

RANCANG BANGUN SISTEM KELISTRIKAN MOBIL LISTRIK
OMNIDIRECTION UNTUK PENGGUNAAN DI TERMINAL
BANDAR UDARA



SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan
pendidikan diploma empat (D-4) Program Studi Teknik Mekatronika
Jurusan Teknik Mesin
Politeknik Negeri Ujung Pandang

MOCH. ALIF AFDILAH SALDI 444 20 078

VIZHABELLA ALVIONETTA ASROVIE 444 20 095

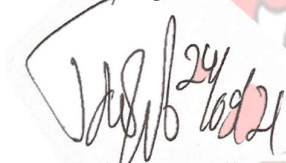
PROGRAM STUDI D-4 TEKNIK MEKATRONIKA
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG
MAKASSAR
2021

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini dengan judul **“Rancang Bangun Sistem Kelistrikan Mobil Listrik *Omnidirection* untuk Penggunaan di Terminal Bandar Udara”** oleh Moch. Alif Afdilah Saldi NIM 444 20 078 dan Vizhabella Alvionetta Asrovie NIM 444 20 095 dinyatakan layak untuk diujikan.

Makassar, 29 September 2021

Pembimbing I,



Ir. Remigius Tandioga, M.Eng. Sc.
NIP. 19621210 199003 1 005

Pembimbing II,



Imran Habriansyah, S.ST., M.T.
NIP. 19881005 201903 1 009

Mengetahui,

Koordinator Program Studi,



Dr. Ir. Simon Ka'ka, M.T.
NIP. 19590913 198803 1 001

HALAMAN PENERIMAAN

Pada hari ini, Rabu tanggal 29 September 2021 , tim penguji ujian sidang skripsi telah menerima skripsi mahasiswa : Moch. Alif Afdilah Saldi NIM 444 20 078 dan Vizhabella Alvionetta Asrovie NIM 444 20 095 dengan judul “Rancang Bangun Sistem Kelistrikan Mobil Listrik *Omnidirection* untuk Penggunaan di Terminal Bandar Udara ”

Makassar, 29 September 2021

Tim Penguji Ujian Sidang Skripsi :

- | | | | |
|----|---|------------|---|
| 1. | Dr. Ir. Simon Ka'ka, M.T. | Ketua | () |
| 2. | Ir. Lewi, M.T. | Sekretaris | () |
| 3. | Dr. Eng. Akhmad Taufik, S.T., M.T. | Anggota | () |
| 4. | Dr. Eng. Abdul Kadir Muhammad
S.T., M.Eng. | Anggota | () |
| 5. | Ir. Remigius Tandioga, M.Eng.Sc | Anggota | () |
| 6. | Imran Habriansyah, S.ST., M.T. | Anggota | () |

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas berkat rahmat dan karunia-Nya penulisan skripsi ini, yang berjudul judul “Rancang Bangun Sistem Kelistrikan Mobil Listrik *Omnidirection* untuk Penggunaan di Terminal Bandar udara” dapat diselesaikan dengan baik.

Dalam penulisan skripsi ini tidak sedikit hambatan yang penulis alami. Namun, berkat bantuan berbagai pihak terutama pembimbing, hambatan tersebut dapat teratasi. Sehubungan dengan itu, pada kesempatan ini melalui lembaran ini penulis menyampaikan terima kasih dan penghargaan kepada :

1. Tuhan Yang Maha Esa atas berkat karunianya sehingga Skripsi ini dapat terselesaikan oleh penulis.
2. Ibu dan Ayah yang sangat penulis cintai. Tidak terkira banyaknya dukungan yang diberikan kepada kami penulis.
3. Bapak Prof. Ir. Muhammad Anshar, M.Si., Ph.D., selaku Direktur Politeknik Negeri Ujung Pandang.
4. Bapak Rusdi Nur, S.ST., M.T., Ph.D., selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin.
5. Bapak Dr. Ir. Simon Ka’ka, M.T., selaku Koordinator Program Studi Teknik Mekatronika.
6. Bapak Ir. Remigius Tandioga, M.Eng.Sc., selaku Dosen sekaligus Pembimbing I. Begitu banyak memberi bantuan kepada penulis dalam menyelesaikan Skripsi ini.

7. Bapak Imran Habriansyah, S.ST., M.T., selaku Dosen sekaligus Pembimbing II. Begitu banyak memberi bantuan kepada penulis dalam menyelesaikan Skripsi ini.
8. Dosen dan Tenaga Kependidikan Politeknik Negeri Ujung Pandang.
9. Teman – teman seperjuangan dari Teknik Mekatronika Politeknik Negeri Ujung Pandang angkatan 2021 yang telah banyak meluangkan waktu dan kesempatan untuk membantu dan mendukung proses pengerjaan tugas akhir serta skripsi penulis.
10. Pihak – pihak yang secara langsung maupun tidak yang telah memberikan kontribusi dalam proses pengerjaan tugas akhir serta skripsi penulis.

Penulis menyadari bahwa tentu saja ada begitu banyak kekurangan dan kesalahan dalam skripsi ini, begitu pula dengan peralatan yang bersangkutan dengan skripsi ini. Untuk itu kami mengharapkan adanya *feedback* baik berupa saran ataupun kritikan dari pembaca sehingga menjadi bahan bagi penulis untuk memperbaiki skripsi ini. Semoga skripsi ini bisa membawa manfaat bagi pembaca secara umum dan bagi penulis secara khusus.

Makassar, September 2021

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PENERIMAAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xii
SURAT PERNYATAAN	xiii
RINGKASAN	xv
SUMMARY	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Ruang Lingkup Penelitian	3
1.4 Tujuan	4
1.5 Manfaat	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Sistem Pengisian (suplai) pada Mobil Listrik	5
2.1.1 <i>Battery Charger</i>	5

2.1.2 Baterai	6
2.2 Sistem Kelistrikan <i>Body</i>	12
2.2.1 Sistem Penerangan	12
2.2.2 Sistem Peringatan	14
2.2.3 <i>Fuse</i> atau Sekring	15
2.2.4 <i>Flasher</i>	17
2.2.5 Saklar (<i>Switch</i>)	18
2.2.6 <i>Wiring</i>	19
2.3 Persamaan Rumus	19
BAB III METODE PENELITIAN	22
3.1 Tempat Penelitian	22
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	22
3.2.1 Alat	22
3.2.2 Bahan	22
3.3 Prosedur Penelitian	23
3.4 Prosedur/Langkah Kerja	24
3.4.1 Tahap perancangan	24
3.4.2 Tahap pembuatan	26
3.4.3 Tahap Perakitan	28
3.4.4 Pengujian Akhir	28
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	29
4.1 Hasil Perakitan Sistem Pengisian dan Spesifikasinya	29
4.1.1 Baterai Lithium Ion 48 volt	29
4.1.2 Baterai Litium Ion 37 Volt	32

4.2 Hasil Perakitan Sistem Kelistrikan <i>Body</i>	35
4.2.1 Pembuatan Panel <i>Mainboard</i>	35
4.2.2 Perakitan Sistem Kelistrikan <i>Body</i>	36
4.3 Hasil Pengujian	37
4.3.1 Pengujian Konsumsi Daya Baterai 48 V pada Motor BLDC	37
4.3.2 Pengujian Ketahanan Baterai 48 V pada Motor BLDC ...	43
4.3.3 Pengujian Konsumsi Daya Baterai 37 V pada Motor <i>dc</i> .	46
4.3.4 Pengujian Ketahanan Baterai 37 V pada Motor <i>dc</i>	48
4.3.5 Pengujian Sistem Kelistrikan <i>Body</i>	49
4.3.6 Pengujian Beban Pemakaian Sistem Kelistrikan <i>Body</i>	50
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	55
5. 1 Kesimpulan.....	55
5. 2 Saran.....	56
DAFTAR PUSTAKA	57
LAMPIRAN	58

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Identifikasi Fuse	17
Tabel 4. 1 Kapasitas Motor yang Akan di Suplai oleh Baterai	29
Tabel 4. 2 Data Pengujian Konsumsi Motor BLDC.....	37
Tabel 4. 3 Data Beban Motor BLDC dan Kapasitas Baterai	43
Tabel 4. 4 Data Pengujian Konsumsi Motor dc	47
Tabel 4. 5 Data Beban Motor dc dan Kapasitas Baterai	49
Tabel 4. 6 Hasil Pengujian Kelistrikan Body.....	50
Tabel 4. 7 Hasil Pengukuran Arus Kelistrikan Body	51



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Input Charger pada Mobil Listrik.....	5
Gambar 2. 2 Baterai Lithium-Ion	7
Gambar 2. 3 Bagian Bagian Baterai Lithium-Ion.....	8
Gambar 2. 4 Battery Management System	9
Gambar 2. 5 Spot Welding.....	11
Gambar 2. 6 Lampu Sealed Beam	13
Gambar 2. 7 Lampu Semi Sealed Beam	13
Gambar 2. 8 Kotak Sekring.....	16
Gambar 2. 9 Flasher.....	17
Gambar 2. 10 Wiring	19
Gambar 3. 1 Diagram Alir	23
Gambar 3. 2 Diagram Kotak Keseluruhan Sistem Mobil Listrik Omnidirection	24
Gambar 3. 3 Desain Mobil Listrik Omnidirection, (a) Chasis, (b) Body, (c)	25
Gambar 4. 1 Hasil Desain Rangkaian Seri Paralel Baterai Lithium Ion 48V,	31
Gambar 4. 2 Susunan Baterai 48 V, (a) Tampak Atas, (b) Tampak Samping	32
Gambar 4. 3 Hasil Desain Rangkaian Seri Paralel Baterai Lithium Ion 37V,	34
Gambar 4. 4 Susunan Baterai 37 V, (a) Tampak Depan, (b) Tampak Atas.....	34
Gambar 4. 5 Panel Mainboard.....	35
Gambar 4. 6 Hasil Desain Rangkaian Sistem Kelistrikan Body	36
Gambar 4. 7 Rangkaian Pengukuran Arus pada Motor BLDC.....	37
Gambar 4. 8 Contoh Pengukuran Arus pada Kecepatan 25 %.....	37

Gambar 4. 9 Hubungan Antara Arus dan Tegangan pada Pengujian Baterai 48 V untuk Motor BLDC	39
Gambar 4. 10 Hubungan Antara Arus dan Daya pada Pengujian Baterai 48 V untuk Motor BLDC	40
Gambar 4. 11 Hubungan Antara Daya dan Tegangan pada Pengujian Baterai 48 V untuk Motor BLDC	40
Gambar 4. 12 Hubungan Antara Arus dan Kecepatan pada Pengujian Baterai 48 V untuk Motor BLDC	41
Gambar 4. 13 Hubungan Antara Tegangan dan Kecepatan pada Pengujian Baterai 48 V untuk Motor BLDC	42
Gambar 4. 14 Hubungan Antara Daya dan Kecepatan pada Pengujian Baterai 48 V untuk Motor BLDC	42
Gambar 4. 15 Hubungan Antara Waktu Ketahanan Baterai dan Kecepatan pada Pengujian Baterai 48 V untuk Motor BLDC	44
Gambar 4. 16 Hubungan Antara Waktu Ketahanan Baterai dan Daya pada Pengujian Baterai 48 V untuk Motor BLDC	45
Gambar 4. 17 Rangkaian Pengukuran Arus pada Motor dc	46
Gambar 4. 18 Contoh Pengukuran Arus Pembelokan ke Kanan	46
Gambar 4. 19 Pengujian Lampu Rem pada Body Mobil	50
Gambar 4. 20 Bentuk Pengukuran Menggunakan Avometer	51
Gambar 4. 21 Contoh Pengukuran Arus pada Lampu Rem	52

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Perakitan Baterai Lithium Ion	58
Lampiran 2 Pemasangan Display Ammeter	58
Lampiran 3 Pembuatan Panel Mainboard	59
Lampiran 4 Pengujian Lampu Sein Menggunakan Aki	59
Lampiran 5 Pengujian Lampu Rem pada Bodi Mobil	60
Lampiran 6 Pengujian Lampu Utama pada Bodi Mobil	60
Lampiran 7 Pengukuran Arus Lampu Utama	61
Lampiran 8 Pengukuran Arus Lampu Sein (Kiri)	61
Lampiran 9 Pengukuran Arus Lampu Sein (Kanan)	62
Lampiran 10 Pengukuran Arus Lampu Rem	62
Lampiran 11 Pengukuran Arus Klakson	63
Lampiran 12 Pengukuran Arus dan Tegangan Motor BLDC Kecepatan 0 %	63
Lampiran 13 Pengukuran Arus dan Tegangan Motor BLDC Kecepatan 25 % ...	64
Lampiran 14 Pengukuran Arus dan Tegangan Motor BLDC Kecepatan 50 % ...	64
Lampiran 15 Pengukuran Arus dan Tegangan Motor BLDC Kecepatan 70 % ...	65
Lampiran 16 Pengukuran Arus dan Tegangan Motor <i>dc</i> Pembelokan ke Kanan..	65
Lampiran 17 Pengukuran Arus dan Tegangan Motor <i>dc</i> Pembelokan ke Kiri.....	66
Lampiran 18 Pengukuran Arus dan Tegangan Motor <i>dc</i> Putaran <i>Body</i>	66
Lampiran 19 Lembar Asistensi Skripsi oleh Pembimbing I	67
Lampiran 20 Lembar Asistensi Skripsi oleh Pembimbing II	68
Lampiran 21 Lampiran Berita Acara Pelaksanaan Ujian Sidang Skripsi	69

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Moch. Alif Afdilah Saldi


NIM : 444 20 078

menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa segala pernyataan dalam skripsi ini yang berjudul “ Rancang Bangun Sistem Kelistrikan Mobil Listrik *Omnidirection* untuk Penggunaan di Terminal Bandar Udara” merupakan gagasan dan hasil karya saya sendiri dengan arahan komisi pembimbing dan belum pernah diajukan dalam bentuk apa pun pada perguruan tinggi dan instansi mana pun.

Semua data dan informasi yang digunakan telah dinyatakan secara jelas dan dapat diperiksa kebenarannya. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya penulis lain telah disebutkan dalam naskah dan dicantumkan dalam skripsi ini.

Jika pernyataan saya tersebut di atas tidak benar, saya siap menanggung risiko yang ditetapkan oleh Politeknik Negeri Ujung Pandang

Makassar, September 2021



Moch. Alif Afdilah Saldi
NIM. 444 20 078

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Vizhabella Alvionetta Asrovie

NIM : 444 20 095

menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa segala pernyataan dalam skripsi ini yang berjudul “ Rancang Bangun Sistem Kelistrikan Mobil Listrik *Omnidirection* untuk Penggunaan di Terminal Bandar Udara” merupakan gagasan dan hasil karya saya sendiri dengan arahan komisi pembimbing dan belum pernah diajukan dalam bentuk apa pun pada perguruan tinggi dan instansi mana pun.

Semua data dan informasi yang digunakan telah dinyatakan secara jelas dan dapat diperiksa kebenarannya. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya penulis lain telah disebutkan dalam naskah dan dicantumkan dalam skripsi ini.

Jika pernyataan saya tersebut di atas tidak benar, saya siap menanggung risiko yang ditetapkan oleh Politeknik Negeri Ujung Pandang

Makassar, September 2021



Vizhabella Alvionetta Asrovie
NIM. 444 20 095

RANCANG BANGUN SISTEM KELISTRIKAN MOBIL LISTRIK *OMNIDIRECTION* UNTUK PENGGUNAAN DI TERMINAL BANDAR UDARA

RINGKASAN

Kegiatan pengawasan (patroli) pada area terminal bandar udara masih menggunakan sistem manual, yaitu dengan berjalan kaki. Kekurangan tersebut mempengaruhi tingkat efisiensi waktu yang tersita lebih banyak. Masalah ini kemudian dapat diatasi dengan melakukan pengadaan mobil listrik. Sehingga Ide mobil listrik kemudian timbul untuk dijadikan alat bantu pengawasan pada area tersebut

Penelitian ini dilakukan untuk mempermudah *Aviation Security (AVSEC)* untuk melakukan pengawasan di terminal bandar udara. Penelitian ini berfokus pada kegiatan merancang dan membangun suatu sistem kelistrikan mobil listrik dengan tujuan mendapatkan hasil yang sesuai untuk mengoperasikan sistem yang membutuhkan suplai pada mobil listrik. Sehubungan dengan itu, penelitian ini dimulai dengan merancang mekanisme baterai dan aki dan merancang rangkaian pada sistem kelistrikan *body*. Pengumpulan data dilakukan dengan teknik pengujian.

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa sistem kelistrikan yang telah dirancang bangun pada penelitian ini adalah suplai kelistrikan berupa kumpulan baterai lithium ion 48 volt sebagai sumber daya motor BLDC dan kumpulan baterai lithium ion 37 volt sebagai sumber daya motor *dc*. Terdapat pula aki 12 V sebagai sumber daya pada kelistrikan *body*. Kelistrikan *body* yang dimaksud yaitu lampu-lampu dan klakson.

