

## PERANCANGAN SISTEM KELISTRIKAN PERANGKAT ELEKTRONIK PADA MOBIL LISTRIK

Rahmat Mulyadi<sup>1</sup>, Kurnia Dwi Artika<sup>2</sup>, Muhammad Khalil<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Jurusan Mesin Otomotif, Politeknik Negeri Tanah Laut  
Email : r4hm4tmuly4di010@gmail.com

Naskah diterima: 20 Mei 2019 ; Naskah disetujui: 25 Juni 2019

### ABSTRAK

*Mobil Listrik adalah alat transportasi yang sangat ramah lingkungan, karena tidak menimbulkan polusi asap dan suara yang tidak terlalu bising. Mobil listrik digerakkan oleh tenaga listrik yang disimpan dalam baterai maupun tempat penyimpanan energi lainnya. Mobil listrik terdapat perangkat elektronik pendukung yang sangat bermanfaat, contohnya seperti lampu utama, seins, klakson, dan lampu speedometer. Permasalahannya adalah pada konstruksi dari asupan daya yang sangat boros, beban berlebih, dan daya simpan yang minimal. Maka dari itu perlu dibuat mobil listrik dengan harga yang sangat terjangkau, tetapi dengan daya yang besar. Dari permasalahan tersebut maka perlu dilakukan perancangan sistem kelistrikan perangkat elektronik pada mobil listrik. Yaitu melakukan pengujian pengukuran kecepatan, tegangan dan arus, yang dikonversi ke daya total dan waktu tempuh. Hasilnya adalah rangkaian pada mobil listrik terdiri dari 4 buah baterai 12 volt yang dirangkai secara seri untuk tenaga controller dan roda penggerak, sehingga didapat daya tertinggi yang dibutuhkan oleh mobil listrik pada posisi idle di penambahan beban lampu, yaitu sebesar 152,424 watt,*

**Kata Kunci :** Kelistrikan, Elektronik, Mobil Listrik, Kecepatan, Daya

### PENDAHULUAN

Mobil Listrik adalah alat transportasi yang tidak banyak menggunakan sumber energy dari fosil dan minyak bumi. Mobil listrik adalah mobil yang digerakkan oleh tenaga listrik yang disimpan dalam baterai maupun tempat penyimpanan energi lainnya. Mobil listrik sangat banyak di kembangkan oleh para pabrikan-pabrikan mobil guna menarik konsumen dan bersaing dengan yang lainnya. Perkembangan pada komponen-komponen maupun perangkat elektronik yang terdapat pada mobil listrik sangat mendominasi dari harga maupun kualitas. Semakin tinggi kualitas perangkat elektronik yang terdapat pada mobil listrik, maka semakin mahalnya harga jual beli.

Mobil listrik terdapat perangkat elektronik pendukung yang sangat bermanfaat, contohnya seperti lampu utama. Lampu utama yang terletak pada mobil listrik sangat membantu untuk keselamatan mobil. Karena dapat menerangi jalan kepada pengguna mobil pada perjalanan malam hari. Penempatan perangkat elektronik pada mobil listrik harus dengan benar dan harus efisien. Perangkat elektronik yang digunakan harus dengan harga yang murah agar dapat terjangkau oleh masyarakat. Mobil listrik dapat dibuat dengan harga yang sangat terjangkau, tetapi dengan daya yang besar. Dari ulasan latar belakang maka dari

itu penulis akan mengangkat judul Perancangan Sistem Kelistrikan Perangkat Elektronik pada Mobil Listrik.

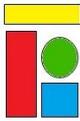
### TINJAUAN PUSTAKA

#### Mobil Listrik

Mobil listrik adalah mobil yang digerakkan dengan motor listrik DC, menggunakan energy listrik yang disimpan dalam baterai atau tempat penyimpanan energi. Mobil listrik memiliki beberapa kelebihan dibandingkan dengan mobil berbahan bakar BBM secara umum. Hal yang paling utama adalah mobil listrik tidak menghasilkan polusi udara, selain itu mobil listrik juga mengurangi efek rumah kaca karena tidak membutuhkan bahan bakar fosil sebagai penggerak utamanya.

