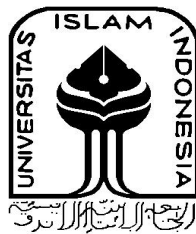


**UJI JALAN KONVERSI MINI ATV LONCIN 125 CC
BERPENGGERAK MOTOR BAKAR MENJADI
BERPENGGERAK MOTOR BLDC 3 KW**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Mesin**



Disusun Oleh :

Nama : Abrori Cahyo Hermawan

No. Mahasiswa : 19525053

NIRM : 1905070017

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA**

2024

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING

**UJI JALAN PADA KONVERSI MINI ATV LONCIN 125 CC
BERPENGGERAK MOTOR BAKAR MENJADI
BERPENGGERAK MOTOR BLDC 3 KW**

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : Abrori Cahyo Hermawan
No. Mahasiswa : 19525053
NIRM : 1905070017

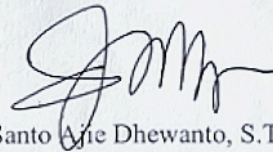
Yogyakarta, 27 Maret 2024

Pembimbing I,



Ir. Donny Suryawan, S.T., M.Eng., IPP

Pembimbing II,



Ir. Santo Arie Dhewanto, S.T., M.M., IPP

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

UJI JALAN PADA KONVERSI MINI ATV LONCIN 125 CC
BERPENGGERAK MOTOR BAKAR MENJADI
BERPENGGERAK MOTOR BLDC 3 KW


TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

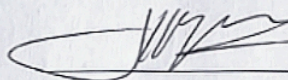
Nama : Abrori Cahyo Hermawan
No. Mahasiswa : 19525053
NIRM : 1905070017

Tim Penguji


Ir. Donny Suryawan, S.T., M.Eng., IPP
Ketua


Tanggal : 3/9/2024

Dr. Ir. Paryana Pusaputra, M.Eng.
Anggota I


Tanggal : 3/9/2024

Ir. Faisal Arif Nurgesang, S.T., M.Sc. IPP
Anggota II


Tanggal : 28/3/2024

Mengetahui

Dekan Fakultas Teknik Mesin



Dr. Mulhaqadul Khafidh, S.T., M.T., IPP

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN NASKAH

Dengan ini saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Abrori Cahyo Hermawan

NIM : 19525053

Prodi : Teknik Mesin

menyatakan bahwa naskah skripsi ini merupakan naskah asli, karya sendiri, belum pernah dipublikasikan, dan tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam referensi. Apabila di kemudian hari terbukti pernyataan ini tidak benar, maka saya sanggup menerima hukuman/sanksi sesuai aturan yang berlaku. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 3 April 2024



Abrori Cahyo Hermawan

HALAMAN PERSEMBAHAN

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini dengan segala kekurangannya. Terima kasih kepada Allah SWT yang memberikan nikmat ilmu, rahmat, dan hidayah-Nya sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik.

Persembahan tugas akhir ini dipersembahkan untuk Bapak, Ibuk, dan kakak yang sudah memberikan *support* dari segi materi maupun lahir batin, dan mendoakan yang terbaik bagi saya. Berkat doa-doa dan *support* yang kalian berikan, saya bisa mengerjakan dan menyelesaikan tugas akhir ini sampai selesai. Selain itu, berkat didikan dan dukungan dari kalian selama ini, saya bisa menjadi pribadi yang kuat, semangat, tangguh, bertanggung jawab, dan disiplin. Berkat kalian juga, saya bisa menyelesaikan studi sarjana dengan lancar.

Tugas akhir ini juga saya persembahkan kepada semua tenaga pendidik terutama dosen pembimbing saya yang mana dengan segala kesabaran mendidik dan memberi arahan masukan yang membangun. Sehingga saya mendapat banyak ilmu-ilmu yang berharga dan membentuk saya menjadi pribadi yang lebih baik.

HALAMAN MOTTO

Tidak dipaksakan, tetapi tetap harus diusahakan

Jika sudah memulai, maka harus diselesaikan

Pendidikan bukanlah keturunan, namun sebuah keteladanan

KATA PENGANTAR ATAU UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan menyebut nama Allah SWT, yang maha pengasih lagi maha penyayang. Puji syukur ke hadirat Allah SWT karena berkat rahmat dan karunia-Nya sehingga laporan Tugas Akhir yang berjudul: “Uji Jalan Konversi Mini ATV **Loncin** 125 cc Berpenggerak Motor Bakar Menjadi Berpenggerak Motor BLDC 3 kW”. Dapat disusun dengan baik sebagai syarat menyelesaikan studi strata-1 Jurusan Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia.

Dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini, disampaikan mengucapkan terima kasih kepada beberapa pihak yang terlibat, memberi arahan, saran dan motivasi. Ucapan terima kasih di sampaikan kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan rahmat serta karunia-Nya sehingga laporan Tugas Akhir ini dapat terselesaikan.
2. Bapak dan Ibu serta kakak tercinta di Yogyakarta yang selalu mendoakan, memberikan masukan serta memberikan semangat.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo, M.T., selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
4. Dr. Ir. Muhammad Khafidh, S.T., M.T., IPP selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
5. Ir. Donny Suryawan, S.T., M.Eng., IPP selaku dosen pembimbing I Tugas Akhir Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
6. Ir. Santo Ajie Dhewanto, S.T., M.M., IPP selaku dosen pembimbing II Tugas Akhir Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
7. Mas Adi, Mas Syafi'i, Bu Umi, dan Bapak Sukirna selaku staf laboran dan staf administrasi Jurusan Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia yang telah banyak membantu semua urusan administrasi selama pengerjaan dan penyusunan laporan Tugas Akhir ini.
8. Awang Nur Fauzi teman satu tim Tugas Akhir yang sudah bekerja sama dengan baik.
9. Irsyad Jannata, Aktaffi Berlian Fazia, Aria Pandu Firmansyah, dan Andika Putra Prasetyo yang telah membantu dan memberikan masukan selama

pelaksanaan Tugas Akhir mulai dari pembuatan alat sampai penyusunan laporan.

10. Kawan-kawan *Javanese Class*, yang menjadi teman seperjuangan dan teman berkeluh kesah selama perkuliahan.
11. Keluarga “Botuna” Palagan, mas Haris, Nanal, Rakha, Zara, dan khususnya Narindra Hanung Purusotama yang sudah menemani dan menghibur selama letihnya mengerjakan Tugas Akhir.
12. Keluarga Teknik Mesin khususnya teman-teman angkatan 2019 Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia selaku tempat bertukar ilmu.
13. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu, yang telah banyak membantu dalam penyusunan laporan ini sampai selesai.

Semoga segala dukungan dan kontribusi yang diberikan dapat dibalas beribu-ribu kali lipat oleh Allah SWT. Aamiin Yaa Robbal ‘Alaamiin.

Akhir kata, pada laporan ini masih banyak kekurangan dalam penulisan. Oleh karena itu mohon maaf jika terdapat kesalahan pada penulisan laporan Tugas Akhir ini, maka dari itu kritik dan saran yang sifatnya membangun demi kesempurnaan akan diterima dengan senang hati. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Yogyakarta, 25 Agustus 2023

Abrori Cahyo Hermawan

ABSTRAK

Kendaraan bermotor merupakan salah satu alat transportasi yang paling banyak digunakan di Indonesia saat ini. Namun, keterbatasan cadangan sumber energi berbasis fosil, serta tuntutan agar kendaraan bermotor lebih ramah lingkungan dan dukungan teknologi telah mendorong hampir semua produsen kendaraan bermotor dunia kembali memusatkan perhatian pada kendaraan bermotor listrik. Konversi Mini ATV berpengerak mesin bakar menjadi berpengerak motor listrik dilakukan untuk mengetahui hasil uji jalan pada proses konversi yang dilakukan hingga Mini ATV dapat berjalan dengan baik. Perakitan perangkat elektrik yang dilakukan antara lain yaitu pemilihan motor listrik serta komponen komponen penting seperti *controller*, baterai, dan perangkat lainnya. Pengujian dilakukan sebatas untuk mengetahui performa Mini ATV setelah dikonversi, meliputi uji tanjakan dengan jarak lintasan 10 meter dan kemiringan lintasan 12°, uji percepatan dengan jarak lintasan 30 meter dan pengujian *top speed*, dan pengujian daya tahan baterai. Dengan pengujian yang dilakukan, Mini ATV hasil konversi dapat memenuhi tujuan dari penelitian ini.

Kata kunci: Mini ATV, uji jalan, kendaraan listrik, konversi

ABSTRACT

Motorized vehicles are one of the most widely used means of transportation in Indonesia today. However, limited reserves of fossil-based energy sources, as well as demands for motorized vehicles to be more environmentally friendly and supported by technology, have encouraged almost all motor vehicle manufacturers in the world to refocus their attention on electric motorized vehicles. The conversion of a Mini ATV powered by a combustion engine to one driven by an electric motorbike was carried out to find out the results of road tests on the conversion process carried out so that the Mini ATV could run well. The assembly of electrical devices includes the selection of electric motors and important components such as controllers, batteries and other devices. Testing was carried out solely to determine the performance of the Mini ATV after conversion, including an incline test with a track distance of 10 meters and a track slope of 12°, an acceleration test with a track distance of 30 meters and top speed testing, and a battery life test. With the tests carried out, the converted Mini ATV can meet the objectives of this research.

Keywords: Mini ATV, road test, electric vehicle, conversion

DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	i
Lembar Pengesahan Dosen Pembimbing	ii
Lembar Pengesahan Dosen Penguji	iii
Halaman Persembahan	iv
Halaman Motto	v
Kata Pengantar atau Ucapan Terima Kasih	vi
Abstrak	viii
<i>Abstract</i>	ix
Daftar Isi	x
Daftar Tabel	xiii
Daftar Gambar	xiv
Daftar Notasi	xvi
Bab 1 Pendahuluan	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian atau Perancangan	3
1.5 Manfaat Penelitian atau Perancangan	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
Bab 2 Tinjauan Pustaka	5
2.1 Kajian Pustaka	5
2.2 Dasar Teori	6
2.2.1 Energi Listrik	6
2.2.2 Motor DC	7
2.2.3 Motor 3 Fasa	7
2.2.4 Motor BLDC	8
2.2.5 <i>Controller</i> pada Motor Listrik	10
2.2.6 Baterai	11
2.2.7 Motor Bakar	13
2.2.8 <i>ATV (All Terrain Vehicle)</i>	14

Bab 3 METODE PENELITIAN	16
3.1 Alur Perancangan	16
3.2 Peralatan dan Bahan	17
3.2.1 Peralatan	17
3.2.2 Bahan	18
3.3 Observasi	20
3.3.1 Komponen Utama Kendaraan Listrik	21
3.3.2 Pemilihan Sistem Penggerak Listrik	21
3.3.3 Pemilihan <i>Controller</i>	21
3.3.4 Pemilihan Baterai	21
3.3.5 Penggunaan Kabel	22
3.4 Kriteria Desain	22
3.5 Perancangan Konversi Mini ATV	22
3.6 Perakitan Konversi Mini ATV	23
3.7 Pengujian Konversi Mini ATV	23
Bab 4 Hasil dan Pembahasan	24
4.1 Hasil Observasi	24
4.2 Hasil Perancangan	26
4.3 Hasil Perakitan	30
4.3.1 Perakitan Perangkat Utama	31
4.3.2 Perakitan Kabel	33
4.3.3 Pengaturan <i>Controller</i>	35
4.4 Hasil Pengujian	39
4.4.1 Pengujian Lurus	39
4.4.2 Pengujian Tanjakan	43
4.4.3 Pengujian <i>Top Speed</i>	46
4.4.4 Pengujian Daya Tahan Baterai	47
4.5 Pembahasan	49
Bab 5 Penutup	56
5.1 Kesimpulan	56
5.2 Saran atau Penelitian Selanjutnya	56
Daftar Pustaka	57

Lampiran 1	59
Lampiran 2	62
Lampiran 3	63
Lampiran 4	65
Lampiran 5	66
Lampiran 6	67
Lampiran 7	68
Lampiran 8	70

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Peralatan	17
Tabel 3.2 Bahan	18
Tabel 4.1 Karakteristik Motor BLDC <i>Mid Drive</i> dan HUB	24
Tabel 4.2 Perbandingan <i>Controller</i> BRT dan <i>Controller</i> Votol	25
Tabel 4.3 Perbandingan Baterai Rakitan dan Baterai Pabrik	26
Tabel 4.4 Perbandingan Mesin Bakar Loncin 125 cc dan Motor BLDC BRT 3 kW	27
Tabel 4.5 Keterangan Nama Komponen pada Gambar 4.2	29
Tabel 4.6 Hasil Pengujian dengan Pengaturan TCA 0%	41
Tabel 4.7 Hasil Pengujian dengan Pengaturan TCA 20%	41
Tabel 4.8 Hasil Pengujian dengan Pengaturan TCA 40%	42
Tabel 4.9 Hasil Pengujian dengan Pengaturan TCA 60%	42
Tabel 4.10 Hasil Pengujian dengan Pengaturan TCA 80%	42
Tabel 4.11 Hasil Pengujian dengan Pengaturan TCA 100%	43
Tabel 4.12 Hasil Pengujian dengan Pengaturan TCA 0%	44
Tabel 4.13 Hasil Pengujian dengan Pengaturan TCA 20%	44
Tabel 4.14 Hasil Pengujian dengan Pengaturan TCA 40%	45
Tabel 4.15 Hasil Pengujian dengan Pengaturan TCA 60%	45
Tabel 4.16 Hasil Pengujian dengan Pengaturan TCA 80%	45
Tabel 4.17 Hasil Pengujian dengan Pengaturan TCA 100%	46
Tabel 4.18 Hasil Pengujian <i>Top Speed</i>	47
Tabel 4.19 Hasil Pengujian Daya Tahan Baterai	49