DESIGN AND CONSTRUCTION OF OMNIDIRECTION ELECTRIC VEHICLE ON ELECTRICITY SYSTEM FOR AIRPORT TERMINAL USE

SUMMARY

Monitoring activities (patrols) in the airport terminal area still use a manual system, namely by foot. This deficiency affects the efficiency level of the time taken up more. This problem can then be overcome by procuring electric cars. So the idea of an electric car then arose to be used as a monitoring tool in the area.

This research was conducted to make it easier for Aviation Security (AVSEC) to monitor airport terminals. This research focuses on the activities of designing and building an electric car electrical system with the aim of getting the appropriate results to operate a system that requires an electric car supply. Accordingly, this research begins by designing the battery and battery mechanism and designing a circuit in the body's electrical system. Data collection is done by testing techniques.

Based on the results of the research and discussion, it can be concluded that the electrical system that has been designed in this study is an electrical supply in the form of a collection of 48 volt lithium ion batteries as a BLDC motor power source and a collection of 37 volt lithium ion batteries as a dc motor power source. There is also a 12 V battery as a power source for the body's electricity. The electricity of the body in question is the lights and the horn.

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Mobil listrik adalah mobil yang digerakkan dengan motor listrik, menggunakan energi listrik yang disimpan dalam baterai atau tempat penyimpanan energi lainnya. Mobil listrik pernah populer pada pertengahan abad ke-19 dan ke-20, namun kepopuleritasannya menurun akibat teknologi mesin mobil konvensional pada saat itu jauh lebih maju dengan harga bahan bakar minyak yang lebih murah. Hingga tiba saatnya pada tahun 1970-an dan 1980-an, harga bahan bakar minyak semakin tinggi sehingga minat terhadap mobil listrik mulai timbul. Tapi baru pada tahun 2000-anlah popularitas mobil listrik kerap memuncak diakibatkan kesadaran masyarakat akan dampak buruk polusi udara yang disebabkan pembuangan gas mobil konvensional. (Ramananda, 2021).

Mobil listrik kemudian diharapkan menjadi motor bagi perkembangan industri masa depan yang berpengaruh dan disegani, sebagaimana diketahui bahwa Indonesia merupakan salah satu penghasil nikel terbesar sehingga kehadiran mobil listrik dapat meningkatkan jumlah ekspor nikel ke berbagai negara. Para produsen mobil kemudian sedikit demi sedikit melakukan pengembangan terhadap mobil listrik sehingga memiliki banyak keunggulan dibanding mobil konvensional. Keunggulan tersebut meliputi kurangnya polusi udara dimana emisi karbon yang dikeluarkan mobil listrik tergolong rendah. Selain itu, penggunaan mobil listrik juga lebih efisien dan hemat biaya karena tidak menggunakan bahan bakar minyak serta aspek perawatan yang hanya berfokus kepada penggunaan baterai saja tanpa

perlu mengganti oli. Mobil listrik juga menghasilkan suara yang halus dan tidak bising.

Ide mobil listrik kemudian timbul untuk digunakan sebagai alat pengawasan (patroli) di terminal bandar udara. Mengingat bahwa selama ini, pengawasan yang dilakukan oleh *Aviation Security* (AVSEC) dilakukan secara manual yaitu dengan berjalan kaki. Sehingga kegiatan patroli cukup menyita banyak waktu. Agar lebih efisien, mobil listrik kemudian dirancang agar dapat menjadi fasilitas penunjang kegiatan patroli di bandar udara. Karena umumnya mobil memiliki ukuran yang cukup besar, penulis berencana untuk merancang mobil listrik dengan dimensi yang lebih kecil agar tidak mengganggu aktivitas masyarakat di bandar udara yang terbilang padat. Selain itu, mobil listrik dirancang secara *omnidirection* dengan putaran roda $\pm 90^\circ$.

Untuk merancang dan membangun sebuah mobil listrik *omnidirection*, terdapat berbagai jenis sistem yang harus dikembangkan agar mobil dapat berjalan sesuai apa yang diharapkan. Salah satunya adalah sistem kelistrikan. Sistem kelistrikan sendiri terbagi menjadi sistem kelistrikan *engine* dan sistem kelistrikan *body*.

Sistem kelistrikan *engine* sendiri mencakup baterai sebagai jantung utama mobil listrik *omnidirection*, dimana baterai menyimpan energi listrik yang nantinya akan dialirkan ke motor listrik sebagai penggerak mobil. Jika tidak ada baterai, maka mobil listrik *omnidirection* tidak dapat difungsikan. Baterai akan difungsikan dengan melakukan pengisian secara berulang agar dapat digunakan terus menerus. Sistem pengisian sendiri akan dirancang dengan menggunakan *charger* yang

nantinya berfungsi untuk menjaga daya yang berada pada baterai agar tetap bisa digunakan.

Selain itu, baterai juga difungsikan untuk menghidupkan komponen elektrik yang terletak pada body mobil. Komponen elektrik yang dimaksud adalah sistem kelistrikan *body*. Komponen tersebut merupakan aksesoris tambahan untuk melengkapi fungsionalitas sebuah mobil listrik *omnidirection*. Adapun yang termasuk dalam komponen tersebut adalah sistem penerangan eksterior dan sistem peringatan.

Berdasarkan pemaparan latar belakang di atas, maka diusulkan Tugas Akhir dengan judul “Rancang Bangun Sistem Kelistrikan Mobil Listrik *Omnidirection* untuk Penggunaan di Terminal Bandar Udara”

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana cara merancang bangun sistem kelistrikan mobil listrik *omnidirection* untuk penggunaan di terminal bandar udara?

1.3 Ruang Lingkup Penelitian

Untuk menghindari meluasnya pembahasan, maka penulis membatasi atau memfokuskan batasan ruang lingkup mencakup sistem kelistrikan, dimana sistem tersebut terdiri dari sistem pengisian atau suplai dan sistem kelistrikan *body* suatu mobil listrik *omnidirection*. Adapun untuk sistem pengisian (suplai), penulis akan menggunakan baterai sebagai suplai terhadap motor penggerak. Kemudian untuk

sistem kelistrikan body terdiri dari sistem penerangan dan sistem peringatan sebagai aksesoris pelengkap fungsionalitas suatu mobil listrik *omnidirection*.

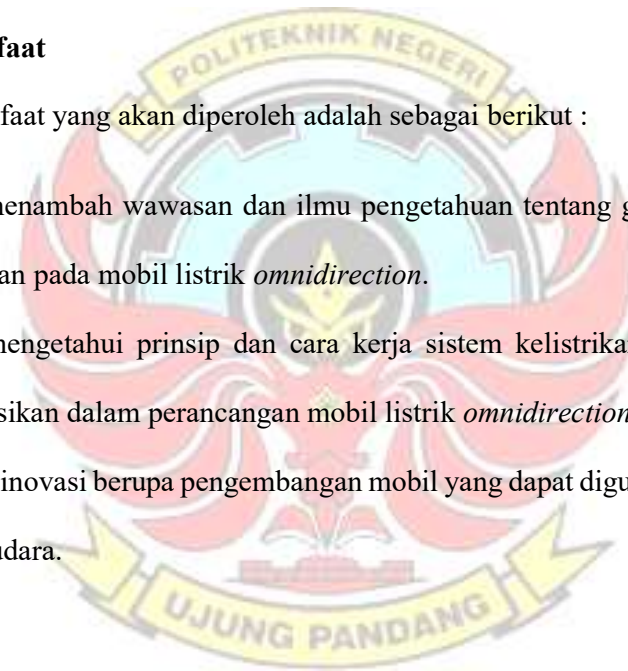
1.4 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah, maka tujuan dari tugas akhir ini adalah merancang bangun sistem kelistrikan pada mobil listrik *omnidirection*.

1.5 Manfaat

Adapun manfaat yang akan diperoleh adalah sebagai berikut :

1. Dapat menambah wawasan dan ilmu pengetahuan tentang garis besar sistem kelistrikan pada mobil listrik *omnidirection*.
2. Dapat mengetahui prinsip dan cara kerja sistem kelistrikan sehingga dapat diaplikasikan dalam perancangan mobil listrik *omnidirection*.
3. Sebagai inovasi berupa pengembangan mobil yang dapat digunakan di terminal bandar udara.



BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sistem Pengisian (suplai) pada Mobil Listrik

Harga BBM (Bahan Bakar Minyak) kian meningkat beberapa tahun terakhir, maka baterai dihadirkan sebagai solusi pengganti BBM sebagai sumber tenaga pada mobil. Penggantian ini juga dapat mengurangi polusi. Untuk menjaga agar baterai tetap dapat digunakan secara terus menerus, maka perlu diadakan sumber alternatif berupa pengisian ulang pada baterai. Sistem pengisian ulang pada mobil listrik adalah catu daya yang dapat memberikan energi (daya) sementara pada peralatan elektronik yang akan di isi selama beberapa jam. (Nugroho, 2014).

Adapun komponen yang dibutuhkan untuk mendukung sistem pengisian mobil listrik di antaranya adalah :

2.1.1 *Battery Charger*

Pengisi baterai atau *battery charger* memiliki fungsi sebagai komponen peralatan pengisi-ulang daya baterai. Pengisi baterai mengubah listrik *ac* menjadi *dc* lalu disimpan di dalam baterai.



Gambar 2. 1 *Input Charger* pada Mobil Listrik
(Sumber : Herdianto, 2019)

Pengisi baterai (*battery charger*) merupakan suatu perangkat tambahan yang berfungsi untuk mengisi muatan baterai yang sudah berkurang atau bahkan habis karena pemakaian baterai (*discharging proses*), pada perancangan ini pengisi baterai bertindak sebagai perangkat eksternal atau tambahan karena tidak berada pada mobil listrik (terpisah).

2.1.2 Baterai

Pada dasarnya mobil listrik ditenagai oleh komponen baterai dalam jumlah tertentu sebagai sumber listrik. Jantung mobil listrik adalah baterainya. Tidak seperti baterai di sebagian besar mobil, yang terutama berfungsi untuk menyalakan mesin dan menjalankan aksesoris seperti radio atau *ac*, baterai dalam mobil listrik menjalankan segalanya. Yang paling penting, ia menjalankan motor listrik – atau, lebih tepatnya, baterai ini menjalankan pengontrol yang akan menjalankan motor listrik. Sehingga baterai harus kuat dan tahan lama untuk kemudian digunakan oleh pengendara berpergian ke suatu tempat.

Produsen mobil telah mengidentifikasi baterai yang dapat diisi ulang untuk penggunaan mobil listrik. Salah satunya adalah baterai Lithium-Ion (Li-Ion).

2.1.2.1 Baterai Lithium-Ion (Li-Ion)



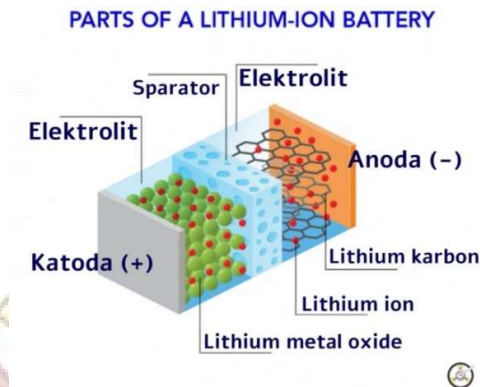
Gambar 2. 2 Baterai Lithium-Ion
(Sumber : Soegiarto, 2018)

Jenis baterai untuk mobil listrik paling banyak diaplikasikan adalah baterai Li-Ion. Baterai ini mungkin sudah tidak asing lagi bagi kita karena juga digunakan di banyak peralatan elektronik portabel seperti ponsel dan laptop. Perbedaan utama adalah soal skala. Kapasitas dan ukuran fisiknya ini pada mobil listrik jauh lebih besar –ini sering disebut sebagai *traction battery pack*.

Baterai Lithium-Ion memiliki kestabilan arus listrik yang baik serta daya simpan yang besar dalam ukuran yang kecil. Baterai ini memiliki massa yang ringan karena terbuat dari karbon dan lithium yang merupakan elemen untuk menyimpan energi dalam ikatan atomnya. Selain itu, baterai Li-ion memiliki usia daya isi ulang (*rechargeable*) yang panjang, bisa dicas berkali-kali tanpa penurunan daya *output* baterai secara signifikan dengan kata lain memiliki tingkat “*self-discharge*” rendah, sehingga baterai paling baik dibanding baterai lain dalam mempertahankan kemampuan menahan muatan penuhnya. Baterai Li-Ion juga memiliki densitas energi yang besar dimana ion lithium yang terkandung di dalam material katoda lebih banyak dibanding jenis baterai lain. Sebagian besar bagian baterai Li-Ion

dapat didaur ulang, menjadi pilihan tepat bagi peminat *electric car* yang sadar lingkungan.

2.1.2.2 Prinsip Kerja Baterai Lithium-Ion



Gambar 2. 3 Bagian Bagian Baterai Lithium-Ion
(Sumber : Chapman, 2019)

Baterai adalah alat untuk menyimpan energi kimia dan mengubah energi kimia tersebut menjadi listrik. Baterai terdiri dari satu atau lebih sel elektrokimia, masing-masing terdiri dari dua setengah-sel atau elektroda. Satu setengah-sel, yang disebut elektroda negatif (Anoda), memiliki kelebihan partikel-partikel, subatomik bermuatan negatif yang disebut elektron. Sementara itu satu setengah-sel lainnya, yang disebut elektrode positif (Katoda).

Ketika dua bagian tersebut dihubungkan oleh kawat atau kabel listrik, elektron akan bergerak dari anoda (-) ke katoda (+). Kondisi ini akan berlangsung saat proses pembebanan (*discharging*). Sehingga elektron akan mengalir dan lithium ditinggalkan dalam keadaan positif. Lithium kemudian akan bergerak dari sisi Lithium Karbon menuju sisi Lithium metal oxide dan akan bertemu dengan elektron pada terminal katoda (+). Proses tersebut akan terus berulang sehingga

semakin lama energi baterai akan terkuras habis. Ketika elektron dan lithium pada terminal anoda (-) sepenuhnya berpindah ke terminal katoda (+), maka dapat dikatakan bahwa energi baterai sepenuhnya kosong. Energi elektron yang bergerak ini dapat dimanfaatkan untuk kerja, misalnya menjalankan motor Listrik.

Pada saat proses *charging*, *charger* dari baterai lithium tadi berfungsi untuk menggerakkan elektron pada terminal katoda (+) menuju terminal anoda (-) sehingga terminal anoda akan penuh oleh elektron. Lithium Ion pada sisi lithium metal oxide tadi akan berpindah ke sisi lithium karbon. Proses ini akan membuat baterai kembali terisi penuh.

2.1.2.3 Battery Management System (BMS)



Gambar 2. 4 Battery Management System

Sistem manajemen baterai atau *Battery Management systems* (BMS) adalah sebuah sistem yang berfungsi untuk memaksimalkan masa pakai baterai kendaraan listrik. Sangat disarankan agar kendaraan listrik bertenaga baterai dipasang BMS. Tujuannya adalah untuk memastikan baterai tetap berada dalam parameter kerja

idealnya. Beberapa unsur kimia baterai (seperti asam timbal) cukup toleran terhadap suatu kekurangan, tetapi lithium dapat rusak secara permanen oleh insiden salah pakai seperti pengisian berlebih (*over charging*), *over discharging*, atau pemanasan berlebih.

Beberapa fungsi spesial sistem manajemen baterai meliputi:

- Penyeimbangan muatan (*charge balancing*), ketika baterai dalam keadaan digunakan, lalu salah satu baterai mengalami kehabisan daya, maka seluruh rangkaian susunan seri tersebut akan tidak bisa digunakan. Dan panel indicator baterai akan habis pula. Begitupula ketika *charging*, Ketika salah satu baterai sudah penuh dan baterai lain masih belum penuh lalu charger sudah mendeteksi sudah penuh dan tidak melanjutkan pengisian pada cell yang masih belum penuh. Kapasitas total baterai pun akan mengikuti kapasitas cell yang terendah. Ini adalah kerugian juga, karena masih ada beberapa cell yang masih belum penuh membuat tidak optimal. Untuk itu, *charge balancing* dibutuhkan untuk memastikan semua sel menyelesaikan pengisian pada waktu yang sama lalu untuk mencegah kerusakan melalui pengisian berlebih.
- Penyeimbangan aktif (*active balancing*), dimana energi dialihkan dari sel lebih kuat ke sel lebih lemah, untuk memastikan semua sel mencapai titik pembuangan maksimum pada saat bersamaan.
- Pemantauan suhu (*temperature monitoring*), untuk menghindari kerusakan karena terlalu panas.
- Kontrol muatan (*charging control*), dimana tegangan dan arus pengisian tidak boleh berlebihan dan harus sesuai.

2.1.2.4 *Spot Welding*



Gambar 2. 5 *Spot Welding*
(Sumber : Tim Website UNY, 2019)

Spot Welding atau las titik sendiri merupakan cara pengelasan resistansi listrik dimana dua atau lebih lembaran logam dijepit diantara dua elektroda logam dibawah pengaruh tekanan sebelum arus dialirkan.

Contoh penggunaan spot welding pada baterai adalah apabila dua buah atau lebih baterai akan dihubungkan secara seri maupun paralel, maka spot welder merupakan alat yang digunakan untuk menjepit strip nikel atau komponen logam lainnya pada kutub baterai.

