

PENGAPLIKASIAN *DC-DC BOOST CONVERTER* DAN *MONITORING* MOTOR *BLDC* 350 WATT PADA MOBIL LISTRIK *ECRC*-UMS BERBASIS *INTERNET OF THINGS (IoT)*

Ahmad Fatoni; Tindyo Prasetyo S.T, M.T
Teknik Elektro, Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta

Abstrak

Motor *brushless direct current (BLDC)* adalah motor listrik yang memiliki efisiensi baik,, handal, minim perawatan dan murah. Dari kelebihan dan kekurangan maka perlu pengembangan pada kendaraan listrik yang ada. Pengembangan dilakukan dengan cara menerapkan metode pemanfaatan baterai yang berbeda dari yang sudah terpasang pada sistem sebelumnya. Maka digunakan *DC-DC boost converter* pada baterai 48V/8Ah dan baterai 54V/13Ah dengan menaikkan tegangan baterai menjadi 48VDC – 57VDC dan mengatur arus keluarannya sehingga dapat digunakan pada motor *BLDC* secara efisien. Penggunaan *DC-DC boost converter* ini berpengaruh pada kecepatan putaran motor, semakin besar tegangan yang diberikan maka semakin cepat putaran motor. Didapatkan hasil penggunaan *DC-DC boost converter* pada kondisi motor tanpa awak, pada baterai 47,50V, 0,53A, 25,50W dan di *boost* menjadi 50,39V, 0,40A, 20,15W. Sedangkan pada kondisi mobil *ECRC* pada baterai 48,70V, 1,41A, 68,66W dan di *boost* menjadi 50,06V, 0,42A, 21,02W. Pemantauan secara *kontinu* dan otomatis dibutuhkan guna melihat kinerja dari motor listrik untuk mengantisipasi adanya kerusakan. Penelitian ini dibuat untuk memanfaatkan baterai serta memantau hasil keluaran motor *BLDC* secara langsung dan diamati dari jarak dekat maupun jauh (*monitoring*). Media yang digunakan untuk monitoring nantinya adalah aplikasi *Blynk* yang terhubung ke NodeMCU ESP8266 melalui jaringan internet. Informasi yang dimuat pada aplikasi *Blynk* bersumber dari rangkaian *hardware* yang berisi NodeMCU ESP8266 sebagai *microcontroller* dan modul *wifi*, modul PZEM-004T sebagai sensor tegangan dan arus, Modul E18-D80NK sebagai sensor kecepatan pada motor *BLDC*. Dari pemantauan motor *BLDC* didapatkan hasil pada motor tanpa awak dengan sumber input 50,39V dan menghasilkan keluaran 37V, 0,68A, cos phi 0,84, rpm 415, 36,92W, 0,62Nm, 0,05HP, dan efisiensi 73,74%. Sedangkan mobil *ECRC* didapatkan hasil sumber input 50,43V dan menghasilkan keluaran 25,3V, 7,82A, cos phi 0,86, rpm 325, 294,93W, 6,39Nm, 0,39HP, dan efisiensi 73,83%.

Kata Kunci: *BLDC, DC-DC Boost Converter, NodeMCU ESP8266, Internet Of Things (IoT).*

Abstract

Brushless direct current (BLDC) motor is an electric motor that has good efficiency, is reliable, has minimal maintenance and is inexpensive. Of the advantages and disadvantages, it is necessary to develop existing electric vehicles. The development is carried out by implementing a different battery utilization method from what was installed in the previous system. Then a DC-DC boost converter is used on a 48V/8Ah battery and a 54V/13Ah battery by increasing the battery voltage to 48VDC – 57VDC and adjusting the output current so that it can be used efficiently on BLDC motors. The use of the DC-DC boost converter affects the rotational speed of the motor, the greater the voltage applied, the faster the motor rotates. The results obtained using the DC-DC boost converter in unmanned motor conditions, on a battery of 47.50V, 0.53A, 25.50W and boosted to 50.39V, 0.40A, 20.15W. Whereas in the condition of the ECRC car the battery is 48.70V, 1.41A, 68.66W and boosted to 50.06V, 0.42A, 21.02W. Continuous and automatic monitoring is needed to see the performance of the electric motor to anticipate damage. This research was made to utilize the battery and monitor the output of the BLDC motor directly and observe it from near and far (*monitoring*). The media used for

monitoring will be the Blynk application which is connected to the NodeMCU ESP8266 via the internet network. The information loaded in the Blynk application comes from a hardware suite which contains the NodeMCU ESP8266 as a microcontroller and wifi module, the PZEM-004T module as a voltage and current sensor, the E18-D80NK Module as a speed sensor on a BLDC motor. From monitoring the BLDC motor, the results were obtained on an unmanned motor with an input source of 50.39V and an output of 37V, 0.68A, $\cos \phi$ 0.84, rpm 415, 36.92W, 0.62Nm, 0.05HP, and an efficiency of 73, 74%. While the ECRC car obtained the results of an input source of 50.43V and produced an output of 25.3V, 7.82A, $\cos \phi$ 0.86, rpm 325, 294.93W, 6.39Nm, 0.39HP, and an efficiency of 73.83%.

Keywords: BLDC, DC-DC Boost Converter, NodeMCU ESP8266, Internet of Things (IoT).

1. PENDAHULUAN

Semakin meningkatnya jumlah penduduk maka kebutuhan energi akan semakin meningkat. Peningkatan kebutuhan energi akan terus berlangsung selama masyarakat melaksanakan aktivitas ekonomi dan yang terjadi kebutuhan energi yang akan semakin meningkat. Salah satunya berasal dari segi konsumsi bahan bakar minyak yang mengalami kenaikan. Contoh masalah Bahan Bakar Minyak tahun 2023 untuk Jenis Bahan Bakar Tertentu untuk minyak tanah (kerosene) sebesar 0,5 Juta Kilo Liter (KL), minyak solar sebesar 17 Juta KL, sedangkan untuk jenis Bahan Bakar Khusus Penugasan (JBKP/Pertalite) sebesar 32,56 Juta KL. Di sektor transportasi adalah sektor penggunaan bahan bakar minyak paling besar. Bukan hanya itu, harganya pun akan secara bertahap akan naik karena meningkatnya konsumsi bahan bakar minyak dan semakin menipisnya minyak bumi. Kendaraan bermotor adalah sebuah kendaraan yang digerakkan oleh peralatan teknik untuk penggerakannya yang menggunakan mesin pembakaran dan memanfaatkan bahan bakar minyak sebagai konsumsi energinya. Kendaraan listrik adalah kendaraan yang sepenuhnya atau sebagiannya digerakkan oleh motor menggunakan listrik dibaterai, dimana motor listrik sebagai alat yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik sehingga bisa memutar sebuah roda kendaraan (Insani, Immawan, and Gesang Nugroho. 2020).

Motor listrik *brushless direct current (BLDC)* adalah motor listrik yang memiliki masa operasi lebih tinggi, tingkat kebisingan yang rendah, minim perawatan dan murah. Motor ini memiliki dua bagian komponen yaitu stator berupa belitan untuk menghasilkan suatu medan magnet dan rotor berupa magnet permanen. Perubahan polaritas pada motor *BLDC* menggunakan sensor *hall-effect* dan *rotary encoder* yang dilakukan secara elektronik. Pada motor listrik ini hampir bebas dari perawatan, tidak membutuhkan minyak pelumasan, busi baru atau perbaikan yang rutin lainnya. Maka pada penelitian ini menggunakan motor *BLDC* sebagai penggerak pada mobil listrik *ECRC* Universitas Muhammadiyah Surakarta sebagai inovasi kendaraan yang ramah lingkungan (Masudi, Nurhadi, and Industri 2014).