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Motor DC	7
Gambar 2.2 Motor 3 Fasa	8
Gambar 2.3 Motor BLDC tipe <i>Mid Drive</i>	9
Gambar 2.4 Motor BLDC tipe HUB	9
Gambar 2.5 <i>Controller</i> Motor Listrik	10
Gambar 2.6 Baterai Li-ion	11
Gambar 2.7 Baterai Li-Po	12
Gambar 2.8 Baterai Ni-MH	12
Gambar 2.9 Motor Bakar 4 Tak	14
Gambar 2.10 Mini ATV Loncin 125 cc	15
Gambar 3.1 Alur Perancangan	16
Gambar 4.1 Rangka Mini ATV Loncin 125 cc	28
Gambar 4.2 Ilustrasi Penempatan Perangkat Konversi	28
Gambar 4.3 <i>Charger</i> Motor Listrik	30
Gambar 4.4 Penempatan Motor BLDC pada Rangka Mini ATV	31
Gambar 4.5 Peletakan <i>Controller</i> pada Rangka Mini ATV	32
Gambar 4.6 Penempatan Baterai pada Rangka Mini ATV	32
Gambar 4.7 Penempatan Perangkat Pendukung Konversi di Rangka Mini ATV	33
Gambar 4.8 Blok <i>Wiring Diagram</i> BRT Juken 10	34
Gambar 4.9 Penempatan Kabel-kabel di Rangka Mini ATV	34
Gambar 4.10 Penempatan Soket-soket di Rangka Mini ATV	35
Gambar 4.11 <i>Dashboard</i> Aplikasi BRT Juken 10	36
Gambar 4.12 <i>Throttle Calibration</i> pada Aplikasi BRT Juken 10	36
Gambar 4.13 <i>Motor Calibration</i> pada Aplikasi BRT Juken 10	37
Gambar 4.14 <i>Battery Settings</i> pada Aplikasi BRT Juken 10	37
Gambar 4.15 Spesifikasi Baterai LiFePO4 72V-25Ah	38
Gambar 4.16 <i>Motor Settings</i> pada Aplikasi BRT Juken 10	38
Gambar 4.17 <i>Live Settings</i> pada Aplikasi BRT Juken 10	39
Gambar 4.18 Pengaturan <i>Throttle Curve</i>	40
Gambar 4.19 Pengujian Lurus	41

Gambar 4.20 Pengujian Tanjakan	44
Gambar 4.21 <i>Smart GPS Speedometer</i>	47
Gambar 4.22 Grafik Hasil Pengujian Lurus	51
Gambar 4.23 Grafik Hasil Pengujian Tanjakan	52
Gambar 4.24 Grafik Hasil Pengujian <i>Top Speed</i>	53
Gambar 4.25 Grafik Hasil Persentase Baterai Terhadap Jarak Tempuh	53
Gambar 4.26 Soket Kabel <i>Setting</i>	54
Gambar 4.27 <i>Controller</i> Meleleh pada Konektor 3 Fasa	55
Gambar 4.28 Hasil Mini ATV Setelah Dilakukan Proses Konversi	55

DAFTAR NOTASI

$P = \text{daya per jam (Wh)}$

$I = \text{kuat arus per jam (Ah)}$

$V = \text{tegangan baterai (V)}$

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Saat ini, terbatasnya sumber energi fosil dan tuntutan akan kendaraan bermotor yang lebih ramah lingkungan dan berteknologi tinggi membuat hampir semua produsen kendaraan bermotor di seluruh dunia kembali memfokuskan perhatiannya pada kendaraan listrik. Kendaraan listrik menjadi solusi penting untuk mengurangi polutan dan emisi akibat penggunaan bahan bakar minyak pada kendaraan bermotor. Pada kendaraan listrik, tenaga penggeraknya adalah motor listrik yang mengubah energi listrik yang tersimpan di baterai menjadi energi mekanik untuk menggerakkan roda kendaraan. Bidang yang secara langsung mendukung pengembangan kendaraan listrik adalah bidang penggerak listrik yang meliputi teknologi motor listrik, konverter daya, sistem kendali prosesor digital dan teknologi baterai seperti penyimpanan energi listrik.

Teknologi manufaktur dan material, mesin listrik, elektronika daya, dan mikroelektronika telah berkembang begitu pesat sehingga memungkinkan untuk memproduksi komponen berkualitas tinggi dengan ukuran atau berat yang lebih kecil. Kedua hal ini menjadi faktor yang sangat penting dalam perancangan kendaraan listrik. Motor listrik, khususnya motor sinkron magnet permanen, telah berhasil dikembangkan menjadi motor kecil namun bertenaga yang memenuhi kriteria penerapan industri otomotif. Bidang elektronika daya juga berkembang sehingga komponen elektronik kompak dan sistem konversi diproduksi dengan efisiensi konversi yang tinggi, andal, dan tetap ekonomis. Berkat kemajuan mikroelektronika, motor listrik kini dapat diatur ke performa maksimal menggunakan teknik kontrol yang canggih. Baterai merupakan teknologi kunci untuk meningkatkan performa kendaraan listrik, terutama dalam hal jarak tempuh. Mengingat kondisi teknologi saat ini, spesifikasi baterai menentukan apakah kendaraan listrik dapat dikembangkan untuk jangka panjang (Kumara & Wayan Sukerayasa, 2009).

Motor *All Terrain Vehicle* (“ATV”) berbentuk seperti sepeda motor roda empat pendek. Kendaraan ini sangat awet terutama di medan *offroad* seperti jalan tanah atau jalan berpasir seperti di pantai, di peternakan, dan di gurun pasir. ATV merupakan gabungan antara sepeda motor roda dua dan mobil yang keduanya memiliki keunggulan tersendiri dalam mengatasi medan yang sulit. ATV merupakan kendaraan yang dapat digunakan di jalan berlumpur atau beraspal dengan mesin bakar seperti sepeda motor pada umumnya. ATV juga menggunakan rangka khusus yang dirancang agar nyaman digunakan (Maulana dkk., 2022).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah disampaikan, maka rumusan masalah adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana rancangan konversi Mini ATV berpengerak motor bakar menjadi berpengerak motor listrik?
2. Bagaimana hasil pengujian jalan Mini ATV setelah dilakukan konversi?

1.3 Batasan Masalah

Setelah rumusan masalah ditentukan ada beberapa hal yang dijadikan batasan agar pembahasan tidak menjauh dari inti dan tujuan perancangan. Batasan tersebut dapat dilihat sebagai berikut :

1. Merakit dan melakukan penyesuaian Mini ATV konvensional menjadi Mini ATV listrik dengan tidak merubah rangka asli dari Mini ATV.
2. Kapasitas motor listrik yang digunakan untuk konversi mengacu pada Permenhub Nomor 65 tahun 2020 bab 4 pasal 12 ayat 4 C No 2.
3. Jenis motor mini ATV yang digunakan adalah Mini ATV merek Loncin **NO SERI** 125 cc.
4. Pengujian yang dilakukan sebatas untuk mengetahui performa Mini ATV setelah dikonversi menjadi kendaraan berpengerak motor listrik.

1.4 Tujuan Penelitian atau Perancangan

Tujuan dari perancangan ini adalah sebagai berikut :

1. Merakit konversi Mini ATV berpengerak motor bakar menjadi berpengerak motor listrik.
2. Mengetahui hasil pengujian jalan Mini ATV setelah dilakukan konversi dari motor bakar konvensional menjadi motor listrik.

1.5 Manfaat Penelitian atau Perancangan

Manfaat dari perancangan ini adalah sebagai berikut :

1. Mengimplementasikan ilmu pengetahuan yang sudah dipelajari selama kuliah.
2. Memberi informasi terkait konversi kendaraan listrik.
3. Memberikan sumber wawasan dalam penyelesaian masalah yang terjadi dalam kendaraan listrik.
4. Dapat menjadi objek penelitian selanjutnya seputar konversi kendaraan berpengerak motor bakar menjadi berpengerak motor listrik.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan laporan ini terbagi menjadi 5 bab, dimana setiap bab memiliki beberapa sub bab sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Pada bagian ini menjelaskan terkait latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan perancangan, manfaat perancangan, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bagian ini berisikan teori dan kajian pustaka yang mendukung pengerjaan tugas akhir.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bagian ini berisikan alur penelitian dan perancangan, kriteria desain, serta alat dan bahan yang digunakan dalam proses penelitian dan perancangan.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini berisikan tentang analisis data hasil perancangan yang telah dilakukan untuk mendapatkan suatu kesimpulan.

BAB V PENUTUP

Bab ini memuat tentang kesimpulan dan saran yang berupa rangkuman dari pelaksanaan maupun dalam penulisan tugas akhir ini.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Pustaka

Dilakukan perancangan mobil listrik dengan motor DC brushed 36 Volt 450 Watt. Penelitian ini menjelaskan tentang perancangan dan analisis perhitungan daya kendaraan listrik menggunakan motor DC brushed 36 Volt 450 Watt. Mobil listrik ini menggunakan baterai lithium-ion berkapasitas 56,28 Ah dan mampu bertahan selama 4,08 jam. Mobil listrik tersebut dirancang mampu melaju dengan kecepatan rata-rata 25,5 km/jam dan 5,2 km/jam menaik dengan kemiringan 15° (Fath et al., 2022).

Politeknik Negeri Bandung menyelenggarakan Kompetisi Mobil Listrik Indonesia atau biasa disingkat KMLI yang ke-12 di tahun 2023. Kompetisi tersebut diselenggarakan dalam upaya untuk menampung dan meningkatkan kreativitas mahasiswa di bidang teknologi transportasi, dan juga untuk meningkatkan kesadaran dalam menanggapi isu global tentang lingkungan hidup dan energi yaitu mengurangi emisi Gas Rumah Kaca (GRK) untuk mengurangi kerusakan lapisan ozon dengan cara menciptakan teknologi yang ramah lingkungan dan mengurangi pemakaian bahan bakar minyak.

Untuk kategori lomba yang dikompetisikan di KMLI yang ke-12 meliputi percepatan dengan menempatkan mobil listrik pada posisi *start* dari keadaan diam kemudian dijalankan sepanjang 30 meter sampai garis *finish* untuk mendapatkan kecepatan akhir di garis *finish* dibagi dengan waktu tempuh antara garis *start-finish*. Kategori kedua adalah pengereman dengan cara mengerem mobil listrik sesaat mobil listrik mencapai garis *finish* Kategori Percepatan kemudian direm sampai berhenti guna menghitung jarak pengereman dari garis *finish* Kategori Percepatan sampai dengan ujung paling depan mobil listrik. Kategori ketiga yaitu daya tanjak dengan cara menempatkan mobil listrik pada posisi *start* dari keadaan diam kemudian dijalankan sepanjang jalur lomba dengan kemiringan kurang lebih 15° dan beda ketinggian 2,4 m sampai garis *finish* dengan menghitung waktu tempuh sepanjang jalur, berat mobil listrik, dan

pengendaranya. Kategori keempat adalah slalom dengan menempatkan mobil listrik pada posisi *start* dari keadaan diam kemudian dijalankan secara zig-zag sepanjang jalur sejauh 30 m sampai garis *finish* dan melintasi penghalang berupa *police cone* sebanyak 3 sampai 5 buah dengan menghitung waktu tempuh antara garis *start-finish*. Dan kategori terakhir adalah *endurance* dimana menempatkan mobil listrik pada posisi *start* dari keadaan diam kemudian dijalankan menuju posisi *finish* dengan mengukur jumlah kapasitas baterai yang digunakan setelah melakukan 2 kali putaran (Panduan KMLI XII, 2023)

Telah dilakukan perancangan sepeda motor listrik dari sepeda motor *matic* (Honda Beat) berkapasitas 110 cc. Sepeda listrik hasil modifikasi tersebut kemudian diuji dalam prosedur *test ride*. *Test ride* terdiri dari beberapa parameter seperti *top speed*, akselerasi, kemampuan mendaki bukit, waktu pengisian baterai, jarak tempuh, dan pengereman (Kristiyadi et al., 2021). Dalam penelitian ini, dilakukan uji akselerasi yang mencatat waktu tempuh dari 0-20 km/jam, dan uji menanjak pada berbagai sudut. Pada perancangan ini, kendaraan yang dikonversi adalah Mini ATV dengan kapasitas 125 cc. Dalam penelitian ini, pengaturan pengontrol yang berbeda digunakan untuk menguji akselerasi dari 0 hingga 30 meter dan kemampuan mendaki pada sudut 12°.

2.2 Dasar Teori

Berikut merupakan dasar teori dari perancangan konversi menggunakan beberapa landasan teori yang digunakan untuk mendasari teori pada perancangan.

2.2.1 Energi Listrik

Energi diartikan sebagai kemampuan untuk melakukan kerja atau usaha. Energi juga dapat diartikan sebagai kemampuan untuk melakukan kerja atau daya (kekuatan) yang dikeluarkan untuk melakukan berbagai proses aktivitas. Energi atau gaya merupakan suatu sifat fisik suatu benda yang dapat berpindah melalui interaksi mendasar dan dapat berubah bentuk, namun tidak dapat diciptakan atau dimusnahkan. Energi listrik adalah energi yang dihasilkan oleh muatan listrik (statis) dan mengakibatkan pergerakan muatan (dinamis). Secara teori, contoh ini berarti bahwa perbedaan potensial menghasilkan energi yang

memindahkan muatan elektron dari titik yang potensialnya lebih rendah ke titik yang potensialnya lebih tinggi (Hakimah, 2019).

