

# RANCANG BANGUN SISTEM *MONITORING* TEGANGAN, ARUS, DAN KECEPATAN MOBIL LISTRIK AGNIJAYA WEIMANA

I Kadek Adyana Putra<sup>1</sup>, I Nyoman Satya Kumara<sup>2</sup>, I G A Putu Raka Agung<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana

<sup>2</sup>Dosen Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana

Program Studi Teknik Elektro, Jalan Kampus Unud, Bukit Jimbaran, Badung, Bali 80361

Email: [kadekadyanap@gmail.com](mailto:kadekadyanap@gmail.com)<sup>1</sup>

## ABSTRAK

Energi listrik dapat difungsikan sebagai alternatif untuk menggantikan bahan bakar minyak. Salah satu langkah untuk mengatasi masalah krisis energi adalah melalui kompetisi mobil hemat energi (KMHE) yang menekankan pada efisiensi energi kendaraan. Tim dari Universitas Udayana, yang dikenal sebagai WEIMANA, telah berpartisipasi dalam kategori *Urban Concept* dengan merancang kendaraan bernama Agnijaya. Agnijaya adalah sebuah mobil tenaga listrik yang menggunakan motor listrik jenis BLDC. Mobil listrik Agnijaya saat ini belum dilengkapi dengan sistem *monitoring* tegangan, arus, dan kecepatan yang dapat dimonitor secara terus menerus. Penelitian yang dilakukan yaitu merancang sistem *monitoring* mobil listrik Agnijaya memakai SD card sebagai media penyimpanan data tegangan, arus, dan kecepatan mobil listrik Agnijaya yang dikendalikan menggunakan board mikrokontroler Arduino Mega 2560 Pro Mini sebagai pengolah data sensor dan SD card sebagai media penyimpanan data. Sistem *monitoring* mobil listrik Agnijaya telah berhasil dirancang dan dibangun serta sudah melakukan pengujian untuk nilai tegangan, arus dan kecepatan pada mobil Aginijaya Weimana. Pengujian dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran tegangan, arus dan kecepatan. Ketiga hasil pengikuran ini disimpan pada SD card. Hasil analisis menunjukkan nilai persentase penyimpangan pengukuran tegangan baterai adalah 0,85%, penyimpangan pengukuran arus baterai adalah 0,23%, dan penyimpangan pengukuran kecepatan adalah 0.32%.

**Kata kunci :** Energi listrik, Mobil listrik, Sistem *monitoring*, Arduino Mega 2560 Pro Mini

## ABSTRACT

*Electric energy can be utilized as an alternative to replace oil-based fuel. One of the steps to address the energy crisis issue is through the Energy-Efficient Car Competition (KMHE), which emphasizes the energy efficiency of vehicles. The WEIMANA team from Udayana University has participated in the Urban Concept category by designing a vehicle named Agnijaya. Agnijaya is an electric-powered car that uses a Brushless DC (BLDC) electric motor. Currently, the Agnijaya electric car does not have a continuous monitoring system for voltage, current, and speed. The research aims to design a monitoring system for the Agnijaya electric car using an SD card as a data storage medium for voltage, current, and speed data. This system is controlled using an Arduino Mega 2560 Pro Mini microcontroller board as the data processor and an SD card as the data storage medium. The monitoring system for the Agnijaya electric car has been successfully designed, built, and tested for voltage, current, and speed values. Testing was conducted by comparing the measured values of voltage, current, and speed, all of which were stored on the SD card. The results of the analysis indicate that the percentage deviation in battery voltage measurement is 0.85%, the deviation in battery current measurement is 0.23%, and the deviation in speed measurement is 0.32%.*

**Key Words :** *Electric energy, electric cars, monitoring systems, Arduino Mega 2560 Pro Mini*

## 1. PENDAHULUAN

Energi listrik bisa menjadi alternatif untuk menggantikan bahan bakar minyak. Salah satu langkah dalam mengatasi krisis energi adalah melalui Kontes Mobil Hemat Energi (KMHE), yang fokus pada peningkatan efisiensi kendaraan. Tim WEIMANA dari Universitas Udayana aktif berpartisipasi dalam pengembangan teknologi otomotif, terutama kendaraan listrik, dengan tujuan berkontribusi pada desain kendaraan berbasis energi listrik yang efisien, aman, dan ramah lingkungan [1]. Sejak tahun 2018, tim WEIMANA telah mengikuti KMHE dalam kategori *urban concept* dengan kendaraan bertenaga listrik baterai yang disebut Agnijaya. Kompetisi ini adalah bagian dari upaya Pusat Prestasi Nasional (Puspresnas) Republik Indonesia yang bekerjasama dengan perguruan tinggi sebagai tuan rumah.

Mobil listrik yang diperlombakan tim WEIMANA pada ajang Kontes Mobil Hemat Energi (KMHE) saat ini belum terdapat sistem yang mampu memonitor tegangan, arus, dan kecepatan. Sistem *monitoring* pada mobil listrik sangat diperlukan agar dapat dilakukan pemantauan kinerja dari mobil listrik [2].

Sistem *monitoring* tegangan, arus, dan kecepatan menggunakan Arduino Mega 2560 Pro Mini sebagai pengolah data dari sensor dan SD card sebagai media penyimpanan data. Dalam penelitian ini dirancang dan dibangun sistem *monitoring* mobil listrik yang dapat memonitor tegangan, arus, dan kecepatan mobil listrik Agnijaya WEIMANA.