#### Brush Less Direct Current (BLDC)

Motor *Brush Less 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. Motor *Brush Less Direct Current (BLDC)* jenis ini mempunyai permanen magnet pada bagian rotor sedangkan elektro-magnet pada bagian statornya. Setelah itu, dengan menggunakan



sebuah rangkaian sederhana (*simple computer system*) maka kita dapat merubah arus dielektromagnet ketika bagian rotornya berputar. Motor *Brush Less Direct Current (BLDC)* ini menggunakan sistem komutasi elektrik atau sering disebut *electronically commutated motor*. Sistem komutasi elektrik ini diartikan sebagai fungsi dari switch electronic. Komutator elektronik ini terdiri dari kombinasi transistor atau biasanya menggunakan *MOSFET* atau *IGBT* yang membutuhkan sinyal atau pulsa penyalan, dan dapat mengaktifkan koil dengan waktu yang tepat sehingga dapat menggerakkan motor.

**Kontruksi Motor *Brush Less Direct Current (BLDC)***

Setiap motor *BLDC* memiliki dua bagian utama, rotor (bagian berputar) dan stator (bagian *stasioner*). Bagian penting lainnya dari motor adalah gulungan stator, magnet rotor.

**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 elektromagnet yang berada diantara *brushes* (sikat) yang terhubung.

Rotor dibuat dari magnet permanen dan dapat desain dari dua sampai delapan kutub Magnet Utara (N) atau Selatan (S). Bahan material magnetis yang baik sangat diperlukan untuk mendapatkan kerapatan medan magnet yang baik pula. Biasanya magnet permanen dibuat menggunakan magnet *ferrit*. Tetapi saat ini dengan kemajuan teknologi, campuran logam sudah kurang populer untuk digunakan. Meskipun dinilai lebih murah, magnet *ferrit* mempunyai kekurangan yaitu kerapatan *fluks* yang rendah sebagai bahan material yang diperlukan untuk membuat rotor.

**Stator**

Stator adalah bagian pada motor yang diam/statis dan berfungsi sebagai medan putar motor untuk memberikan gaya elektromagnetik pada rotor sehingga motor dapat berputar. Pada motor DC *brushless* statornya terdiri dari 12 belitan (elektromagnet) yang bekerja secara elektromagnetik dimana stator pada motor DC *brushless* terhubung dengan tiga buah kabel untuk disambungkan pada rangkaian kontrol sedangkan pada motor DC konvensional stator-nya terdiri dari dua buah kutub magnet permanen.

**Accu**

Accumulator atau sering disebut *Accu*, adalah salah satu komponen utama dalam kendaraan bermotor, baik mobil atau motor, semua memerlukan *Accu* untuk dapat menghidupkan

mesin mobil. *Accu* mampu mengubah tenaga kimia menjadi tenaga listrik. Dipasaran saat ini sangat beragam jumlah dan jenis *Accu* yang dapat ditemui. *Accu* untuk mobil biasanya mempunyai tegangan sebesar 12 Volt, sedangkan untuk motor ada tiga jenis tegangan.

**Pengertian Daya Listrik**

Daya Listrik atau dalam bahasa Inggris disebut dengan *Electrical Power* adalah jumlah energi yang diserap atau dihasilkan dalam sebuah sirkuit/rangkaian. Sumber Energi seperti Tegangan listrik akan menghasilkan daya listrik sedangkan beban yang terhubung dengannya akan menyerap daya listrik tersebut. Dengan kata lain, Daya listrik adalah tingkat konsumsi energi dalam sebuah sirkuit atau rangkaian listrik. Kita mengambil contoh Lampu Pijar dan Heater (Pemanas), Lampu pijar menyerap daya listrik yang diterimanya dan mengubahnya menjadi cahaya sedangkan Heater mengubah serapan daya listrik tersebut menjadi panas. Semakin tinggi nilai pada Watt-nya maka akan semakin tinggi pula daya listrik yang dikonsumsi.