Terlepas dari kelebihan dan kekurang maka perlu dilakukan pengembangan pada kendaraan listrik

yang telah ada. Pengembangan yang dilakukan dengan cara menerapkan metode pemanfaatan pada baterai yang berbeda dari yang sudah terpasang pada sistem sebelumnya. Hal ini dilakukan karena pada sistem yang sebelumnya tidak terdapat rangkaian yang dapat menaikkan dan mengatur tegangan, sehingga dalam penelitian ini dibuat sebuah sistem penaik tegangan *DC* menggunakan sebuah modul *DC-DC boost-converter*. *Boost-converter* ini digunakan pada baterai 48V dengan cara menaikkan tegangan pada baterai menjadi 48V – 60V dan mengatur arus keluarannya sehingga dapat digunakan pada motor *BLDC* secara efisien. *Boost Converter* adalah rangkaian elektronik untuk keperluan *power supply*. *Boost Converter* yaitu sebagai konverter penaik tegangan *DC* ke *DC*, sama halnya dengan *buck-converter*, *Boost Converter* menggunakan sistem *SMPS (switched-mode power supply)* yang mempunyai setidaknya dua buah komponen semikonduktor sebagai saklar sehingga dengan menggunakan sistem seperti ini diharapkan dapat lebih efisien dalam mengkonversi tegangan *DC* (Prianto, Yuniarti, and Nugroho n.d. 2020).

Potensi kerusakan dan kegagalan kinerja selalu menjadi salah satu masalah yang harus dicegah dalam penggunaan motor *BLDC*. Oleh karena itu, melakukan pemantauan secara terus menerus atau *monitoring* menjadi salah satu solusi terbaik untuk mengatasi kendala tersebut. Tindakan *monitoring* secara kontinu dan otomatis diperlukan untuk mencegah kerusakan pada motor *BLDC* (Lianda and Handarly 2019).

Berdasarkan permasalahan diatas penulis membuat perancangan sistem *monitoring* berbasis *IoT* yang dirancang untuk mendapatkan informasi data pengukuran arus, tegangan, daya, energi, frekuensi, efisiensi, tenaga kuda, torsi, faktor daya, serta kecepatan putaran yang dihasilkan permenit. Susunan dari alat ini terdiri dari sensor PZEM – 004T dan E18-D80NK (Azis et al. n.d. 2021).

Sensor utama yang digunakan ada dua yaitu PZEM – 004T yang dapat mengukur arus, tegangan, dan faktor daya. Sensor E18-D80NK dimanfaatkan sebagai sensor kecepatan. Penggunaan kedua sensor ini bertujuan untuk memastikan keakurasian pengukuran pada alat ukur pabrikan dengan PZEM-004T dan E18-D80NK apakah cukup terakurasi atau belum. Kemudian untuk informasi data pengukuran efisiensi, tenaga kuda, daya, dan torsi didapat dari penggabungan kedua sensor dengan cara memasukkan rumus pada program yang telah dibuat. Terdapat NodeMCU yang merupakan *board mikrokontroller* yang dilengkapi dengan modul *wifi* ESP8266 (Harsoyo et al. n.d.).

Blynk adalah sebuah *software* untuk mengontrol NodeMCU melalui internet. Aplikasi ini dapat digunakan untuk mengendalikan perangkat *hardware*, menampilkan data sensor dan menyimpan data. Penampilan informasi data ini menggunakan *software Blynk* yang dapat memunculkan data secara real time dan dapat diakses dari jarak jauh, sehingga dapat *memonitoring* motor *BLDC* dari mana saja. Sehingga dapat memudahkan dari pihak tim untuk melihat kinerja mobil listrik *ECRC* apabila ada masalah (Supono, Leksono. 2020).

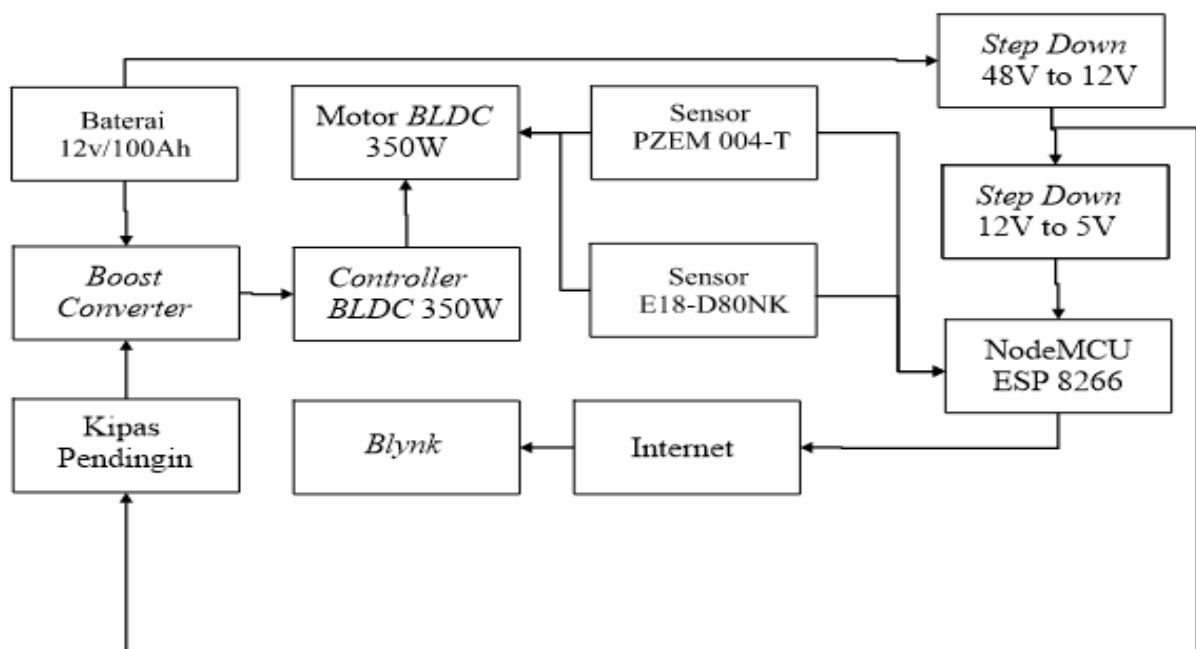
2. METODE

2.1 Persiapan Alat dan Bahan

Tabel 1. Alat dan bahan

Alat dan Bahan	Jumlah
<i>DC-DC Boost Converter</i>	1
<i>DC Fan 12V</i>	1
<i>Trafo Step Down</i>	1
NodeMCU ESP8266	1
Sensor PZEM-004T	1
Sensor E18-D80NK	1
<i>Box Rangkaian</i>	1
Kabel USB	1
Kabel <i>Jumper</i> Pelangi	2
<i>Socket Power</i> Baterai	2
<i>Project Board</i>	1
Tuas <i>Potensio</i>	2
<i>MCB DC</i>	2