Spot welding biasanya membutuhkan suplai yang akan mengalirkan arus agar sistem dapat berfungsi. Dalam hal ini, spot welding terhubung langsung dengan aki guna memaksimalkan kinerja alat tersebut.

2.2 Sistem Kelistrikan *Body*

Sistem kelistrikan *body* adalah semua instalasi listrik yang terletak pada *body* kendaraan. Sistem ini berfungsi sebagai komponen tambahan untuk melengkapi fungsionalitas sebuah mobil.

Bisa dikatakan, kelistrikan *body* ini memang tidak memiliki pengaruh apapun terhadap performa kendaraan, namun sangat menunjang keselamatan berkendara.

Sehingga dengan adanya kelistrikan *body* mobil dapat berfungsi dengan aman dan nyaman. Apabila dikelompokkan maka ada dua kategori, yakni :

- Sistem penerangan
- Sistem peringatan

2.2.1 Sistem Penerangan

Sesuai namanya, sistem penerangan ini terletak dibagian luar mobil. Fungsi sistem penerangan adalah sebagai komponen utama yang akan memberikan pencahayaan terhadap kondisi jalan. Sistem penerangan ini terdiri dari lampu kepala (*head lamp*).

Lampu kepala atau *head lamp* atau juga sering disebut lampu utama pada kendaraan merupakan alat penerang jalan ketika berjalan pada kondisi gelap atau pada malam hari.

Lampu kepala dibagi menjadi dua berdasarkan konstruksinya yaitu lampu kepala tipe *sealed beam* dan lampu kepala tipe *semi sealed beam*.

a. Lampu kepala dengan tipe *sealed beam*



Gambar 2. 6 Lampu *Sealed Beam*
Sumber : Juan, 2017)

Lampu kepala tipe *sealed beam* ini, konstruksi bohlam lampu menjadi satu dengan reflektornya dan kaca biasanya sehingga bila bohlam lampu tipe *sealed beam* ini putus harus diganti secara keseluruhan dengan reflektor dan kaca biasanya.

b. Lampu kepala dengan tipe semi *sealed beam*

Lampu kepala tipe semi sealed beam ini, bohlam lampunya dapat dilepas dengan kata lain bohlam lampu pada tipe ini tidak menjadi satu dengan reflektor dan kaca biasanya sehingga bila bohlam lampu ini putus dapat diganti bohlam lampunya saja.



Gambar 2. 7 Lampu Semi *Sealed Beam*
(Sumber : Juan, 2017)

Pada tipe semi sealed beam ini, bohlam lampu yang digunakan pada umumnya terdapat dua tipe yaitu tipe bohlam lampu biasa dan tipe bohlam lampu quartz halogen.

Pada lampu kepala juga dilengkapi dengan kaca bias karena pada kenyataannya pencahayaan yang dihasilkan oleh reflektor akan lebih terang pada bagian tengah sehingga akan membentuk bercak cahaya di atas jalan. Untuk menghindari hal tersebut maka pada lampu kepala dipasang kaca bias.

Fungsi dari kaca bias adalah untuk membagi cahaya yang datang menjadi beberapa titik fokus baru yang nantinya akan menyebarkan cahaya di atas jalan lebih sempurna. Dengan menggunakan kaca bias ini maka hasil pencahayaan akan lebih baik di depan kendaraan dan dipinggir jalan. Kaca bias ini juga membantu pengaturan cahaya pada lampu dekat dan lampu jauh.

2.2.2 Sistem Peringatan

Sistem peringatan diartikan sebagai penanda bagi kendaraan lain terhadap posisi kendaraan tersebut.

Sistem peringatan ini masuk ke kelompok sistem kelistrikan *body* karena memang terletak dibagian *body* kendaraan serta menggunakan rangkaian kelistrikan. Contoh sistem peringatan antara lain sebagai berikut :

a. Lampu sein

Lampu sein digunakan untuk memberi isyarat ke pengguna jalan lain bahwa kita akan belok ke salah satu arah. Dengan demikian, potensi *miss communication* tidak terjadi.

b. Stop lamp

Lampu belakang mobil (lampu tail) tidak masuk ke sistem penerangan utama karena fungsi utamanya bukan untuk menerangi jalan. Lihat saja warna lampu ini adalah merah yang menandakan berhenti. Saat rem ditekan maka intensitas lampu tail akan lebih terang. Ini akan memberi sinyal ke mobil dibelakangnya bahwa kita sedang mengerem. Sehingga mobil dibelakang bisa menyesuaikan.

c. Klakson

Klakson adalah skema kelistrikan untuk mengubah energi listrik menjadi suara. Suara ini dijadikan penanda bagi pengguna jalan lain terhadap posisi kendaraan kita.



2.2.3 *Fuse* atau Sekring

pengertian *fuse* “sekring” merupakan suatu komponen yang berfungsi ialah sebagai pengaman dalam rangkaian elektronika ataupun juga perangkat listrik. *Fuse* (sekring) ini pada dasarnya terdiri dari sebuah kawat yang halus dan pendek yang akan meleleh serta terputus apabila dialiri oleh arus listrik yang berlebihan juga

apabila terjadi hubungan arus pendek (*short circuit*) didalam sebuah peralatan listrik.

Dengan putusnya *fuse* (sekering) tersebut, arus listrik yang berlebihan itu tidak akan dapat masuk ke dalam rangkaian elektronika sehingga tidak akan merusak komponen-komponen yang terdapat dalam sebuah rangkaian elektronika yang berkaitan. Karena *fuse* sendiri fungsinya ialah untuk melindungi peralatan listrik dan juga peralatan elektronika dari kerusakan akibat arus pendek atau juga listrik yang berlebihan, *fuse* ini juga sering disebut ialah sebagai pengaman listrik.

Fuse yang sering digunakan pada sistem kelistrikan mobil adalah tipe sekering *blade*. Salah satu komponen di sistem kelistrikan mobil adalah *fuse box* atau kotak sekering. *Fuse box* merupakan wadah atau tempat agar *fuse* yang bekerja pada rangkaian kelistrikan *body* dapat tersusun rapi.



Gambar 2. 8 Kotak Sekring
(Sumber : Montirpedia, 2020)

Adapun identifikasi *fuse* atau sekering dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 2. 1 Identifikasi *Fuse*

Color	Current rating	Micro2	Micro3	LP Mini	Mini	Reg	Maxi
Dark blue	0.5 A	✗	✗	✗	✗	✓	✗
Black	1 A	✗	✗	✗	✗	✓	✗
Grey	2 A	✗	✗	✓	✓	✓	✗
Violet	3 A	✗	✗	✓	✓	✓	✗
Pink	4 A	✗	✗	✓	✓	✓	✗
Tan	5 A	✓	✓	✓	✓	✓	✗
Brown	7.5 A	✓	✓	✓	✓	✓	✗
Red	10 A	✓	✓	✓	✓	✓	✗
Blue	15 A	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Yellow	20 A	✓	✗	✓	✓	✓	✓
Transparent	25 A	✓	✗	✓	✓	✓	Grey
Green	30 A	✓	✗	✓	✓	✓	✓
Blue-green	35 A	✗	✗	✓	✓	✓	Brown
Orange	40 A	✗	✗	✓	✓	✓	✓
Red	50 A	✗	✗	✗	✗	✗	✓
Blue	60 A	✗	✗	✗	✗	✗	✓
Amber/Tan	70 A	✗	✗	✗	✗	✗	✓
Transparent	80 A	✗	✗	✗	✗	✗	✓
Violet	100 A	✗	✗	✗	✗	✗	✓
Purple	120 A	✗	✗	✗	✗	✗	✓

(Sumber : Montirpedia, 2020)

2.2.4 Flasher

Flasher mobil adalah salah satu komponen dalam kendaraan yang berfungsi untuk menyuplai arus listrik ke lampu yang berubah-ubah sehingga nyala lampu



Gambar 2. 9 *Flasher*

dapat terlihat berkedip. Alat ini yang terpasang pada mobil dan berfungsi sebagai lampu tanda belok (*sein*). Jika mobil akan berbelok ke kiri, maka harus memberi tahu pengemudi yang ada diarah belakang ataupun depan dengan mengaktifkan lampu *sein* kiri. Sebaliknya, jika mobil hendak berbelok ke kanan maka lampu *sein* sebelah kanan juga harus dinyalakan. Nah, nyala lampu yang berkedip ini kerjanya diatur oleh *flasher*.

Lampu *sein* yang berkedip akan memberitahukan kepada pengemudi lain yang berada di depan atau belakang kita untuk mengubah arah kendaraannya. Lampu *sein* dibuat dengan tujuan mengurangi kecelakaan.

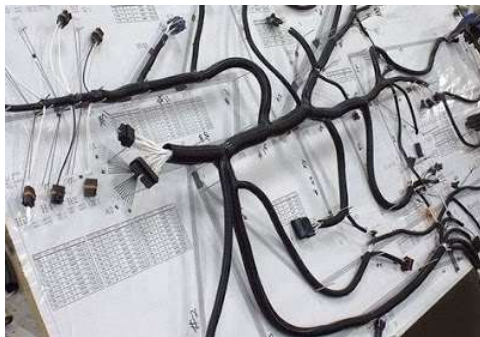
2.2.5 Saklar (*Switch*)

Sakelar adalah sebuah perangkat yang digunakan untuk memutuskan jaringan listrik, atau untuk menghubungkannya. Jadi saklar pada dasarnya adalah alat penyambung atau pemutus aliran listrik. Selain untuk jaringan listrik arus kuat, saklar berbentuk kecil juga dipakai untuk alat komponen elektronika arus lemah.

Sakelar dibuat dalam banyak jenis dan ukuran. Sakelar biasanya memiliki beberapa set kontak yang dikendalikan oleh kenop atau aktuator yang sama, kontak dapat beroperasi secara bersamaan, berurutan, atau bergantian. Sakelar dapat dioperasikan secara manual, misalnya, sakelar lampu atau tombol papan ketik. Saklar dapat berfungsi sebagai elemen penginderaan untuk mendeteksi posisi bagian mesin, ketinggian cairan, tekanan, atau suhu, seperti termostat. Ada berbagai bentuk khusus sakelar, seperti sakelar langsir (*toggle switch*), sakelar putar, sakelar merkuri, sakelar tombol tekan, sakelar pembalik, relai, dan pemutus sirkuit. Sakelar

paling banyak dipakai untuk mengontrol pencahayaan, beberapa sakelar dapat dihubungkan ke satu sirkuit untuk memungkinkan kontrol yang mudah dari perlengkapan lampu. Sakelar di sirkuit berdaya tinggi harus memiliki konstruksi khusus untuk mencegah busur api yang merusak saat sakelar dibuka.

2.2.6 Wiring



Gambar 2. 10 *Wiring*
(Sumber : Muchta, 2018)

Wiring adalah susunan kabel-kabel kelistrikan yang dirangkai menjadi satu kesatuan. *Wiring* ini akan membentang dari aki, menuju *fuse* lalu keluar dari *fuse*, *wiring* akan memiliki banyak cabang yang menuju semua kompone kelistrikan. Dengan adanya *wiring*, maka kabel pada mobil akan lebih aman dan rapi. Selain itu, proses identifikasi juga lebih mudah karena kabel-kabel tersebut memiliki kombinasi warna yang berbeda-beda.

2.3 Persamaan Rumus

a. Rumus Dasar Perhitungan pada Baterai

Rumus dasar :

$$P = V \times I \dots\dots\dots (2.1)$$

$$V = \frac{P}{I} \dots\dots\dots (2.2)$$

$$I = \frac{P}{V} \dots\dots\dots (2.3)$$

Keterangan :

I = Kuat Arus (ampere)

P = Daya Listrik (watt)

V = Tegangan (volt)

b. Rumus Lama Waktu Pemakaian Baterai

Waktu pemakaian tergantung pada jumlah watt beban dan kapasitas baterai.

Sehingga,

$$\text{Waktu Pemakaian Baterai} = \frac{\text{Kapasitas baterai}}{\text{Daya beban}} \dots\dots\dots (2.4)$$

c. Rumus Rangkaian Seri dan Paralel

- Rangkaian Seri

Rangkaian seri pada baterai akan meningkatkan tegangan (voltage) output baterai sedangkan current/arus listriknya (ampere) akan tetap sama.

$$V_{\text{tot}} = V_{\text{bat1}} + V_{\text{bat2}} + V_{\text{bat3}} + V_{\text{bat4}} + \dots\dots\dots + V_{\text{bat..}} \dots\dots\dots (2.5)$$

Keterangan :

V = Tegangan Baterai (volt)

- Rangkaian Paralel

Rangkaian paralel baterai akan meningkatkan arus listrik tetapi tegangan (voltage) *output* nya akan tetap sama.

$$I_{tot} = I_{bat1} + I_{bat2} + I_{bat3} + I_{bat4} + \dots + I_{bat..} \dots\dots\dots (2.6)$$

Keterangan :

I = Arus Listrik (ampere)



BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di bengkel Teknik Mekatronika Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang, dan sebagian di kerjakan di rumah salah satu mahasiswa. Penelitian dimulai pada awal bulan Februari sampai dengan akhir bulan September 2021.

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

3.2.1 Alat

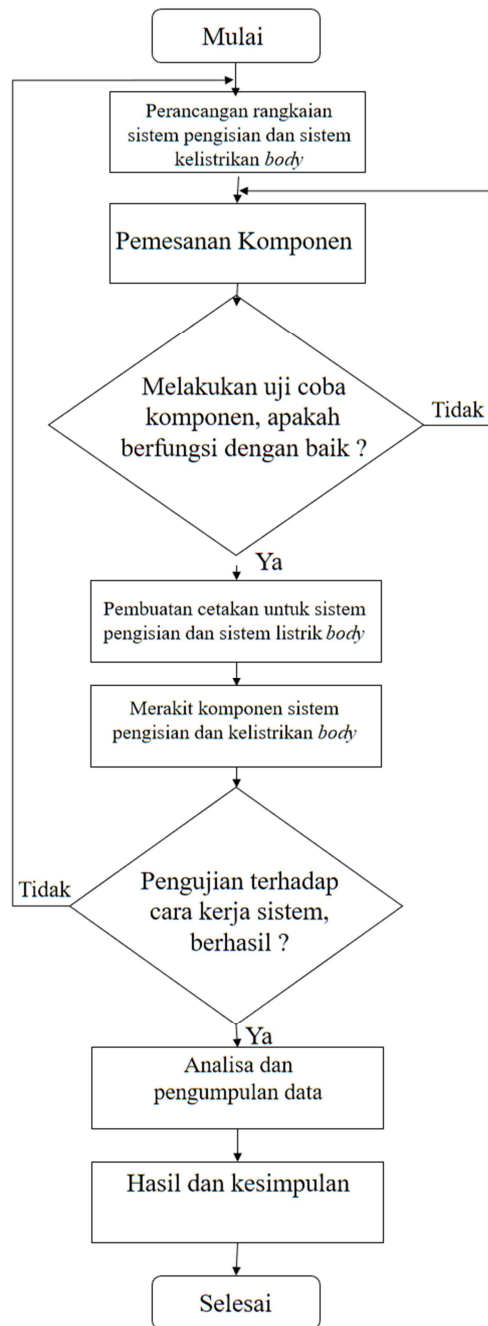
1. Satu set kunci ring dan pas
2. Tang potong
3. Obeng (+) dan (-)
4. Multimeter / Tang Ampere
5. Spot Welding
6. Baterai *Charger*

3.2.2 Bahan

1. Baterai Lithium-Ion
2. BMS
3. Switch Sein
4. Lampu Kepala
5. Klakson
6. Isolasi listrik
7. Lampu Sein
8. Lampu Rem
9. Soket
10. Baut dan mur
11. Kabel tegangan rendah
12. Kabel *supply*
13. Multitester
14. *Flasher*
15. Nikel Strip

3.3 Prosedur Penelitian

Secara sistematis proses pelaksanaan Tugas Akhir dapat dilihat pada diagram alir di bawah ini :



Gambar 3. 1 Diagram Alir

3.4 Prosedur/Langkah Kerja

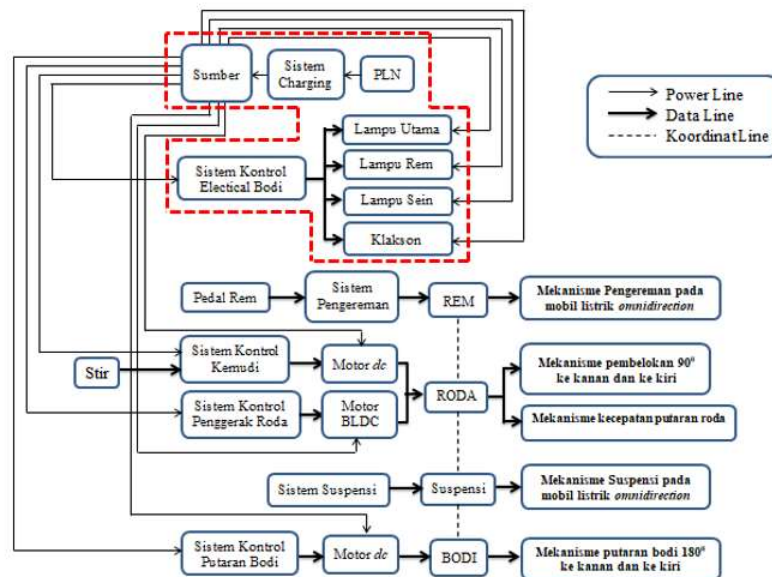
Dalam prosedur penelitian terdapat beberapa tahap yang dilakukan, diantaranya :

