

## ANALISIS PENGARUH VARIASI AMPERE TERHADAP PENGISIAN BATERAI MOBIL LISTRIK HABE EV-2 YANG DIRANGKAI SERI

Nur Aidi Ariyanto<sup>1</sup>, M. Khumaedi Usman, M.Eng<sup>2</sup>

Email : [nuraidi.ariyanto@gmail.com](mailto:nuraidi.ariyanto@gmail.com)

<sup>1,2</sup>D3 Teknik Mesin, Politeknik Harapan Bersama Tegal, Jl. Dewi Sartika No. 71 Kota Tegal

### Abstrak

Dalam perkembangan teknologi kendaraan bermotor, mobil listrik menjadi salah satu solusi dalam mengantisipasi timbulnya dampak dari krisis energi. Mobil listrik yaitu mobil yang digerakan dengan motor listrik, menggunakan energi listrik yang disimpan dalam baterai. Salah satu permasalahan dalam mobil listrik adalah sistem pengisian pada baterai yang membutuhkan waktu lama, sehingga perlu dilakukan penelitian sistem pengisian baterai pada mobil listrik agar sistem pengisian baterai pada mobil listrik dapat mengisi secara efektif. Telah dilakukan penelitian tentang proses pengisian 4 baterai yang dirangkai seri dengan variasi ampere yang berbeda selama 30 menit, pada awal penelitian tiap-tiap baterai diukur voltasenya, kemudian 4 baterai dirangkai seri dan diukur voltase total 4 baterai. Saat proses pengisian setiap 10 menit diambil data voltase dan ampere pengisian baterai, setelah pengisian selama 30 menit diambil data voltase akhir tiap baterai dan 4 baterai yang dirangkai seri. Setelah pengujian selesai tiap-tiap baterai di kosongkan menggunakan lampu halogen selama 30 menit. Dari hasil pengujian pengisian baterai dengan variasi ampere 3, 4, 5 dan 6. Ditemukan pengisian baterai yang efektif dengan daya yang kecil dan penambahan voltase yang besar yaitu menggunakan selektor ampere di posisi 4, dengan daya pengisian per jam 1.025,63 Wh dan penambahan voltase 8,1 Volt.

**Kata Kunci :** Mobil listrik, Baterai, Charger baterai.

### 1. Pendahuluan

Dalam perkembangan teknologi kendaraan bermotor, mobil listrik menjadi salah satu solusi dalam mengantisipasi timbulnya dampak dari krisis energi [1]. Mobil listrik yaitu mobil yang digerakan dengan motor listrik, menggunakan energi listrik yang disimpan dalam baterai [2]. Salah satu permasalahan dalam mobil listrik adalah sistem pengisian pada baterai yang membutuhkan waktu lama, sehingga perlu dilakukan penelitian agar sistem pengisian baterai dapat dilakukan secara efektif dan efisien.

### 2. Landasan Teori

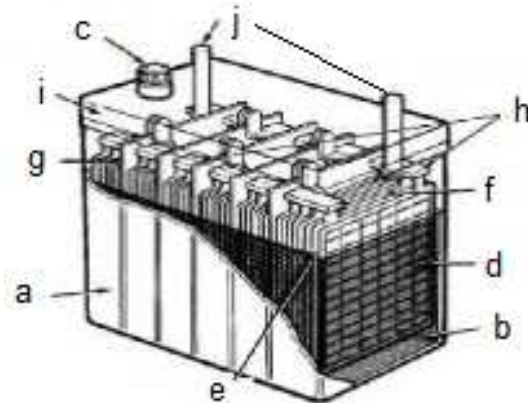
#### a. Baterai

Baterai adalah sebuah sumber arus listrik searah yang mengubah energi kimia menjadi energi listrik. Baterai pertama kali ditemukan oleh ahli fisika Perancis, bernama Gaston Plante pada tahun 1859. Bagian-bagian utama baterai adalah :

- 1) Kutub positif (anode).
- 2) Kutub negative (katode).
- 3) Larutan elektrolit.

#### b. Kontruksi Baterai

Lempeng timbal dioksida dan timbal murni disusun saling bersisipan dan membentuk satu pasang sel baterai yang saling berdekatan dan dipisahkan oleh bahan penyekat berupa isolator dan dimasukkan ke kotak dari bahan isolator. Beda potensial setiap sel baterai adalah 2 volt. Kemampuan baterai dalam mengalirkan arus listrik disebut : kapasitas baterai, yang dinyatakan dengan satuan amper jam (amper hour = Ah).