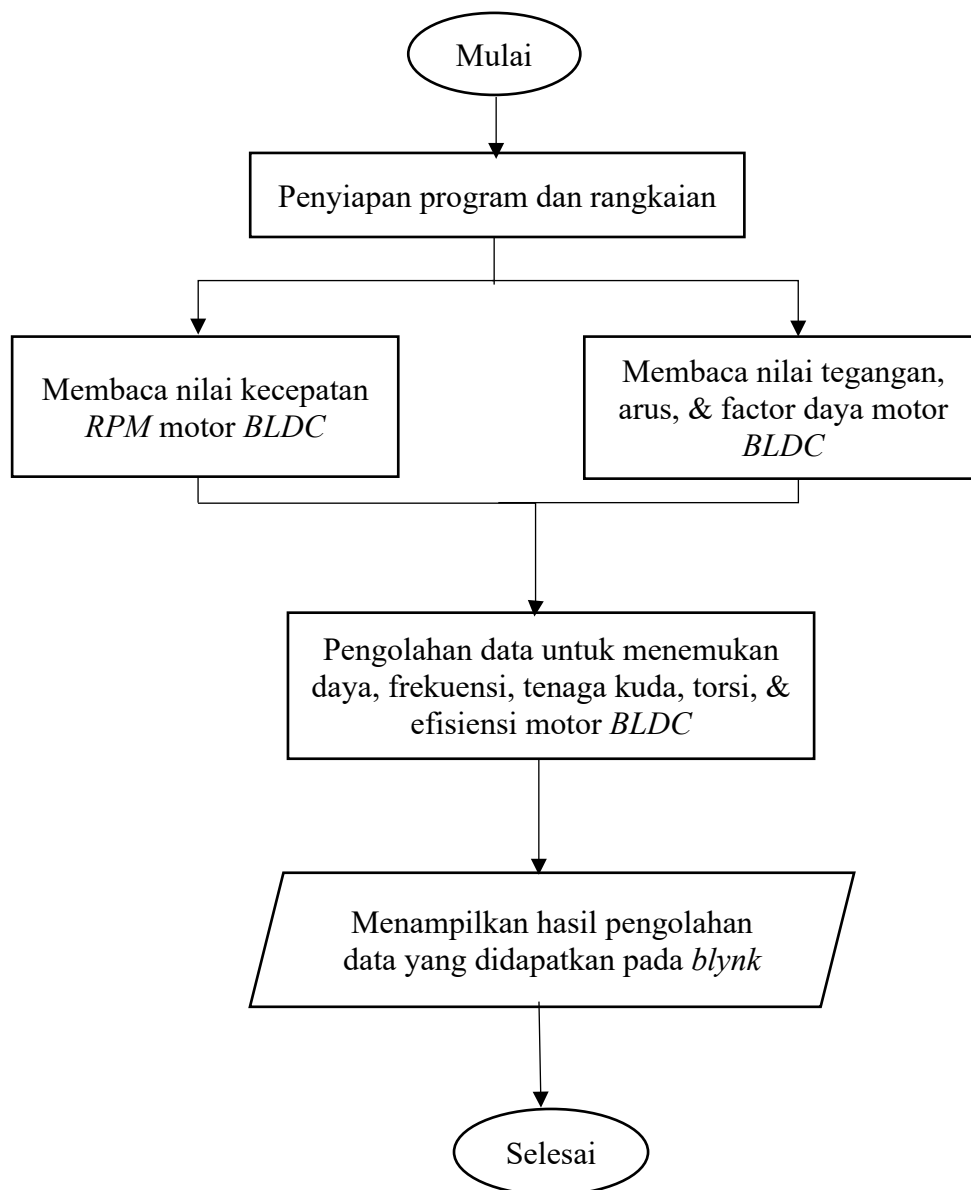
2.2 Perancangan Diagram Blok Sistem



Gambar 1. Diagram blok sistem

Diagram blok sistem pada gambar 1 adalah gambar diagram blok sistem dimana *input* menggunakan baterai 48V/8Ah dan 54V/13Ah yang akan di naikan tegangannya menjadi 48VDC-57VDC agar bisa diterapkan pada motor *BLDC* melalui *DC-DC boost converter* dan kipas pendingin yang digunakan untuk menjaga temperature pada rangkaian *DC-DC boost converter* agar komponen terjaga dengan baik. NodeMCU ESP8266 sebagai *mikrokontroler* dan sensor yang dipergunakan pada sistem ini yaitu sensor PZEM-004T untuk mengukur tegangan (V), arus (A), faktor daya, sensor E18-D80NK untuk mengukur kecepatan. Setelah sensor melakukan pengukuran, maka hasil pengukuran akan dikirim ke *blynk IoT*.

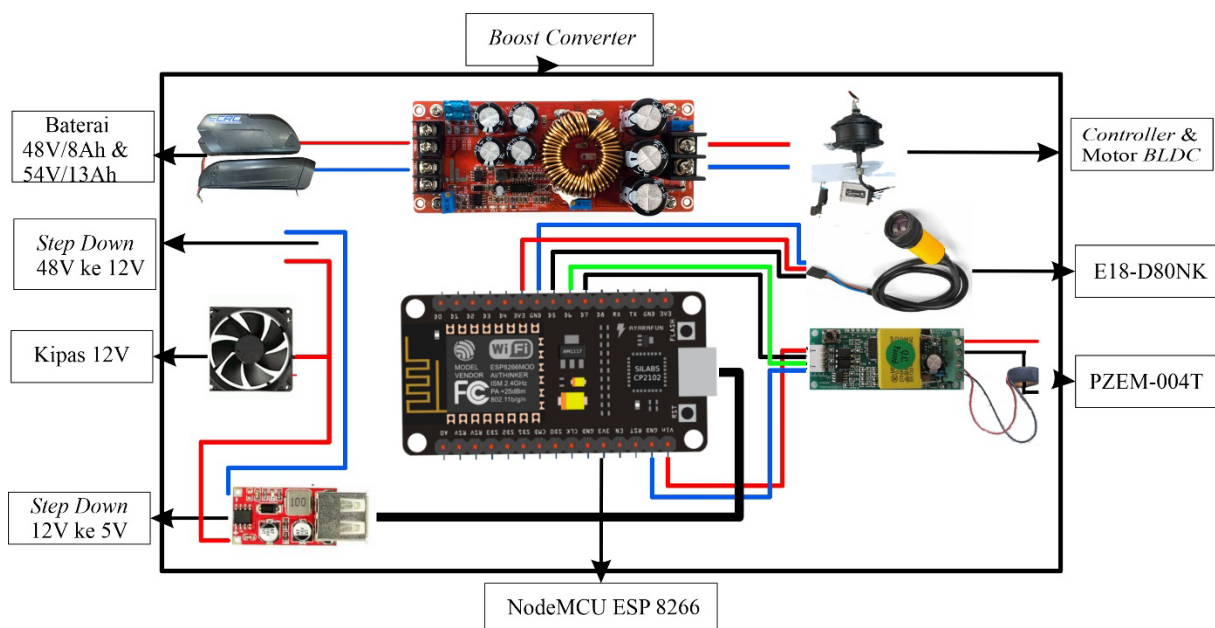
2.3 Perancangan *Software*



Gambar 2. Flowchart NodeMCU dan *monitoring blynk IoT*

Flowchart NodeMCU dan *monitoring blynk IoT* gambar 2 adalah diagram alur logika sistem perangkat lunak dan *monitoring blynk*. Terdapat 4 program yang berjalan bersamaan yang pertama ada program untuk mengetahui seberapa cepat putaran motor *BLDC* dalam bentuk *RPM*. Pada program kedua yaitu untuk mengetahui berapa nilai tegangan, arus, dan faktor daya dari motor *BLDC*. Kemudian program ketiga yaitu dari data yang diperoleh pada program pertama dan kedua akan terjadi pengolahan data untuk menampilkan informasi frekuensi, daya, efisiensi, tenaga kuda, dan torsi dari motor *BLDC*. Dan untuk program terakhir digunakan untuk menampilkan hasil yang sudah diperoleh dari semua program yang dibuat di aplikasi *blynk IoT* pada *smartphone* dan laptop pengguna, yang nantinya bisa diakses dari jarak dekat maupun jarak jauh.

2.4 Perancangan *Hardware*



Gambar 3. Perancangan *hardware*

Perancangan *hardware* gambar 3 adalah rancangan elektronika dan sistem pengkabelan pada pengaplikasian *boost converter* dan *monitoring* motor *BLDC*. Motor *BLDC* yang digunakan memiliki tegangan kerja 48VDC-60VDC, Arus kerja 5A-15A, dengan kecepatan maksimal 500 rpm. Kemudian untuk *DC-DC boost converter* memiliki kapasitas daya 1200 watt, tegangan input 15VDC-60VDC dengan hasil tegangan output yang dihasilkan 18VDC-90VDC, dengan maksimal arus 20A. Terdapat NodeMCU ESP8266 yang berperan sebagai *mikrokontroler*. Di rangkaian terdapat kabel berwarna merah berfungsi sebagai vcc (+) dan kabel berwarna biru berfungsi sebagai ground (-). Terdapat *boost converter* yang dimana inputan berasal dari baterai 48V/8Ah dan 54V/13Ah yang nantinya akan di naikan menjadi 48VDC-57VDC untuk menuju ke kontroler agar bisa diterima oleh motor *BLDC*. Kemudian terdapat step down 48V ke 12V untuk memberikan tegangan pada kipas pendingin yang nantinya digunakan untuk menjaga temperatur pada rangkaian, dan terdapat juga step down lagi dari 12V ke 5V untuk NodeMCU

ESP8266. Sensor E18-D80NK berfungsi sebagai pembaca kecepatan putaran motor yang tersambung ke NodeMCU ESP8266 melalui pin D5 sebagai pendeteksi apabila terdapat benda yang menghalangi atau tidak, jika sinar *infrared* mengenai bidang yang relaktif yang tidak berwarna hitam maka indikator akan menyala, sedangkan ketika sinar *infrared* mengenai bidang yang berwarna hitam maka indikator tidak akan menyala. Untuk sensor PZEM-004T tersambung pada pin D6 dan D7 dengan rincian pin D6 (TX) untuk mengirim data yang sudah didapatkan, dan pin D7 (RX) digunakan untuk menerima data yang sudah dikirimkan oleh pin D6.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengolahan Data