1. Tahap perancangan
2. Tahap pembuatan
3. Tahap perakitan

3.4.1 Tahap perancangan

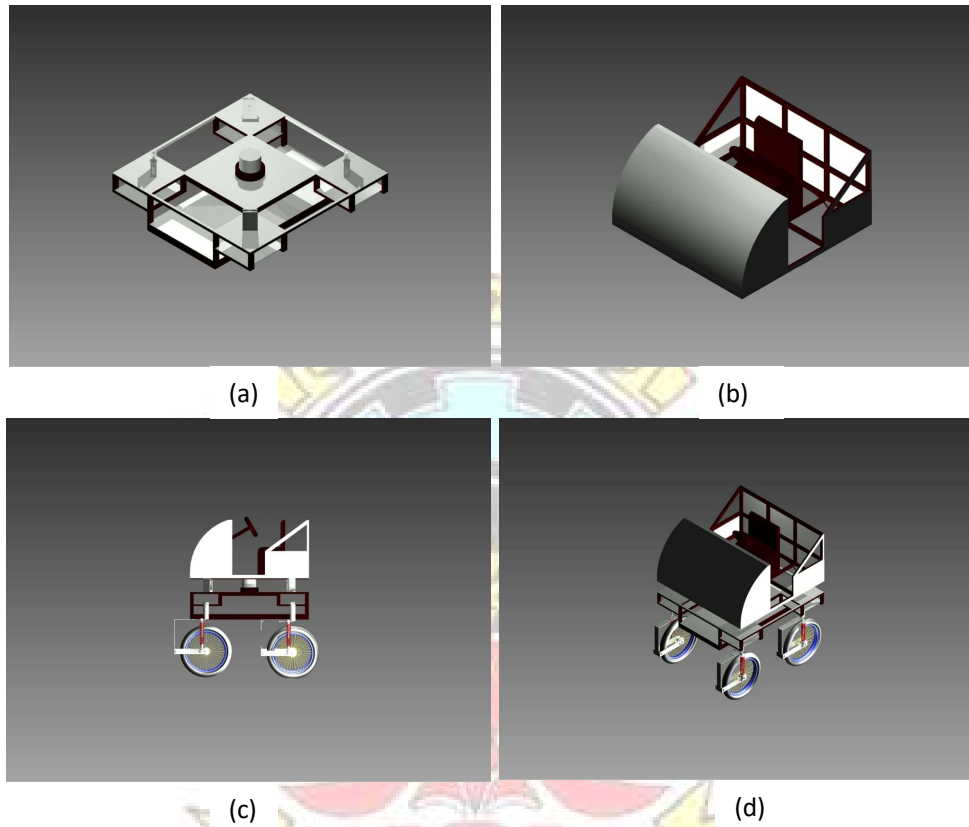
Tahap perancangan sangat penting karena merupakan acuan tahap selanjutnya dan diharapkan agar sebelum alat dibuat, mampu mengetahui kekurangan tiap komponennya sehingga dapat dikoreksi, yaitu dengan cara sebagai berikut:

1. Membuat perancangan blok diagram keseluruhan sistem mobil listrik *omnidirection*.



Gambar 3. 2 Diagram Kotak Keseluruhan Sistem Mobil Listrik *Omnidirection*

2. Membuat perancangan desain keseluruhan mobil listrik *omnidirection*.



Gambar 3. 3 Desain Mobil Listrik *Omnidirection*, (a) *Chasis*, (b) *Body*, (c) tampak samping, (d) tampak atas

5. Setelah gambar perancangan rampung, maka tahap selanjutnya adalah pemesanan menentukan komponen kelistrikan yang diperlukan kemudian melakukan pemesanan. Apabila komponen sudah ada, maka selanjutnya akan dilakukan perakitan dan pengujian terhadap komponen sistem pengisian dan sistem kelistrikan *body*.

3.4.2 Tahap pembuatan

Tahap pembuatan merupakan perwujudan dari hasil perancangan. Dalam pembuatan alat tersebut terlebih dahulu dibuat pengelompokkan komponen-komponen yang akan dibuat berdasarkan bentuk dan bahan dasarnya, dengan tujuan untuk mempermudah dalam proses pengerjaan dan memperlancar pada saat perakitan, komponen yang akan dibuat pada tahap pembuatan yaitu :

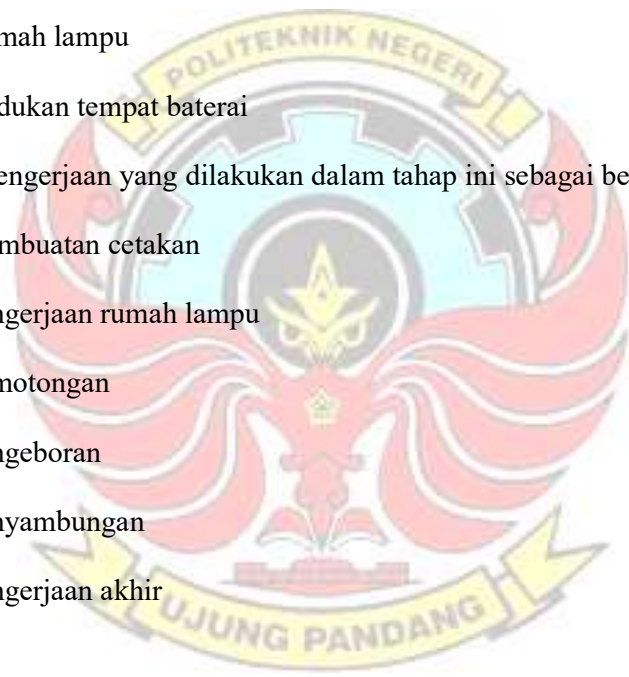
1. Perakitan Baterai 48 Volt dan 37 Volt
2. Rumah lampu
3. Dudukan tempat baterai

Sedangkan pengerjaan yang dilakukan dalam tahap ini sebagai berikut :

1. Pembuatan cetakan
2. Pengerjaan rumah lampu
3. Pemotongan
4. Pengeboran
5. Penyambungan
6. Pengerjaan akhir

3.4.2.1 Pembuatan Cetakan

Pembuatan cetakan ini berbahan tanah liat sesuai dengan ukuran pola rumah lampu yang berada pada *body* mobil.



3.4.2.2 Pengerjaan Rumah Lampu

Proses pengerjaan ini dilakukan sesuai dengan cetakan menggunakan bahan resin, katalis, talak, aluminium koil, *fiberglass*, akrilit, dan *hotgun*.

3.4.2.3 Pemotongan

Proses pemotongan ini dilakukan sesuai ukuran komponen yang digunakan pada sistem kelistrikan *body*, dengan menggunakan mesin gurinda dan kikir.

3.4.2.4 Pengeboran

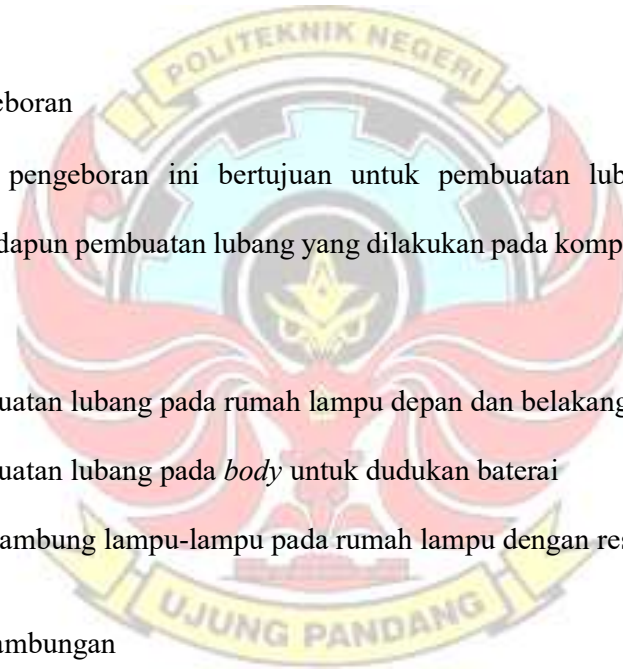
Proses pengeboran ini bertujuan untuk pembuatan lubang berdasarkan fungsinya. Adapun pembuatan lubang yang dilakukan pada komponen yang di buat adalah :

1. Pembuatan lubang pada rumah lampu depan dan belakang
2. Pembuatan lubang pada *body* untuk dudukan baterai
3. Menyambung lampu-lampu pada rumah lampu dengan resin.

3.4.2.5 Penyambungan

Proses penyambungan ini bertujuan untuk menyambung antara komponen satu dengan lainnya seperti :

1. Menyambung rumah lampu dan *body*
2. Menyambung dudukan baterai dengan *body*



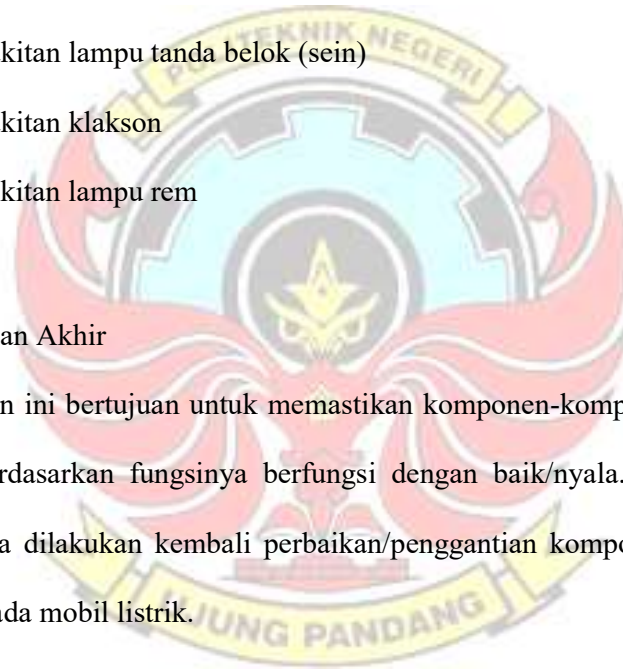
3.4.3 Tahap Perakitan

Setelah komponen-komponen dari alat yang direncanakan telah dibuat, maka Langkah selanjutnya yaitu merakit komponen-komponen tersebut sesuai dengan posisi dan urutannya masing-masing sehingga membentuk alat dan dapat di fungsikan. Adapun proses perakitan :

1. Perakitan sistem pengisian meliputi *charger* dan baterai
2. Perakitan lampu kepala
3. Perakitan lampu tanda belok (*sein*)
4. Perakitan klakson
5. Perakitan lampu rem

3.4.4 Pengujian Akhir

Pengujian ini bertujuan untuk memastikan komponen-komponen yang sudah dirangkai berdasarkan fungsinya berfungsi dengan baik/nyala. Bila masih ada kendala maka dilakukan kembali perbaikan/penggantian komponen pada sistem kelistrikan pada mobil listrik.



BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Perakitan Sistem Pengisian dan Spesifikasinya

Mekanisme sistem kelistrikan pada bagian pengisian terdiri dari dua buah *battery pack* (kumpulan baterai) Lithium Ion. Kumpulan baterai pertama diperuntukkan sebagai suplai untuk 2 buah motor BLDC 48 volt dan kumpulan baterai kedua sebagai suplai untuk 5 buah motor *dc* 36 volt. Kumpulan baterai tersebut akan bekerja dengan mengalirkan arus menuju motor-motor sehingga motor dapat beroperasi sesuai kegunaan masing masing.

Tabel 4. 1 Kapasitas Motor yang Akan di Suplai oleh Baterai

No	Nama Komponen	Jumlah	Tegangan (V)	Daya (P)	
				P	P _{tot}
1	Motor BLDC	2 Buah	48 V	800 W	1600 W
2	Motor <i>dc</i>	- 2 Buah Kiri - 2 Buah Kanan	36 V	500 W	- 1000 W - 1000 W
3	Motor <i>dc</i> pada body	1 Buah	36 V	500 W	500 W

Baterai Lithium Ion bersifat *rechargeable* yaitu dapat diisi berulang kali. Sehingga apabila kumpulan baterai dalam kondisi lemah, maka dapat dilakukan pengisian ulang. Pengisian ulang ini dilakukan menggunakan *battery charger* dengan *input* langsung melalui PLN. Kemudian untuk *output battery charger* yaitu dengan kapasitas 48 V_{dc} 2 A.

4.1.1 Baterai Lithium Ion 48 volt

Kumpulan baterai ini adalah untuk melayani motor BLDC 48 V dimana baterai yang digunakan yaitu baterai Lithium Ion merk Sony VTC 06 dengan

kapasitas 3.7 V dan 3 Ah per sel. Untuk memenuhi kebutuhan tegangan motor BLDC maka dirancang untuk menyusun atau merangkai sel-sel baterai dalam hubungan seri paralel.

Pemenuhan kebutuhan tegangan ditentukan oleh hubungan seri. Misalkan m adalah jumlah sel baterai terhubung seri, maka :

$$m = \frac{\text{Tegangan motor}}{\text{Tegangan setiap sel baterai}} \dots\dots\dots (4.1)$$

$$m = \frac{48 \text{ V}}{3.7 \text{ V}} = 12.9 \text{ buah}$$

maka dipilih m = 13 buah sel baterai

Suatu motor mempunyai tiga variabel pada keluaran atau porosnya, yaitu daya, putaran dan torsi. Setiap motor mempunyai kemampuan maksimum untuk ketiga variabel tersebut. Semakin berat atau besar beban yang akan diputar oleh motor maka semakin tinggi torsi yang dihasilkan oleh motor. Torsi keluaran pada motor sebanding dengan fluks magnet dan arus jangkarnya

$$\tau = k \phi I_a \dots\dots\dots (4.2)$$

Dalam hal ini :

k = konstanta

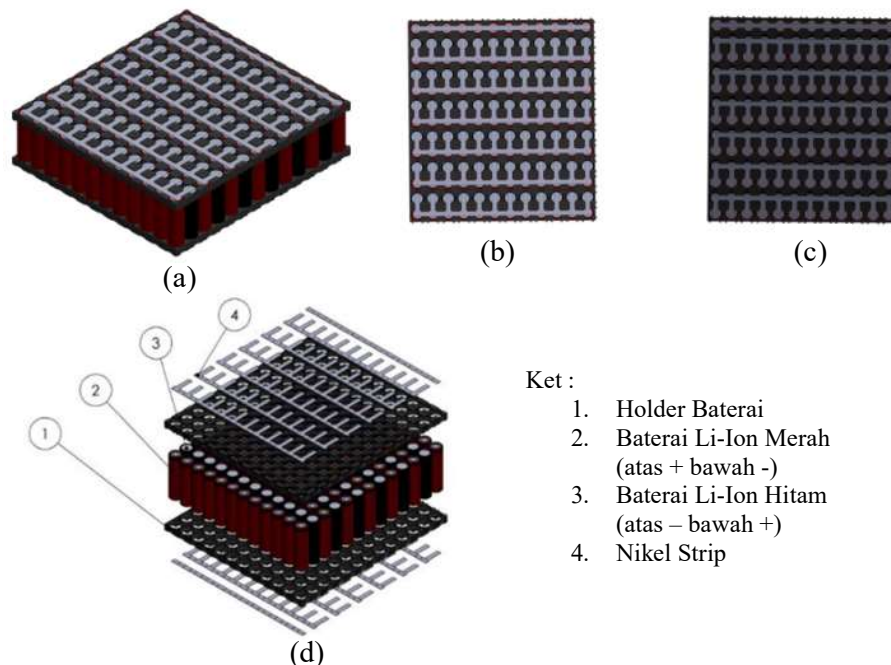
ϕ = fluks magnet (pada motor BLDC berupa magnet permanen)

I_a = Arus *dc* di stator

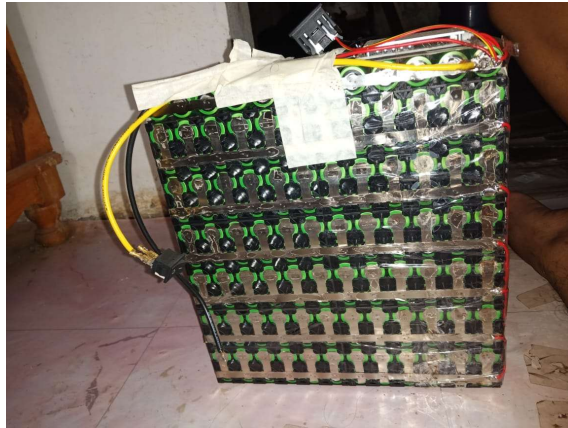
Karena pada motor BLDC ϕ adalah tetap, untuk meningkatkan torsi (τ) maka arus jangkar (I_a) harus ditingkatkan pula. Sementara arus ini berhubungan dengan

arus masukan perangkat motor BLDC yaitu arus keluaran kumpulan baterai. Jadi agar motor BLDC mempunyai kemampuan torsi yang cukup, maka kumpulan baterai harus memiliki kemampuan arus yang cukup. Kemampuan arus baterai yang cukup diperoleh dengan cara memparalelkan beberapa sel baterai. Misalkan n adalah jumlah sel baterai terhubung paralel, maka dalam hal ini dipilih $n = 12$ buah sel baterai. Dari data diatas, dapat diketahui kapasitas baterai yaitu jumlah baterai terubung paralel dikali kapasitas satu sel baterai = $12 \times 3 \text{ Ah} = 36 \text{ Ah}$

Baterai kemudian dirakit dengan menyusun rangkaian 13 seri dan 12 paralel menggunakan nikel strip yang direkatkan oleh spot welder. Sehingga total sel baterai yang digunakan didapat melalui hasil kali baterai yang di seri dan baterai yang di paralel yaitu 156 buah sel baterai.