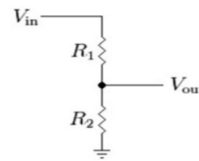
## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Voltage Divider

*Voltage Divider* merupakan sebuah rangkaian pembagi tegangan menggunakan dua buah resistor yang dirangkai secara seri berfungsi untuk mengukur tegangan baterai dengan menggunakan persamaan (1) [3]. Rangkaian *voltage divider* dapat dilihat pada gambar 1.

$$V_{out} = V_{in} \times \frac{R_2}{R_1 + R_2} \quad (1)$$

$V_{out}$  = Tegangan keluaran (V)  
 $V_{in}$  = Tegangan masukan (V)  
 $R_1, R_2$  = Nilai hambatan (ohm)



Gambar 1. Rangkaian *voltage divider* [3]

### 2.2 ZMPT101B

Sensor ZMPT101B digunakan sebagai sensor tegangan AC yang dapat melakukan pengukuran besar perubahan tegangan. Sensor tegangan ZMPT101B dapat mengukur tegangan AC hingga 250 Volt. Sensor ini juga dilengkapi dengan *multi turn* potensiometer untuk menyesuaikan *output* ADC [4]. Modul sensor ZMPT101B dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Sensor tegangan ZMPT101B [4]

### 2.3 ACS 712

ACS712 digunakan untuk membaca nilai arus baterai. ACS712 berkerja berdasarkan prinsip *hall effect*, arus yang mengalir melalui kabel tembaga menghasilkan medan magnet kemudian ditangkap oleh *integrated hall* IC dan diubah menjadi tegangan proporsional [4]. Sensor arus dipasang secara seri terhadap beban. Modul sensor arus ACS712 dapat dilihat pada gambar 3.

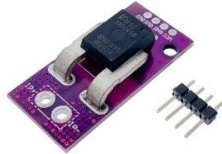


Gambar 3. Sensor arus ACS712 [4]

### 2.4 ACS758

Sensor arus ACS758 ini terdiri dari *hall linear offset* yang rendah dan ketebalan konduktor tembaga yang memungkinkan perangkat dapat bertahan pada kondisi arus

yang tinggi. Arus mengalir melalui jalur konduksi tembaga ini menghasilkan medan magnet yang mengubah *hall* IC menjadi tegangan proporsional [5]. Untuk pemasangan sensor pada beban di pasang secara seri dengan beban. Modul sensor arus ACS758 dapat dilihat pada gambar 4.

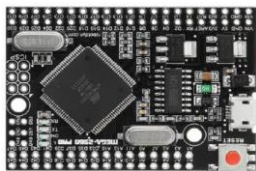


Gambar 4. sensor arus ACS758 [5]

### 2.5 Arduino Mega 2560 Pro Mini

*Board* Arduino Mega 2560 Pro Mini merupakan komponen yang berfungsi sebagai pengolah nilai *input* yang didapatkan oleh sensor ACS712 dan *voltage divider* kemudian akan diproses oleh mikrokontroler sehingga dapat mengetahui besar arus dan tegangan yang dikonsumsi oleh mobil listrik Agnijaya.

*Board* Mikrokontroler Arduino Mega 2560 Pro Mini merupakan perangkat *development board* dengan menggunakan IC mikrokontroler *ATmega2560* dan memiliki maksimal *clock speed* 16 Mhz. *Board* Arduino Mega 2560 Pro Mini dapat dilihat pada gambar 5 [6].



Gambar 5. *Board* Arduino Mega 2560 Pro Mini [6]

### 2.6 Modul *Micro SD Card*

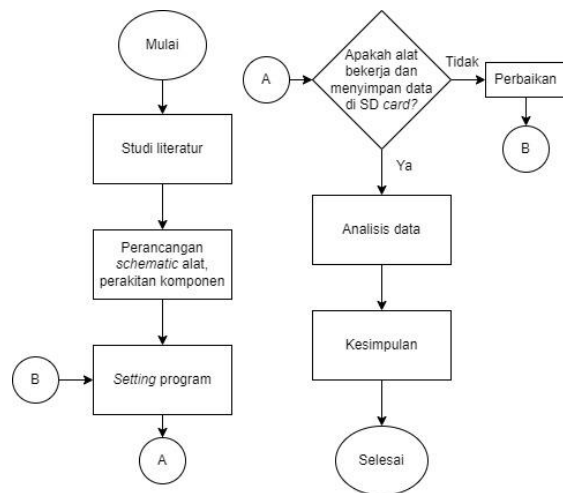
Modul *SD card* adalah sebuah modul yang berfungsi untuk membaca dan menulis data untuk *SD card* yang didapatkan dari sensor. Modul ini memiliki *interfacing* menggunakan komunikasi SPI. Tegangan kerja dari modul ini dapat menggunakan level tegangan 3.3 VDC atau 5 VDC yang dapat digunakan salah satunya [7]. Modul *Micro SD card* dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Modul *micro SD card* [7]

## 3. METODE PENELITIAN

Penelitian mulai dilaksanakan pada bulan Desember 2022 – Mei 2023. Alur penelitian dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7. Diagram alir penelitian

Berikut penjelasan diagram alir penelitian:

#### Langkah 1. Studi literatur

Penelitian diawali dengan studi literatur untuk pendalaman materi selanjutnya melakukan observasi dan survei harga komponen yang akan digunakan.

#### Langkah 2. Perancangan schematic alat dan perakitan komponen

Perancangan scematic rangkaian menggunakan aplikasi web *EasyEDA* dan perakitan komponen pada papan PCB.

#### Langkah 3. *Setting* program

Setelah selesai melakukan perakitan tahap berikutnya adalah melakukan *setting* program pada tahap ini dilakukan pembuatan dan *upload* pada mikrokontroler.

#### Langkah 4. Pengujian

Pada tahap ini dilakukan uji coba alat dengan melakukan pengukuran besaran listrik guna mengetahui apakah alat ukur dapat bekerja dengan semestinya jika alat ukur tidak dapat bekerja dengan semestinya

maka akan dilakukan perbaikan dan *resetting* program pada mikrokontroler dan jika alat ukur dapat bekerja dengan semestinya maka selanjutnya akan melakukan analisis data.

Langkah 5. Analisis data

Setelah alat dapat bekerja, dilakukan analisis data tegangan, arus, dan daya baterai mobil listrik.