• Rumus Daya Listrik

Rumus umum yang digunakan untuk menghitung Daya Listrik dalam sebuah Rangkaian Listrik adalah sebagai berikut :

$P=V \times I$  .....(1)

Atau

$P=I^2 \times R$  .....(2)

$P = \frac{V^2}{R}$  ..... (3)

Dimana :

P = Daya Listrik dengan satuan Watt (W)

V = Tegangan Listrik dengan Satuan Volt (V)

I = Arus Listrik dengan satuan Ampere (A)

R = Hambatan dengan satuan Ohm (Ω)

• Persamaan Rumus Daya Listrik

Dalam contoh kasus II, variabel yang diketahui hanya Tegangan (V) dan Hambatan (R), jadi kita tidak dapat menggunakan Rumus dasar daya listrik yaitu P=VI, namun kita dapat menggunakan persamaan berdasarkan konsep Hukum Ohm untuk mempermudah perhitungannya.

• *Hukum Ohm* :

$V=I \times R$  .....(4)

Jadi, jika yang diketahui hanya Arus Listrik (I) dan Hambatan (R) saja.

$P=V \times I$   $P=(I \times R) \times I$

$P = I^2 \times R$  -> dapat menggunakan rumus ini untuk mencari daya listrik.

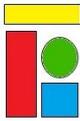
Sedangkan penjabaran rumus jika diketahui hanya Tegangan (V) dan Hambatan (R) saja.

$P=V \times I$  .....(5)

$P=V \times (V/R)$

$P = \frac{V^2}{R}$  -> dapat menggunakan rumus ini untuk mencari daya listrik

• Hubungan Horsepower (hp) dengan Watt



Hampir semua peralatan listrik menggunakan Watt sebagai satuan konsumsi daya listrik. Tapi ada juga peralatan tertentu yang menggunakan satuan *Horsepower* (hp). Dalam Konversinya, 1 hp = 746 watt. Watt adalah sama dengan satu joule per detik (Watt = Joule / detik)

**Tegangan (Voltage)**

Tegangan listrik (*Voltage*) adalah perbedaan potensi listrik antara dua titik dalam rangkaian listrik. Tegangan dinyatakan dalam satuan V (Volt). Besaran ini mengukur energi potensial sebuah medan listrik untuk menyebabkan aliran listrik dalam sebuah konduktor listrik. Tergantung pada perbedaan potensi listrik satu tegangan listrik dapat dikatakan sebagai ekstra rendah, rendah, tinggi atau ekstra tinggi.

Tenaga (*the force*) yang mendorong elektron agar bisa mengalir dalam sebuah rangkaian dinamakan tegangan. Tegangan adalah nilai dari beda potensial energi antara dua titik. Pada sebuah rangkaian, besar energi potensial yang ada untuk menggerakkan elektron pada titik satu dengan titik yang lainnya merupakan jumlah tegangan.

**Pengertian Kecepatan Rata-rata**

Kecepatan rata-rata adalah hasil bagi perpindahan dan selang waktunya. Persamaan untuk menghitung kecepatan rata-rata suatu benda yakni perpindahan total yang ditempuh oleh benda dibagi dengan waktu tempuhnya, jika ditulis secara matematis yaitu:

$$\bar{v} = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

Keterangan:

- $\bar{v}$  : kecepatan rata-rata (m/s)
- $\Delta s$  : perpindahan (m)
- $\Delta t$  : selang waktu (s)

**Pengertian Sistem Penerangan Pada Mobil**

Sistem kelistrikan pada mobil ditujukan untuk menunjang sistem utama pada mobil dan untuk sistem keselamatan mobil. Salah satunya adalah sistem penerangan, sistem penerangan masuk kedalam keselamatan mobil karena komponen ini akan memberikan pencahayaan terhadap jalan ke pengemudi. Lampu utama adalah siste penerangan utama berfungsi untuk menerangi jalan raya pada saat malam hari, agar pengemudi mobil bisa jelas melihat arah jalan. Ada dua macam lampu pada lampu kepala yaitu:

1. Lampu dekat (*low beam*)  
Lampu yang memiliki jangkauan pencahayaan lebih pendek
2. Lampu jauh (*high beam*)  
Lampu yang memiliki jangkauan pencahayaan lebih jauh

**Rangkaian Motor *Brush Less Direct Current***

Kontroler yang digunakan adalah brushless DC motor pabrikan dari *Nanjing Gatheron Microelectronics* dengan spesifikasi *controller rated power 350 watt, rated voltage 48 V, current limiting 16A*. Sedangkan penggerak yang digunakan adalah motor *Brush Less Direct Current 350 watt*.