Gambar 4. 1 Hasil Desain Rangkaian Seri Paralel Baterai Lithium Ion 48V, (a) Tampak Samping, (b) Tampak Atas, (c) Tampak Bawah, (d) Keterangan Bagian



(a)



(b)

Gambar 4. 2 Susunan Baterai 48 V, (a) Tampak Atas, (b) Tampak Samping

Hasil dari perakitan baterai Lithium Ion dengan tegangan sebesar 48 V dan kapasitas sebesar 36 Ah. Baterai dilengkapi dengan BMS 13S .

4.1.2 Baterai Litium Ion 37 Volt

Kumpulan baterai ini adalah untuk melayani motor *dc* 36 V dimana baterai yang digunakan yaitu baterai Lithium Ion merk Sony VTC 06 dengan kapasitas 3.7V dan 3 Ah per sel. Untuk memenuhi kebutuhan tegangan motor *dc* maka dirancang untuk menyusun atau merangkai sel-sel baterai dalam hubungan seri paralel.

Pemenuhan kebutuhan tegangan ditentukan oleh hubungan seri. Misalkan *m* adalah jumlah sel baterai terhubung seri, maka :

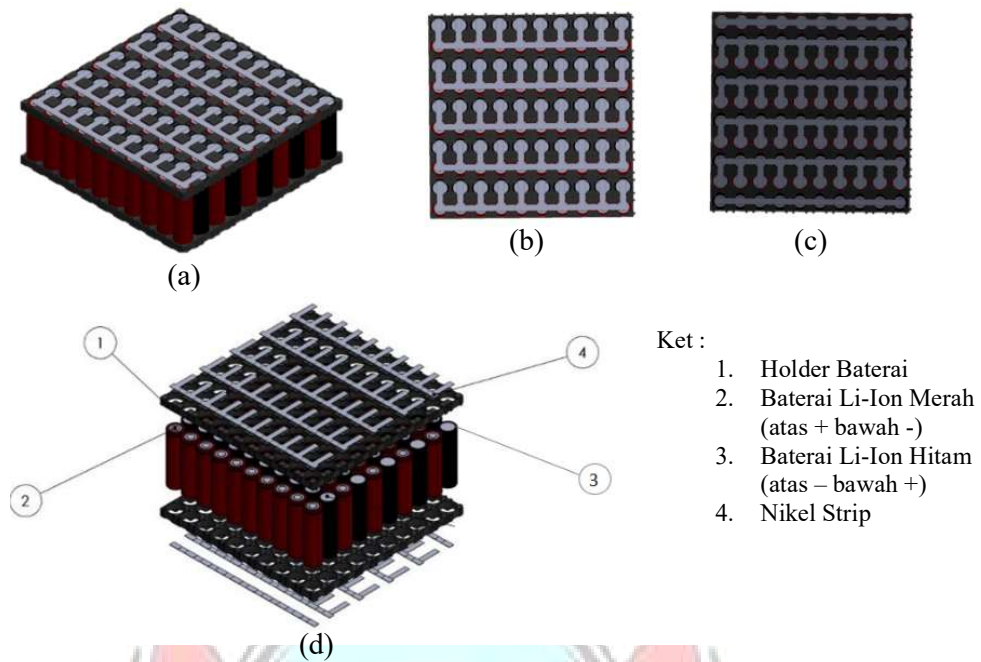
$$m = \frac{\text{Tegangan motor}}{\text{Tegangan setiap sel baterai}} \dots\dots\dots (4.3)$$

$$m = \frac{36 \text{ V}}{3.7 \text{ V}} = 9.7 \text{ buah}$$

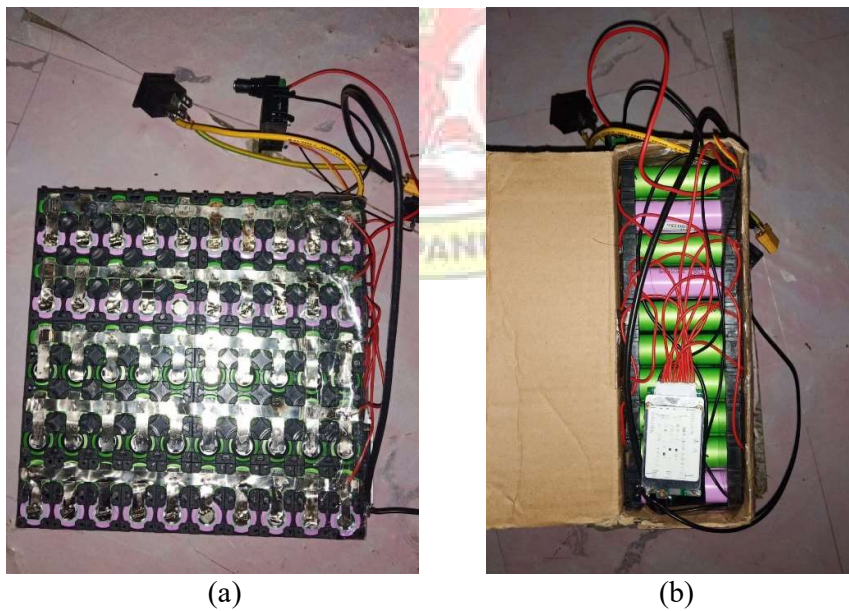
maka dipilih $m = 10$ buah sel baterai

Suatu motor mempunyai tiga variabel pada kekuatan atau porosnya, yaitu daya, putaran dan torsi. Setiap motor mempunyai kemampuan maksimum untuk ketiga variabel tersebut. Dalam hal ini, pada motor *dc* yang digunakan memiliki daya maksimum 500 watt, putaran 2.500 rpm dan torsi 1.9 N.m. Agar motor *dc* memiliki kemampuan arus yang cukup, maka kumpulan baterai juga harus memiliki kemampuan arus yang cukup. Kemampuan arus baterai yang cukup diperoleh dengan cara memparalelkan beberapa sel baterai. Misalkan n adalah jumlah sel baterai terhubung paralel, maka dalam hal ini dipilih $n = 10$ buah sel baterai. Dari data di atas, dapat diketahui kapasitas baterai yaitu jumlah baterai terhubung paralel dikali kapasitas satu sel baterai = $10 \times 3 \text{ Ah} = 30 \text{ Ah}$

Baterai kemudian dirakit dengan menyusun rangkaian 10 seri dan 10 paralel menggunakan nikel strip yang direkatkan oleh spot welder. Sehingga total sel baterai yang digunakan didapat melalui hasil kali baterai yang di seri dan baterai yang di paralel yaitu 100 buah sel baterai.



Gambar 4. 3 Hasil Desain Rangkaian Seri Paralel Baterai Lithium Ion 37V, (a) Tampak Samping, (b) Tampak Atas, (c) Tampak Bawah, (d) Keterangan Bagian



Gambar 4. 4 Susunan Baterai 37 V, (a) Tampak Depan, (b) Tampak Atas

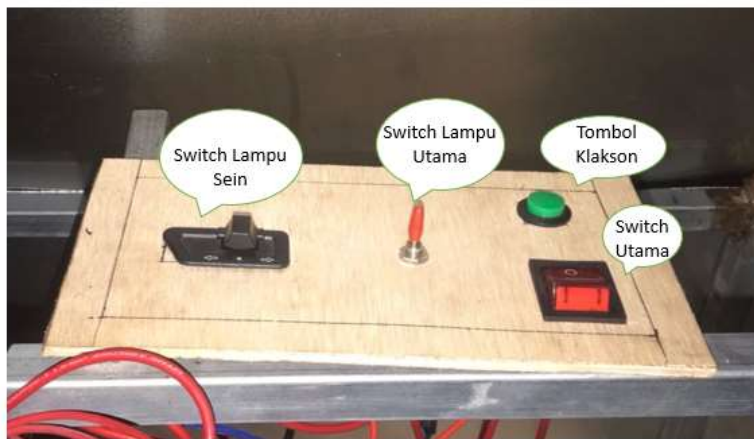
Hasil dari perakitan baterai Lithium Ion dengan tegangan sebesar 37 V dan kapasitas sebesar 30 Ah. Baterai dilengkapi dengan BMS 10S .

4.2 Hasil Perakitan Sistem Kelistrikan *Body*

Pada bagian kelistrikan *body* menggunakan *supply* berupa aki kering 12 volt dan 3.5 Ah yang akan mengalirkan arus menuju aksesoris pendukung (lampu utama, lampu rem, lampu sein dan klakson). Masing-masing dari komponen tersebut di hubungkan menggunakan kabel listrik 1.5 mm dengan sakelar atau *switch* tersendiri guna mengaktifkan fungsi tiap komponen.

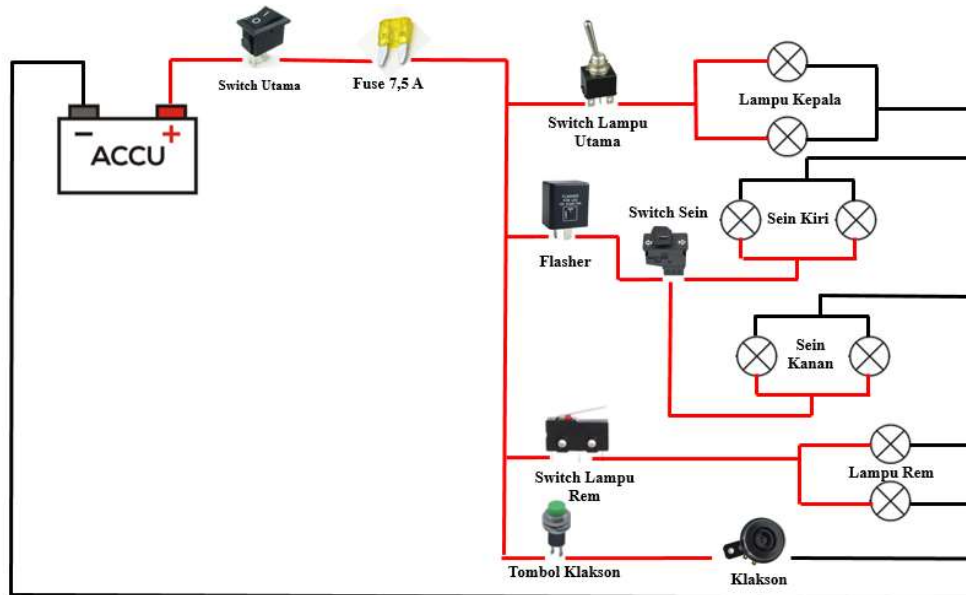
4.2.1 Pembuatan Panel *Mainboard*

Panel *mainboard* merupakan tatakan yang dibuat untuk pijakan *switch* dan sakelar kelistrikan *body*. Untuk switch lampu rem dipasang pada pijakan rem.



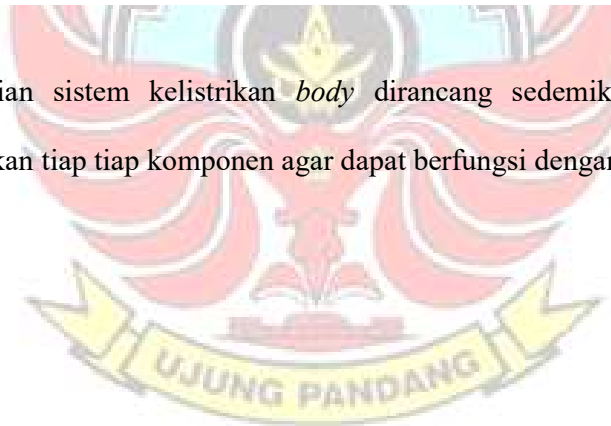
Gambar 4. 5 Panel *Mainboard*

4.2.2 Perakitan Sistem Kelistrikan *Body*



Gambar 4. 6 Hasil Desain Rangkaian Sistem Kelistrikan *Body*

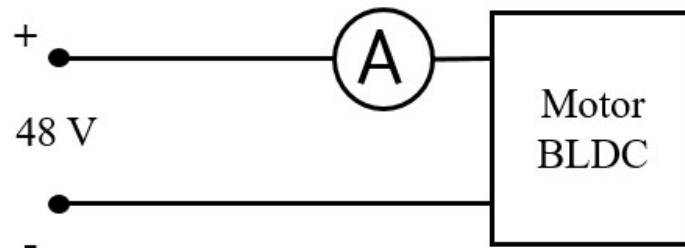
Rangkaian sistem kelistrikan *body* dirancang sedemikian rupa dengan menghubungkan tiap tiap komponen agar dapat berfungsi dengan baik.



4.3 Hasil Pengujian

4.3.1 Pengujian Konsumsi Daya Baterai 48 V pada Motor BLDC

Pengujian ini bertujuan untuk menghitung konsumsi arus, tegangan dan daya motor BLDC pada kecepatan yang berbeda.



Gambar 4. 7 Rangkaian Pengukuran Arus pada Motor BLDC



Gambar 4. 8 Contoh Pengukuran Arus pada Kecepatan 25 %

Tabel 4. 2 Data Pengujian Konsumsi Motor BLDC

Percobaan Ke -	Kecepatan		Arus (I)	Tegangan (V)	Daya (P)
	Perkiraan Kecepatan (%)	Keterangan			
1	0%	Diam	0.2 A	46.94 V	9.3 W
2	25%	Rendah	1.8 A	46.90 V	84.4 W
3	50%	Sedang	1.9 A	46.25 V	87.8 W
4	70%	Tinggi	2.0 A	49.61 V	99.2 W

Analisa beban konsumsi pada motor BLDC dengan menggunakan baterai 48

Volt dapat dihitung dengan memakai persamaan (2.1) :

$$P = V \times I$$

Maka,

- Perhitungan beban pada perkiraan kecepatan 0 %

$$P = 46.94 \times 0.2$$

$$= 9.3 \text{ watt}$$

- Perhitungan beban pada perkiraan kecepatan 25 %

$$P = 46.90 \times 1.8$$

$$= 84.4 \text{ watt}$$

- Perhitungan beban pada perkiraan kecepatan 50 %

$$P = 46.25 \times 1.9$$

$$= 87.8 \text{ watt}$$

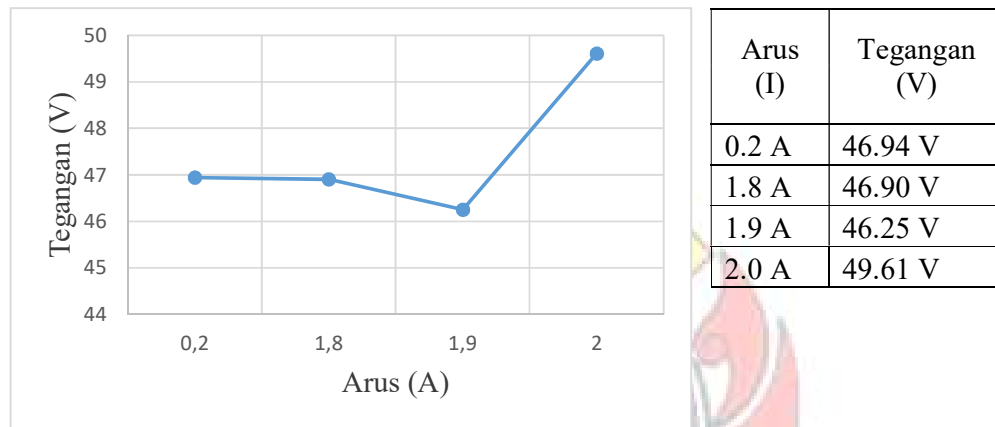
- Perhitungan beban pada perkiraan kecepatan 70 %

$$P = 49.61 \times 2.0$$

$$= 99.2 \text{ watt}$$

Setelah melakukan pengukuran arus, tegangan dan perhitungan daya, maka dapat digambarkan hubungan antara kecepatan, arus, tegangan dan daya seperti dalam gambar 4.9 sampai dengan gambar 4.14 :

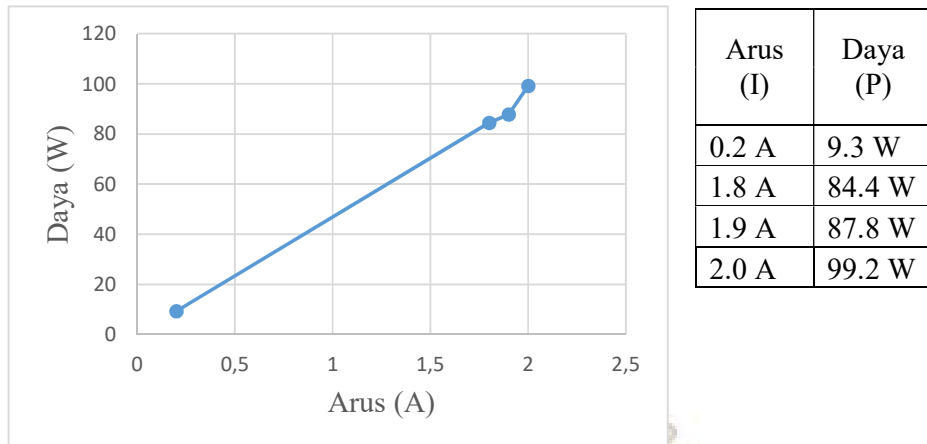
1. Menentukan hubungan antara arus dan tegangan pada pengujian baterai 48 V untuk motor BLDC



Gambar 4. 9 Hubungan Antara Arus dan Tegangan pada Pengujian Baterai 48 V untuk Motor BLDC

Dari gambar 4.9, disimpulkan bahwa apabila arus semakin tinggi, maka tegangan akan semakin berkurang sesuai dengan sifat sumber tegangan. Namun pada salah satu percobaan dengan besar arus 2 A terdapat penyimpangan tegangan yang menyalahi teori atau karakteristik luar sebuah sumber tegangan yaitu 49.61 V. Kemungkinan hal ini disebabkan oleh gaya gesekan antara roda dan permukaan tanah yang menyebabkan motor BLDC semakin sulit berputar sehingga pemakaian arus semakin tinggi dengan tegangan yang tidak stabil.