Dari data yang didapatkan oleh sensor PZEM-004T dan E18-D80NK akan langsung di proses oleh program pengolahan data untuk menemukan informasi hasil keluaran motor yaitu :

3.1.1 Pengolahan Data Daya Motor

$$\text{Pin} = 1,73205 \times V \times A \times \cos Q \text{ (Arifin 2022)} . \quad (1)$$

Keterangan :

Pin = Daya Input

V = Tegangan

A = Arus

$\cos Q$ = Faktor Daya

1,73205 = $\sqrt{3}$ dirubah menjadi desimal

3.1.2 Pengolahan Data Tenaga Kuda

$$\text{HP} = \text{Pin} \times 0,00134102 \text{ (Abadi 2022)} . \quad (2)$$

Keterangan :

HP = Tenaga Kuda

Pin = Daya Input

0,00134102 = Konversi dari 1 watt ke HP

3.1.3 Pengolahan Data Torsi

$$T = 5252 \times \text{HP} / \text{RPM} \text{ (Masudi, Nurhadi, and Industri 2014)}. \quad (3)$$

Keterangan :

T = Torsi

HP = Tenaga Kuda

RPM = Jumlah Putaran Permenit

5252 = Konstanta Torsi

3.1.4 Pengolahan Data Efisiensi

$$\eta = (3,14/30) \times (T \times \text{RPM}) / \text{Pin} \times 100\% \text{ (Beck 2020)}. \quad (4)$$

Keterangan :

T = Torsi

RPM = Jumlah Putaran Permenit

Pin = Daya Input

3.1.5 Daya Baterai dan *DC-DC Boost Converter*

$P = V \times I$ (Arifin 2022).

(5)

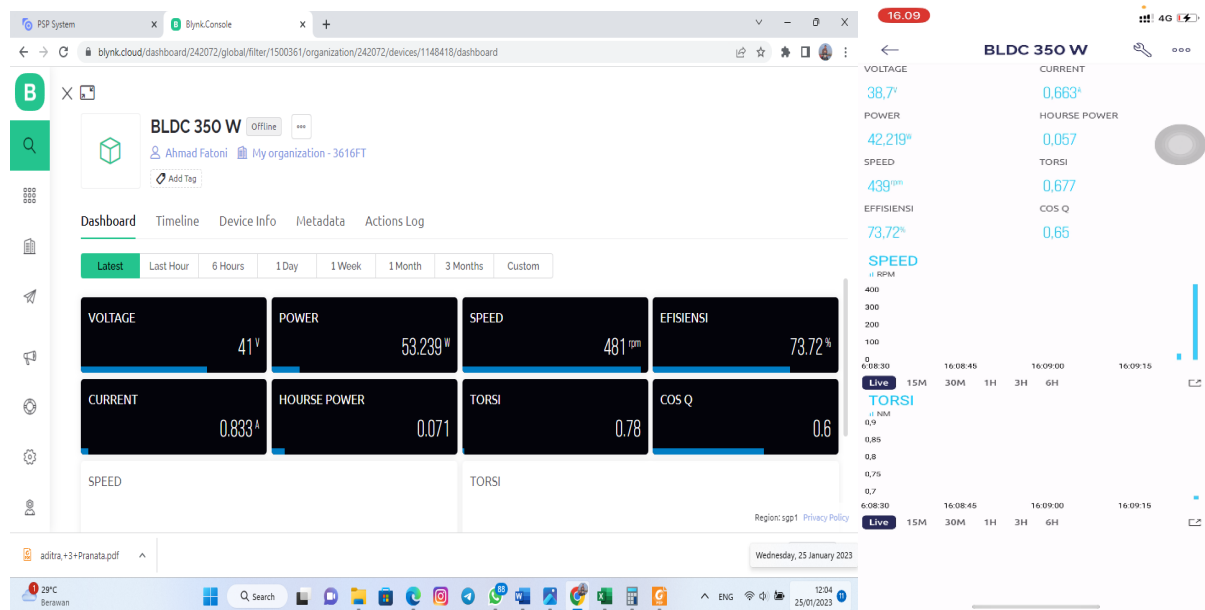
Keterangan :

V = Tegangan

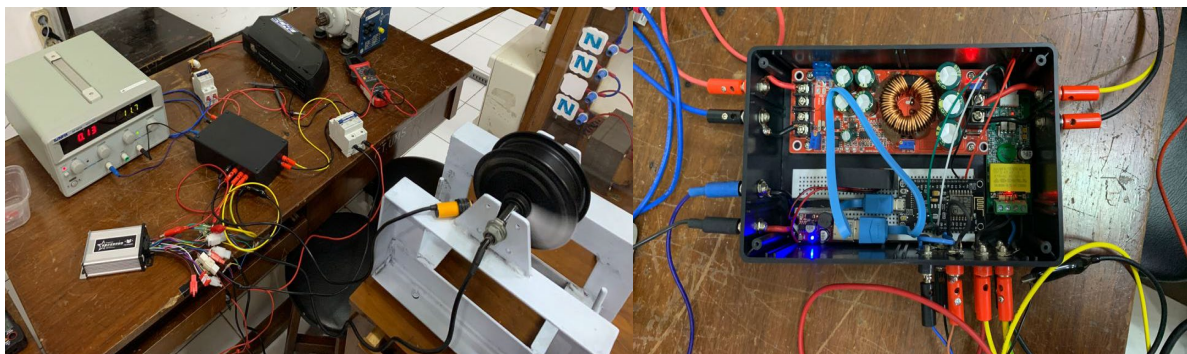
I = Arus

3.2 Pengaplikasian *Hardware* pada Mobil Listrik *ECRC-UMS*

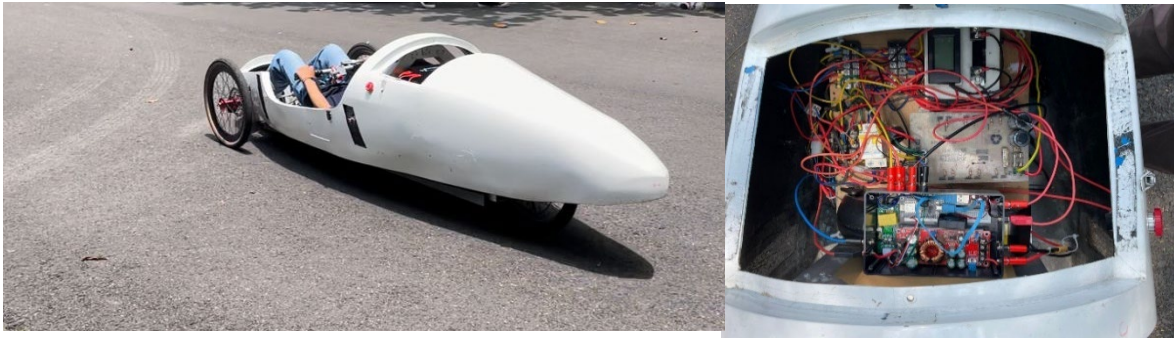
Pengaplikasian *hardware* ke mobil listrik *ECRC* Universitas Muhammadiyah Surakarta tentunya harus melihat tempat yang tersisa dari bagian mobil. Dari pengamatan yang dilakukan terdapat ruang kosong yang cukup untuk penempatan baterai dan kotak monitoring. Kemudian untuk penempatan sensor E18-D80NK diletakkan di bagian bawah didekat motor *BLDC*, dengan jarak 10 - 15 CM.