Gambar 1. Komponen-komponen pada baterai

Keterangan komponen – komponen baterai pada Gambar 1.

- a. Kotak Baterai
- b. Elektrolit Baterai
- c. Sumbat Ventilasi
- d. Plat Positif dan Plat Negatif
- e. Separator dan Lapisan Serat Gelas (Fiber Glass)
- f. Sel Baterai
- g. Pemisah sel baterai
- h. Penghubung antar sel baterai
- i. Tutup bagian atas baterai
- j. Kutub positif dan negatif

#### c. Jenis-Jenis Baterai

Baterai digolongkan menjadi beberapa jenis, yaitu :

- 1) Baterai Basah
- 2) Baterai Hybrid
- 3) Baterai Kalsium
- 4) Baterai Kering

## d. Fungsi Baterai

Baterai berfungsi sebagai penyimpan dan sumber arus listrik yang sangat baik dan mudah dalam penggunaan, karena itulah baterai sangat banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari [3].

## e. Kerja Baterai

Baterai bekerja atas dasar pengisian dan pengosongan energi listrik yang terdapat di dalamnya. Pada baterai jenis basah dengan elektrolit menggunakan larutan asam sulfat ( $H_2SO_4$ ), saat dipakai maka terjadi pengosongan energi listrik dimana kedua elektrodanya akan menjadi timbal sulfat. Hal ini disebabkan karena kedua elektrodanya bereaksi terhadap larutan asam sulfat. Pada reaksi tersebut elektroda timbal melepaskan banyak elektron, akibatnya terjadi aliran listrik dari timbal dioksidanya.

Pada jenis baterai basah terdapat sel untuk menyimpan arus yang mengandung asam sulfat. Tiap sel berisikan plat positif dan plat negatif. Pada plat positif mengandung oksida timbal coklat ( $PbO_2$ ), sedangkan plat negatif mengandung timbal ( $Pb$ ). Plat-plat di tempatkan pada batang penghubung. Pemisah atau separator menjadi isolasi diantara plat tersebut dibuat agar asam sulfat mudah beredar di sekeliling plat [4].

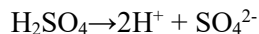
## f. Proses Pengosongan Baterai

## 1) Baterai basah

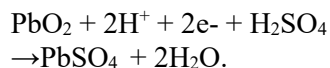
Pada saat baterai digunakan, terjadi perubahan energi kimia menjadi energi listrik dan terjadi perubahan anode, katode dan elektrolitnya. Pada anode terjadi perubahan yaitu timbal dioksida ( $PbO_2$ ) menjadi timbal sulfat ( $PbSO_4$ ). Perubahan yang terjadi pada katode adalah timbal murni ( $Pb$ ) menjadi timbal sulfat ( $PbSO_4$ ). Adapun pada larutan elektrolit terjadi perubahan, yaitu asam sulfat pekat menjadi encer, karena pada pengosongan baterai terbentuk air ( $H_2O$ ).

Reaksi kimia pada baterai yang dikosongkan adalah sebagai berikut.

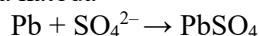
Pada elektrolit



Pada anoda



Pada katoda



## 2) Baterai Kering

Pada baterai kering memiliki susunan komponennya yaitu :

Anoda : Cd

Katoda :  $NiO_2$

Elektrolit : Pasta mengandung OH<sup>-</sup>

Potensial : 1,25 V

Reaksi Pengosongan :

Anode :  $Cd + 2OH^- \rightarrow Cd(OH)_2 + 2e^-$

Katode :  $NiO_2 + 2H_2O + 2e^- \rightarrow Ni(OH)_2 + 2OH^-$

Reaksi total :  $Cd + NiO_2 + 2H_2O \rightarrow Cd(OH)_2 + Ni(OH)_2$

→  $Cd(OH)_2 + Ni(OH)_2$ .

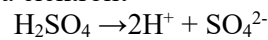
## g. Proses Pengisian Baterai

## 1) Baterai Basah

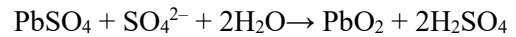
Baterai termasuk elemen sekunder, sehingga setelah habis dapat diisi kembali. Pada saat pengisian baterai terjadi perubahan energi listrik menjadi energi kimia.