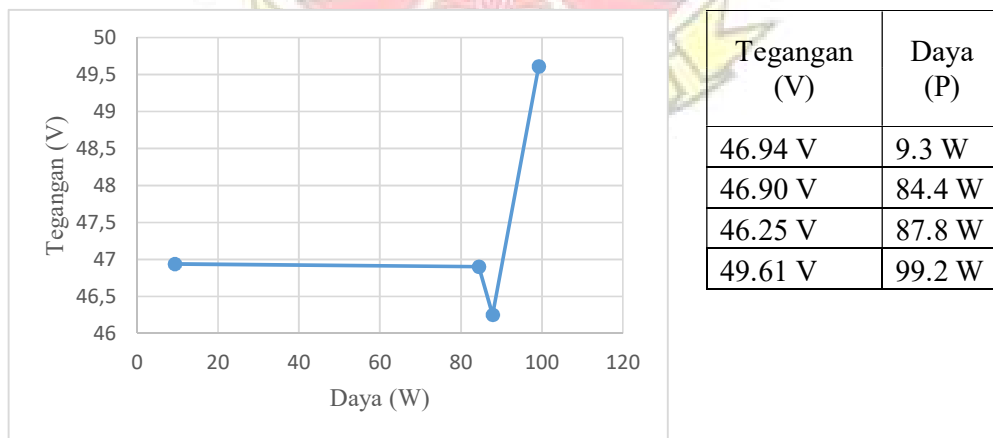
2. Menentukan hubungan antara arus dan daya pada pengujian baterai 48 V untuk motor BLDC



Gambar 4. 10 Hubungan Antara Arus dan Daya pada Pengujian Baterai 48 V untuk Motor BLDC

Dari gambar 4.10, disimpulkan bahwa apabila arus semakin besar maka konsumsi daya juga semakin besar.

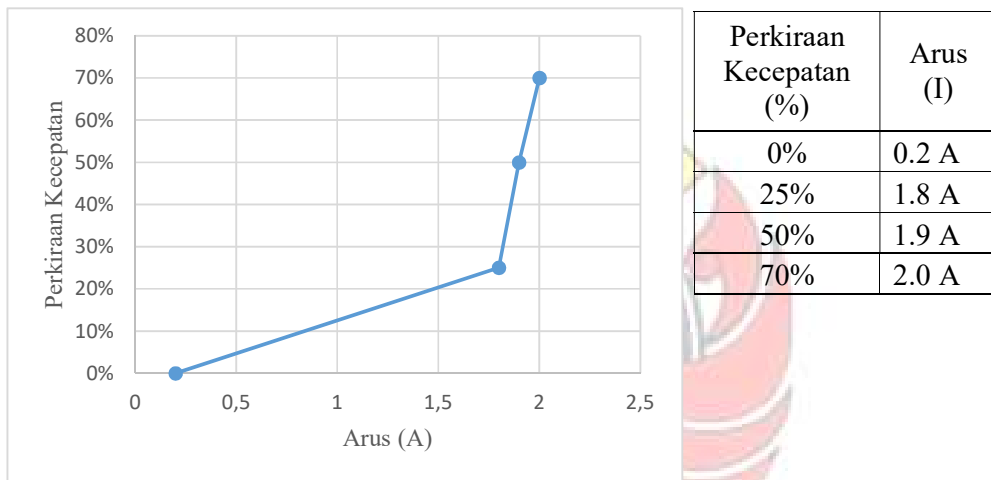
3. Menentukan hubungan antara daya dan tegangan pada pengujian baterai 48 V untuk motor BLDC



Gambar 4. 11 Hubungan Antara Daya dan Tegangan pada Pengujian Baterai 48 V untuk Motor BLDC

Dari gambar 4.11 dapat disimpulkan bahwa semakin besar konsumsi daya, maka tegangan akan semakin berkurang. Namun, karena tegangan yang tidak stabil akibat gaya gesekan yang terjadi antara roda dan permukaan tanah, maka terjadi pelonjakan tegangan yang menyimpang pada percobaan terakhir.

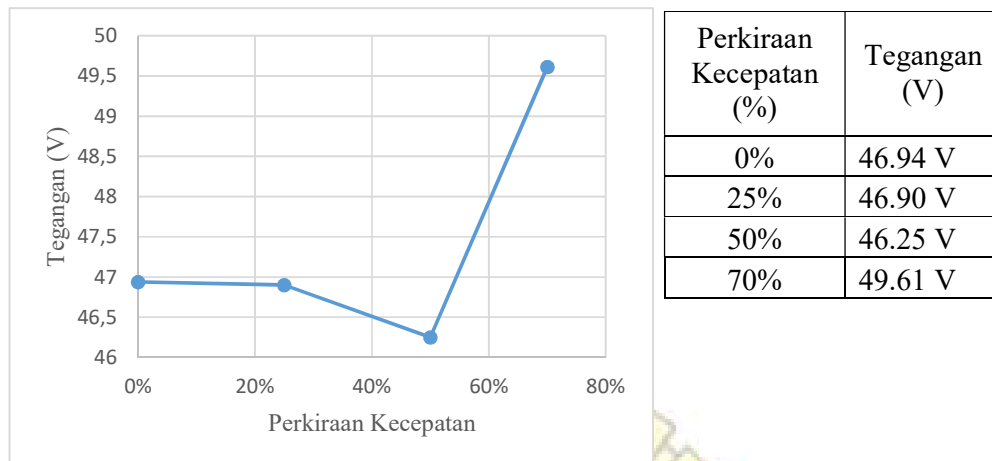
4. Menentukan hubungan antara arus dan kecepatan pada pengujian baterai 48 V untuk motor BLDC



Gambar 4. 12 Hubungan Antara Arus dan Kecepatan pada Pengujian Baterai 48 V untuk Motor BLDC

Dari gambar 4.12 disimpulkan bahwa konsumsi arus akan semakin tinggi apabila kecepatan juga semakin kencang. Dapat dilihat juga, bahwa pada perkiraan kecepatan 0% atau dalam kondisi diam tanpa kecepatan, arus akan tetap mengalir apabila kondisi baterai dan motor BLDC terhubung aktif.

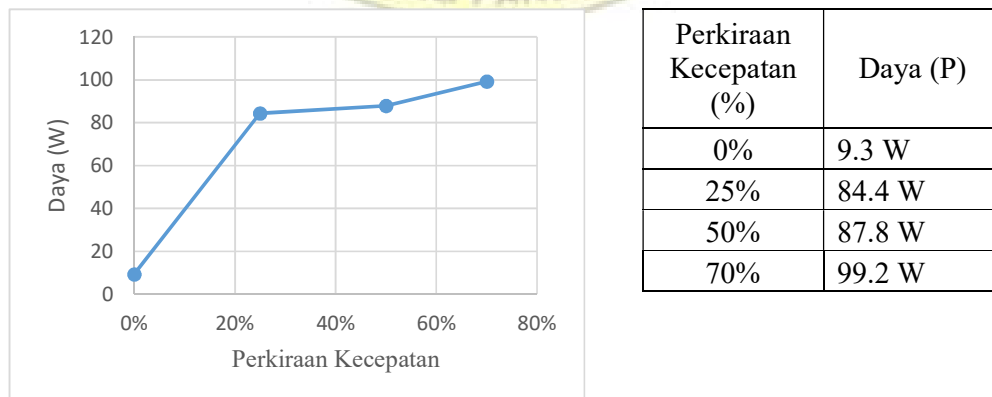
5. Menentukan hubungan antara tegangan dan kecepatan pada pengujian baterai 48 V untuk motor BLDC



Gambar 4. 13 Hubungan Antara Tegangan dan Kecepatan pada Pengujian Baterai 48 V untuk Motor BLDC

Dari gambar 4.13, disimpulkan bahwa pengukuran tegangan tidak stabil terhadap perkiraan kecepatan yang sudah ditentukan. Diasumsikan bahwa terjadi penyimpangan tegangan akibat gaya gesekan antara roda dan permukaan tanah.

6. Menentukan Hubungan antara daya dan kecepatan pada pengujian baterai 48 V untuk motor BLDC



Gambar 4. 14 Hubungan Antara Daya dan Kecepatan pada Pengujian Baterai 48 V untuk Motor BLDC

Dari gambar 4.14 dapat disimpulkan bahwa semakin kencang kecepatan yang dihasilkan oleh motor BLDC maka semakin besar pula konsumsi daya yang digunakan.

4.3.2 Pengujian Ketahanan Baterai 48 V pada Motor BLDC

Setelah mengetahui beban pada motor BLDC, maka perlu dilakukan perhitungan ketahanan baterai untuk mengetahui daya tahan baterai 48 V dalam satu satuan waktu. Beban atau daya yang digunakan diketahui dari perhitungan yang dilakukan pada Sub Bab 4.3.1

Tabel 4. 3 Data Beban Motor BLDC dan Kapasitas Baterai

Percobaan Ke -	Kecepatan		Daya (P)	Kapasitas Baterai
	Perkiraan Kecepatan (%)	Keterangan		
1	0%	Diam	9.3 W	48 Volt 36 Ah 1.728 Wh
2	25%	Rendah	84.4 W	
3	50%	Sedang	87.8 W	
4	70%	Tinggi	99.2 W	

Perhitungan daya tahan baterai dapat dirumuskan dengan menerapkan persamaan

(2.4) :

$$t = \frac{\text{Kapasitas Baterai}}{\text{Daya Beban}}$$

- Perhitungan daya tahan baterai pada perkiraan kecepatan 0 %

$$t = \frac{1.728}{9.3} = 185.8 \text{ jam}$$

- Perhitungan daya tahan baterai pada perkiraan kecepatan 25 %

$$t = \frac{1.728}{84.4} = 20.4 \text{ jam}$$

- Perhitungan daya tahan baterai pada perkiraan kecepatan 50 %

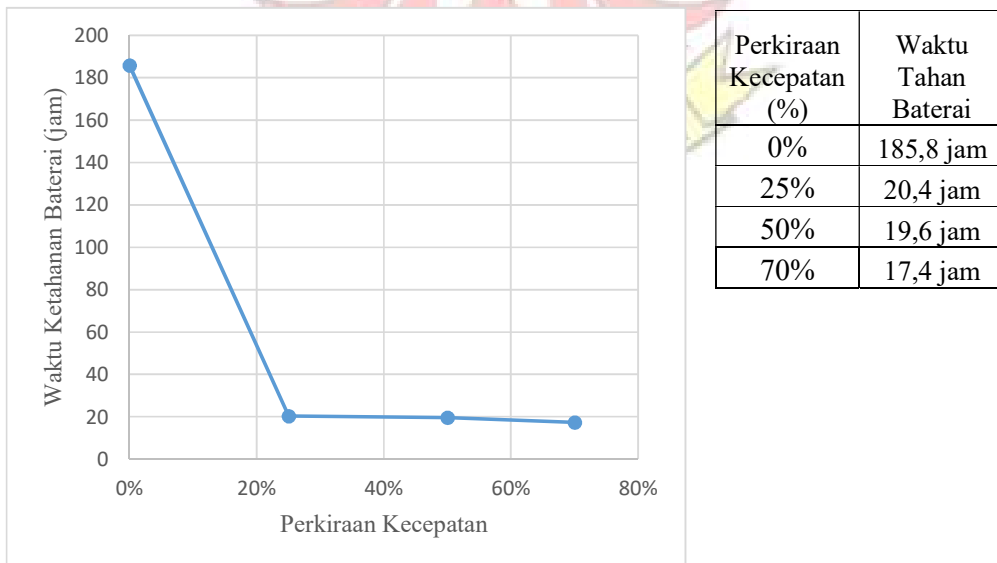
$$t = \frac{1.728}{87.8} = 19.6 \text{ jam}$$

- Perhitungan daya tahan baterai pada perkiraan kecepatan 70 %

$$t = \frac{1.728}{99.2} = 17.4 \text{ jam}$$

Setelah melakukan perhitungan konsumsi daya tahan baterai, maka dapat digambarkan hubungan hubungan antara kecepatan, daya dan waktu seperti dalam gambar 4.15 sampai dengan gambar 4.16 :

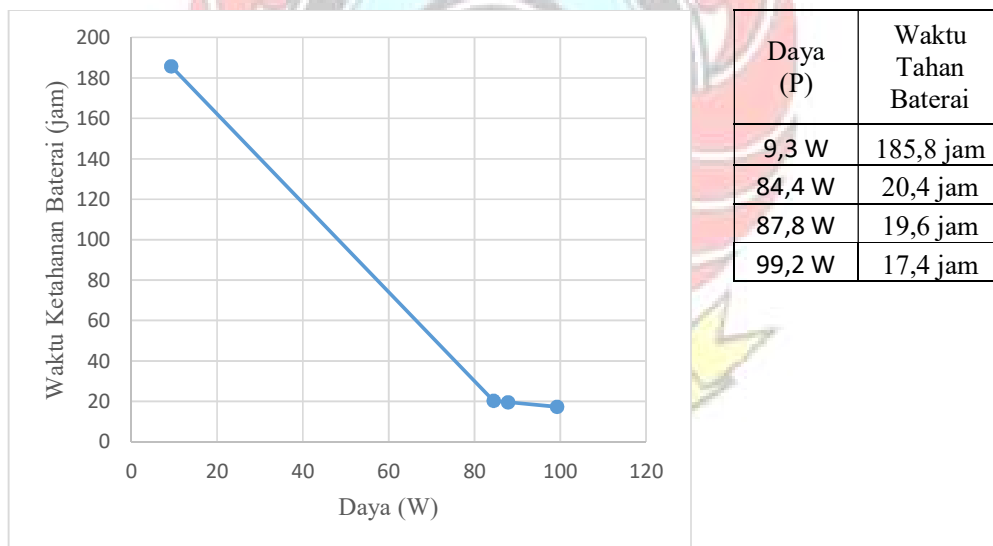
1. Menentukan hubungan antara waktu ketahanan baterai dan kecepatan pada pengujian baterai 48 V untuk motor BLDC



Gambar 4. 15 Hubungan Antara Waktu Ketahanan Baterai dan Kecepatan pada Pengujian Baterai 48 V untuk Motor BLDC

Dari data diatas dapat disimpulkan bahwa waktu ketahanan baterai sangat berpengaruh terhadap kecepatan yang digunakan untuk menjalankan motor BLDC. Semakin kencang kecepatan yang digunakan, maka waktu tempuh akan semakin sedikit sehingga kapasitas baterai akan cepat habis. Dapat dilihat pula bahwa pada kondisi perkiraan kecepatan 0% (keadaan diam), baterai dapat bertahan ± 185 jam lamanya.

- Menentukan hubungan antara waktu ketahanan baterai dan konsumsi daya pada pengujian baterai 48 V untuk motor BLDC

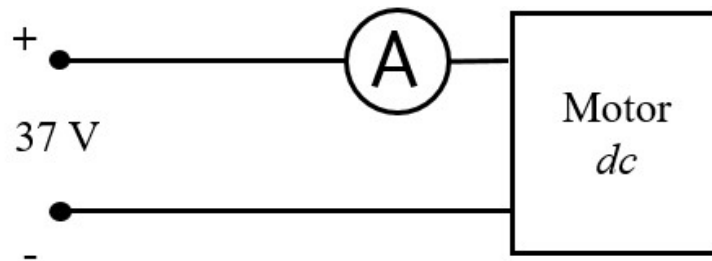


Gambar 4. 16 Hubungan Antara Waktu Ketahanan Baterai dan Daya pada Pengujian Baterai 48 V untuk Motor BLDC

Dari data diatas dapat ditarik kesimpulan bahwa semakin besar konsumsi daya pada motor BLDC maka semakin sedikit waktu ketahanan pada baterai, dengan kata lain kapasitas baterai lebih cepat melemah apabila konsumsi daya lebih besar.