Gambar 4. Tampilan *monitoring* pada *dashboard* dan *smartphone*



Gambar 5. *Hardware* & pengaplikasian motor *BLDC* tanpa awak



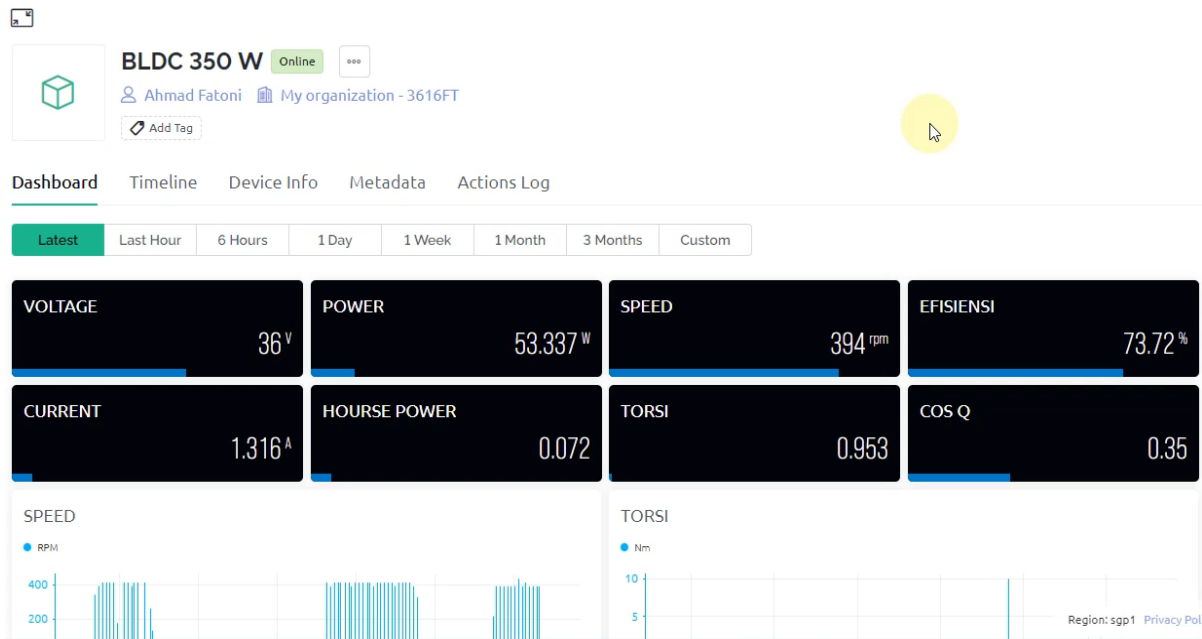
Gambar 6. *Hardware & pengaplikasian motor BLDC ECRC*

3.3 Pengujian dan Pembahasan

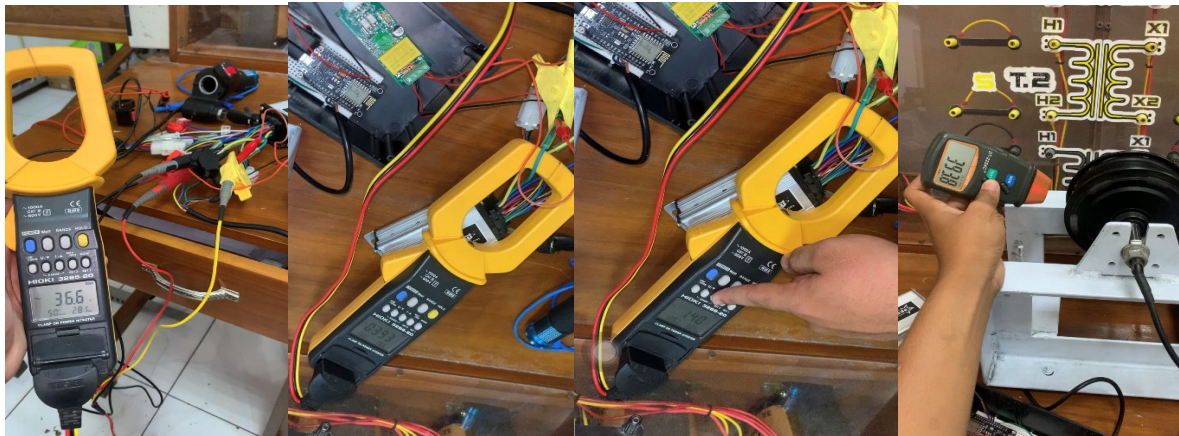
3.3.1 Pengujian Sensor

Pengujian sensor bertujuan untuk mengecek keakurasian sensor sebelum pengujian seluruh sistem. Sistem pengujianya yaitu dengan membandingkan hasil pembacaan sensor PZEM-004T dan E18-D80NK dengan hasil pembacaan alat ukur *clampmeter 3 phase* dan *tachometer* pabrikan..

Nilai *error* pada pengujian sensor yang merupakan selisih nilai pembacaan dari sensor PZEM-004T dan E18-D80NK dengan hasil pembacaan alat ukur *clampmeter 3 fasa* dan *tachometer* pabrikan.. Setelah itu nilai *error* tadi yang didapat dari masing-masing hasil pembacaan sampel akan dihitung nilai rata-ratanya.



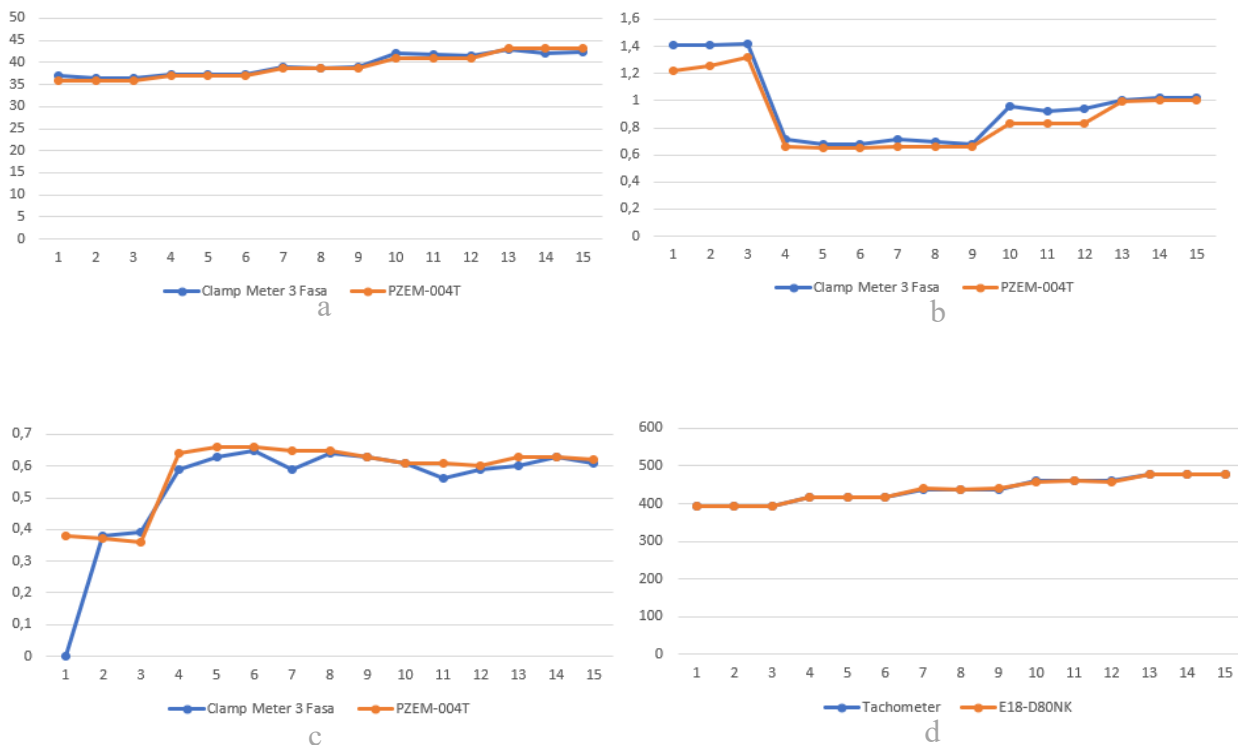
Gambar 7. Pengukuran dengan sensor PZEM-004T dan E18-D80NK



Gambar 8. Pengukuran dengan alat ukur pabrik *clampmeter 3 phase* dan *tachometer*

Tabel 2. Hasil pengukuran sensor PZEM-004T dan E18-D80NK dengan alat ukur pabrik *clamp meter 3 phase* dan *tachometer*