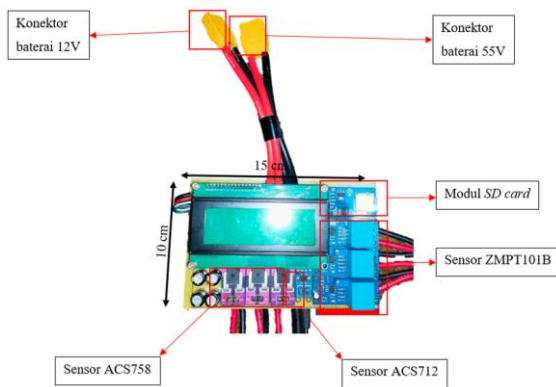
Langkah 6. Kesimpulan

Melakukan penarikan kesimpulan.

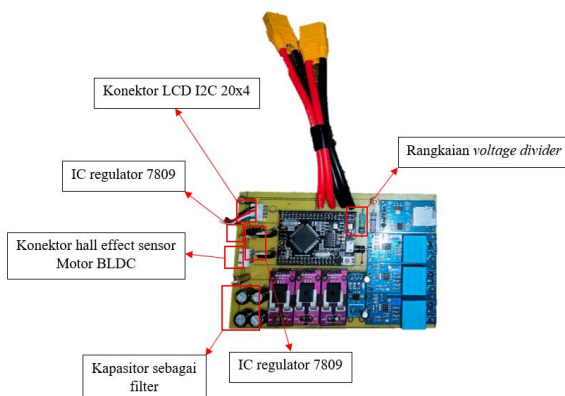
#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### 4.1 Hasil Rancangan Alat Monitoring

Rancangan alat monitoring telah berhasil dirancang dengan dimensi panjang 15 cm dan lebar 10 cm. Hasil rancangan alat monitoring ditunjukkan pada gambar 8 dan 9.



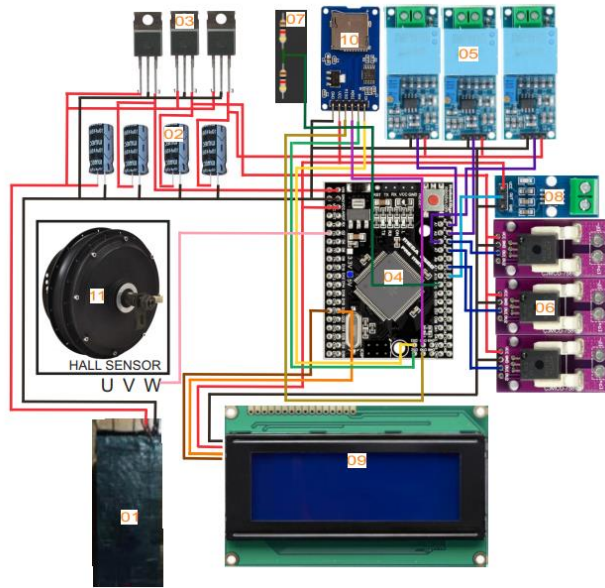
Gambar 8. Hasil rancangan *hardware* alat monitoring



Gambar 9. Hasil rancangan *hardware* alat monitoring

##### 4.1 Diagram Sistem Kelistrikan

Diagram sistem kelistrikan alat *monitoring* ditunjukkan pada gambar 10. Prinsip kerja sistem kelistrikan alat monitoring dimulai dengan *supply* daya baterai lipo 12V 500mah yang terhubung dengan IC regulator 7809 dan 7805 guna menurunkan tegangan baterai menjadi 9 volt dan 5 volt. Kemudian akan disalurkan ke *board* mikrokontroler dan semua sensor sebagai sumber daya *eksternal*. Sensor AC712 terhubung seri dengan baterai digunakan untuk mengukur arus yang dikeluarkan oleh baterai mobil listrik. Pengukuran tegangan menggunakan rangkaian *voltage divider* yang terhubung secara paralel dengan baterai. Pengukuran arus *phase* menggunakan sensor ACS758 yang terhubung secara seri dengan kabel *phase* motor BLDC dan pengukuran tegangan *phase* digunakan sensor ZMPT101B yang terhubung secara paralel dengan kabel *phase* motor BLDC. Digunakan sensor ACS758 dan sensor ZMPT101B sebanyak 3 buah untuk mengukur *phase* U, V, W pada motor BLDC. PCF8574 berfungsi untuk menghubungkan mikrokontroler dengan LCD menggunakan komunikasi serial I2C dengan memanfaatkan pin *SDA* dan *SCL* sehingga tidak menggunakan banyak pin pada mikrokontroler. LCD pada rangkaian berfungsi untuk menampilkan data yang telah diproses oleh mikrokontroler. Data sensor yang telah diproses oleh mikrokontroler kemudian akan disimpan di *SD card*. Tabel 1 ditunjukkan keterangan alat *monitoring*.



Gambar 10. Diagram sistem kelistrikan

Tabel 1. Keterangan keseluruhan alat

Keterangan Keseluruhan Alat			
01	Baterai 12 V	07	Rangkaian <i>voltage divider</i>
02	Kapasitor 220µF 50V	08	ACS712
03	IC Regulator 7809 dan 7805	09	LCD I2C 20x4
04	Arduino Mega 2560 Pro Mini	10	Modul SD card
05	Sensor ZMPT101B	11	Motor BLDC <i>hall effect sensor phase W</i>
06	Sensor ACS758		

#### 4.2 Pengujian Sensor Arus ACS712

Pengujian sensor ACS712 pada rancangan sistem *monitoring* akan dibandingkan dengan hasil nilai pembacaan arus dari digital multimeter PZEM-051 yang memiliki batas pengukuran arus DC sampai 50A dengan akurasi  $\pm 1\%$  [8]. Pengujian sensor arus ACS712 dan amperemeter terhubung secara seri dengan baterai. Pada pengujian mobil listrik WEIMANA dalam

keadaan diam dan seluruh perangkat sudah terpasang pada mobil listrik Agnijaya WEIMANA namun motor BLDC bergerak tanpa beban. Data hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil pengujian sensor ACS712