2.2.2 Motor DC

Motor DC harus memberi daya pada kumparan medan secara langsung untuk mengubahnya menjadi energi mekanik. Motor DC mempunyai dua kumparan, salah satunya adalah kumparan medan, yang menghasilkan medan magnet, dan yang lainnya adalah kumparan jangkar, yang berfungsi sebagai tempat pembentukan gaya gerak listrik (ggl E). Ketika arus pada kumparan jangkar berinteraksi dengan medan magnet, maka akan dihasilkan torsi (T) yang memutar motor. Motor DC *self-excited* atau Motor DC dengan penguat sendiri adalah motor DC yang arus kumparan medannya diperoleh dari catu daya DC yang sesuai dengan arus yang digunakan pada kumparan jangkar (Nugroho & Agustina, 2015).



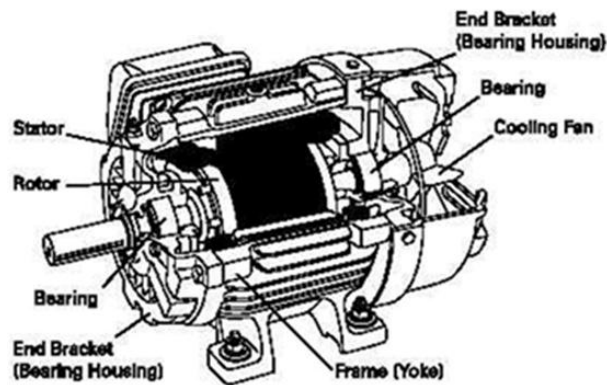
Gambar 2.1 Motor DC

Motor listrik disebut motor DC jika memerlukan tegangan DC untuk disuplai ke kumparan jangkar dan kumparan medan untuk diubah menjadi energi mekanik. Pada motor DC, kumparan medan berenergi menciptakan medan magnet yang mengelilingi kumparan jangkar dalam arah tertentu. Konversi energi listrik menjadi energi mekanik terjadi melalui medan magnet (Khumaidy & dll, 2022). Motor DC tersaji pada Gambar 2.1.

2.2.3 Motor 3 Fasa

Motor induksi tiga fasa merupakan perangkat elektromagnetik yang menggunakan prinsip induksi untuk mengubah energi listrik menjadi energi

mekanik. Motor induksi dibagi menjadi dua fasa tergantung pada jumlah fasanya, yaitu motor induksi satu fasa dan motor induksi tiga fasa. Perbedaan satu fasa dan tiga fasa terletak pada rangkaian kabel dan batasan tegangan. Satu fasa memiliki satu kabel netral dan satu kabel listrik dan mendukung tegangan hingga 230V. Sebaliknya, tiga fase memiliki tiga saluran listrik dan oleh karena itu dapat mendukung tegangan lebih dari satu fase, hingga 415V (Novianto et al., 2022). Motor 3 Fasa tersaji pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Motor 3 Fasa

2.2.4 Motor BLDC

Motor BLDC merupakan salah satu jenis motor sinkron. Umumnya motor BLDC beroperasi pada gaya tarik menarik antara dua magnet yang kutubnya sama. Secara struktural, motor BLDC terdiri dari rotor yang berbentuk magnet permanen, sehingga kutubnya tetap, sedangkan statornya berbentuk belitan, dan kutub magnetnya berubah-ubah tergantung polaritas arus belitan stator yang diberikan (Wibowo & Riyadi, 2018).

Motor BLDC tidak mengalami selip seperti motor induksi biasa. Motor jenis ini memiliki magnet permanen pada “rotor” dan statornya. Rangkaian sederhana (sistem komputer sederhana) kemudian dapat digunakan untuk mengubah arus elektromagnetik yang dihasilkan motor saat rotor berputar. Motor BLDC banyak digunakan di berbagai bidang seperti otomotif, perawatan kesehatan, otomatisasi robot. Motor BLDC mempunyai banyak keunggulan dibandingkan motor DC dan motor induksi biasa. Motor DC tanpa sikat (BLDC)

ideal untuk aplikasi yang memerlukan keandalan tinggi, efisiensi tinggi, dan rasio daya terhadap volume yang tinggi (Masudi, 2014).



Gambar 2.3 Motor BLDC tipe *Mid Drive*

Penggunaan motor jenis ini menjadi populer beberapa tahun terakhir. Perkembangan kendaraan listrik yang pesat, menjadikan motor ini banyak diimplementasikan pada berbagai jenis kendaraan listrik. Pada beberapa jenis, motor ini menggunakan sensor *hall* untuk mengetahui posisi rotor. Walaupun menggunakan arus 3 fasa, motor BLDC tidak termasuk motor AC karena sumber arus motor BLDC berasal dari 1 sumber DC yang diubah menjadi tegangan AC dengan menggunakan *SIX STEP MOSFET* 3 fasa. *Six-Step Mosfet* adalah inverter tiga fasa yang merupakan suatu piranti elektronika yang berfungsi untuk mengkonversi tegangan dan arus searah menjadi tegangan dan arus bolak balik tiga fasa.



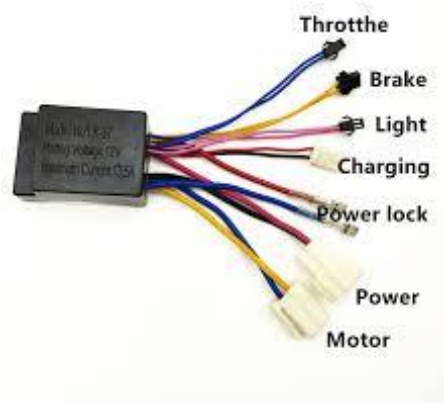
Gambar 2.4 Motor BLDC tipe HUB

Motor BLDC memiliki dua tipe secara umum, yaitu tipe *Mid Drive* dan tipe Hub. Tipe Hub seperti pada Gambar 2.4, memiliki stator yang menjadi

output penggerak yang biasanya menggantikan velg pada roda kendaraan, sedangkan tipe *Mid Drive* seperti pada Gambar 2.3, memiliki *shaft* rotor sebagai *output* yang dapat dimanfaatkan sebagai penggerak.

2.2.5 *Controller* pada Motor Listrik

Controller adalah salah satu bagian terpenting dari motor BLDC tempat semua parameter *input* diproses. *Controller* motor DC *brushless* memegang peranan yang sangat penting dan dapat dikatakan sebagai penopang utama pengoperasian motor DC *brushless*. Hal ini dikarenakan motor DC *brushless* memerlukan pemicu pulsa yang masuk ke bagian elektromagnetik (stator) DC *brushless*. Dimungkinkan untuk mengontrol jumlah arus yang mengalir ke motor dan secara otomatis mengontrol putaran motor secara akurat (Masudi, 2014).



Gambar 2.5 *Controller* Motor Listrik

Gambar 2.5 merupakan *controller* motor listrik, di mana *controller* atau sistem pengendali berperan sebagai pengaturan motor mulai dari proses *starting*, proses selama motor berputar hingga proses pemberhentian motor baik dengan pengereman maupun tidak. *Controller* bertugas untuk mendistribusi arus dan tegangan, sesuai dengan kebutuhan untuk satu kali putaran-nya. *Controller* berfungsi untuk meregulasi kecepatan dan torsi BLDC motor, mengaktifkan dan mematikan kendaraan, dan menghentikan sistem bila terjadi kesalahan (jika terdeteksi arus berlebih maka *system* akan nonaktif) (Rais & Drestanto, 2022).

2.2.6 Baterai

Baterai adalah suatu alat yang menyimpan energi listrik dalam bentuk kimia dan mengubahnya menjadi energi listrik untuk memperoleh arus listrik yang dibutuhkan. Tenaga baterai dihasilkan oleh reaksi kimia antara bahan aktif pada pelat baterai dan asam sulfat yang terkandung dalam larutan elektrolit (Nasution, 2021). Jadi baterai pada motor listrik adalah sumber daya utama yang digunakan untuk menyimpan energi listrik dan memberikan daya pada motor listrik.



Gambar 2.6 Baterai Li-ion

Baterai Li-ion menggunakan senyawa litium tertanam sebagai bahan elektroda. Seperti Gambar 2.6, baterai Li-ion adalah jenis baterai isi ulang yang paling umum untuk perangkat elektronik *portable*, karena memiliki kepadatan energi tertinggi, tidak memiliki efek memori, dan kehilangan daya secara perlahan saat tidak digunakan. Selain penggunaannya dalam elektronik rumahan, baterai Li-ion juga biasa digunakan dalam industri militer, kendaraan listrik, dan dirgantara (Afif et al., 2015).



Gambar 2.7 Baterai Li-Po

Gambar 2.7 merupakan gambar baterai Li-Po, di mana baterai Li-Po tidak menggunakan cairan sebagai elektrolitnya, melainkan elektrolit polimer kering yang berbentuk seperti lapisan tipis film plastik. Lapisan film ini dilapisi antara anoda dan katoda untuk melakukan pertukaran ion. Dengan menggunakan metode ini, baterai Li-Po dapat diproduksi dalam berbagai bentuk dan ukuran. Kekurangan baterai Li-Po adalah lemahnya aliran pertukaran ion yang terjadi melalui elektrolit polimer kering. Hal ini menyebabkan tingkat pengisian dan pengosongan yang lebih rendah. Masalah ini dapat diatasi dengan memanaskan baterai agar pertukaran ion terjadi lebih cepat, namun kurang efektif untuk penggunaan sehari-hari (Afif et al., 2015).



Gambar 2.8 Baterai Ni-MH

Baterai nikel metal hidrida (Ni-MH) seperti pada Gambar 2.8, merupakan baterai yang terbuat dari komponen yang lebih murah dan ramah lingkungan. Baterai nikel-metal hidrida menggunakan ion hidrogen untuk menyimpan energi,

tidak seperti baterai lithium-ion yang menggunakan ion lithium. Baterai nikel metal hidrida terbuat dari campuran nikel dan logam lain seperti titanium (Afif et al., 2015).

Banyak energi yang dapat disimpan oleh baterai dapat diketahui dengan mengkonversi kuat arus per jam menjadi daya per jam. Banyak energi yang dapat disimpan berguna untuk mengetahui total kapasitas baterai yang ada. Daya dapat diketahui dengan mengalihkan kapasitas arus dengan tegangan baterai. Rumus perhitungan daya per jam adalah sebagai berikut:

$$P = V \times I$$

Keterangan:

P = daya per jam (Wh)

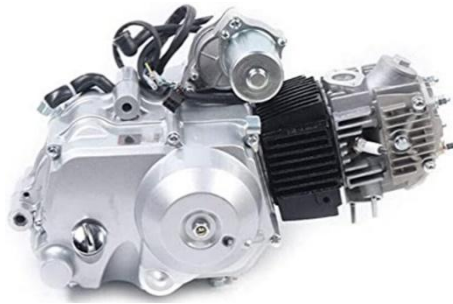
I = kuat arus per jam (Ah)

V = tegangan baterai (V)

2.2.7 Motor Bakar

Mesin pembakaran internal adalah bagian dari mesin panas yang mengubah energi panas yang dihasilkan oleh pembakaran bahan bakar menjadi energi mekanik. Pembangkitan energi panas dilakukan melalui proses pembakaran, bahan bakar, udara, dan sistem pengapian. Jika ada desain mekanis, siklus kerja mekanis gaya dan gaya dorong dapat dihasilkan dari ledakan pembakaran dan diubah menjadi energi atau daya mekanis tergantung pada desain mekanis (Kumara, 2018).

Berdasarkan metode penyalaan campuran bahan bakar udara, motor pembakaran dalam dapat diklasifikasikan menjadi *spark ignition engine* dan *compression ignition engine*. Setiap siklus yang terjadi dalam mesin, terdiri dari beberapa urutan langkah kerja. Berdasarkan siklus langkah kerjanya, motor pembakaran dalam dapat diklasifikasikan menjadi motor 2 langkah atau 2 tak dan motor 4 langkah atau 4 tak seperti pada Gambar 2.9 (Fauzien, 2008).



Gambar 2.9 Motor Bakar 4 Tak

Motor bakar umumnya dibedakan menjadi dua jenis umum, yaitu motor bensin atau otto dan motor diesel. Motor bakar memiliki banyak kegunaan tergantung dengan kebutuhannya. Motor bakar selain digunakan menjadi mesin industri, motor bakar juga digunakan sebagai penggerak kendaraan transportasi seperti mobil dan motor.

2.2.8 ATV (*All Terrain Vehicle*)

ATV atau *All-Terrain Vehicle* merupakan kendaraan serbaguna yang dapat digunakan disegala medan. Ada dua jenis ATV menurut penggerakannya, yaitu penggerak dua roda (2WD) dan penggerak empat roda (4WD). Kedua tipe ini berbasis motor, yang membedakan hanyalah sistem transmisi rodanya (Budi, 2009).

ATV dibagi menjadi dua jenis tipe, yaitu ATV Tipe I dimaksudkan untuk digunakan oleh satu operator tanpa membawa penumpang. ATV Tipe II ditujukan untuk digunakan oleh satu pengendara dan satu penumpang. Mesin ATV sendiri terbagi menjadi dua jenis, yaitu ATV dengan mesin empat tak dan ATV dengan mesin dua tak. Kebanyakan kendaraan ATV dilengkapi dengan transmisi tiga kecepatan maju dan satu kecepatan mundur (Jiwantopo et al., 2017).