No	Sumber Input (VDC)	Clamp Meter 3 phase & Tachometer				PZEM-004T dan E18-D80NK			
		Tegangan (VAC)	Arus (A)	Cos Q	RPM	Tegangan (VAC)	Arus (A)	Cos Q	RPM
1	48,1	36,9	1,41	0,41	393,8	36	1,223	0,38	394
2	48,1	36,5	1,41	0,38	393,8	36	1,255	0,37	394
3	48,1	36,5	1,42	0,39	393,8	36	1,316	0,36	394
4	50,1	37,2	0,71	0,59	416,1	36,9	0,657	0,64	416
5	50,1	37,4	0,68	0,63	416,1	36,9	0,653	0,66	416
6	50,1	37,4	0,68	0,65	416,1	36,9	0,655	0,66	416
7	52,6	39,0	0,71	0,59	437,7	38,7	0,663	0,65	439
8	52,6	38,8	0,70	0,64	437,7	38,7	0,658	0,65	438
9	52,6	39,0	0,68	0,63	437,7	38,7	0,658	0,63	439
10	55,5	42,0	0,96	0,61	459,3	41	0,835	0,61	459
11	55,5	41,8	0,92	0,56	459,5	41	0,831	0,61	460
12	55,5	41,5	0,94	0,59	459,8	41	0,833	0,60	459
13	57,2	42,9	1,00	0,60	478,2	43,2	0,997	0,63	478
14	57,2	42,1	1,02	0,63	478,0	43,2	1,001	0,63	477
15	57,2	42,3	1,02	0,61	478,2	43,2	1,003	0,62	477
Rata-rata		39,42	0,95	0,57	437,0	39,16	0,88	0,58	437,0



Gambar 9. Grafik hasil pengukuran sensor *PZEM-004T* dan *E18-D80NK* dengan alat ukur pabrik *clampmeter* 3 fasa dan *tachometer* (a) perbandingan hasil pengukuran tegangan (b) perbandingan hasil pengukuran arus (c) perbandingan hasil pengukuran faktor daya (d) perbandingan hasil pengukuran kecepatan

Dari hasil pengujian pada tabel 2 yang dilakukan dari sensor *PZEM-004T* dan *E18-D80NK* dengan alat ukur pabrik *clampmeter* 3 phase dan *tachometer* telah didapatkan hasil rata-rata *error* sebesar 0,08. Pada sensor *PZEM-004T* untuk hasil *Cos Q* terdapat perbedaan nilai pada *clampmeter* 3 phase sehingga dilakukan kalibrasi dengan cara mengurangi nilai *Cos Q* sebanyak 0.2.

3.3.2 Pengujian Keseluruhan Sistem

Pengujian keseluruhan sistem dilakukan dengan tujuan mengetahui apakah sistem berjalan sesuai dengan yang diinginkan atau tidak. Penulis menguji sistem dengan menggunakan dua motor *BLDC*. Motor *BLDC* yang pertama yaitu motor tanpa awak mobil yang terdapat pada Laboratorium Sistem Tenaga Listrik Teknik Elektro. Kemudian motor *BLDC* yang kedua yaitu motor yang menggunakan awak mobil yang terdapat pada mobil listrik *ECRC* Universitas Muhammadiyah Surakarta.

3.3.3 Pengujian Baterai dengan *DC-DC Boost Converter*

Tabel 3. Hasil Pengukuran Baterai dan *DC-DC Boost Converter* pada motor *BLDC LAB* tanpa awak

No	Baterai				<i>DC-DC Boost Converter</i>		
	Baterai (VDC)	Tegangan (VDC)	Arus (A)	Daya (W)	Tegangan (VDC)	Arus (A)	Daya (W)
1	48	48,13	0,24	11,551	47,30	0,24	11,352
2	48	48,00	0,24	11,520	47,30	0,24	11,352
3	48	47,50	0,53	25,500	50,39	0,40	20,156
4	48	47,40	0,58	27,763	50,39	0,44	22,171
5	48	47,36	0,90	42,624	52,39	0,81	42,435
6	48	47,20	0,99	46,728	52,39	0,85	44,531
7	48	47,13	1,08	50,900	54,17	0,90	48,753
8	48	47,04	1,11	52,214	54,17	0,99	53,628
9	54	54,32	0,97	52,690	54,13	0,86	46,551
10	54	54,25	0,99	53,707	54,13	0,87	47,093
11	54	54,20	1,16	62,872	57,21	0,89	50,916
12	54	54,00	1,22	65,880	57,21	0,92	52,633

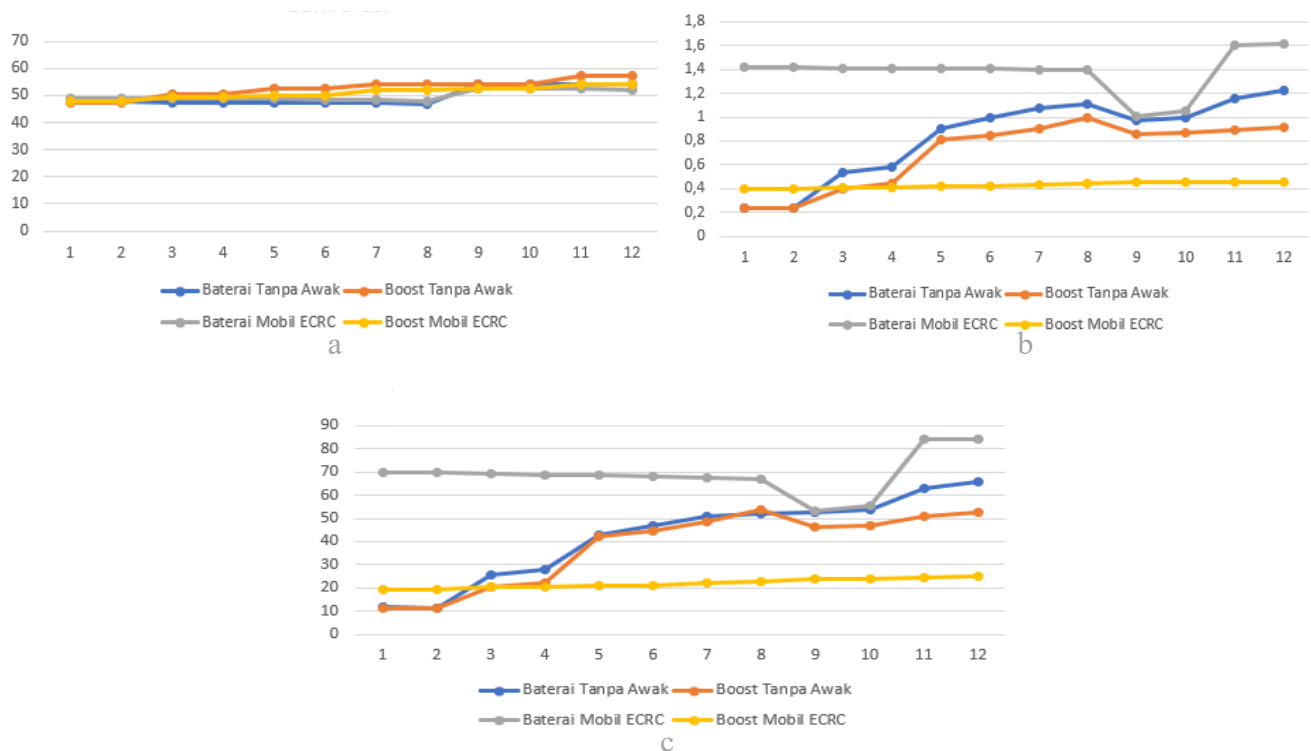
Dari hasil tabel 3 yang dilakukan bahwa pada saat baterai di *step up* menggunakan *DC-DC boost converter* mengalami kenaikan arus karena dipaksa untuk memenuhi tegangan yang diinginkan oleh *DC-DC boost converter*. Arus yang dihasilkan dari baterai dan *DC-DC boost converter* masih relatif kecil karena beban yang digunakan tidak seberapa, kemudian untuk dayanya mengalami kenaikan pada saat dilakukan penaikan tegangan.