No	Hasil Pengukuran Arus Sensor ACS712 (A)	No	Hasil Pengukuran Arus Sensor ACS712 (A)
1	0,89	11	1,18
2	1,23	12	1,18
3	1,24	13	1,23
4	1,47	14	1,16
5	1,48	15	1,11
6	1,41	16	0,97
7	1,29	17	1,39
8	1,13	18	1,30
9	0,97	19	1,15
10	0,83	20	0,99
<b>Rata – rata Arus ACS712 (A)</b>		1,18	
<b>Amperemeter (A)</b>		1,17	
<b>Penyimpangan Pembacaan (%)</b>		0,85	

Pada tabel 2 hasil pengujian sensor arus ACS712 dalam membaca nilai arus baterai yang digunakan mobil listrik Agnijaya WEIMANA menunjukkan adanya penyimpangan dengan pembacaan arus menggunakan *amperemeter*. Besar persentase penyimpangan pembacaan nilai arus ACS712 sebesar 0,85%.

**4.2 Pengujian Rangkaian Voltage Divider**

Pengujian rangkaian *voltage divider* pada rancangan sistem *monitoring* akan dibandingkan dengan hasil nilai pembacaan voltmeter digital ZOYI ZT102A yang memiliki akurasi pengukuran tegangan DC  $\pm (0,5\% + 3)$ . Pengujian rangkaian *voltage divider* dan voltmeter terhubung secara paralel dengan baterai. Pada pengujian mobil listrik Agnijaya WEIMANA dalam keadaan diam dan seluruh perangkat sudah terpasang pada mobil listrik Agnijaya WEIMANA namun motor BLDC bergerak tanpa beban. Data hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 3.

**Tabel 3.** Hasil pengujian *voltage divider*

No	Hasil Pengukuran Tegangan Voltage Divider (V)	No	Hasil Pengukuran Tegangan Voltage Divider (V)
1	55,46	11	56,03
2	55,94	12	55,51
3	55,33	13	55,23
4	55,50	14	55,37
5	55,54	15	55,33
6	55,36	16	55,22
7	56,30	17	54,97
8	56,25	18	55,24
9	55,34	19	55,30
10	55,56	20	55,31
<b>Rata – rata Tegangan Voltage Divider (V)</b>	1,18		
<b>Voltmeter (V)</b>	1,17		
<b>Penyimpangan Pembacaan (%)</b>	0,85		

Pada tabel 3 hasil pengujian sensor tegangan *voltage divider* dalam tegangan baterai yang digunakan oleh mobil listrik Agnijaya WEIMANA menunjukkan adanya penyimpangan dengan pembacaan tegangan menggunakan voltmeter. Besar persentase penyimpangan pembacaan nilai tegangan *voltage divider* sebesar 0,23%.

**4.3 Pengujian Sensor ZMPT101B**

Pengujian sensor tegangan ZMPT101B *phase U*, *V*, dan *W* motor BLDC pada rancangan sistem *monitoring* akan dibandingkan dengan hasil nilai pembacaan tegangan dari voltmeter digital ZOYI ZT102A yang memiliki akurasi pengukuran tegangan AC  $\pm (1,0\% + 3)$ . Pengujian sensor tegangan AC ZMPT101B dan voltmeter terhubung secara paralel dengan *phase U*,

*V*, dan *W* motor BLDC. Pada pengujian mobil listrik Agnijaya WEIMANA dalam keadaan diam dan seluruh perangkat sudah terpasang pada mobil listrik Agnijaya WEIMANA namun motor BLDC bergerak tanpa beban. Data hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 4.

**Tabel 4.** Hasil pengujian sensor ZMPT101B

NO	hasil pengukuran		
	ZMPT101B Phase U (V)	ZMPT101B Phase V (V)	ZMPT101B Phase W (V)
1	15,11	14,91	14,86
2	14,95	14,75	14,70
3	14,03	13,83	13,78
4	16,47	16,27	16,22
5	17,23	17,03	16,98
6	17,66	17,46	17,41
7	17,02	16,82	16,77
8	16,83	16,63	16,58
9	16,56	16,36	16,31
10	15,47	15,27	15,22
11	18,76	18,56	18,51
12	18,17	17,97	17,92
13	18,05	17,85	17,80
14	18,04	17,84	17,79
15	17,26	17,06	17,01
16	17,56	17,36	17,31
17	15,86	15,66	15,61
18	14,81	14,61	14,56
19	17,10	16,9	16,85
20	17,20	17,00	16,95
<b>Rata-rata Voltmeter (V)</b>	16,70	16,50	16,45
<b>Penyimpangan (%)</b>	0,83	0,90	0,48

Pada tabel 4 hasil pengujian sensor tegangan ZMPT101B dalam membaca nilai tegangan *output controller* motor BLDC yang digunakan mobil listrik Agnijaya WEIMANA menunjukkan adanya penyimpangan dengan pembacaan tegangan menggunakan voltmeter. Besar persentase penyimpangan pembacaan nilai tegangan ZMPT101B *phase U* sebesar 0,83%, nilai tegangan ZMPT101B *phase V* sebesar 0,90%, dan nilai tegangan ZMPT101B *phase W* sebesar 0,48%.

**4.4 Pengujian Sensor Arus ACS758**

Pengujian sensor arus ACS758 *phase U*, *V*, dan *W* motor BLDC pada rancangan sistem *monitoring* akan dibandingkan dengan hasil pembacaan arus dari amperemeter digital taffware ST180 yang

memiliki akurasi pengukuran arus AC ± (2,5% + 3). Pengujian sensor arus AC ACS758 dan amperemeter terhubung secara seri dengan *phase* U, V, dan W motor BLDC. Pada pengujian mobil listrik Agnijaya WEIMANA dalam keadaan diam dan seluruh perangkat sudah terpasang pada mobil listrik Agnijaya WEIMANA namun motor BLDC bergerak tanpa beban. Data hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 5.