4.3.3 Pengujian Konsumsi Daya Baterai 37 V pada Motor *dc*

Pengujian ini bertujuan untuk menghitung konsumsi arus, tegangan dan daya motor *dc* pada saat digunakan untuk membelokkan mobil ke kiri dan kanan juga untuk perputaran *body* mobil.



Gambar 4. 17 Rangkaian Pengukuran Arus pada Motor *dc*



Gambar 4. 18 Contoh Pengukuran Arus
Pembelokan ke Kanan

Tabel 4. 4 Data Pengujian Konsumsi Motor *dc*

No	Jenis Pengujian	Arus (I)	Tegangan (V)	Daya (P)
1	Pembelokan Ke Kanan	2.4 A	39.9 V	95.7 W
2	Pembelokan Ke Kiri	3.9 A	38.4 V	149.7 W
3	Perputaran <i>Body</i>	1.9 A	37.1 V	70.4 W

Dari data diatas, nilai tegangan diketahui melalui pengukuran langsung menggunakan avometer digital dan nilai arus diketahui melalui pengukuran langsung menggunakan tang ampere. Nilai tersebut di ukur pada saat kondisi baterai 37 V dan motor *dc* terhubung aktif.

Analisa beban konsumsi pada motor *dc* dengan menggunakan baterai 37 Volt dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (2.1) :

$$P = V \times I$$

Maka,

- Perhitungan beban pada saat mobil listrik berbelok ke kanan

$$P = 39.9 \times 2.4$$

$$= 95.7 \text{ watt}$$

- Perhitungan beban pada saat mobil listrik berbelok ke kiri

$$P = 38.4 \times 3.9$$

$$= 149.7 \text{ watt}$$

- Perhitungan beban pada saat perputaran *body*

$$P = 37.1 \times 1.9$$

$$= 70.4 \text{ watt}$$

Setelah melakukan perhitungan konsumsi beban pada motor *dc*, maka terdapat beberapa kesimpulan, yaitu arus yang mengalir pada perputaran mobil ke kiri dan ke kanan memiliki selisih yang jauh berbeda. Hal ini mungkin disebabkan oleh gaya gesekan yang terjadi antara ban dan permukaan jalan saat dilakukan pengujian pengukuran arus. Selain itu, kemungkinan terjadi ketidak simetrisan pada bagian mekanik antara mobil listrik bagian kiri dan kanan.

Untuk perbandingan penggunaan arus pada saat melakukan pembelokan dan perputaran *body* kemungkinan dipengaruhi oleh jumlah motor *dc* yang digunakan. Motor *dc* yang digunakan untuk belok kiri sebanyak 2 buah dan belok kanan sebanyak 2 buah pula, sedangkan untuk perputaran *body* hanya menggunakan satu buah motor *dc* saja sehingga arus pada perputaran *body* lebih kecil dibanding arus saat pembelokan. Selain itu, untuk melakukan perputaran *body* terdapat titik tumpu ditengah *body* mobil. Titik tumpu ini yang berfungsi untuk menggerakkan putaran *body* pada mobil, sehingga beban (massa) pada saat perputaran mobil tidak seberat saat melakukan pembelokan.

Dari hasil perhitungan di atas, dapat dilihat juga bahwa arus mempengaruhi daya (beban) konsumsi motor *dc*. Apabila arus semakin besar, maka beban konsumsi semakin besar pula.

4.3.4 Pengujian Ketahanan Baterai 37 V pada Motor *dc*

Setelah mengetahui beban pada motor *dc*, maka perlu dilakukan perhitungan ketahanan baterai untuk mengetahui daya tahan baterai dalam satuan waktu. Beban atau daya yang digunakan merupakan hasil dari perhitungan pada Sub Bab 4.3.3

Tabel 4. 5 Data Beban Motor *dc* dan Kapasitas Baterai

No	Jenis Pengujian	Daya (P)	Kapasitas Baterai
1	Pembelokan Ke Kanan	95.7 W	37 Volt 30 Ah 1.110 Wh
2	Pembelokan Ke Kiri	149.7 W	
3	Perputaran <i>Body</i>	70.4 W	

Perhitungan daya tahan baterai dapat dirumuskan memakai persamaan (2.4) :

$$t = \frac{\text{Kapasitas Baterai}}{\text{Daya Beban}}$$

- Perhitungan daya tahan baterai pada saat mobil listrik berbelok ke kanan

$$t = \frac{1.110}{95.7} = 11.5 \text{ jam}$$

- Perhitungan daya tahan baterai pada saat mobil listrik berbelok ke kiri

$$t = \frac{1.110}{149.7} = 7.4 \text{ jam}$$

- Perhitungan daya tahan baterai pada saat perputaran *body*

$$t = \frac{1.110}{70.4} = 15.7 \text{ jam}$$

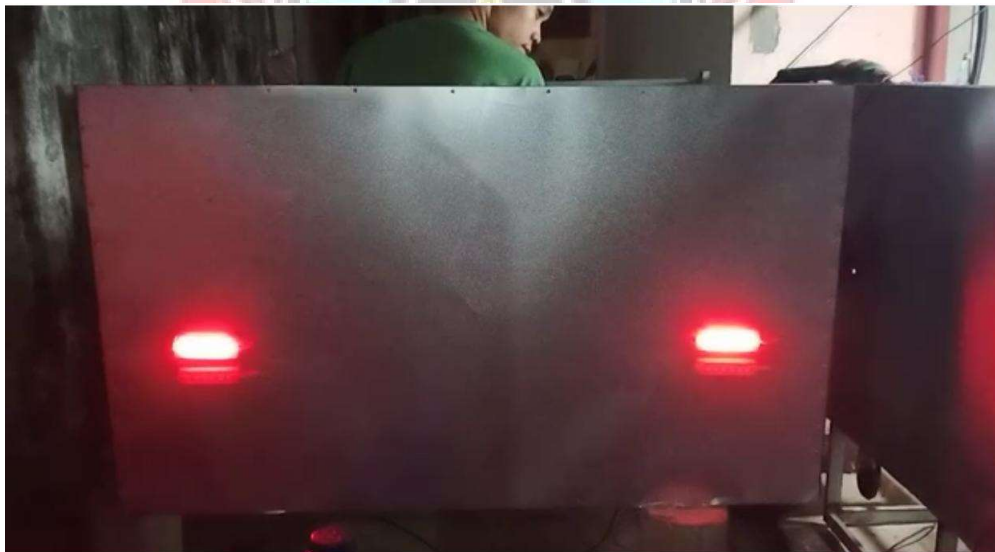
Dari data diatas, dapat disimpulkan bahwa daya tahan baterai pada kondisi terhubung dapat digunakan maksimal ± 15 jam dengan pemakaian terus menerus. Namun, pada keadaan yang sebenarnya motor *dc* tidak digunakan secara terus menerus melainkan pada keadaan tertentu seperti berbelok maupun melakukan perputaran pada *body*. Jadi, pemakaian baterai diasumsikan dapat digunakan lebih dari 15 jam.

4.3.5 Pengujian Sistem Kelistrikan *Body*

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah tiap tiap sistem pada kelistrikan *body* dapat berfungsi dengan baik atau tidak. Pengujian ini dilakukan dengan menyambungkan switch atau sakelar dengan aki 12 volt kemudian mengaktifkan sakelar on/off. Kemudian untuk menguji tiap tiap komponen, maka perlu mengaktifkan masing masing dari sakelar pendukung.

Tabel 4. 6 Hasil Pengujian Kelistrikan *Body*

No	Nama Komponen	Berfungsi	
		Ya	Tidak
1	Lampu Utama	√	-
2	Lampu Rem	√	-
3	Lampu Sein	√	-
4	Klakson	√	-

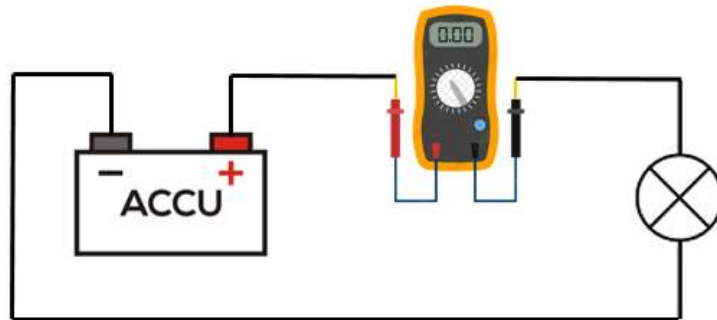


Gambar 4. 19 Pengujian Lampu Rem pada Body Mobil

4.3.6 Pengujian Beban Pemakaian Sistem Kelistrikan *Body*

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui beban masing-masing pada sistem kelistrikan *body* sehingga dapat diperoleh beban total yang akan memengaruhi daya

tahan aki. Pengukuran beban pemakaian kelistrikan dilakukan dengan mengukur langsung arus pada rangkaian kelistrikan menggunakan alat ukur avometer. Berikut rangkaian pengukuran penggunaan avometer yang dirangkai secara seri.



Gambar 4. 20 Bentuk Pengukuran Menggunakan Avometer

Tabel 4. 7 Hasil Pengukuran Arus Kelistrikan *Body*

No	Aksesoris	Arus	
		Miliampere	Ampere
1	Lampu Utama	220.7 mA	0.2207 A
2	Lampu Sein (Kiri)	85.5 mA	0.0855 A
3	Lampu Sein (Kanan)	83.5 mA	0.0835 A
4	Lampu Rem	87.2 mA	0.0872 A
5	Klakson	237.9 mA	0.2379 A



Gambar 4. 21 Contoh Pengukuran Arus pada Lampu Rem

Setelah melakukan pengukuran, diperoleh hasil arus dari masing masing rangkaian dengan tegangan dari aki yaitu 12 V. Sehingga, dapat dilakukan perhitungan daya listrik masing-masing rangkaian sebagai berikut :

- Perhitungan daya listrik dari 2 lampu utama

$$\begin{aligned} P &= 2 (V \times I) \\ &= 2 (12 \times 0,2207) \\ &= 2 \times 2,6484 \text{ watt} \\ &= 5,2968 \text{ watt} \end{aligned}$$

- Perhitungan daya listrik dari 2 lampu sein (kiri)

$$\begin{aligned} P &= 2 (V \times I) \\ &= 2 (12 \times 0,0855) \\ &= 2 \times 1,026 \text{ watt} \end{aligned}$$

$$= 2,052 \text{ watt}$$

- Perhitungan daya listrik dari 2 lampu sein (kanan)

$$P = 2 (V \times I)$$

$$= 2 (12 \times 0,0835)$$

$$= 2 \times 1,002 \text{ watt}$$

$$= 2,004 \text{ watt}$$

Jadi, jumlah daya total pada lampu sein $2,052 \text{ watt} + 2,004 \text{ watt} = 4,056 \text{ watt}$

- Perhitungan daya listrik dari 2 lampu rem

$$P = 2 (V \times I)$$

$$= 2 (12 \times 0,0872)$$

$$= 2 \times 1,0464 \text{ watt}$$

$$= 2,0928 \text{ watt}$$

- Perhitungan daya listrik dari klakson

$$P = V \times I$$

$$= 12 \times 0,2379$$

$$= 2,8548 \text{ watt}$$

Setelah dilakukan perhitungan daya pada masing masing rangkaian, maka

dapat diperoleh daya total pada kelistrikan body :

$$P_{\text{tot}} = 5,2968 + 4,056 + 2,0928 + 2,8548 = 14,3004 \text{ watt}$$

Menghitung daya tahan aki untuk kelistrikan *body*

Kapasitas baterai : 3,5 Ah

Daya (P) pada aki : $3,5 \times 12 = 42 \text{ watt hours (Wh)}$

Jadi, dapat diasumsikan bahwa apabila seluruh kelistrikan *body* menyala, maka akan membutuhkan 42 Wh. Sehingga daya tahan aki adalah :

$$t = \frac{\text{Kapasitas Baterai}}{\text{Daya Beban}} = \frac{42}{14,3004} = 2.9 \text{ jam}$$

Perhitungan diatas merupakan waktu yang dapat digunakan apabila sistem kelistrikan *body* digunakan secara bersamaan dan terus menerus. Namun pada dasarnya, sistem kelistrikan *body* tidak digunakan sedemikian sering. Sehingga, dapat disimpulkan bahwa aki dapat bertahan lebih dari 2.9 jam.



BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dalam tugas akhir ini telah dilakukan rancang bangun sistem kelistrikan pada mobil listrik *omnidirection*. Sistem kelistrikan yang telah dirancang bangun pada penelitian ini adalah suplai kelistrikan berupa kumpulan baterai lithium ion 48 volt sebagai sumber daya motor BLDC dan kumpulan baterai lithium ion 37 volt sebagai sumber daya motor *dc*. Terdapat pula aki 12 V sebagai sumber daya pada kelistrikan *body*. Kelistrikan *body* yang dimaksud yaitu lampu-lampu dan klakson.

Dari hasil pengujian motor BLDC, disimpulkan bahwa baterai 48 V mampu menyuplai motor BLDC dibuktikan dengan cara mengoperasikan mobil menggunakan beberapa kecepatan, sehingga terdapat tegangan dan arus yang dapat diukur menggunakan ampere meter.

Dari hasil pengujian motor *dc*, disimpulkan bahwa baterai 37 V mampu menyuplai motor *dc* dibuktikan dengan cara mengoperasikan sistem yang berkaitan dengan motor *dc*, dalam hal ini yaitu melakukan pembelokan ke kiri, ke kanan dan perputaran *body*.

Dari hasil pengujian sistem kelistrikan *body*, disimpulkan bahwa aki 12 V mampu mengoperasikan seluruh komponen sistem kelistrikan *body* dibuktikan dengan berfungsinya seluruh rangkaian kelistrikan *body* sesuai kegunaan masing-masing.

5. 2 Saran

Rancang Bangun Sistem Kelistrikan pada Mobil Listrik Omnidirection untuk Penggunaan di Terminal Bandar Udara secara keseluruhan masih memiliki beberapa kekurangan. Oleh sebab itu, beberapa hal yang dapat dikembangkan kedepannya pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Membuat rumah atau alat yang dapat menjaga keamanan baterai lithium ion, karena apabila kapasitas baterai *drop*, dapat mempengaruhi satu baris baterai, sehingga harus mengganti satu baris baterai lithium ion
2. Memperhatikan massa total pada mobil listrik, hal ini berpengaruh pada pemilihan motor penggerak. Semakin tinggi spesifikasi motor penggerak, maka semakin tinggi pula spesifikasi baterai. Sehingga membutuhkan biaya yang lebih mahal. Pemilihan bahan baku yang lebih ringan sangat disarankan untuk membuat mobil listrik.
3. Kapasitas baterai terbatas sesuai jumlah arus yang dihasilkan oleh baterai. Maka dari itu, pemilihan baterai dengan kapasitas arus yang lebih tinggi di sarankan agar baterai dapat bertahan dengan waktu pemakaian yang lebih lama.