Reaksi kimia saat baterai diisi, yaitu :

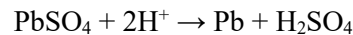
Pada elektrolit



Pada anode



Pada katode



Jadi, pada saat pengisian baterai prinsipnya adalah mengubah anode dan katode yang berupa timbal sulfat ( $PbSO_4$ ) menjadi timbal dioksida ( $PbO_2$ ) dan timbal murni ( $Pb$ ).

## 2) Baterai Kering

Baterai nikel kadmium merupakan baterai yang dapat di isi ulang. Baterai ini menggunakan Cd sebagai anode dan pasta  $NiO(OH)$  sebagai katodanya. Sedangkan elektrolitnya adalah KOH. Pada saat pengisian telah selesai maka suhu akan naik dengan cepat sehingga charger perlu dimatikan. Jika tidak dimatikan akan menyebabkan suhu baterai naik terus dan pada akhirnya akan meledak. Logam Cd memiliki sifat beracun, oleh karena itu penggunaan Cd diganti dengan logam hibrida, misalnya litium hidrida (LiH).

## h. Rangkaian Sistem Pengisian Baterai

Ketika akan melakukan pengisian baterai secara seri maka hal pertama yang harus diketahui adalah tentang sifat-sifat rangkaian listrik secara seri. Merangkai baterai secara seri maka total tegangan sama dengan jumlah tegangan pada tiap-tiap komponen baterai

$$V_{tot} = V_1 + V_2 + V_3 + n$$

Sedangkan arus maksimal yang dapat mengalir adalah rata-rata arus maksimal dari semua baterai yang dirangkai seri [5].

$$I_{tot} = (I_1 + I_2 + I_3 + n)/n$$

i. Perhitungan Waktu Pengisian Aki

Untuk menghitung waktu pengisian aki, beberapa hal yang harus diperhatikan adalah sebagai berikut :

Rumus dasar :

$$V = I \times R$$

$$I = V / R$$

$$R = V / I$$

Dimana,

V = Tegangan (volt / v).

I = Arus ( amper / A ).

R = Hambatan ( ohm / Ω ).

j. Jenis Charger

Jenis Charger atau rectifier ada 2 (dua) macam sesuai sumber tegangannya yaitu rectifier 1 fasa dan rectifier 3 fasa.

k. Kabel Listrik

Dalam instalasi listrik perumahan, paling tidak ada 3 jenis kabel listrik yang umum digunakan yaitu kabel jenis NYA, NYM dan NYY. Istilah NYA, NYM dan NYY ini merupakan tata nama atau nomenklatur pada kabel. PUIL 2000 (Persyaratan Umum Instalasi Listrik tahun 2000) dalam lampiran C menjelaskan mengenai tata nama (nomenklatur) kabel ini. Dari lampiran tersebut, kabel NYA, NYM dan NYY berarti kabel standar berpengantar tembaga (huruf “N”) dan berselubung isolasi dari PVC (Poli Vinil Chlorid) (huruf “Y”), [6].

l. Konektor

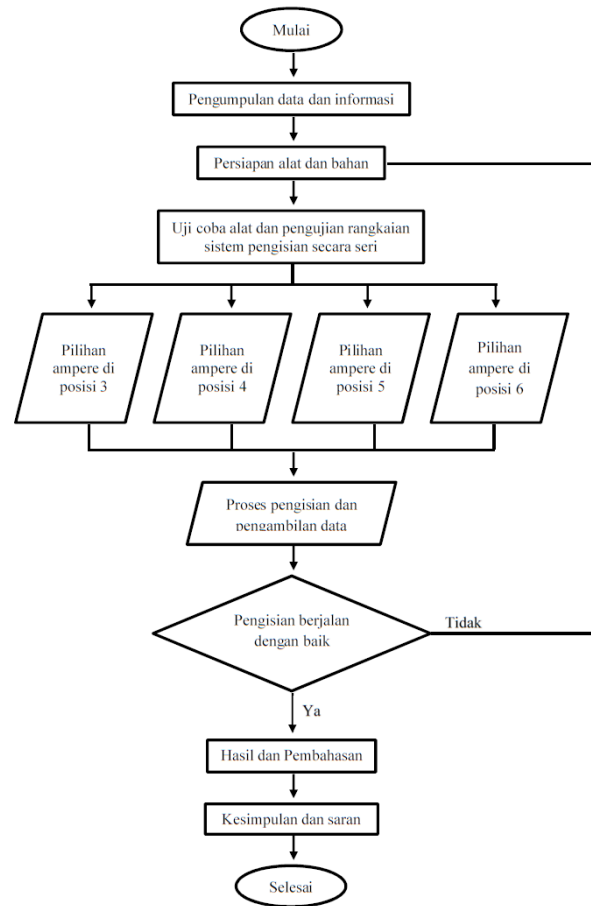
Konektor digunakan untuk menghubungkan listrik antara dua jaringan kabel atau komponen. Konektor diklasifikasikan dalam konektor male dan female (jantan dan betina), karena bentuk terminalnya berbeda. Semua konektor dilihat dari ujung yang terbuka dengan pengunci di bagian atas, [7].