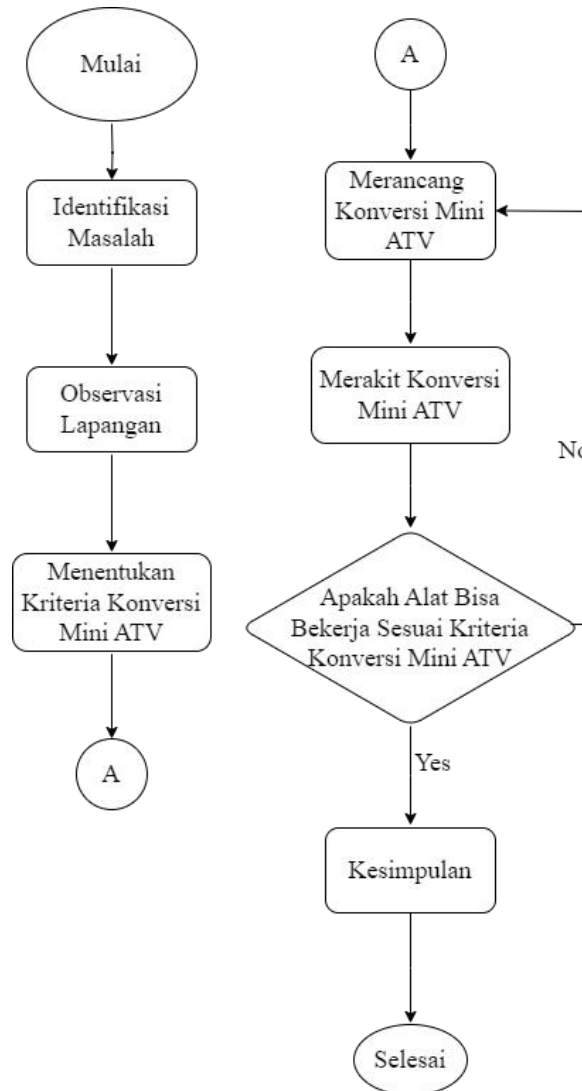
Gambar 2.10 Mini ATV Loncin 125 cc

Motor yang akan dilakukan pengkonversian adalah Mini ATV merk **Loncin** seperti pada Gambar 2.10, yang ditenagai oleh mesin pembakaran dalam 4 langkah (4T) berkapasitas 125 cc yang menggunakan bahan bakar bensin. Mesin Loncin memiliki tiga gigi maju dan satu gigi mundur. Mesin pembakaran dalam empat langkah mempunyai empat prinsip pengoperasian, yaitu langkah hisap, langkah kompresi, langkah pengapian/pembakaran, dan langkah buang (Wahyu, 2019). Mini ATV merk **Loncin** berkapasitas 125 cc memiliki dua roda depan sebagai kemudi dan dua roda belakang sebagai penggerak yang terhubung menjadi satu poros.

BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1 Alur Perancangan

Tahapan yang dilaksanakan dalam proses perancangan dan pembuatan dapat dilihat pada Gambar 3.1



Gambar 3.1 Alur Perancangan

Berdasarkan Gambar 3.1, proses awal yang dilakukan yaitu mengidentifikasi masalah yang kemudian dilanjutkan dengan studi literatur dan observasi. Hal tersebut dilakukan dengan cara mencari data informasi mengenai konversi motor bakar ke motor listrik. Selain itu, pada tahap tersebut juga

mencari sistem kendali yang cocok digunakan pada motor ini. Ini dilakukan guna mendapatkan suatu kriteria desain yang digunakan untuk melakukan perancangan desain dengan yang mengacu pada hasil studi literatur dan standar Permenhub Nomor 65 tahun 2020. Selanjutnya adalah menentukan kriteria konversi Mini ATV yang disesuaikan dengan batasan masalah dan kebutuhan pengkonversian dari motor bakar ke motor listrik. Kemudian melakukan perancangan konversi yang sesuai dengan kriteria konversi yang ditentukan. Kegiatan dilanjutkan dengan perakitan perangkat konversi dan sistem mekanik yang kemudian dilakukan pengujian alat guna mengetahui alat tersebut berhasil melakukan pengujian atau tidak, dan mengetahui hasil pengujiannya.

3.2 Peralatan dan Bahan

Selama perancangan konversi Mini ATV dilakukan observasi lapangan yang bertujuan untuk mengumpulkan data yang diperlukan. Data tersebut selanjutnya akan diidentifikasi untuk menerapkan konsep desain alat. Adapun peralatan dan bahan yang digunakan sebagai pendukung perancangan. Berikut merupakan peralatan dan bahan yang digunakan pada proses pembuatan konversi Mini ATV.

3.2.1 Peralatan

Berikut merupakan peralatan yang digunakan selama proses pembuatan alat terdapat pada Tabel 3.1 dibawah ini.

Tabel 3.1 Peralatan

No	Nama Alat	Kegunaan
1.	PC/ Laptop	Mengatur ECU <i>Controller</i>
2.	<i>Smartphone</i>	Dokumentasi foto/ video, pembelian bahan-bahan, dan alat bantu saat pengujian
3.	Alat Tulis	Untuk memberi tanda pada kabel
4.	Solder	Untuk merekatkan komponen listrik
5.	Timah	Media perekat komponen listrik
6.	Isolasi Bakar	Pelindung kabel

7.	Isolasi Listrik	Pelindung kabel
8.	Kabel <i>Setting</i>	Menghubungkan ECU <i>Controller</i> ke laptop/ PC
9.	Kabel Ties	Menggabungkan kabel-kabel agar rapi
10.	Obeng	Melepas dan mengencangkan baut diperangkat elektrik
11.	Multimeter	Mengukur tegangan atau voltase yang dihasilkan dari komponen listrik
12.	Tang	Menjepit dan memotong kabel
13.	Gunting	Memotong kabel, kabel ties, isolasi listrik, dan isolasi bakar

3.2.2 Bahan

Berikut merupakan bahan-bahan yang diperlukan untuk membuat konversi Mini ATV terdapat pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Bahan

No	Nama Bahan	Foto	Kegunaan
1.	Motor BLDC		Alat yang mengubah energi listrik DC menjadi energi mekanik putaran.
2.	ECU <i>Controller</i>		Mengatur semua sistem yang terdapat pada motor listrik.
3.	DC-DC <i>Converter Step Down</i>		Mengubah tegangan yang tinggi menjadi tegangan yang lebih rendah.

			
4.	TPS		Mendeteksi perubahan yang terjadi pada <i>throttle</i> gas dan memastikannya pada posisi dan sudut yang benar.
5.	Kabel		Menyalurkan listrik dari sumber menuju ke komponen listrik lainnya.
6.	Soket		Menghubungkan berbagai komponen elektronik yang digunakan pada motor, seperti lampu, sensor TPS, dan lainnya.
7.	Baterai		Sumber energi listrik pada motor listrik.

			
8.	MCB		Sebagai saklar manual yang dapat menghubungkan (<i>ON</i>) dan memutuskan (<i>OFF</i>) arus listrik.
9.	Kunci Kontak		Sebagai saklar utama untuk menghubungkan dan memutus (<i>On-Off</i>) rangkaian kelistrikan pada sepeda motor.
10.	<i>Charger</i>		Mengisi baterai dengan tegangan konstan, tegangan ini akan mengisi baterai hingga mencapai tegangan yang ditentukan.

3.3 Observasi

Observasi yang dimaksud bertujuan untuk mengetahui tahapan awal sebelum melakukan perancangan konversi Mini ATV. Kegiatan observasi penting dilakukan agar tujuan, fungsi, dan keefektifitasan konversi Mini ATV

yang dirancang dapat dicapai dengan baik. Observasi yang dilakukan adalah sebagai berikut.

3.3.1 Komponen Utama Kendaraan Listrik

Observasi yang dilakukan diawali dengan studi literatur dan melakukan pengamatan langsung dari sepeda motor listrik. Berdasarkan hasil pengamatan, komponen utama kendaraan listrik meliputi motor BLDC sebagai penggerak, *controller*, dan baterai.

3.3.2 Pemilihan Sistem Penggerak Listrik

Motor BLDC berfungsi sebagai penggerak listrik yang menggantikan mesin bakar yang merupakan penggerak sebelumnya. Pemilihan motor BLDC sebagai penggerak listrik pada konversi kali ini mengacu pada regulasi pemerintah yang termuat dalam Permenhub Nomor 65 tahun 2020 yang mengatur tentang Konversi Sepeda Motor dengan Penggerak Motor Bakar menjadi Sepeda Motor Listrik Berbasis Baterai.

3.3.3 Pemilihan *Controller*

Controller merupakan salah satu komponen utama pada kendaraan listrik yang berguna untuk mengatur aliran daya dari baterai ke motor listrik, sehingga mengatur kecepatan dan torsi motor. Di pasaran terdapat banyak pilihan *controller* dari berbagai merk dan spesifikasi. Pemilihan *controller* menyesuaikan kebutuhan penggerak motor BLDC yang akan digunakan, dengan cara mencari informasi data *sheet* dari setiap *controller* yang ada di pasaran.

3.3.4 Pemilihan Baterai

Baterai juga merupakan komponen utama pada kendaraan listrik yang berfungsi sebagai sumber energi listrik pada motor listrik. Fungsi lain baterai adalah sumber energi bagi perangkat kelistrikan lainnya yang ada di motor listrik. Pemilihan baterai menyesuaikan pada kondisi ruang yang tersedia pada rangka, sehingga Mini ATV yang dikonversi tidak memiliki perubahan pada rangkanya.

Pemilihan baterai juga akan disesuaikan dengan spesifikasi dari sistem penggerak listrik motor BLDC yang akan digunakan. Baterai juga dapat dengan mudah dilepas pasang agar saat proses bongkar pasang dapat dilakukan dengan mudah.

3.3.5 Penggunaan Kabel

Kabel berfungsi untuk menyalurkan listrik dari sumber menuju ke komponen listrik lainnya. Kabel yang dipilih adalah kabel yang tahan terhadap air dan yang sesuai dengan standar keamanan, mengingat kebutuhan ATV yang bisa digunakan disegala medan. Penempatan kabel juga dapat dengan mudah untuk dilakukan lepas pasang.

3.4 Kriteria Desain

Dalam suatu proses penelitian, penting halnya untuk dipertimbangkan dan ditentukan dari awal bagaimana inovasi atau pengembangan yang akan ditingkatkan mencakup material, peralatan, dan keahlian yang dibutuhkan. Kriteria desain adalah tujuan utama yang harus dicapai suatu proyek atau penelitian agar dapat berhasil. Pada proses penentuan kriteria desain pada penelitian ini, harus mempertimbangkan unsur keergonomisan sesuai dengan kondisi awal dari Mini ATV yang akan dikonversi.

3.5 Perancangan Konversi Mini ATV

Proses perancangan konversi Mini ATV diawali dengan perancangan kelistrikan. Proses ini diawali dengan melakukan observasi terkait *part-part* apa saja yang dibutuhkan dalam konversi kendaraan dari mesin bakar konvensional ke motor listrik dengan mengacu pada Permenhub Nomor 65 tahun 2020. Langkah-langkah dalam melakukan perancangan yaitu:

1. Pengumpulan data *part-part* apa saja yang digunakan pada proses konversi dari mesin bakar konvensional ke motor listrik.
2. Pemilihan *part-part* yang akan digunakan pada proses konversi yang disesuaikan dengan kebutuhan dan mengacu pada Permenhub Nomor 65 tahun 2020 tentang peraturan konversi ke motor listrik.

3. Membeli *part-part* yang sudah dipilih dan melakukan *fitting* penempatan *part-part* tersebut di rangka Mini ATV merk **Loncin**.
4. Membuat *bracket* untuk *part-part* konversi agar dapat terpasang dengan baik dan sesuai dengan penempatan yang sudah ditentukan di rangka Mini ATV merk **Loncin**.
5. Perakitan *part-part* konversi pada rangka Mini ATV merk **Loncin**.

3.6 Perakitan Konversi Mini ATV

Proses perakitan konversi Mini ATV dengan pemasangan komponen-komponen yang sudah ditentukan dengan *bracket* yang sudah disiapkan. Langkah-langkah perakitan sebagai berikut.

1. Persiapan seluruh alat dan bahan.
2. Pemasangan komponen-komponen konversi Mini ATV ke rangka motor dengan *bracket* yang sudah disiapkan.
3. Perakitan komponen pendukung, seperti kabel dan soket.

3.7 Pengujian Konversi Mini ATV

Setelah dilakukan perakitan, selanjutnya dilakukan proses pengujian. Hal tersebut dilakukan untuk mengetahui apakah konversi Mini ATV dapat berjalan dengan baik dan untuk mengetahui performa dari konversi Mini ATV. Proses pengujian konversi Mini ATV memiliki beberapa parameter yang sudah ditentukan. Parameter yang sudah ditentukan antara lain:

1. Pengujian lurus untuk mendapatkan waktu tempuh dengan parameter *Throttle Curve Acceleration* dengan perbedaan rentang per 20% dari 0% sampai dengan 100% dengan jarak lintasan 30 meter datar.
2. Pengujian tanjakan untuk mendapatkan waktu tempuh dengan parameter *Throttle Curve Acceleration* dengan perbedaan rentang per 20% dari 0% sampai dengan 100% dengan jarak lintasan 10 meter kemiringan 12°.
3. Pengujian kecepatan maksimal dengan parameter *Speed Limit* dengan perbedaan rentang per 10% dari 70% sampai dengan 100%.
4. Pengujian ketahanan baterai.