Tabel 4. Hasil Pengukuran Baterai dan *DC-DC Boost Converter* pada motor *BLDC ECRC*

No	Baterai				<i>DC-DC Boost Converter</i>		
	Baterai (VDC)	Tegangan (VDC)	Arus (A)	Daya (W)	Tegangan (VDC)	Arus (A)	Daya (W)
1	48	49,20	1,42	69,86	48,01	0,40	19,20
2	48	49,15	1,42	69,73	48,00	0,40	19,20
3	48	48,95	1,41	69,01	49,30	0,41	20,21
4	48	48,76	1,41	68,75	49,30	0,41	20,21
5	48	48,70	1,41	68,66	50,06	0,42	21,02
6	48	48,50	1,41	68,38	50,06	0,42	21,02

7	48	48,42	1,40	67,78	52,02	0,43	22,36
8	48	48,04	1,40	67,25	52,02	0,44	22,88
9	54	52,80	1,01	53,32	52,49	0,46	24,14
10	54	52,74	1,05	55,37	52,49	0,46	24,14
11	54	52,49	1,60	83,98	54,08	0,45	24,33
12	54	52,05	1,61	84,12	54,08	0,46	24,87

Dari hasil tabel 4 yang dilakukan pada saat baterai di *step up* menggunakan *DC-DC boost converter*, baterai mengalami kenaikan arus. Arus yang dihasilkan dari baterai relatif lebih besar dari pada arus *DC-DC boost converter* karena beban yang digunakan lebih besar, kemudian untuk daya pada baterai tentunya lebih besar karena dipengaruhi arus yang lebih besar dari *DC-DC boost converter*.



Gambar 10. Grafik hasil perbandingan pengukuran baterai dan dc-dc *boost converter* motor *BLDC* tanpa awak dengan motor *BLDC ECRC* (a) perbandingan tegangan (b) perbandingan tegangan (c) perbandingan tegangan

3.3.4 Pengujian Alat *Monitoring*

Tabel 5. Hasil pengukuran keluaran kinerja motor *BLDC LAB* tanpa awak

Sumber		<i>Monitoring Motor BLDC LAB Tanpa Awak</i>							
No	Input (VDC)	Tegangan (VAC)	Arus (A)	Cos Q	RPM	Daya (W)	Torsi (Nm)	HP	Eff (%)
1	47,30	35,2	1,126	0,66	393	45,309	0,812	0,061	73,73
2	47,30	35,1	1,119	0,66	393	44,900	0,805	0,060	73,74
3	47,30	35,1	1,117	0,66	394	44,819	0,801	0,060	73,74
4	50,39	37,0	0,686	0,84	415	36,929	0,627	0,050	73,74
5	50,39	37,0	0,685	0,84	416	36,875	0,624	0,049	73,73
6	50,39	37,0	0,672	0,84	416	36,175	0,612	0,049	73,74
7	52,39	38,4	0,655	0,85	438	37,030	0,595	0,050	73,73
8	52,39	38,4	0,657	0,85	439	37,143	0,596	0,050	73,74
9	52,39	38,4	0,657	0,85	439	37,143	0,596	0,050	73,74
10	54,17	40,0	0,839	0,78	460	45,340	0,694	0,061	73,73
11	54,17	40,0	0,826	0,78	460	44,637	0,683	0,060	73,72
12	54,17	40,0	0,817	0,79	460	44,717	0,685	0,060	73,74
13	54,13	40,0	0,817	0,79	460	44,717	0,685	0,060	73,73
14	57,13	41,9	0,848	0,78	475	48,003	0,712	0,064	73,74
15	57,21	42,3	0,897	0,81	480	53,233	0,781	0,071	73,74
16	57,21	42,3	0,833	0,81	481	49,435	0,724	0,066	73,73

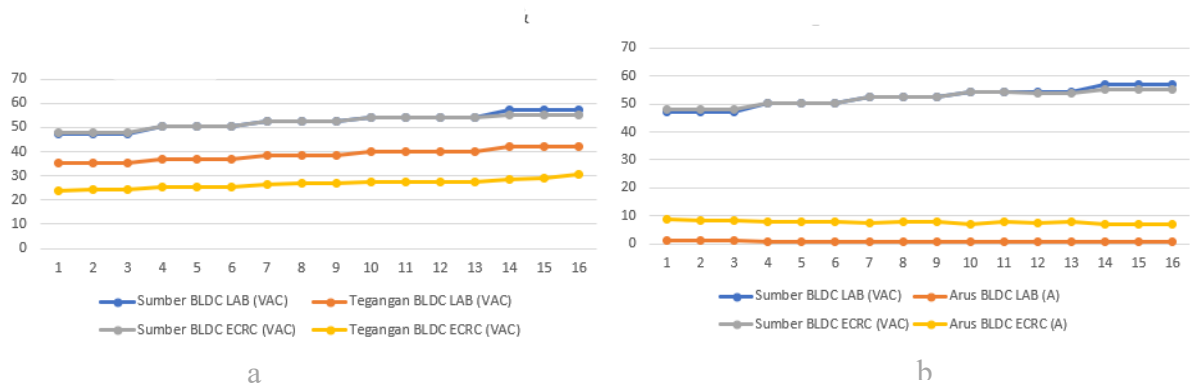
Dari hasil tabel 5 didapatkan dari pengujian motor listrik tanpa beban dan didapatkan hasil bahwa semakin besar tegangan yang diberikan pada motor *BLDC* maka kecepatan putaran motor akan semakin bertambah. Sedangkan arus masih menghasilkan keluaran yang kecil sehingga keluaran torsi juga kecil dikarenakan beban dari motor masih terlalu sedikit. Daya yang dihasilkan masih relatif kecil, sedangkan hasil efisiensi pada motor memiliki keluaran yang stabil.

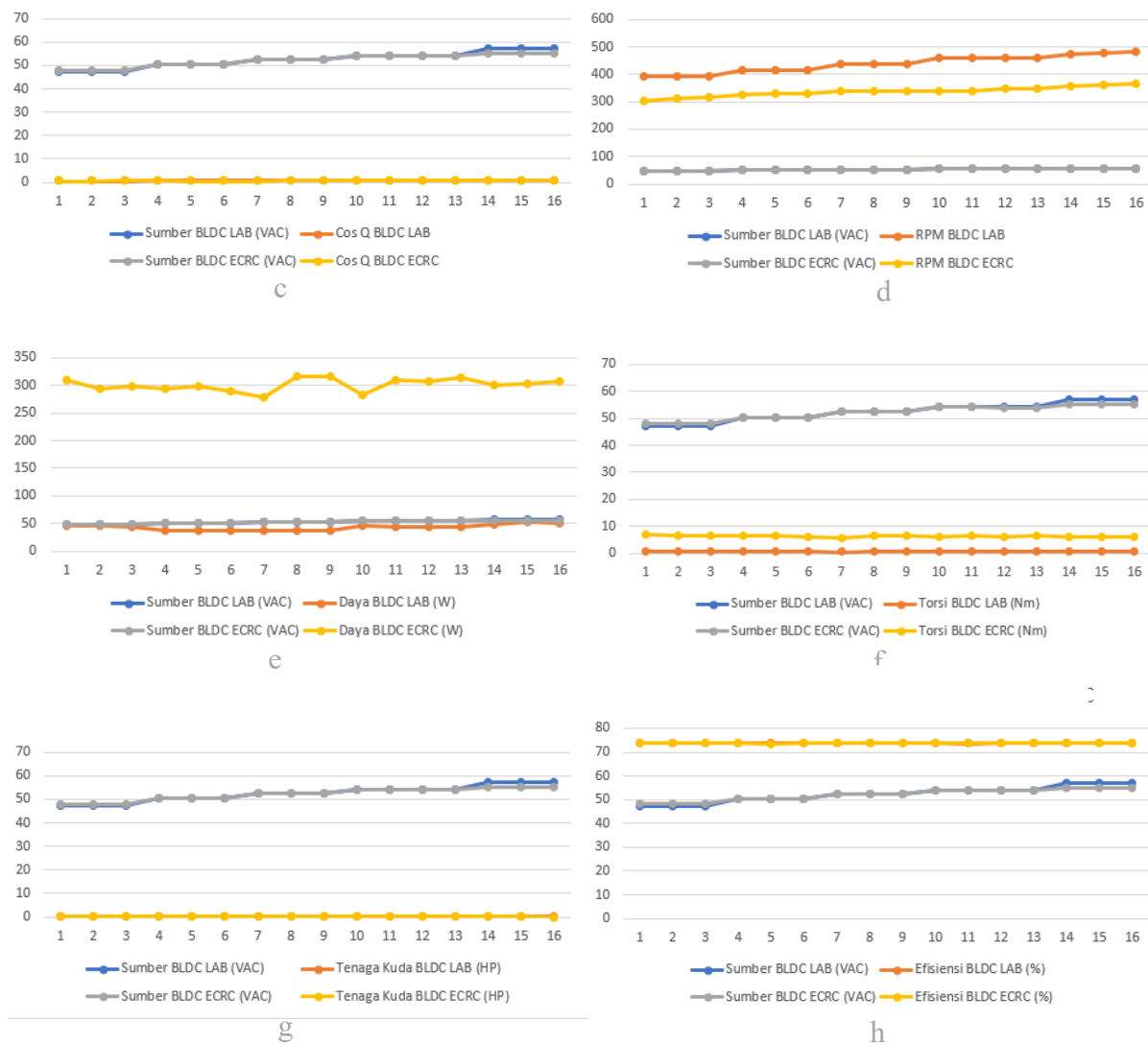
Tabel 6. Hasil pengukuran keluaran kinerja motor *BLDC ECRC-UMS*