**Tabel 5.** Hasil pengujian sensor arus ACS758

NO	hasil pengukuran		
	ACS758 Phase U (A)	ACS758 Phase V (A)	ACS758 Phase W (A)
1	3,39	3,10	2,75
2	3,77	2,81	2,89
3	3,61	3,29	2,90
4	3,42	3,22	2,86
5	3,41	3,03	3,07
6	3,21	2,83	3,08
7	2,98	2,57	3,11
8	2,83	3,37	3,10
9	2,63	3,49	3,02
10	2,54	3,73	2,98
11	3,33	1,68	3,18
12	2,96	2,50	3,09
13	2,81	4,25	2,98
14	2,65	4,45	2,87
15	2,43	4,21	2,75
16	2,74	3,92	2,67
17	3,49	4,60	3,35
18	3,32	4,34	3,30
19	3,03	4,01	3,22
20	2,81	3,61	3,12
<b>Rata-rata</b>	3,06	3,45	3,01
<b>Amperemeter (A)</b>	3,03	3,43	3,01
<b>Penyimpangan (%)</b>	0,99	0,29	0

Pada tabel 5 hasil pengujian sensor arus ACS758 dalam membaca nilai arus *output controller* motor BLDC yang digunakan mobil listrik Agnijaya WEIMANA menunjukkan adanya penyimpangan dengan pembacaan menggunakan *amperemeter*. Besar persentase penyimpangan pembacaan nilai arus ACS758 *phase* U sebesar 0,99%, nilai arus ACS758 *phase* V sebesar 0,29%, dan nilai arus ACS758 *phase* W sebesar 0%.

**4.5 Pengujian Kecepatan Mobil Listrik Agnijaya WEIMANA**

Pengujian *hall effect* sensor motor BLDC yang berfungsi sebagai sensor kecepatan pada rancangan sistem *monitoring* akan dibandingkan dengan nilai pengukuran *speedometer* digital. Pada pengujian kecepatan mobil Agnijaya listrik WEIMANA dalam keadaan bergerak dengan berat *driver* 55 kg dimana seluruh perangkat sudah terpasang pada mobil listrik Agnijaya WEIMANA. Data hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 6.

**Tabel 6.** Hasil pengujian kecepatan mobil listrik Agnijaya WEIMANA

No	Hasil Pengukuran Kecepatan Hall Effect Sensor (km/h)	No	Hasil Pengukuran Kecepatan Hall Effect Sensor (km/h)
1	29,43	11	29,43
2	29,43	12	29,43
3	29,43	13	31,69
4	29,43	14	31,69
5	29,43	15	31,69
6	31,69	16	29,43
7	29,43	17	29,43
8	29,43	18	31,69
9	29,43	19	31,69
10	29,43	20	31,69
<b>Rata – rata Kecepatan Hall Effect Sensor (km/h)</b>	30,30		
<b>Speedometer (km/h)</b>	30,4		
<b>Penyimpangan Pembacaan (%)</b>	0,32		

Pada tabel 6 hasil pengujian kecepatan mobil listrik Agnijaya WEIMANA digunakan *hall effect* sensor motor BLDC sebagai sensor kecepatan menunjukkan adanya penyimpangan dengan pengukuran *speedometer*. Besar persentase penyimpangan pengukuran *hall effect* sensor sebesar 0,32%.

**4.6 Pengujian Daya Baterai Mobil Listrik Agnijaya WEIMANA**

Pengujian daya baterai mobil listrik Agnijaya WEIMANA bertujuan untuk mengetahui pengaruh berat badan *driver* terhadap konsumsi daya baterai. Pengujian dilakukan pada jalan datar dengan berat bada *driver* 45 kg, 55 kg, dan 65 kg dengan jarak tempuh 1 km kecepatan mobil 30 km/h. Proses pengambilan data menggunakan alat monitoring berbasis data *logger* yang disimpan pada *micro SD card*. Pada gambar 11 ditunjukkan data hasil pengujian yang

disimpan di SD card. Data hasil pengujian daya baterai mobil listrik dapat dilihat pada tabel 7 sampai 9.

Ibat	Vbat	Daya_In
12.02	53.83	647.26
12.83	54.04	693.27
11.19	54.04	604.73
12.76	53.62	683.98
11.17	53.52	597.95
10.50	54.24	569.39
12.00	54.24	650.73
12.06	53.83	649.25
12.76	53.62	683.98
11.35	53.10	602.66
11.96	53.21	636.34
12.02	53.00	636.81
12.80	53.10	679.84
12.13	52.59	637.68
12.07	52.07	628.51
12.65	53.21	673.28

Gambar 11. Data hasil pengujian disimpan di SD card

Tabel 7. Hasil pengujian daya baterai berat driver 45 kg

No	Berat badan driver	Kondisi Jalan	Baterai		
			Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)
1	45 kg	Datar	53,83	12,02	647,26
2			54,04	12,83	693,27
3			54,04	11,19	604,73
4			53,62	12,76	683,98
5			53,52	11,17	597,95
6			54,24	10,50	569,39
7			54,24	12,00	650,73
8			53,83	12,06	649,25
9			53,62	12,76	683,98
10			53,10	11,35	602,66
11			53,21	11,96	636,34
12			53,00	12,02	636,81
13			53,10	12,80	679,84
14			52,59	12,13	637,68
15			52,07	12,07	628,51
16			53,21	12,65	673,28
17			53,62	12,02	644,27
18			54,14	11,35	614,41
19			53,83	12,02	647,26
20			54,04	9,86	532,70