m. Lampu Halogen

Lampu halogen adalah sebuah lampu pijar dimana terdapat filamen wolfram yang disegel di dalam sampul transparan yang diisi dengan gas lembam dan sedikit unsur halogen seperti iodin atau bromin.

3. Metodologi Penelitian

a. Diagram alur penelitian



Gambar 2. Diagram alur penelitian

4. Hasil dan Pembahasan

Proses pengujian yang dilakukan yaitu mengukur voltase awal tiap baterai, merangkai seri keempat baterai, mengukur voltase rangkaian seri empat baterai, mengukur voltase dan arus pengisian tiap 10 menit.

a. Mengukur voltase awal tiap baterai

Pemeriksaan dilakukan menggunakan multimeter digital dengan saklar selektor ke DCV pada skala 20, kemudian hubungkan probe merah ke terminal positif baterai dan probe hitam ke terminal negatif baterai dan mencatat hasilnya.



Gambar 3. Mengukur Voltase Awal Tiap Baterai

b. Merangkai seri 4 baterai

Keempat baterai dirangkai secara seri menggunakan kabel NYAF.



Gambar 4. Rangkaian Seri 4 Baterai

c. Mengukur voltase awal 4 baterai yang dirangkai seri

Pemeriksaan dilakukan menggunakan multimeter digital dengan saklar selektor ke DCV pada skala 200, kemudian hubungkan probe merah ke terminal positif baterai dan probe hitam ke terminal negatif baterai.



Gambar 5. Mengukur Voltase Awal 4 Baterai Dirangkai Seri

d. Mengukur voltase yang keluar dari charger baterai

Pemeriksaan dilakukan menggunakan multimeter digital dengan saklar selektor ke DCV dengan skala 200, kemudian hubungkan probe merah ke terminal positif charger baterai dan probe hitam ke terminal negatif charger baterai.



Gambar 6. Mengukur Voltase Charger Baterai

e. Mengukur voltase dan ampere pengisian selama 30 menit

Mengukur voltase dan ampere pengisian dilakukan selama 30 menit, setiap 10 menit diambil data voltase pengisian pada 4 baterai yang dirangkai seri dan ampere pengisian pada charger baterai.



Gambar 7. Mengukur Voltase dan Ampere Pengisian

f. Mengukur voltase akhir 4 baterai yang dirangkai seri

Pemeriksaan dilakukan menggunakan multimeter digital dengan saklar selektor ke DCV dengan skala 200, kemudian hubungkan probe merah ke terminal positif charger baterai dan probe hitam ke terminal negatif charger baterai.