**METODOLOGI**

**Alat**

Alat-alat yang digunakan dalam perancangan system kelistrikan perangkat elektronik pada mobil listrik adalah:

1. *Multimeter*
2. *Stopwatch*
3. Alat tulis
4. Obeng (+) (-)
5. Tang
6. Kunci kombinasi
7. Kunci pas
8. Kunci ring
9. Meteran
10. Gunting
11. Mesin bor

**Bahan**

Bahan yang digunakan pada perencanaan system kelistrikan perangkat elektronik pada mobil listrik adalah:

1. Baterai
2. Rangka Mobil Listrik
3. Kabel
4. Motor *Brush Less Direct Current*
5. *Controller*
6. *Switch*
7. Lampu utama
8. *Controller*
9. *Flasher*
10. *Relay*

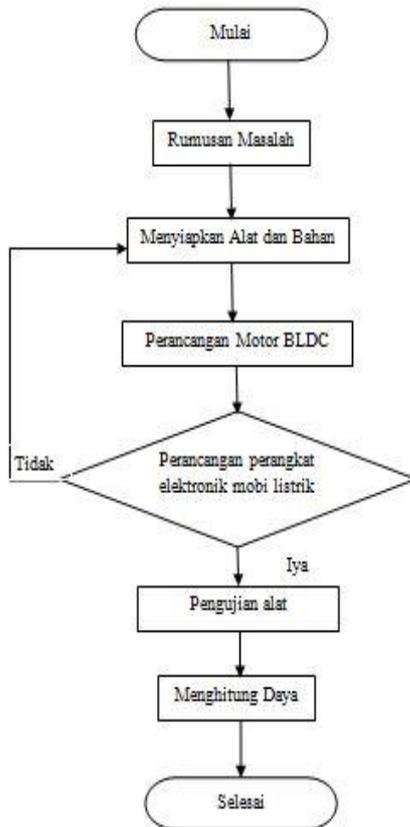
**Prosedur Perakitan dan Pengukuran Arus dan Tegangan**

Adapun prosedur perakitan system kelistrikan perangkat elektronik pada mobil listrik adalah

**Perancangan Motor *Brush Less Direct Current***

1. Persiapkan peralatan dan bahan yang akan digunakan
2. Persiapkan rangka yang akan dijadikan mobil listrik
3. Ukur tegangan pada baterai yang akan digunakan dengan menggunakan *avometer*
4. Pasang motor *BrushLess DC* yang sudah lengkap dengan pelek dan ban pada *swing arm* dengan menggunakan kunci pas ring

5. Letakkan *controller* pada bagian yang sudah ditentukan berdekatan dengan motor *brushless DC*
6. Rakit kabel yang terdapat pada *Controller* dan motor *Brushless DC*
7. Lanjutkan perakitan kabel dari *Controller* menuju saklar on/off
8. Merakit kabel dari *Controller* ke pedal gas
9. Pegecekan kembali aliran-aliran kabel yang terlek pada motor *BrushLess DC*, *Controller*, saklar dan pedal gas



Gambar 1 Daigram Alir Penelitian

**Perancangan Perangkat Elektronik pada mobil listrik**

1. Persiapkan bahan yang akan dipasang pada mobil listrik
2. Memasang lampu utama dan lampu sein pada bodi mobil
3. Merakit kabel lampu utama dan lampu *sein*
4. Merakit kabel sekring yang terletak pada saklar elektronik
5. Memasang saklar on/off dan *switch* pada bodi mobil
6. Merakit kabel sistem elektronik menuju baterai
7. Mengecek kembali jalur-jalur kabel system elektronik

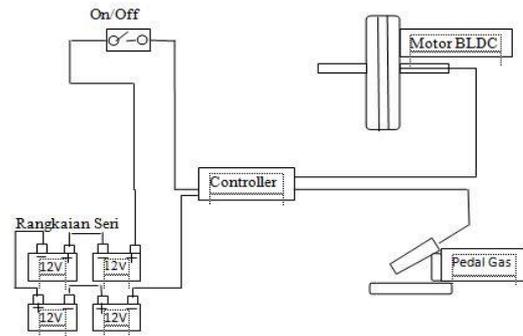
**Pengujian**

Pengujian alat yang dilakukkan dengan menggunakan beban 1 orang dan menggunakan

beban 2 orang terhadap kecepatan, jarak, waktu, tegangan dan arus, sehingga didapat daya total kebutuhan listrik. Pengujian tersebut dilakukan dengan jalan lurus dengan jarak 300 meter dengan pengujian sebanyak 3 Lintasan secara langsung.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Rangkaian Kelistrikan Mobil Listrik**