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Observasi

Dalam studi literatur yang dilakukan, pertama kali dilakukan pencarian mengenai perancangan dan pengujian konversi kendaraan berpengerak mesin bakar konvensional menjadi berpengerak motor listrik. Pencarian data yang digunakan perancangan tahap adalah jenis dan karakteristik motor listrik BLDC. Jenis dan karakteristik tersebut dikerucutkan menjadi dua jenis motor BLDC yang dapat dilihat pada Tabel 4.1 di bawah ini.

Tabel 4.1 Karakteristik Motor BLDC *Mid Drive* dan HUB

<i>Mid Drive</i>	HUB
Membutuhkan <i>belt</i> atau rantai sebagai penghubung ke roda.	Menggantikan roda penggerak
<i>Final gear</i> bisa diubah sesuai kebutuhan.	<i>Final gear</i> tidak dapat dirubah
<i>Shaft</i> rotor sebagai <i>output</i>	Stator sebagai <i>output</i>
Torsi lebih besar	<i>Top speed</i> lebih besar

Proses selanjutnya adalah melakukan penentuan spesifikasi motor BLDC yang sesuai dengan Permenhub Nomor 65 tahun 2020 bab 4 pasal 12 ayat 4 C No 2. Peraturan Menteri Perhubungan tersebut mengatur tentang konversi sepeda motor dengan penggerak motor bakar menjadi sepeda motor listrik berbasis baterai. Adapun regulasi mengenai daya motor listrik paling tinggi sesuai dengan klasifikasi pada bab 4 pasal 12 ayat 4 C adalah sebagai berikut :

1. Sepeda Motor dengan isi silinder sampai dengan 110 cc (seratus sepuluh sentimeter kubik), daya Motor Listrik Konversi paling tinggi 2 kw (dua kilo watt);
2. Sepeda Motor dengan isi silinder lebih dari 110 cc (seratus sepuluh sentimeter kubik) sampai dengan 150 cc (seratus lima puluh centimeter kubik), daya Motor Listrik Konversi paling tinggi 3 kw (tiga kilo watt); dan

3. Sepeda Motor dengan isi silinder lebih dari 150 cc (seratus lima puluh sentimeter kubik) sampai dengan 200 cc (dua ratus sentimeter kubik), daya Motor Listrik Konversi paling tinggi 4 kw (empat kilo watt).

Observasi selanjutnya adalah studi literatur dari *market place* mengenai pilihan *controller* yang dijual di pasaran. Pemilihan *controller* disesuaikan juga dengan spesifikasi dari motor BLDC yang akan dipilih. Selama observasi *controller*, akhirnya dikerucutkan mengenai pilihan *controller* dengan kriterianya adalah *controller* dalam negeri dan *controller* impor dari luar negeri. Untuk pilihan *controller* dalam negeri, pilihan jatuh pada *controller* merk BRT tipe Juken 10 dan untuk *controller* impor luar negeri, pilihan jatuh pada *controller* merk Votol tipe Em 100. Dua *controller* tersebut memiliki spesifikasi yang mirip dan bisa digunakan untuk spesifikasi motor BLDC yang akan dipilih. Berikut adalah perbandingan antara *controller* merk BRT dengan *controller* merk Votol yang terdapat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Perbandingan *Controller* BRT dan *Controller* Votol

BRT	Votol
<i>Controller</i> merk Indonesia	<i>Controller</i> dari luar negeri
Harga lebih murah daripada <i>controller</i> lain dengan fitur yang sama	Harga lebih mahal daripada <i>controller</i> BRT untuk fitur yang sama
<i>Controller</i> yang sedang ramai di kalangan pengkonversian dari mesin bakar ke motor listrik	<i>Controller</i> yang sudah banyak digunakan di kalangan pengguna kendaraan listrik ringan

Observasi dan studi literatur selanjutnya adalah mengenai perangkat konversi dari mesin bakar ke motor listrik lainnya yang sangat penting, yaitu baterai sebagai sumber energi utama dari kendaraan elektrik. Observasi dan studi literatur mengenai baterai adalah dengan mencari informasi dari literasi jurnal dan dari orang yang sudah berkecimpung mengenai kendaraan listrik ringan. Dari observasi dan studi literatur yang dilakukan, terdapat dua pilihan baterai yang menjadi dua pengklarifikasian umum, yaitu baterai pabrikan dan baterai rakitan. Untuk perbandingan antara baterai pabrikan dan baterai rakitan dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Perbandingan Baterai Rakitan dan Baterai Pabrikan

Baterai Pabrikan (Gesits)	Baterai Rakitan (E-Clont)
Dimensi dan bentuk yang sudah paten	Dimensi dan bentuk yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan
Standarisasi yang sudah jelas	Kebutuhan tegangan dan arus bisa menyesuaikan
Tipe baterai <i>Li-ion</i>	Tipe baterai <i>LiFePO4</i>

Setelah melakukan observasi dan studi literatur yang berguna untuk proses pembuatan konversi Mini ATV. Maka didapatkan suatu kriteria konversi Mini ATV berpengerak mesin bakar menjadi berpengerak motor listrik berbasis baterai. Berikut merupakan kriteria konversi Mini ATV.

1. Motor BLDC yang dipilih tidak merubah rangka.
2. Motor BLDC yang tahan air.
3. Spesifikasi motor BLDC sesuai dengan regulasi konversi menurut Permenhub Nomor 65 Tahun 2020.
4. *Controller* yang tahan air.
5. Perkabelan yang mudah dilepas pasang.
6. Spesifikasi baterai yang disesuaikan dengan spesifikasi motor BLDC yang dipilih.
7. Baterai yang dapat dipasang di ruang rangka Mini ATV yang tersedia.

4.2 Hasil Perancangan

Dari hasil studi literatur dan observasi yang dilakukan, maka dipilih motor BLDC *Mid Drive* 3 kW merk BRT dengan beberapa alasan dan pertimbangan. Tipe *Mid Drive* dipilih karena tidak merubah sistem penggerak dan tidak merubah rangka secara keseluruhan dari Mini ATV konversi. Selain itu pemilihan tipe *Mid Drive* juga disesuaikan dengan karakteristik dari kendaraan ATV yang mengunggulkan torsi supaya dapat melewati berbagai medan jalanan. Untuk daya 3 kW yang dipilih lantaran menurut Permenhub Nomor 65 tahun 2020 bab 4 pasal 12 ayat 4 C No 2, dimana spesifikasi dari mesin bakar bawaan dari Mini ATV sebelum konversi adalah 125 cc, maka digunakan motor BLDC dengan daya 3 kW. Selain itu, motor BLDC 3 kW merk BRT juga tahan terhadap

air yang mana sudah memenuhi kriteria konversi dan karakter dari Mini ATV yang dapat digunakan disegala medan dan cuaca.

Tabel 4.4 Perbandingan Mesin Bakar Loncin 125 cc dan Motor BLDC BRT 3 kW

	Loncin 125 cc	BRT 3 kW
Torsi Maksimum	8.5 <i>N.m</i>	±56 <i>N.m</i> (tanpa rasio reduksi)
Kekuatan Maksimum	6 <i>kw</i>	11 <i>kw</i> (tenaga puncak)
<i>Top Speed</i>	55 <i>km/h</i>	100 <i>km/h</i>

Alasan dan pertimbangan lain mengenai pemilihan motor BLDC BRT 3 kW adalah seperti pada Tabel 4.4 yang mana spesifikasinya yang sudah melebihi dari spesifikasi dari mesin bakar asli dari Mini ATV **Loncin** 125 cc.

Untuk *controller* yang digunakan adalah *controller* merk BRT tipe Juken 10. BRT Juken 10 menjadi pilihan karena *controller* tersebut sesuai dengan spesifikasi dari motor BLDC yang dipilih. Selain satu merek dengan motor BLDC-nya, BRT Juken 10 adalah *controller* baru yang dapat bersaing dengan *controller* merk lain yang sudah lama eksis di pasaran. Fitur dari BRT Juken 10 juga sesuai dengan kebutuhan pengkonversian, di mana Mini ATV harus bisa bergerak maju dan mundur yang dikontrol dengan *controller* dan juga mempunyai banyak mode berkendara. BRT Juken 10 juga tahan terhadap air yang mana sudah sesuai dengan kriteria konversi Mini ATV. Merek BRT adalah merek dagang dari Indonesia yang mana untuk pembelian yang mudah dan juga bergaransi.

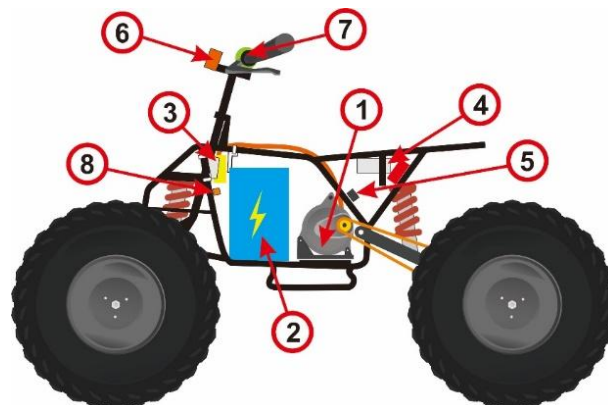
Baterai yang digunakan untuk konversi Mini ATV adalah baterai rakitan tipe LiFePO4 produksi dari E-Clont. Baterai tersebut dipilih karena dimensi dan bentuk yang dapat disesuaikan dengan ruang yang tersedia di rangka Mini ATV. Tipe LiFePO4 memiliki keunggulan beda tegangan operasi yang tinggi, kapasitas spesifik tinggi, biaya bahan baku murah, ramah lingkungan, kestabilan terhadap panas tinggi, dan dapat diaplikasikan sebagai penyimpanan daya tinggi. Rentan besaran daya yang dapat dipakai untuk motor BLDC 3 kW sendiri adalah dari 48V hingga 72V, tergantung dengan kebutuhan pengkonversian. Untuk spesifikasi baterai yang dipilih adalah 72V-25Ah karena disesuaikan dengan pemilihan motor BLDC 3 kW dan menyangkut karakteristik dari Mini ATV yang

membutuhkan torsi yang besar. Torsi yang besar didukung dengan daya yang besar dari baterai yang dipilih.



Gambar 4.1 Rangka Mini ATV Loncin 125 cc

Perancangan penempatan perangkat konversi Mini ATV harus disesuaikan dengan rangka asli dari Mini ATV **Loncin** seperti pada Gambar 4.1. Hal tersebut diharuskan karena rangka Mini ATV tidak boleh mengalami perubahan baik secara bentuk, ukuran, geometri, maupun penambahan permanen di rangka asli Mini ATV konversi. Penempatan perangkat konversi Mini ATV harus disesuaikan dengan ruang yang tersedia dari rangka asli Mini ATV. Maka didapat batasan masalah bahwa rancangan dan penyesuaian konversi Mini ATV bermesin bakar konvensional menjadi Mini ATV listrik dengan tidak merubah rangka asli dari Mini ATV **Loncin**.



Gambar 4.2 Ilustrasi Penempatan Perangkat Konversi

Tabel 4.5 Keterangan Nama Komponen pada Gambar 4.2

No	Nama Komponen
1	Motor BLDC
2	Baterai
3	<i>Controller</i>
4	DC-DC <i>converter step down</i>
5	Soket <i>charger</i>
6	Saklar
7	<i>Handle gas</i>
8	Soket kabel pengaturan <i>controller</i> ke laptop

Gambar 4.2 di atas adalah desain dari penempatan perangkat konversi di rangka Mini ATV **Loncin** dengan keterangan nama komponen pada Tabel 4.5. Motor BLDC diletakkan menggantikan di tempat mesin bakar bawaan dengan penambahan *bracket* agar tidak mengubah rangka asli dari Mini ATV. Baterai diletakkan di depan motor BLDC karena ada ruang kosong yang cukup besar dan cukup untuk meletakkan baterai rakitan yang bisa disesuaikan dimensinya. Untuk *controller* diletakkan di tempat yang dapat terkena angin segar dari depan untuk mendinginkan *controller* agar tetap dingin. Selain itu, *controller* di tempatkan pada tempat tersebut agar penempatan kabel-kabel dapat rapi dan mudah untuk melakukan pengecekan *controller* dan kabel-kabel. Soket pengaturan *controller* juga diletakkan di dekat *controller* karena saat pengaturan agar dapat mudah dan cepat. Untuk DC-DC *converter step down* dan soket *charger* memanfaatkan ruang sisa dari rangka Mini ATV yang tersedia di bawah jok dan ruang yang tidak terkena air.



Gambar 4.3 *Charger* Motor Listrik

Untuk *charger* yang digunakan seperti pada Gambar 4.3 memiliki spesifikasi dengan *output* pengecasan adalah 5A dengan baterai yang digunakan adalah kapasitas 25Ah. Maka didapat perhitungan lama pengecasannya adalah sebagai berikut.

$$\text{Kapasitas Baterai (Ah)} = \text{kapasitas Charger (A)} \times \text{Waktu Pengisian (h)}$$

$$25\text{Ah} = 5\text{A} \times \text{Waktu Pengisian (h)}$$

$$\frac{25\text{Ah}}{5\text{A}} = \text{Waktu Pengisian (h)}$$

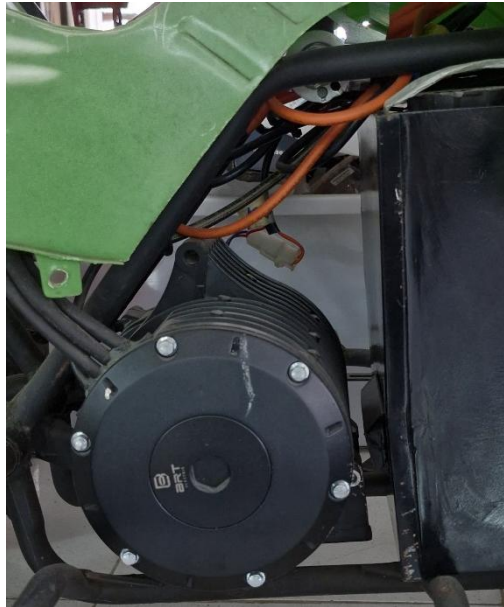
$$5\text{h} = \text{Waktu Pengisian (h)}$$

Jadi, lama waktu pengisian baterai 25Ah dengan spesifikasi *charger* yang memiliki *output* 5A adalah ± 5 jam dari keadaan habis atau 0% hingga penuh atau 100%.