Gambar 8. Mengukur Voltase Akhir 4 Baterai yang Dirangkai Seri

g. Mengukur voltase akhir tiap baterai

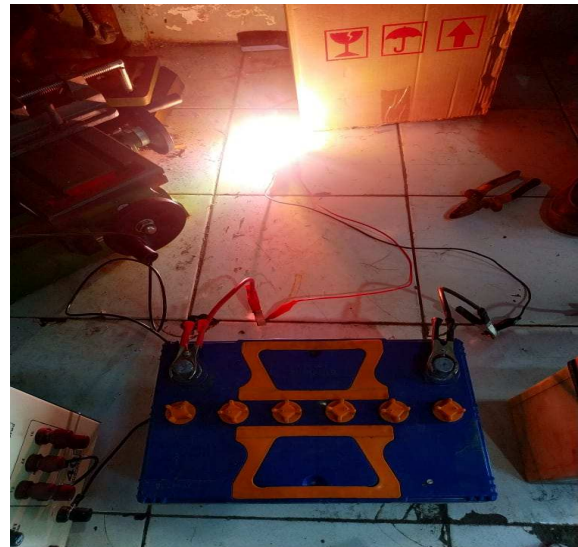
Pemeriksaan dilakukan menggunakan multi-meter digital dengan saklar selektor ke DCV dengan skala 20, kemudian hubungkan probe merah ke terminal positif charger baterai dan probe hitam ke terminal negatif charger baterai.



Gambar 9. Mengukur Voltase Akhir Tiap Baterai

h. Proses pengosongan baterai

Proses pengosongan pada masing-masing baterai menggunakan lampu halogen selama 30 menit.



Gambar 10. Proses Pengosongan Baterai

### 5. Data Hasil Pengujian

a. Data awal baterai

Data awal baterai sebelum dilakukan pengisian disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Baterai yang Digunakan Pada Saat Pengisian Baterai.

Baterai	Merk-Tipe	Voltase (Volt)	Kapasitas (Ah)
1	Incoe 55D26R	12	60
2	Incoe 46B24R	12	45
3	Incoe 46B24R	12	45
4	Incoe 34B20L	12	35

Dari data Tabel 1. keempat baterai dirangkai secara seri, maka:

- 1) Voltase total adalah 48 V
- 2) Kapasitas rata-rata adalah 46,25 Ah
- 3) Daya total adalah 2.220 Wh

b. Pengujian dengan Selektor Ampere Di Posisi 3

Voltase aktual charger baterai dengan variasi ampere di posisi 3 = 47,4 Volt.

Tabel 2. Hasil pengujian sebelum dan saat pengisian baterai di posisi 3.

Jenis Pengukuran	Menit ke 0	Menit ke-10	Menit ke-20	Menit ke-30
Voltase (V)	57,1	58,1	58,1	58,1
Kuat Arus (A)	2	9	11	11
Daya Pengisian (W)	114,2	522,9	639,1	639,1
Daya Pengisian Per 30 Menit	478,825 W			
Daya Pengisian Per Jam	957,65 Wh			

Tabel 3. Hasil pengujian setelah pengisian baterai di posisi 3.

Baterai	Voltase Awal Baterai (V)	Voltase Akhir Baterai (V)	Selisih Voltase Baterai (V)
1	11,72	12,17	0,45
2	10,17	12,01	1,84
3	10,14	12,24	2,1
4	11,62	12,95	1,33
<b>Jmh</b>	<b>43,63</b>	<b>49,37</b>	<b>5,72</b>

c. Pengujian Variasi Ampere di Posisi 4

Voltase aktual charger baterai dengan variasi ampere di posisi 4 = 47,9 Volt.

Tabel 4. Hasil Pengujian Sebelum dan Saat Pengisian Baterai di Posisi 4.

Jenis Pengukuran	Menit ke 0	Menit ke-10	Menit ke-20	Menit ke-30
Voltase (V)	58	58	58,2	58,2
Kuat Arus (A)	7	9	9,5	9,8
Daya Pengisian (W)	406	522	552,9	570,36
Daya Pengisian Per 30 Menit	521,815 W			
Daya Pengisian Per Jam	1.025,63 Wh			

Tabel 5. Hasil Pengujian Setelah Pengisian Baterai di Posisi 4.

Baterai	Voltase Awal Tiap Baterai (V)	Voltase Akhir Tiap Baterai (V)	Selisih Voltase Tiap Baterai (V)
1	11,76	12,2	0,44
2	10,51	11,91	1,4
3	9,64	11,99	2,35
4	10,29	12,9	2,61
<b>Jmh</b>	<b>42,2</b>	<b>49</b>	<b>6,8</b>

d. Pengujian Variasi Ampere Di Posisi 5

Voltase aktual charger baterai dengan variasi ampere di posisi 5 = 51,1 Volt.

Tabel 6. Hasil Pengujian Sebelum dan Saat Pengisian Baterai di Posisi 5.

