibuat. Antara *firebase* dengan aplikasi android terlebih dahulu berkomunikasi dengan *BTS* sebagai pengirim dari *firebase* dan penerima untuk aplikasi android. Ketika *firebase* dan aplikasi android sudah terhubung maka dapat ditampilkan pada smartphone yang sudah terinstal aplikasi android untuk memonitoring Motor *BLDC*.



Gambar 9 Rangkaian Pengujian Monitoring Motor BLDC Dengan Aplikasi Android.

4.4 Aplikasi Monitoring 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*.



Gambar 10 Aplikasi Monitoring Motor BLDC.

4.5 Perangkat Keras Sistem Monitoring Motor BLDC

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 11 Perangkat Keras Sistem Monitoring Motor BLDC.

5. SIMPULAN

Hasil dari perancangan dan pengujian Sistem monitoring Motor *BLDC* berbasis Android maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Perancangan sistem monitoring Motor *BLDC* menggunakan beberapa komponen yaitu, motor yang digunakan merupakan motor *brushless direct current* 270 KVSC. *ESC* (*Electric Speed Control*) yang

mengatur arah putar dan kecepatan pada motor. *Battery LiPo 3s 2200 mAh* sebagai sumber kelistrikan. Servo sebagai pengatur kecepatan atau tegangan pada motor. *ESP 32* sebagai mikrokontroller yang dapat menerima dan mengirim data dari sensor. *ACS712* sebagai sensor arus yang masuk ke *ESC*. *MLX90614* sebagai sensor suhu yang membaca suhu pada motor. *Obstacle avoidance* sebagai sensor kecepatan dengan pembacaan pada baling-baling motor.

2. Modul servo memberikan tegangan input pada Motor *BLDC*, ketika motor diberikan tegangan input maka motor akan berputar sesuai dengan tegangan input yang diberikan atau yang diatur melalui modul servo.
3. 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.
4. 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.
5. 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°.

DAFTAR PUSTAKA

- Anugrah, R.F., 2020, *Kontrol Kecepatan Motor Brushless DC Menggunakan Six Step Comutation Dengan Kontrol PID (Proportional Integral Derivative)*, Jurnal Teknik Elektro Dan Komputer TRIAC, Vol.7 No.2.
- Azwardi., 2012, *Perancangan Kontrol Dan Monitoring Kecepatan Motor Dc Melalui Jaringan Internet*, Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro, Vol.6 No.3.
- Gunawan, Damanik,S.M., Larasati,F.B., Solikhun, A.F.Z., 2021, *Dasar-Dasar Pemograman Android*, Yayasan Kita menulis.
- Herlinah, M., 2019, *Pemrograman Aplikasi Android dengan Android Studio, Photoshop, dan Audition*, Jakarta, PT Elex Media Komputindo.

Husein., Haryudo, S.I., 2019, *Rancang Bangun Sistem Monitoring Motor DC Menggunakan Matlab Berbasis Arduino*. Jurnal Teknik Elektro, Vol.08 No.01.

Masudi, N., 2014, *Desain Controller Motor BLDC Untuk Meningkatkan Performa (Daya Output) Sepeda Motor Listrik*, Program Studi D3 Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.

Pratama, F.E., 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.

Suryana, D., 2018. *Android Studio: Belajar Android Studio*, Bandung.

Taufiq, M.R., 2013, *Rancang bangun Penggerak Daya Motor Brushless DC 350W/48V*, Politeknik Negeri Bandung, Bandung.

Yohan Loe., 2015, *BLDC Motor Controller Using Microchip*, Binus University.

Yudhanto, Y., Ardhi, W., 2017, *Mudah Membuat Dan Berbisnis Aplikasi Android Dengan Android Studio*, Jakarta. PT Elex Media Komputindo.