Tabel 8. Hasil pengujian daya baterai berat driver 55 kg

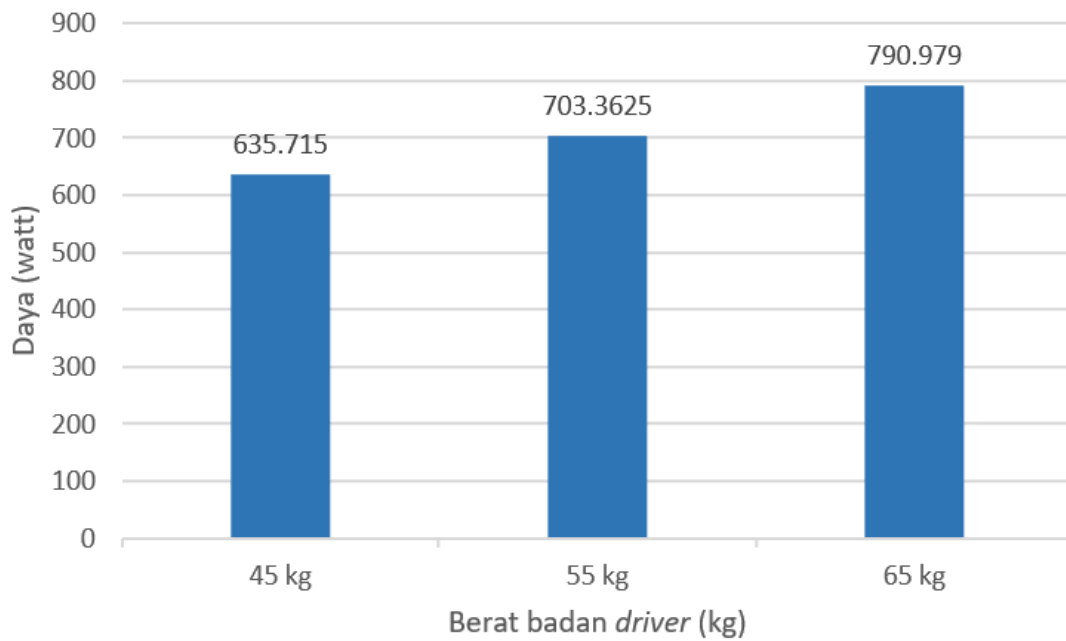
No	Berat badan driver	Kondisi Jalan	Baterai		
			Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)
1	55 kg	Datar	53,83	13,13	706,55
2			53,41	14,39	768,86
3			53,31	13,26	706,67
4			54,04	13,16	711,27
5			53,83	12,92	695,59
6			53,62	13,08	701,36
7			53,72	12,27	659,44
8			53,52	14,13	755,98
9			53,62	13,74	736,60
10			53,72	13,97	750,45
11			53,62	12,76	683,98
12			53,31	13,16	701,74
13			52,38	13,29	696,26
14			52,79	12,62	666,09
15			52,89	13,27	699,41
16			52,59	13,96	734,06
17			52,07	13,50	702,74
18			53,00	13,25	702,06
19			53,10	12,29	652,80
20			53,00	11,99	635,34

Tabel 9. Hasil pengujian daya baterai berat driver 65 kg

No	Berat badan driver	Kondisi Jalan	Baterai		
			Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)
1	65 kg	Datar	53,41	14,39	768,86
2			53,72	14,62	785,26
3			53,21	14,88	791,98
4			53,52	14,80	792,15
5			53,41	15,36	820,28
6			52,48	14,35	753,02
7			52,38	14,02	734,56
8			52,48	14,35	753,02
9			53,52	15,59	834,26
10			53,21	16,81	894,43
11			53,41	16,32	871,70
12			53,52	15,12	808,99
13			53,52	15,00	802,55
14			52,38	16,22	849,48
15			52,07	14,45	752,38
16			52,17	15,64	816,18
17			53,21	14,88	791,98
18			53,72	14,16	760,90
19			52,38	14,02	734,56
20			53,00	13,26	703,04

Berdasarkan hasil pengujian daya baterai dengan variasi berat driver 45 kg, 55 kg, dan 65 kg menunjukkan perbedaan nilai tegangan, arus, dan daya baterai dengan jelas. Tegangan baterai pada berat driver 45 kg berkisar antara 52.07 volt hingga 54.24 volt, pada berat driver 55 kg berkisar antara 52.07 volt hingga 54.04 volt, dan pada berat driver 65 kg berkisar antara 52.07 volt hingga 53.72 volt. Arus baterai pada ketiga data juga memiliki variasi yang berbeda, dengan rentang antara 9.86 ampere hingga 12.83 ampere pada berat driver 45 kg, 11,99 ampere hingga 14.39 ampere pada pada berat driver 55 kg, dan 13.26 ampere hingga 16,81 ampere pada pada berat driver 65 kg. Daya baterai pada ketiga data juga berbeda-beda, dengan variasi rentang antara 532,70 watt hingga 693.27 watt pada pada berat driver 45 kg, 635.34 watt hingga 768.86 watt pada berat driver 55 kg, dan 703.04 watt hingga 894,43 watt pada berat driver 65 kg. Tegangan, arus, dan daya baterai terdapat perbedaan yang jelas dimana pada berat driver sebesar 65 kg mengkonsumsi daya lebih tinggi. Hal ini terjadi karena beban yang harus digerakkan oleh motor semakin berat sehingga konsumsi daya baterai akan semakin tinggi. Perbandingan konsumsi daya rata-rata baterai ditunjukkan pada gambar 12.