DAFTAR PUSTAKA

- Chapman, Becky. 2019. *How Does a Lithium-Ion Battery work?*. (Online). (<https://letstalkscience.ca/educational-resources/stem-in-context/how-does-a-lithium-ion-battery-work>, diakses 3 Maret 2021)
- Herdianto, Radityo. 2019. *Biar Tahu Nih. Sistem Isi Ulang Daya Baterai di Mobil Listrik*. (Online). (<https://www.gridoto.com/read/221816086/biar-tahu-nih-sistem-isi-ulang-daya-baterai-di-mobil-listrik>, diakses 3 Maret 2021).
- Juan. 2017. *Fungsi Lampu Kepala dan Fungsi Reflektor serta Kaca Bias Lampu Kepala*. (Online). (<https://www.teknik-otomotif.com/2017/09/fungsi-lampu-kepala-dan-fungsi.html>, diakses 13 Maret 2021)
- Montirpedia. 2020. *Fungsi Sekring (Fuse) dan Fusible Link Pada Mobil*. (Online). (<https://www.montirpintar.com/2020/08/fungsi-sekring-fuse-dan-fusible-link.html>, diakses 13 Maret 2021)
- Muchta, Amrie. 2018. *Sistem Kelistrikan Body – Fungsi, Komponen, dan Rangkaian*. (Online). (<https://www.autoexpose.org/2018/02/sistem-kelistrikanbody.html#:~:text=Sistem%20kelistrikan%20body%20adalah%20semua,untuk%20melengkapi%20fungsionalitas%20sebuah%20mobil.&text=Sehingga%20dengan%20adanya%20kelistrikan%20body,berfungsi%20dengan%20aman%20dan%20nyaman,> diakses 25 Februari 2021)
- Nugroho, Argon Puji. 2014. *Sistem Charging Pada Mobil Listrik*. Tugas Akhir. (Tidak diterbitkan). Batam: Politeknik Negeri Batam. (Online). (<https://repository.polibatam.ac.id/upload/download-gan?link=vz8pyCF6ay>, diakses 21 Februari 2021)
- Ramananda, Gede. 2021. *Sejarah dan Perkembangan Mobil Listrik di Dunia yang Perlu Diketahui*. (Online). (<https://garasi.id/artikel/sejarah-dan-perkembangan-mobil-listrik-di-dunia-yang-perlu-diketahui/5d26f2073fa6ae024f17c231>, diakses 2 Maret 2021)
- Soegiarto, Alvin. 2018. *Graphene-Battery, Baterai Masa Depan*. (Online). (<https://base.binus.ac.id/2018/04/27/graphene-battery-baterai-masa-depan/>, diakses 3 Maret 2021)
- Tim Website UNY. 2019. *Mahasiswa D3 Teknik Mesin Kembangkan Prototipe Mesin Spot Welding*. (Online). (<https://www.uny.ac.id/berita/mahasiswa-d3-teknik-mesin-kembangkan-prototipe-mesin-spot-welding>, diakses 16 September 2021)

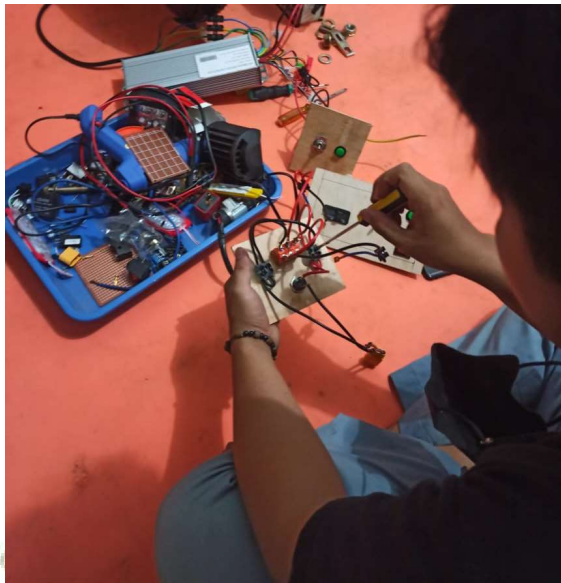
LAMPIRAN



Lampiran 1 Perakitan Baterai Lithium Ion



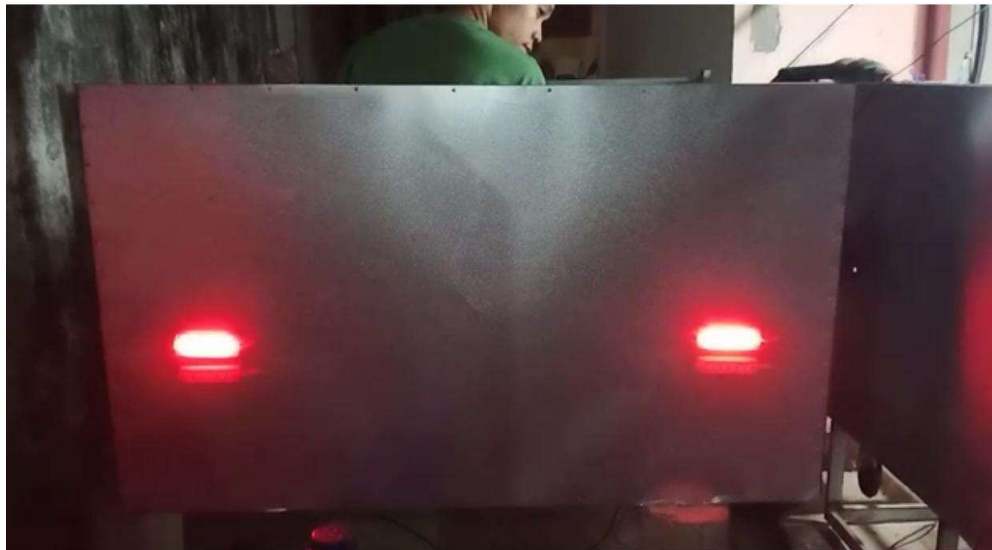
Lampiran 2 Pemasangan Display Ammeter



Lampiran 3 Pembuatan Panel Mainboard



Lampiran 4 Pengujian Lampu Sein
Menggunakan Aki



Lampiran 5 Pengujian Lampu Rem pada Bodi Mobil



Lampiran 6 Pengujian Lampu Utama pada Bodi Mobil



Lampiran 7 Pengukuran Arus Lampu Utama



Lampiran 8 Pengukuran Arus Lampu Sein (Kiri)



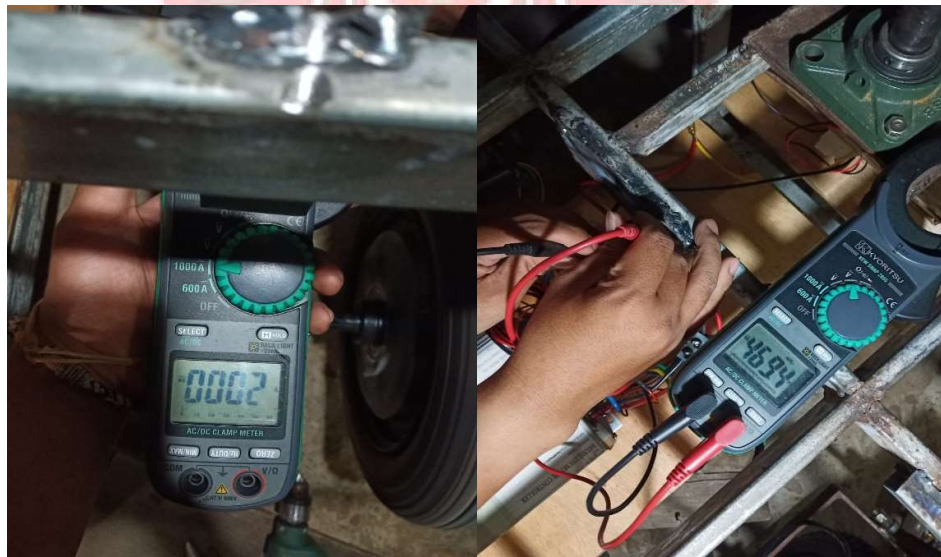
Lampiran 9 Pengukuran Arus Lampu Sein (Kanan)



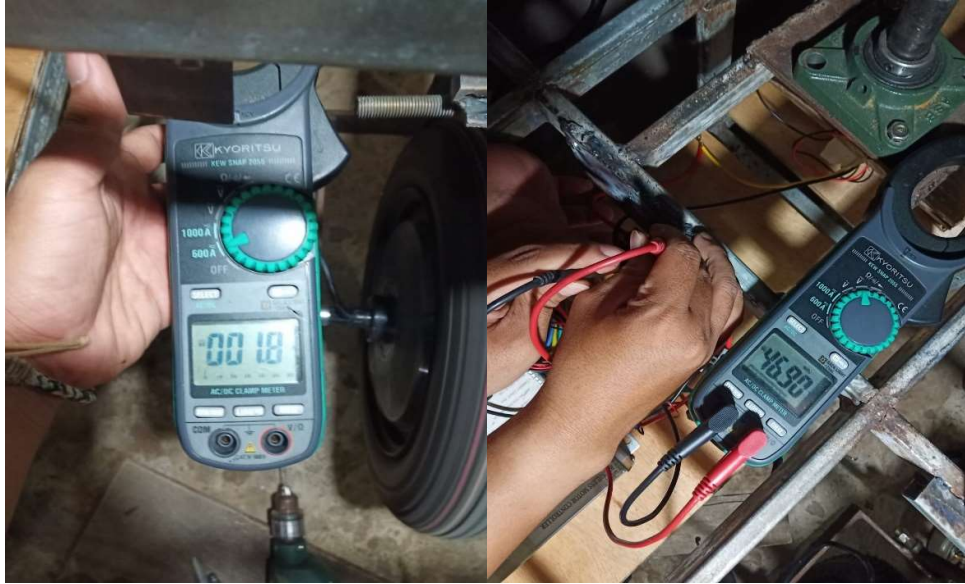
Lampiran 10 Pengukuran Arus Lampu Rem



Lampiran 11 Pengukuran Arus Klakson



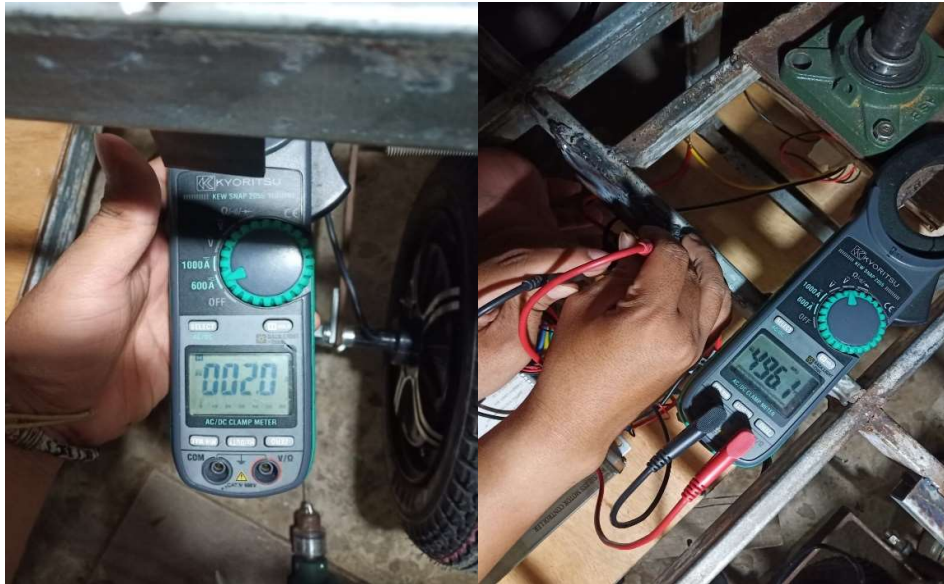
Lampiran 12 Pengukuran Arus dan Tegangan Motor BLDC Kecepatan 0 %



Lampiran 13 Pengukuran Arus dan Tegangan Motor BLDC Kecepatan 25 %



Lampiran 14 Pengukuran Arus dan Tegangan Motor BLDC Kecepatan 50 %



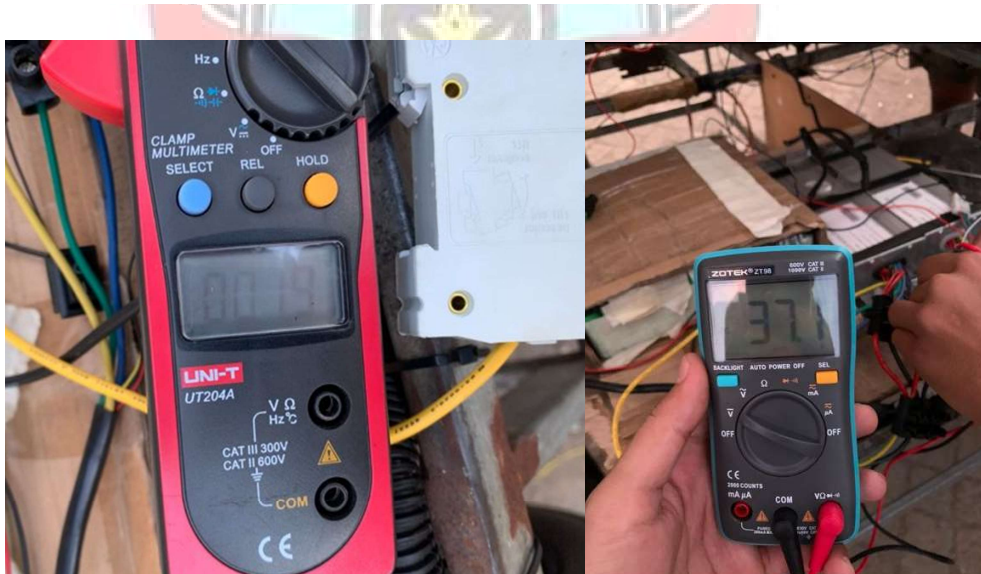
Lampiran 15 Pengukuran Arus dan Tegangan Motor BLDC Kecepatan 70 %



Lampiran 16 Pengukuran Arus dan Tegangan Motor *dc* Pembelokan ke Kanan



Lampiran 17 Pengukuran Arus dan Tegangan Motor *dc* Pembelokan ke Kiri



Lampiran 18 Pengukuran Arus dan Tegangan Motor *dc* Putaran *Body*



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG

Jln. Perintis Kemerdekaan Km 10, Makassar 90245

☎ (0411) 585365, 585367, 585368 Fax (586043)

E-mail: pnup@poliupg.ac.id

Home page: <http://www.poliupg.ac.id>

LEMBAR ASISTENSI SKRIPSI TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa : 1. Moch. Alif Afdilah Saldi (444 20 078)

2. Vizhabella Alvionetta Asrovie (444 20 095)

Judul Skripsi : Rancang Bangun Sistem Kelistrikan Mobil Listrik *Omnidirection*
untuk Penggunaan di Terminal Bandar Udara

No	Hari/Tanggal	Uraian Revisi	Paraf
1	Selasa, 20 April 2021	Pembelajaran Materi mobil listrik	
2	Selasa, 20 April 2021	Materi rpm motor.	
3	Minggu, 5 Sept 2021	- Bab 1-3 - Daftar pustaka - Daftar lampiran	
4	Minggu, 5 Sept 2021	Bab 4 : pembelajaran materi arus baterai	
5	Jumat, 10 Sept 2021	Bab 4 : penulisan dan data baterai litium 100 48 volt.	
6	Kamis, 16 Sept 2021	Bab 4 : Data baterai litium 36V. - Penulisan bab 4 - Persamaan Rumus.	
7	Selasa, 22 Sept 2021	Bab 4 : - diagram linier hasil pengujian baterai litium 48 V. - Pembahasan pengujian.	
8	Selasa, 22 Sept 2021	: Diagram linier untuk BLDC.	
9	24. Sept 2021	ace	

Makassar, 24/September 2021

Dosen Pengarah,

Ir. Remigius Tandioga, M.Eng. Sc.
NIP. 19621210 1999003 1 005



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN

POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG

Jln. Perintis Kemerdekaan Km 10, Makassar 90245

☎ (0411) 585365, 585367, 585368 Fax (586043)

E-mail: pnup@poliupg.ac.id

Home page: <http://www.poliupg.ac.id>

LEMBAR ASISTENSI SKRIPSI TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa : 1. Moch. Alif Afdilah Saldi (444 20 078)
2. Vizhabella Alvionetta Asrovie (444 20 095)

Judul Skripsi : Rancang Bangun Sistem Kelistrikan Mobil Listrik *Omnidirection* untuk Penggunaan di Terminal Bandar Udara

No	Hari/Tanggal	Uraian Revisi	Paraf
1.	Jumat, 02 Sept 2021	Tambahkan data arus maksimum yg menunjukkan baterai bisa mensupport kelistrikan.	
2.	Jumert, 02 Sept 2021	- tambah gambar soal melokalkan penyajian.	
3.	Selasa, 14 Sept 2021	- gambar penyajian masih kurang, perlu di tambah	
4.	Selasa, 14 Sept 2021	- lengkapi kesimpulan di sana	
5.	Selasa 14 sept 2021	- sinkroniskan antara bab 2,3,4.	
6.	Sabtu, 18 Sept 2021	- Jadwal penelitian tak usah dimasukkan.	
7.	Sabtu, 18 Sept 2021	- Bab 4 : kecepatan diidentifikasi menggunakan persen.	
8.	Sabtu, 18 Sept 2021	- kesimpulan final point for point.	

Makassar, September 2021

Dosen Pengarah,

Imran Habriansyah, S.ST., M.T.
NIP. 19881005 201903 1 009

Lampiran 20 Lembar Asistensi Skripsi oleh Pembimbing II

LAMPIRAN BERITA ACARA PELAKSANAAN
UJIAN SIDANG SKRIPSI

Nama Mahasiswa : Moch. Alif Afdilah Saldi / Vizhabella Alvionetta Asrovic

NIM : 444 20 078 / 444 20 095

Catatan/Daftar Revisi Penguji:

No.	Nama	Uraian	Tanda Tangan
1.	Dr. Eng. Abdul Kadir Muhammad, ST, M.Eng	- Perbaiki penulisan. - Spesifik sistem yg dibuat.	
2.	Dr. Eng. Ahmad Taufiq, ST, M.T.	- Kemampuan Fisik kelistrikan yg dibuat.	
3.	Ir. Lewi, M.T.	- Kesimpulan, ringkasan disinkronkan dgn. tujuan. - Desain rangkaian katami. - Grafik. - Charger untuk sistem kelistrikan.	 26/10/21
4.	Dr. Ir. Sman Keko, M.T.	- Besaran = yang digunakan. - Perhitungan sm Tabel 4.2	

Makassar, 29 September 2021
Sekretaris Penguji

Ir. Lewi M.T.
NIP. 19650913 199103 1 006

Catatan: Jika ada perubahan Judul Tugas Akhir konfirmasi secepatnya ke bagian Akademik.

Lampiran 21 Lampiran Berita Acara Pelaksanaan Ujian Sidang Skripsi