Gambar 2 Rangkaian Motor BLDC

Rangkaian yang terdapat pada mobil listrik ada beberapa komponen seperti motor BLDC, *controller*, pedal gas, *switch horn*, baterai 12 volt. Rangkaian kelistrikan motor bldc yaitu, baterai 12 volt sebanyak 4 buah dirangkai secara seri dan disambungkan menuju *controller* dan *switch horn*. Kemudian, saat *switch horn* ON maka arus akan mengalir menuju *controller* dan di teruskan menuju motor BLDC dan *handle*.

**Hasil Pengujian Mobil listrik BLDC**

Pengujian Kecepatan Rata-rata Menggunakan Beban 1 Orang dan Beban 2 Orang  
 Pengujian kecepatan rata-rata pada mobil listrik adalah sebagai berikut;

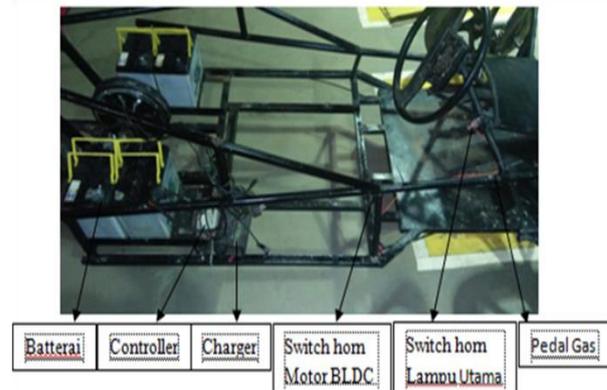
$$\text{Rumus: } v = \frac{s}{t}$$

**Tabel 1** Pengujian dengan Beban 1 Orang

Lintasan	Pengujian	Jarak Tempuh (m)	Tegangan (V)	Arus (I)	Waktu Tempuh (s)	Kecepatan Rata-rata (m/s)
1	1	300	52,4	2,92	79,45	3,77
	2	300	50,2	2,67	90,22	3,32
	3	300	48,3	2,44	108,34	2,77
2	1	300	52,4	2,91	80,12	3,74
	2	300	50,9	2,66	98,67	3,04
	3	300	48,7	2,43	112,02	2,68
3	1	300	52,4	2,91	80,78	3,71
	2	300	50,4	2,65	102,45	2,92
	3	300	48,6	2,42	120,23	2,49

**Tabel 2** Pengujian dengan Beban 2 Orang

Lintasan	Pengujian	Jarak Tempuh (s)	Tegangan (V)	Arus (I)	Waktu Tempuh (s)	Kecepatan Rata-rata (m/s)
1	1	300	52,4	3,12	93,45	3,21
	2	300	50,1	2,45	120,24	2,49
	3	300	47,6	2,24	138,02	2,17
2	1	300	52,4	3,11	94,03	3,19
	2	300	49,8	2,35	120,98	2,47
	3	300	46,9	2,21	139,14	2,15
3	1	300	52,4	3,12	94,66	3,16
	2	300	50,3	2,42	122,02	2,45
	3	300	47,8	2,22	142,12	2,11



**Gambar 3** Rangkaian Elektronik

**Tabel 3** Pengujian Kecepatan Rata-rata Menggunakan Lampu Utama dengan Beban 1 Orang dan Beban 2 Orang

Lintasan	Pengujian	Jarak Tempuh (s)	Tegangan (V)	Arus (I)	Waktu Tempuh (s)	Kecepatan Rata-rata (m/s)
1	1	300	52,4	3,25	81,28	3,69
	2	300	48,5	2,66	120,67	2,48
	3	300	46,4	2,23	141,02	2,12
2	1	300	52,4	3,22	82,08	3,65
	2	300	48,8	2,52	121,98	2,45
	3	300	46,2	2,34	142,14	2,11
3	1	300	52,4	3,23	82,44	3,63
	2	300	48,1	2,51	125,83	2,38
	3	300	45,9	2,32	145,34	2,06