4.3 Hasil Perakitan

Pada proses perakitan dibagi menjadi tiga bagian, yaitu bagian perakitan perangkat utama konversi seperti motor BLDC, *controller*, dan perangkat pendukung konversi. Bagian yang kedua adalah perakitan kabel-kabel. Dan bagian terakhir adalah proses pengaturan *controller* agar dapat digunakan.

4.3.1 Perakitan Perangkat Utama



Gambar 4.4 Penempatan Motor BLDC pada Rangka Mini ATV

Proses perakitan dan pemasangan diawali dengan *fitting* penempatan motor BLDC, *controller*, dan perangkat pendukung lainnya untuk konversi Mini ATV dari mesin bakar ke motor listrik. Hal tersebut dilakukan guna penyesuaian pembuatan *bracket* dari perangkat konversi ke rangka Mini ATV agar tidak ada perubahan pada rangka asli dari Mini ATV. Penempatan motor BLDC menggantikan lokasi mesin bawaan dari Mini ATV dengan tambahan *bracket* agar motor BLDC dapat ditempatkan sesuai keinginan tanpa merubah rangka asli Mini ATV dan geometri dari Mini ATV konversi. Penempatan motor BLDC juga harus lurus sejajar dengan *gear* belakang dari Mini ATV. Posisi penempatan motor BLDC ditunjukkan pada Gambar 4.4.

Untuk *controller* diletakkan sama seperti desain penempatan rangkaian elektrik pada rangka Mini ATV. *Controller* diletakkan pada bagian depan dalam rangka Mini ATV dengan penambahan *bracket* yang melekat di rangka Mini ATV dengan sistem mur baut yang dapat dengan mudah dicopot pasang dan tidak merubah struktur rangka Mini ATV maupun menambah atau mengurangi dari rangka asli Mini ATV. *Controller* diletakkan tidak jauh dari perangkat konversi lainnya agar mudah dalam *maintenance*-nya dan agar perkabelan dapat rapi tidak membahayakan. Penempatan *controller* juga mempertimbangkan agar saat proses pengaturan menggunakan laptop dapat dilakukan dengan mudah tanpa harus

mencopot *body* plastik Mini ATV. Posisi penempatan *controller* ditunjukkan pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5 Peletakan *Controller* pada Rangka Mini ATV



Gambar 4.6 Penempatan Baterai pada Rangka Mini ATV

Selanjutnya pemasangan baterai rakitan LiFePO₄ produksi dari E-Clont diletakkan di ruang sisa yang tersedia di rangka Mini ATV seperti pada Gambar 4.6. Ruang sisa tersebut sudah disiapkan untuk menempatkan baterai rakitan yang dimensinya sudah disesuaikan dengan ruangan yang tersisa dari rangka Mini ATV. *Bracket* baterai dibuat untuk dudukan dari baterai yang mudah untuk

dilakukan proses copot pasang. Baterai diberi wadah *custom* menggunakan plat besi tebal 2 mm guna melindungi baterai agar tidak terkena air langsung dan melindungi baterai dari pasir dan batu-batu kecil dari ban depan Mini ATV. Untuk *output* dari baterai sendiri adalah kabel kutub positif dan kabel kutub negatif yang diberi soket.



Gambar 4.7 Penempatan Perangkat Pendukung Konversi di Rangka Mini ATV

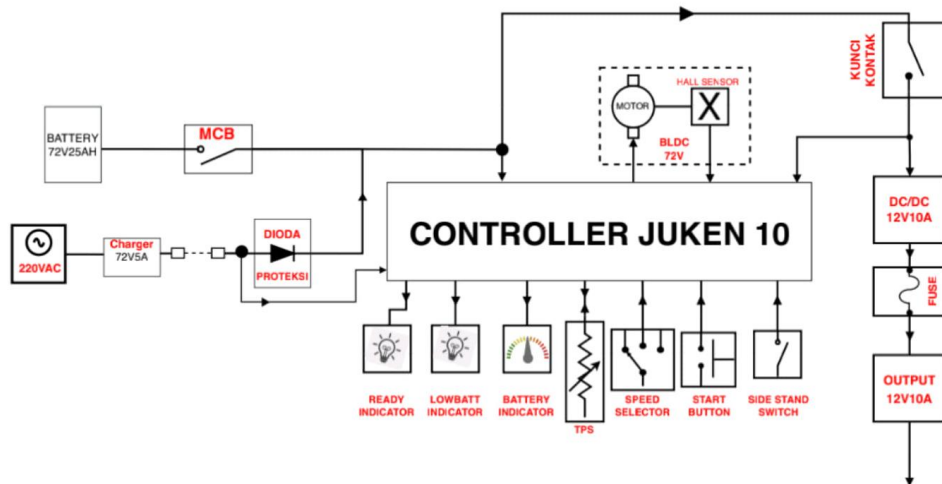
Kemudian pemasangan perangkat elektrik konversi lainnya seperti DC-DC *converter*, MCB, TPS, dan kabel-kabel bodi ditempatkan seperti pada Gambar 4.7 sebagai pendukung konversi Mini ATV. DC-DC *converter* dan MCB diletakkan di bawah jok supaya mudah dijangkau tangan dan agar tidak terkena air. MCB harus mudah dijangkau tangan karena fungsi MCB sendiri sebagai *cut off* dari sistem kelistrikan konversi Mini ATV. Untuk soket *charger* diletakkan di bawah jok agar aman tidak terkena air.

4.3.2 Perakitan Kabel

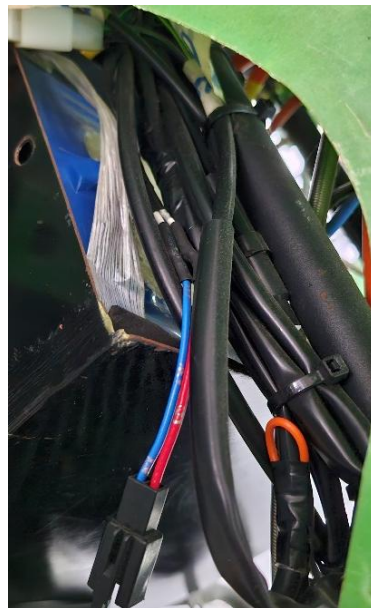
Gambar 4.8 di bawah adalah *blok wiring diagram* proses perakitan perangkat elektrik konversi Mini ATV merek **Loncin**. *Controller* menerima *input* daya berupa kabel positif dan kabel negatif dari baterai yang kemudian diatur *output* dayanya ke motor BLDC dan ke beberapa perangkat elektrik lainnya. TPS (*Throttle Position Sensor*) mendapat daya dari *controller* dan kemudian mengirim

sinyal balik ke *controller* untuk *controller* mengirim daya ke motor BLDC sesuai dengan sinyal yang diberikan oleh TPS ke *controller*. Output baterai ada yang langsung masuk ke DC-DC *converter step down* ke 12V untuk kebutuhan perangkat elektrik seperti lampu, klakson, dll.

BLOK DIAGRAM - JUKEN 10 BRT



Gambar 4.8 Blok *Wiring Diagram* BRT Juken 10



Gambar 4.9 Penempatan Kabel-kabel di Rangka Mini ATV

Kabel-kabel diletakkan ditempat yang aman, mudah dalam pengecekan, mudah dalam bongkar pasang, dan rapi. Gambar 4.9 adalah gambar dari

penempatan kabel-kabel di rangka Mini ATV. Kabel-kabel diikat rapi ke rangka Mini ATV dengan bantuan kabel ties. Soket-soket juga harus diletakkan ditempat yang mudah dijangkau agar mudah dalam proses bongkar pasanganya jika diperlukan.



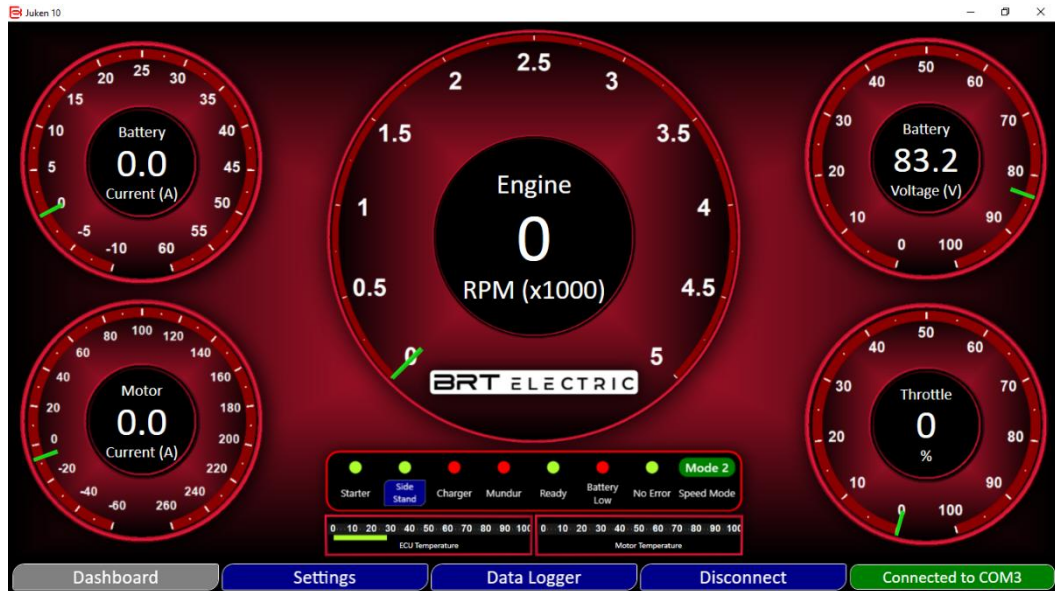
Gambar 4.10 Penempatan Soket-soket di Rangka Mini ATV

Penempatan setiap kabel disambungkan dengan soket agar kabel dapat dengan mudah dilepas pasang. Soket-soket dikumpulkan terpusat pada satu tempat supaya mudah dalam pengecekan dan perawatannya seperti pada Gambar 4.10.

4.3.3 Pengaturan *Controller*

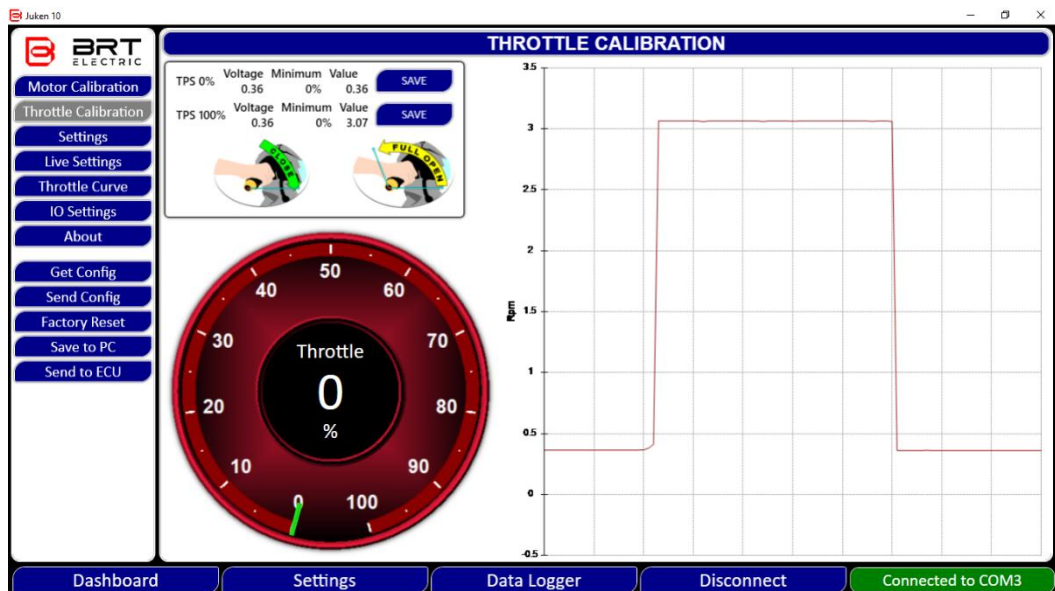
Proses pengaturan *controller* merk BRT tipe Juken 10, langkah awalnya adalah memastikan roda belakang tidak menyentuh rantai dan dapat berputar. Selain itu, untuk pemasangan *controller* juga harus baik dan benar. Kemudian soket pengaturan *controller* disambungkan dengan kabel ke laptop dan laptop membuka aplikasi BRT Juken 10. Pada saat penghubungan antara *controller* dengan laptop, kunci kontak dan MCB dalam keadaan ON atau menyala.

Gambar 4.11 di bawah adalah *dashboard* dari aplikasi BRT Juken 10 setelah melakukan penghubungan dengan *controller*. Pada *dashboard* terdapat *eRPM* motor BLDC, tegangan baterai, persentase nilai TPS, suhu *controller*, dan indikator-indikator *controller*.