Sumber		<i>Monitoring Motor BLDC ECRC</i>							
No	Input (VDC)	Tegangan (VAC)	Arus (A)	Cos Q	RPM	Daya (W)	Torsi (Nm)	HP	Eff (%)
1	48,15	23,8	8,922	0,84	305	308,94	7,128	0,414	73,68

2	48,15	24,1	8,391	0,84	310	294,21	6,692	0,395	73,82
3	48,15	24,5	8,281	0,85	315	298,69	6,685	0,401	73,82
4	50,43	25,3	7,826	0,86	325	294,93	6,399	0,396	73,83
5	50,43	25,5	8,075	0,84	329	299,61	6,401	0,401	73,59
6	50,43	25,5	7,780	0,84	329	288,64	6,177	0,387	73,72
7	52,57	26,2	7,280	0,84	337	277,50	5,797	0,372	73,71
8	52,57	26,9	7,809	0,85	340	315,80	6,565	0,425	74,00
9	52,57	26,9	7,811	0,85	340	316,70	6,565	0,425	73,79
10	54,17	27,3	6,899	0,87	340	283,81	5,885	0,381	73,81
11	54,17	27,3	7,702	0,85	340	309,56	6,410	0,415	73,71
12	54,11	27,4	7,611	0,85	348	307,02	6,217	0,412	73,79
13	54,11	27,6	7,716	0,85	349	313,53	6,320	0,420	73,66
14	55,11	28,8	7,022	0,86	356	301,24	5,960	0,404	73,74
15	55,11	29,1	6,969	0,86	360	302,08	5,908	0,405	73,72
16	55,11	30,4	6,791	0,86	365	307,51	5,928	0,412	73,67

Dari hasil tabel 6 didapatkan hasil bahwa semakin besar tegangan yang diberikan pada motor *BLDC* maka kecepatan putaran motor akan semakin bertambah. Kemudian untuk arus yang dihasilkan keluaran cukup besar sehingga keluaran torsi juga besar dikarenakan beban dari motor. Daya yang dihasilkan masih relatif kecil, sedangkan efisiensi pada motor memiliki keluaran yang berubah karena menyesuaikan torsi yang berubah-ubah. Pada saat melakukan pengujian dilakukan pada jalanan aspal yang datar dengan kondisi jalan yang kering, kemudian terdapat penambahan beban pengemudi seberat 50 kg.





Gambar 11. Grafik hasil perbandingan pengukuran baterai dan dc-dc *boost converter* motor *BLDC* tanpa awak dengan motor *BLDC ECRC* (a) perbandingan tegangan (b) perbandingan arus (c) perbandingan faktor daya (d) perbandingan kecepatan (e) perbandingan daya (f) perbandingan torsi (g) perbandingan tenaga kuda (h) perbandingan efisiensi

4. PENUTUP

Berdasarkan pengambilan data dan percobaan pada Tugas Akhir dapat disimpulkan sebagai berikut

- Penggunaan baterai 48V/8Ah bisa dinaikan hingga 48-54V dengan menggunakan *DC-DC boost converter* pada motor *BLDC* 350w.
- Penggunaan baterai 54V/13Ah bisa dinaikkan hingga 54-57V dengan menggunakan *DC-DC boost converter* pada motor *BLDC* 350W.
- Dari penaikan tegangan yang dilakukan dengan *DC-DC boost converter* yang dilakukan berpengaruh pada kecepatan putaran motor listrik *ECRC*.

- d. Dari penggunaan kedua sensor yaitu PZEM-004T dan E18-D80NK sudah akurat karena hasil yang dibaca hanya mempunyai *error* 0,08% dari alat ukur pabrikan.
- e. Untuk penggunaan *monitoring* berbasis *IoT* memerlukan sinyal yang bagus agar tidak terjadi adanya *delay* saat penampilan data.
- f. Penggunaan sensor *E18-D80NK* pada pengaplikasian pada mobil *ECRC* memerlukan sebuah penanda yang terang agar sensor bisa membaca.
- g. Penggunaan beban pada motor *BLDC* sangat berpengaruh pada hasil keluaran motor.

PERSANTUNAN

Puja dan puji syukur saya panjatkan kepada Allah SWT karena atas rahmat dan karunia-Nya penelitian ini dapat diselesaikan dengan lancar. Selain itu saya pun tak lupa berterima kasih kepada:

1. Orang tua yang telah mendukung, yang selalu sabar menunggu dan selalu memberikan support. Dan maaf belum bisa membanggakan.
2. Saudara dan keluarga yang telah memberikan dukungan kepada saya sampai saat ini.
3. Bapak Tindyo Prasetyo S.T, M.T selaku dosen pembimbing tugas akhir saya yang senantiasa memberikan bimbingan, memberikan semangat, dan memberikan dukungan untuk saya sampai dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Semoga Allah juga karunia dan rahmat-Nya untuk ibu dan keluarga.
4. Seluruh asisten laboratorium teknik elektro yang telah memberikan dukungan sampai saat ini.
5. Teman-teman komunitas *ECRC* yang sudah memberikan kepercayaan kepada saya untuk ikut andil dalam pengembangan mobil listrik *ECRC*.

DAFTAR PUSAKA

- Abadi. 2022. *Pembahasan Rumus Cara Menghitung 1 Hp Berapa Watt?* Retrieved From Thecityfoundry: <https://thecityfoundry.com/1-hp-berapa-watt/>
- Arifin. 2022. *10 Rumus Motor Listrik Mulai Daya Torsi Slip Efisiensi.* Retrieved From Cari Ilmu: <https://www.carailmu.com/2021/12/Rumus-Dasar-Motor-Listrik.html>
- Azis, Mochammad Irfan, and Universitas Islam Malang. 2021. "Sistem Monitoring Arus, Tegangan Dan Keamanan Pada Pembangkit Listrik Tenaga Pikohidro Berbasis Internet Of Things." : 52-60.
- Beck. 2020. *Cara Menghitung Efisiensi Motor.* Retrieved From Rumah Sains: https://sciencing-com.translate.google.com/translate?hl=id&sl=en&u=https://www.sciencing.com/calculate-motor-efficiency/6030463.html&_X_Tr_Sl=en&_X_Tr_Tl=id&_X_Tr_Hl=id&_X_Tr_Pto=tc
- Harsoyo, Imam Tri et al. "Rancang Bangun Tachometer Digital Berbasis Arduino Dilengkapi Charging Dan Mode Penyimpan Data.": 77-90.
- Insani, Immawan, and Gesang Nugroho. 2020. "Perancangan Motor Listrik Bldc Tipe Hub 1000W." 2020(Semnasil): 265–74.
- Lianda, Jefri, and Dolly Handarly. 2019. "Sistem Monitoring Konsumsi Daya Listrik Jarak Jauh Berbasis Internet of Things.": 79–84.

- Masudi, Nanang, Hendro Nurhadi, and Fakultas Teknologi Industri. 2014. "Desain Controller Motor Bldc Untuk Meningkatkan Performa (Daya Output)": 80-87
- Prianto, Eko, Nurhening Yuniarti, and Dika Cahyo Nugroho. 2020. "Boost-converter Sebagai Alat Pengisian." : 52–62.
- Supono, Leksono. 2020. "Perancangan Sistem Kendali dan Monitoring Tegangan Motor 3 Fasa Berbasis Internet of Things Menggunakan Aplikasi Blynk." :1-8.