Jenis Pengukuran	Menit ke-0	Menit ke-10	Menit ke-20	Menit ke-30
Voltase (V)	59,2	59,2	59,6	59,6
Kuat Arus (A)	17	13	12	12
Daya Pengisian (W)	1.006,4	769,6	715,2	715,2
Daya Pengisian Per 30 Menit	801,6 W			
Daya Pengisian Per Jam	1.603,2 Wh			

Tabel 7. Hasil Pengujian Setelah Pengisian Baterai di Posisi 5.

Baterai	Voltase Awal Tiap Baterai (V)	Voltase Akhir Tiap Baterai (V)	Selisih Voltase Tiap Baterai (V)
1	11,76	12,19	0,43
2	11,11	11,99	0,88
3	11,57	12,18	0,61
4	12,19	13	0,81
<b>Jmh</b>	<b>46,63</b>	<b>49,36</b>	<b>2,73</b>

e. Pengujian Variasi Ampere Di Posisi 6

Voltase aktual charger baterai dengan variasi ampere di posisi 6 = 55,1 Volt.

Tabel 8. Hasil Pengujian Sebelum dan Saat Pengisian Baterai di Posisi 6.

Jenis Pengukuran	Menit Ke-0	Menit Ke-10	Menit Ke-20	Menit Ke-30
Voltase (V)	61,1	61,1	61,5	61,3
Kuat Arus (A)	21	16	15	14
Daya Pengisian (W)	1.283,1	977,6	922,5	858,2
Daya Pengisian Per 30 Menit	1.010,35 W			
Daya Pengisian Per Jam	2.020,7 Wh			

Tabel 9. Hasil Pengujian Setelah Pengisian Baterai di Posisi 6.

Baterai	Voltase Awal Tiap Baterai (V)	Voltase Akhir Tiap Baterai (V)	Selisih Voltase Tiap Baterai (V)
1	11,96	12,21	0,25
2	11,73	12,14	0,41
3	11,02	12,48	1,46
4	12,49	13,2	0,71
<b>Jmh</b>	<b>47,2</b>	<b>50,03</b>	<b>2,83</b>

- [6] Suriansyah B. 2014. Catu Daya Cadangan Berkapasitas 100 Ah/12 V Untuk Laboratorium Otomatis Industri Poliban, Jurnal INTEKNA, 102-209
- [7] Toyota, 2012. New Step 1 Training Manual

## 6. Kesimpulan

Tabel 10. Hasil Pengujian Pengisian Baterai

Baterai	Posisi Selektor	Voltase 4 Baterai Awal (V)	Daya Pengisian Per Jam (Wh)	Voltase 4 Baterai Akhir (V)	Penambahan Voltase (V)
1	3	44,3	957,65	49,8	5,5
2	4	42,1	1.025,63	50,2	8,1
3	5	46,7	1.603,2	50,2	3,5
4	6	47,3	2.020,7	50,9	3,6

Dilihat dari Tabel 10. Data hasil pengujian 1, 2, 3 dan 4, pada proses pengisian baterai yang dirangkai seri, yang efektif yaitu pada pengujian 2 yang menggunakan variasi ampere pada posisi selektor 4, karena daya pengisian baterai kecil dan penambahan voltasenya besar.

## 7. Daftar Pustaka

- [1] Purnomo S.J., Hakim L.N., Nurofik, Pambudi S., 2017. Uji Eksperimental Kinerja Mobil Listrik, Jurnal Fakultas Teknik- Universitas Muria Kudus, ISBN: 978-602-1180-1
- [2] Afif M.T. dan Pratiwi I.A.P., 2015. Analisis Perbandingan Baterai Lithium –Ion, Lithium Polymer, Lead Acid dan Nickel-Metal Hydride Pada Penggunaan Mobil Listrik – Review. Jurnal Rekayasa Mesin: Vol, 06, No.02, Hal.679.
- [3] Setiono I., 2015. Akumulator, Pemakaian dan Perawatannya. Jurnal Metana Vol. 11, No. 01, Hal. 31-34.
- [4] Hamid R.M., Rizky R., M. Amin., 2016. Rancang Bangun Charger Baterai Untuk Kebutuhan UMKM, Jurnal Teknologi Terpadu, Vol. 4, No. 2, ISSN: 2338-6649
- [5] Aswardi., Elfizon., Fajri W., 2018. Sistem Pengisian Baterai pada Mobil Listrik, Jurnal Seminar Nasional Teknik Elektro, ISBN: 978-602-8692-34-2