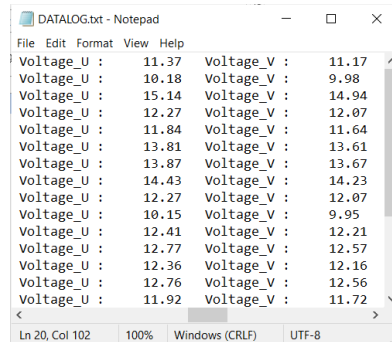


Gambar 12. Perbandingan konsumsi daya baterai mobil listrik Agnijaya WEIMANA

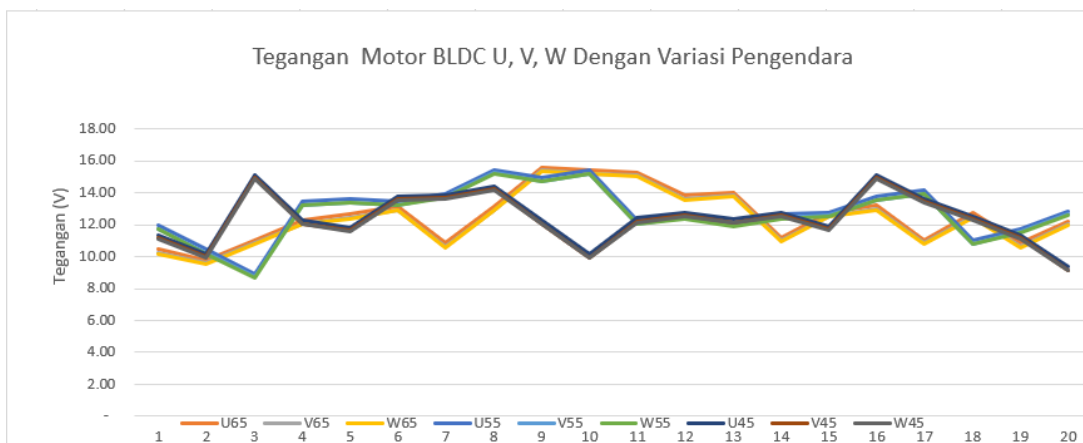
#### 4.7 Pengujian Daya Motor BLDC Mobil Listrik Agnijaya WEIMANA

Pengujian daya motor BLDC mobil listrik Agnijaya WEIMANA bertujuan untuk mengetahui pengaruh berat badan *driver* terhadap daya tiga *phase* motor BLDC. Pengujian dilakukan pada jalan datar dengan berat bada *driver* 45 kg, 55 kg, dan 65 kg dengan jarak tempuh 1 km kecepatan mobil 30 km/h. Proses pengambilan data menggunakan alat monitoring berbasis data *logger* yang disimpan pada *micro SD card*. Pada gambar 13 ditunjukkan data hasil pengujian yang disimpan di *SD card*. Data hasil pengujian daya motor BLDC mobil

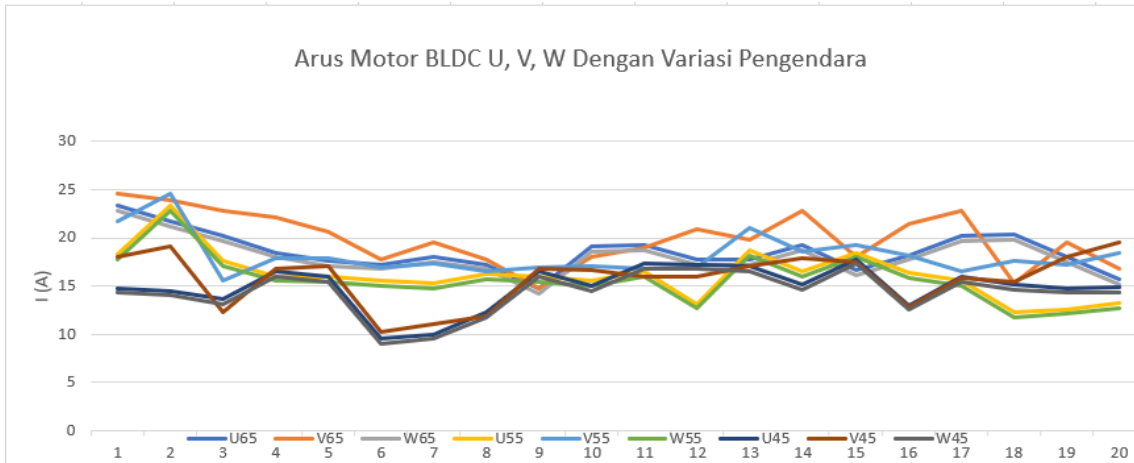
listrik dapat dilihat pada gambar 14 sampai 16.



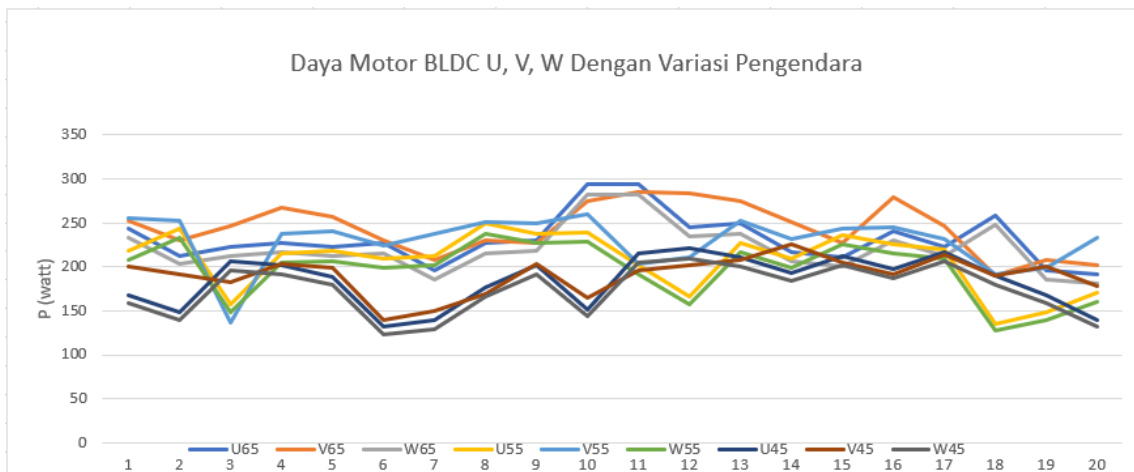
Gambar 13. Data hasil pengujian disimpan di *SD card*