**Tabel 4** Pengujian Rata-rata Menggunakan Lampu Utama dengan Beban 2 Orang

Lintasan	Pengujian	Jarak Tempuh (s)	Tegangan (V)	Arus (I)	Waktu Tempuh (s)	Kecepatan Rata-rata (m/s)
1	1	300	52,4	3,56	112,23	2,67
	2	300	47,6	2,98	132,43	2,26
	3	300	43,2	2,43	144,03	2,08
2	1	300	52,4	3,54	112,67	2,66
	2	300	47,1	2,86	133,45	2,24
	3	300	42,8	2,40	146,03	2,05
3	1	300	52,4	3,55	114,02	2,63
	2	300	46,7	2,84	135,87	2,21
	3	300	42,3	2,41	150,02	2

### KESIMPULAN

Dari laporan tugas akhir ini dapat disimpulkan bahwa:

1. Rangkaian pada mobil listrik terdiri dari 4 baterai masing-masing 12 V olt yang dirangkai secara seri untuk menyalurkan arus ke *controller*, kemudian arus yang keluar dari *controller* parallel dengan pedal gas dan motor BLDC (sebagai penggerak akhir), serta terdapat komponen tambahan berupa lampu utama sebanyak 2 buah, dengan Relay sebagai pengontrol.
2. Daya yang dibutuhkan dari *controller* 350 Watt yaitu sebesar 152,424 Watt, dengan tegangan pada baterai sebesar 52,2 Volt dan arus yang keluar sebesar 2,92 Ampere. Semakin tingginya kecepatan mobil listrik, maka diperlukan juga *controller* dengan daya (Watt) yang lebih besar.

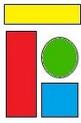
### SARAN

1. Gunakan selalu *connector* pada setiap ujung kabel yang akan disambung untuk mempermudah saat pemasangan dan pelepasan.
2. *Controller* dengan kapasitas watt yang besar dapat lebih meningkatkan daya yang dibutuhkan oleh mobil listrik, seperti menggunakan *controller* dengan kapasitas 800 watt, 1000 watt.

Gunakan relay pada rangkaian lampu utama agar tidak terlalu menguras tegangan pada baterai, sehingga saat mobil listrik digunakan dapat lebih maksimal.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Andrean, N. Y. (2013). *Sistem Kelistrikan Mobil Listrik Roda 3* (Doctoral Dissertation, Universitas Gadjah Mada).



- [2] Bambang Sujanarko,. (2014). *BLDC Motor Control for Electric VehicleBased On Digital Circuit and ProportionalIntegral Controller. Department of Electrical Engineering, University of Jember, Indonesia*
- [3] Fatkhurrozak, Faqih. Instalasi Wiring Controller Mobil Listrik Tuxuci. *Nozzle*, (2018), 5.1.
- [4] Jurnal Teknik ITS Vol. 5, No. 2, (2016). Perbaikan Faktor Daya Menggunakan *Cuk Converter* pada Pengaturan Kecepatan Motor *Brushless DC*. Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- [5] Kumara, N. S. (2008). Tinjauan Perkembangan Kendaraan Listrik Dunia Hingga Sekarang. *Transmisi*, 10(2), 89-96.
- [6] Nugroho, N., & Agustina, S. (2015). Analisa Motor Dc (Direct Current) Sebagai Penggerak Mobil Listrik. *vol*, 2, 28-34.
- [7] Putra, B. S., Rusdinar, A., & Kurniawan, E. (2017). Desain dan Implementasi Sistem Monitoring dan Manajemen Baterai Mobil Listrik. *eProceedings of Engineering*, 2(2).
- [8] Purwanto,E.,Prabowo, G., Wahyono, E., & Rifadil, M. M. (2011). Pengembangan Model Motor Induksi sebagai Penggerak Mobil Listrik dengan Menggunakan Metode Vektor Kontrol. *Jurnal Ilmiah ELITE Elektro (Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya)*, 67-72.
- [9] Sujanarko, B. (2013). Desain Kontrol PWM Pengatur Kecepatan Motor BLDC Untuk Mobil Listrik. *Semantik 2013*, 3(1), 42-48.