Gambar 4.11 Dashboard Aplikasi BRT Juken 10

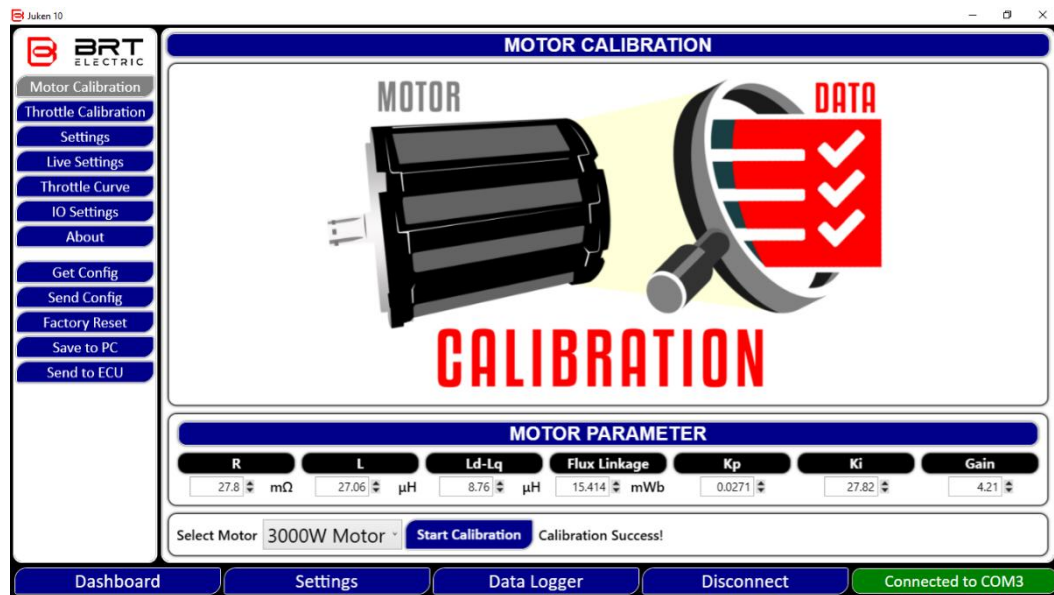
Selanjutnya kalibrasi *throttle* seperti pada Gambar 4.12, bertujuan untuk menyimpan posisi awal TPS yaitu 0% dan posisi akhir TPS yaitu 100%. Tujuan lain dari kalibrasi *throttle* adalah supaya putaran *handle* gas dan sinyal TPS yang dikirim ke *controller* dapat selaras.



Gambar 4.12 Throttle Calibration pada Aplikasi BRT Juken 10

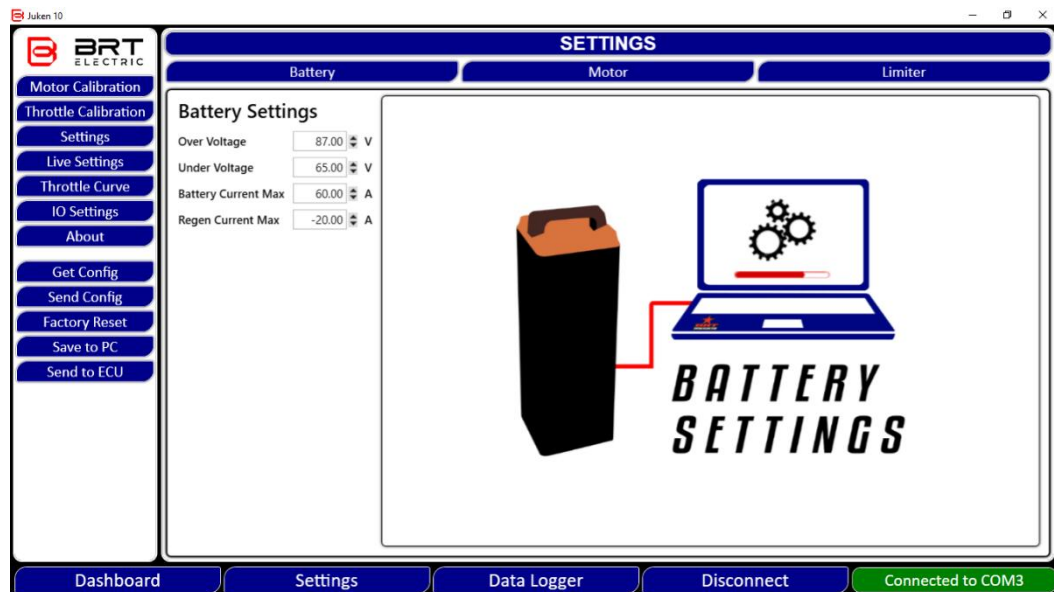
Setelah itu kalibrasi motor BLDC terhadap *controller* seperti pada Gambar 4.13 bertujuan untuk kesesuaian pembacaan parameter motor BLDC di *controller*. Pada saat kalibrasi motor BLDC, roda penggerak akan berputar untuk

melakukan pembacaan *pole* motor BLDC dan supaya parameter di *controller* dapat dihasilkan.



Gambar 4.13 *Motor Calibration* pada Aplikasi BRT Juken 10

Langkah selanjutnya adalah kalibrasi baterai seperti pada Gambar 4.14 dengan memasukkan parameter-parameter yang ada di *controller* sesuai dengan spesifikasi baterai yang digunakan. Disini baterai yang digunakan adalah LiFePO4 dengan spesifikasi 72V-25Ah.

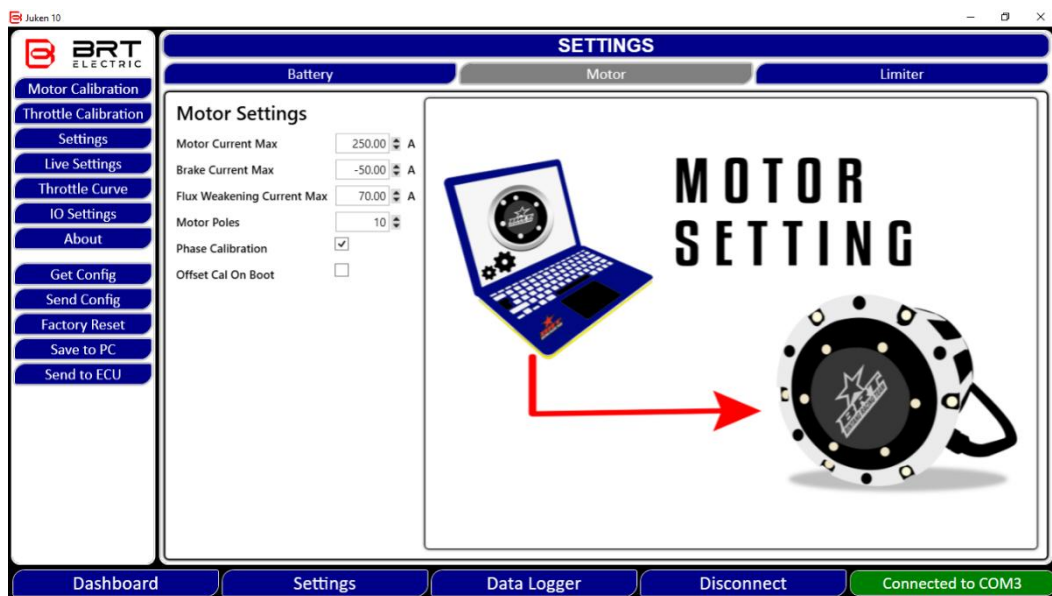


Gambar 4.14 *Battery Settings* pada Aplikasi BRT Juken 10



Gambar 4.15 Spesifikasi Baterai LiFePO4 72V-25Ah

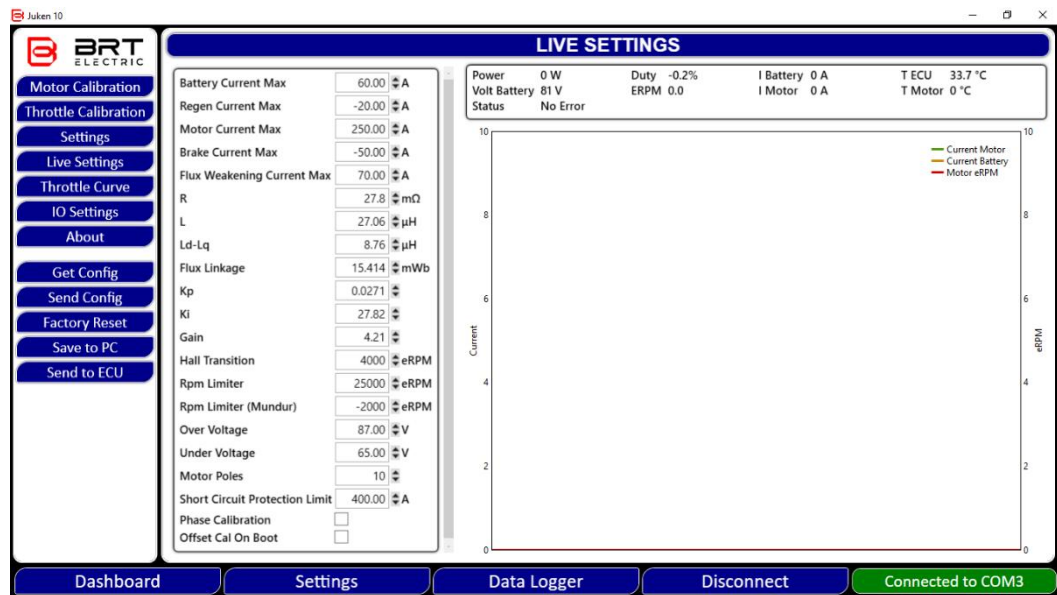
Parameter yang dimasukkan ke *controller* disesuaikan dengan spesifikasi yang tertera pada baterai yang digunakan seperti pada Gambar 4.15.



Gambar 4.16 *Motor Settings* pada Aplikasi BRT Juken 10

Parameter yang diatur di *controller* selanjutnya adalah motor BLDC yang disesuaikan dengan spesifikasi dari motor BLDC yang digunakan. Penyesuaian motor BLDC (*Motor Settings*) pada aplikasi BRT Juken 10 tersaji pada Gambar 4.16. *Motor Current Max* adalah mengisi arus maksimal yang dapat masuk ke baterai per fasa (berdasarkan *datasheet* baterai). *Brake Current Max* adalah arus maksimal yang diatur saat mengalami tahanan. *Flux Weakening Current Max* adalah arus tambahan dengan vektor yang berbeda untuk melemahkan medan magnet yang menghambat putaran sehingga RPM akan naik lebih tinggi. *Motor Poles* adalah jumlah pole magnet yang ada di motor BLDC (berdasarkan

datasheet). Di saat *Flux Weakening Current Max* ditingkatkan, maka RPM motor akan meningkat, tetapi juga akan lebih boros pemakaian baterainya.



Gambar 4.17 *Live Settings* pada Aplikasi BRT Juken 10

Di pengaturan langsung (*Live Settings*) seperti pada Gambar 4.17, terdapat *limiter* RPM di mana nomor *limiter* RPM dan RPM mundur dalam satuan *eRPM*. *Flux Linkage* adalah akumulasi atau penjumlahan *Flux* pada koil yang bertujuan untuk menggerakkan motor pada awal putaran BLDC. Menurunkan *Flux Linkage* maka akan meningkatkan RPM, tetapi jika terlalu rendah maka torsi juga akan menurun.

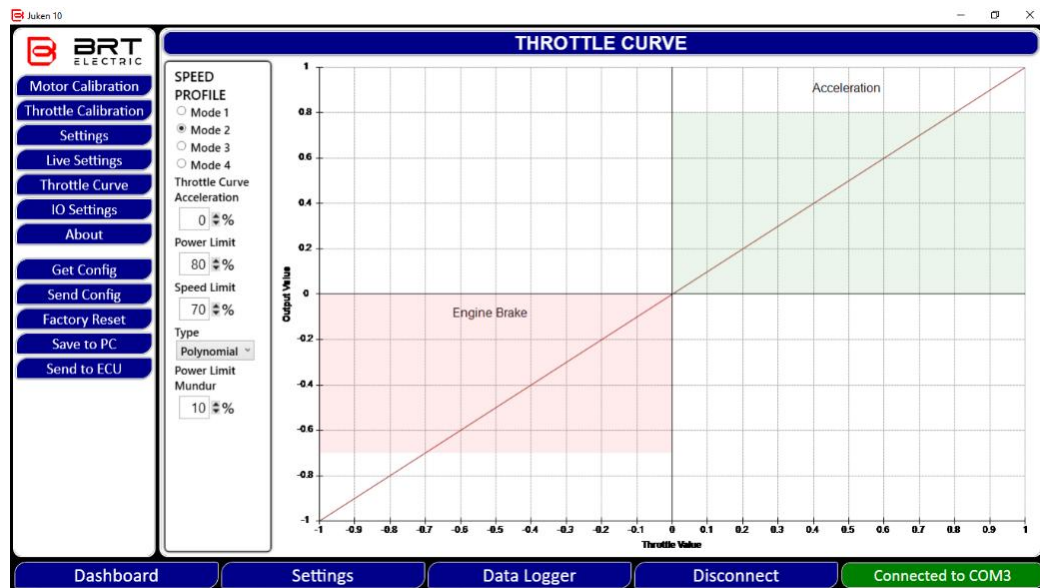
4.4 Hasil Pengujian

Selesai perakitan dan pengaturan *controller* konversi Mini ATV menjadi elektrik, dilanjutkan dengan pengujian konversi Mini ATV. Terdapat 4 jenis pengujian yang dilakukan, yaitu pengujian lurus, tanjakan, *Top Speed*, dan daya tahan baterai.