Gambar 14. Data tegangan motor BLDC berat driver 45 kg, 55 kg, dan 65 kg



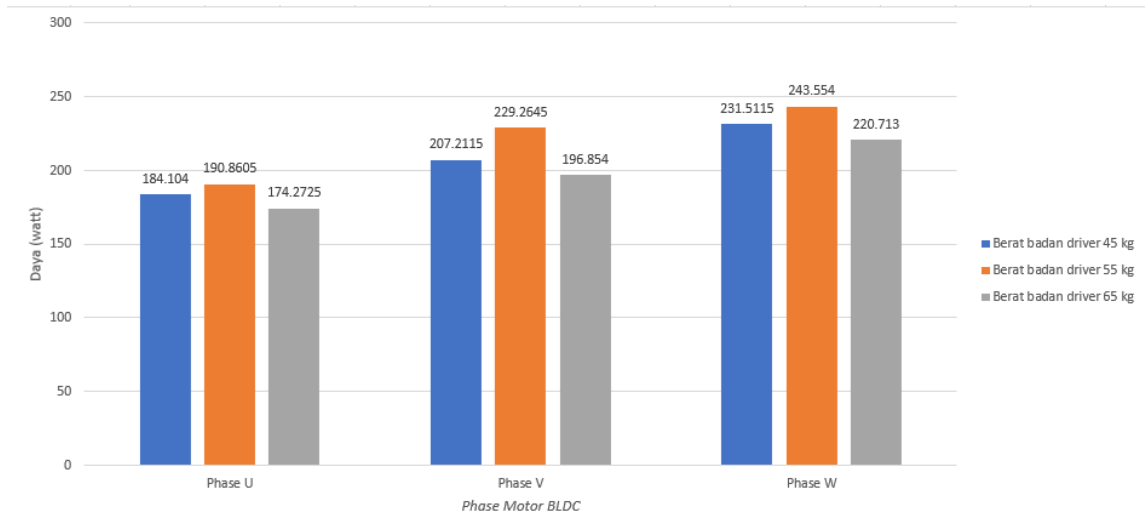
Gambar 15. Data arus motor BLDC berat driver 45 kg, 55 kg, dan 65 kg



Gambar 16. Data daya motor BLDC berat driver 45 kg, 55 kg, dan 65 kg

Berdasarkan hasil pengujian daya motor BLDC dengan variasi berat *driver* 45 kg, 55 kg, dan 65 kg. Tegangan, arus, dan daya *phase* u, v, dan w menunjukkan perbedaan namun tidak signifikan. Nilai tegangan *phase* u, v, dan w pada berat *driver* 45 kg berkisar antara 9,12 volt hingga 15,14 volt, 8,69 volt hingga 15,43 volt pada berat *driver* 55 kg, dan 9,55 volt hingga 15,61 volt pada berat *driver* 65 kg. Nilai arus pada *phase* u, v, w pada berat *driver* 45 kg berkisar antara 9,06 ampere hingga 19,49 ampere, 11,80 ampere hingga 24,64 ampere pada berat *dirver* 55 kg, dan 14,25 ampere hingga 24,64 ampere pada berat *driver* 65 kg. Kemudian nilai daya pada

*phase* u, v, dan w pada berat *driver* 45 kg berkisar antara 122,77 watt hingga 225,28 watt, 127,18 watt hingga 260,68 watt pada berat *driver* 55 kg, dan 181,73 watt hingga 294,82 watt pada berat *driver* 65 kg. Tegangan, arus, dan daya *phase* u, v dan w terdapat perbedaan namun tidak signifikan dimana pada berat *driver* sebesar 65 kg mengkonsumsi daya lebih tinggi. Hal ini terjadi karena beban yang harus digerakkan oleh motor semakin berat sehingga konsumsi daya motor BLDC akan semakin tinggi. Perbandingan daya rata-rata tiga *phase* motor BLDC ditunjukkan pada gambar 17.



Gambar 17. Perbandingan daya rata-rata tiga *phase* motor BLDC

## 5. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian rancang bangun sistem monitoring mobil listrik Agnijaya WEIMANA adalah telah berhasil dirancang dan dibangun alat monitoring tegangan, arus, dan kecepatan berbasis data *logger SD card* dengan persentase penyimpangan pengukuran tegangan baterai sebesar 0,85%, arus baterai sebesar 0,23%, dan kecepatan sebesar 0,32% serta alat monitoring dapat menyimpan data pada *SD card*.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ngadeg A.C., M.N., Kumara, N.S., Nugraha, P.E.D. 2022 "RANCANG BANGUN CONTROLLERBLDC BERBASIS MIKROKONTROLER STM32 BLUEPILL PADA KENDARAAN LISTRIK URBAN AGNIJAYAWEIMANA". Jurnal SPEKTRUM. 9(3).
- [2] Hutagaol, J.V., Setiawan, David., Eteruddin, Hamzah. 2022. "Perancangan Sistem Monitoring Kendaraan Listrik". Jurnal Teknik. 16(1): 96-102.
- [3] Scherz, Paul dan Simon Monk. 2016. *Practical Electronics for Inventors: Fourth Edition*. USA: Mc Graw Hill.
- [4] Imron, Ahmad., Andromeda, Trias., Setiyono, Budi. 2018. "Perancangan Akuisisi Data pada Panel RTU PT.PLN (PERSERO) Berplatform Android". *TRANSIENT*. 7(2).
- [5] Adi, N. D. P., Ulinuha, Agus. 2022. "Desain dan Implementasi Sistem Instrumentasi Sepeda Motor Listrik serta Uji Coba Kinerjanya". *JURNAL CYCLOTRON*. 5(1): 07-13.
- [6] Rahmadi, Kukuh. 2020. Rancang Bangun Air Quality Monitoring Menggunakan Mikrokontroler Arduino Mega 2560 Pro dan SIM800L V2. *Research Gate*.
- [7] Pulungan, A.B., Goci, D.S. 2021. "Penggunaan Sistem Data logger dalam Pencatatan Data Parameter Panel Surya berbasis Mikrokontroler". *Jurnal Teknik Elektro dan Vokasional*. 7(2).
- [8] ПКC Компоненти. 2023. "PZEM-051". <https://www.rcscomponents.kiev.ua/datasheets/pzem-051-datasheet.pdf>. Diakses pada tanggal 24 Agustus 2023.