4.4.1 Pengujian Lurus

Pengujian lurus bertujuan untuk mendapatkan waktu tempuh konversi Mini ATV. Parameter yang digunakan pada pengujian ini, yaitu *Throttle Curve Acceleration* dengan perbedaan rentang per 20% dari 0% sampai dengan 100%. Pengaturan *Throttle Curve Acceleration* tersaji pada Gambar 4.18. Pada

pengujian ini, dilakukan dengan lintasan landai yang berjarak 30 meter. Pengujian diawali dari garis *start* dengan posisi motor Mini ATV keadaan berhenti seperti pada Gambar 4.19. Perhitungan waktu dimulai ketika Mini ATV melewati garis *start* dan diakhiri ketika Mini ATV melewati garis *finish*. Pengujian mengacu pada pedoman pelaksanaan Kompetisi Mobil Listrik Indonesia (KMLI). Pegujian dilakukan sebanyak tiga kali pada setiap rentang *Throttle Curve Acceleration* dengan maksud agar data waktu yang didapat lebih akurat. Pengujian dilakukan menggunakan *stopwatch* yang ada di *smartphone* untuk mendapatkan data waktu. Tempat pengujian adalah di *Boulevard* Universitas Islam Indonesia yang dilakukan pada malam hari supaya tidak ada kendaraan yang melintas sehingga pengujian yang dilakukan benar-benar optimal dan aman.



Gambar 4.18 Pengaturan *Throttle Curve*



Gambar 4.19 Pengujian Lurus

Data hasil pengujian dengan pengaturan *Throttle Curve Acceleration* (TCA) 0% tersaji pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Hasil Pengujian dengan Pengaturan TCA 0%

<i>THROTTLE CURVE</i>	Pengujian	Mulai	Selesai	Waktu Total
0%	1	36,31	31,53	4,78
	2	33,26	28,55	4,71
	3	46,68	42	4,68
	Rata-rata			4,723

Hasil pengujian dengan pengaturan *Throttle Curve Acceleration* 0% dengan waktu rata-rata dari 3 kali pengujian adalah 4,723 detik.

Data hasil pengujian dengan pengaturan *Throttle Curve Acceleration* (TCA) 20% tersaji pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Hasil Pengujian dengan Pengaturan TCA 20%

<i>THROTTLE CURVE</i>	Pengujian	Mulai	Selesai	Waktu Total
20%	1	39,67	35,08	4,59
	2	40,59	36,02	4,57
	3	40,96	36,38	4,58
	Rata-rata			4,580

Hasil pengujian dengan pengaturan *Throttle Curve Acceleration* 20% dengan waktu rata-rata dari 3 kali pengujian adalah 4,580 detik.

Data hasil pengujian dengan pengaturan *Throttle Curve Acceleration* (TCA) 40% tersaji pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Hasil Pengujian dengan Pengaturan TCA 40%

<i>THROTTLE CURVE</i>	Pengujian	Mulai	Selesai	Waktu Total
40%	1	72,08	67,63	4,45
	2	38,91	34,31	4,6
	3	44,73	40,15	4,58
	Rata-rata			4,543

Hasil pengujian dengan pengaturan *Throttle Curve Acceleration* 40% dengan waktu rata-rata dari 3 kali pengujian adalah 4,543 detik.

Data hasil pengujian dengan pengaturan *Throttle Curve Acceleration* (TCA) 60% tersaji pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9 Hasil Pengujian dengan Pengaturan TCA 60%

<i>THROTTLE CURVE</i>	Pengujian	Mulai	Selesai	Waktu Total
60%	1	35,35	30,86	4,49
	2	38,13	33,63	4,5
	3	33,46	28,93	4,53
	Rata-rata			4,507

Hasil pengujian dengan pengaturan *Throttle Curve Acceleration* 60% dengan waktu rata-rata dari 3 kali pengujian adalah 4,507 detik.

Data hasil pengujian dengan pengaturan *Throttle Curve Acceleration* (TCA) 80% tersaji pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10 Hasil Pengujian dengan Pengaturan TCA 80%

<i>THROTTLE CURVE</i>	Pengujian	Mulai	Selesai	Waktu Total
80%	1	53,48	49,02	4,46
	2	46,72	42,19	4,53
	3	45,69	41,25	4,44
	Rata-rata			4,477

Hasil pengujian dengan pengaturan *Throttle Curve Acceleration* 80% dengan waktu rata-rata dari 3 kali pengujian adalah 4,477 detik.

Data hasil pengujian dengan pengaturan *Throttle Curve Acceleration* (TCA) 100% tersaji pada Tabel 4.11.

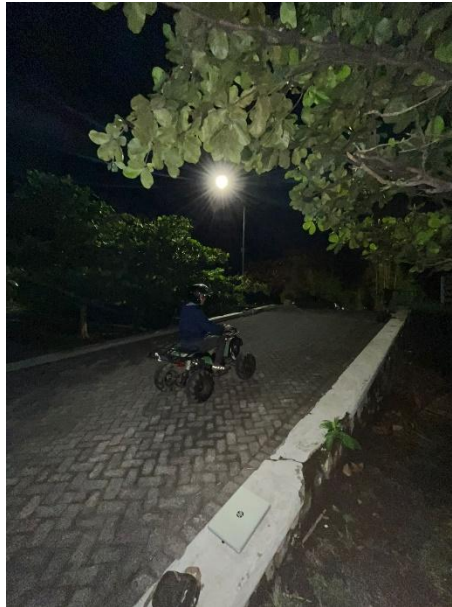
Tabel 4.11 Hasil Pengujian dengan Pengaturan TCA 100%

<i>THROTTLE CURVE</i>	Pengujian	Mulai	Selesai	Waktu Total
100%	1	39,77	35,32	4,45
	2	38,74	34,48	4,26
	3	44,43	39,89	4,54
	Rata-rata			4,417

Hasil pengujian dengan pengaturan *Throttle Curve Acceleration* 100% dengan waktu rata-rata dari 3 kali pengujian adalah 4,417 detik.

4.4.2 Pengujian Tanjakan

Pengujian tanjakan bertujuan untuk mendapatkan waktu tempuh konversi Mini ATV. Parameter yang digunakan pada pengujian ini, yaitu *Throttle Curve Acceleration* dengan perbedaan rentang per 20% dari 0% sampai dengan 100%. Pengaturan *Throttle Curve Acceleration* tersaji pada Gambar 4.18. Pada pengujian ini, dilakukan dengan lintasan menanjak dengan ketinggian tanjakan 12° yang berjarak 10 meter seperti pada Gambar 4.20. Pengujian diawali dari garis *start* dengan posisi motor Mini ATV keadaan berhenti. Perhitungan waktu dimulai ketika Mini ATV melewati garis *start* dan diakhiri ketika Mini ATV melewati garis *finish*. Pengujian dilakukan sebanyak tiga kali pada setiap rentang *Throttle Curve Acceleration* dengan maksud agar data yang didapat lebih akurat. Pengujian dilakukan menggunakan *stopwatch* yang ada di *smartphone* untuk mendapatkan data waktu. Tempat pengujian adalah di tanjakan GOR Ki Bagoes Hadikoesoemo Universitas Islam Indonesia.



Gambar 4.20 Pengujian Tanjakan

Data hasil pengujian dengan pengaturan *Throttle Curve Acceleration* (TCA) 0% tersaji pada Tabel 4.12.

Tabel 4.12 Hasil Pengujian dengan Pengaturan TCA 0%

<i>THROTTLE CURVE</i>	Pengujian	Mulai	Selesai	Waktu Total
0%	1	13,75	10,83	2,92
	2	17,45	14,33	3,12
	3	14,81	12,13	2,68
	Rata-rata			2,907

Hasil pengujian dengan pengaturan *Throttle Curve Acceleration* 0% dengan waktu rata-rata dari 3 kali pengujian adalah 2,907 detik.

Data hasil pengujian dengan pengaturan *Throttle Curve Acceleration* (TCA) 20% tersaji pada Tabel 4.13.

Tabel 4.13 Hasil Pengujian dengan Pengaturan TCA 20%

<i>THROTTLE CURVE</i>	Pengujian	Mulai	Selesai	Waktu Total
20%	1	15,23	12,35	2,88
	2	11,81	9,13	2,68
	3	11,37	8,7	2,67
	Rata-rata			2,743

Hasil pengujian dengan pengaturan *Throttle Curve Acceleration* 20% dengan waktu rata-rata dari 3 kali pengujian adalah 2,743 detik.

Data hasil pengujian dengan pengaturan *Throttle Curve Acceleration* (TCA) 40% tersaji pada Tabel 4.14.

Tabel 4.14 Hasil Pengujian dengan Pengaturan TCA 40%

<i>THROTTLE CURVE</i>	Pengujian	Mulai	Selesai	Waktu Total
40%	1	13,85	11,3	2,55
	2	13,37	10,73	2,64
	3	11,51	9,18	2,33
	Rata-rata			2,507

Hasil pengujian dengan pengaturan *Throttle Curve Acceleration* 40% dengan waktu rata-rata dari 3 kali pengujian adalah 2,507 detik.

Data hasil pengujian dengan pengaturan *Throttle Curve Acceleration* (TCA) 60% tersaji pada Tabel 4.15.

Tabel 4.15 Hasil Pengujian dengan Pengaturan TCA 60%

<i>THROTTLE CURVE</i>	Pengujian	Mulai	Selesai	Waktu Total
60%	1	14,34	11,92	2,42
	2	13,17	10,73	2,44
	3	13,72	11,17	2,55
	Rata-rata			2,470

Hasil pengujian dengan pengaturan *Throttle Curve Acceleration* 60% dengan waktu rata-rata dari 3 kali pengujian adalah 2,470 detik.

Data hasil pengujian dengan pengaturan *Throttle Curve Acceleration* (TCA) 80% tersaji pada Tabel 4.16.

Tabel 4.16 Hasil Pengujian dengan Pengaturan TCA 80%

<i>THROTTLE CURVE</i>	Pengujian	Mulai	Selesai	Waktu Total
80%	1	13,48	11,12	2,36
	2	13,23	10,83	2,4
	3	13,54	10,98	2,56
	Rata-rata			2,440

Hasil pengujian dengan pengaturan *Throttle Curve Acceleration* 80% dengan waktu rata-rata dari 3 kali pengujian adalah 2,440 detik.

Data hasil pengujian dengan pengaturan *Throttle Curve Acceleration* (TCA) 100% tersaji pada Tabel 4.17.

Tabel 4.17 Hasil Pengujian dengan Pengaturan TCA 100%

<i>THROTTLE CURVE</i>	Pengujian	Mulai	Selesai	Waktu Total
100%	1	15,29	12,95	2,34
	2	13,96	11,56	2,4
	3	12,29	9,91	2,38
	Rata-rata			2,373

Hasil pengujian dengan pengaturan *Throttle Curve Acceleration* 100% dengan waktu rata-rata dari 3 kali pengujian adalah 2,373 detik.

4.4.3 Pengujian *Top Speed*

Pengujian *Top Speed* bertujuan untuk mendapatkan kecepatan tertinggi konversi Mini ATV. Parameter yang digunakan pada pengujian ini, yaitu *Speed Limit* dengan perbedaan rentang per 10% dari 70% sampai dengan 100%. Pengaturan *Speed Limit* tersaji pada Gambar 4.18. Pada pengujian ini, dilakukan dengan lintasan lurus tidak naik dan tidak turun. Pengujian dilakukan dengan Mini ATV dalam keadaan berjalan sampai mencapai kecepatan maksimal disetiap rentang *Speed Limit* yang diuji. Setiap pengaturan *Speed Limit* dilakukan pengujian sebanyak tiga kali untuk mendapat kecepatan tertinggi dari setiap pengaturan *Speed Limit*. Alat bantu yang digunakan adalah aplikasi *Smart GPS Speedometer* yang ada di *smartphone* seperti pada Gambar 4.21. Alasan pemilihan aplikasi tersebut karena ulasan tertinggi dengan *rating* bintang 4.5 dari 5 oleh 3500 orang dan memiliki fitur *tracker* dibandingkan dengan aplikasi lainnya seperti *Speedometer 55 Start*, *Speedometer Simple*, dan *Speedometer X*. Untuk tempat pengujian adalah di *Boulevard* Universitas Islam Indonesia.



Gambar 4.21 *Smart GPS Speedometer*

Data hasil pengujian *Top Speed* dengan variasi pengaturan *speed limit* dari 70% sampai 100% dengan perbedaan rentang per 10% tersaji pada Tabel 4.18.

Tabel 4.18 Hasil Pengujian *Top Speed*

Pengujian	<i>SPEED LIMIT</i>	<i>TOP SPEED</i>
1	70%	42,4
2	80%	48,1
3	90%	52,8
4	100%	57,7

4.4.4 Pengujian Daya Tahan Baterai

Pengujian daya tahan baterai bertujuan untuk mengetahui ketahanan baterai konversi Mini ATV. Pengujian dilakukan selama 3 jam dengan setiap 30 menit sekali dilakukan pengontrolan tegangan baterai untuk mengetahui penurunan tegangan baterai yang terjadi. Selama 3 jam pengujian dilakukan

secara terus-menerus dengan jeda pengontrolan tegangan baterai. Tempat pengujian adalah di lingkungan kampus Universitas Islam Indonesia.

Batas atas tegangan baterai = 82,8 V

Batas bawah tegangan baterai = 77,0 V

Perhitungan persentase tegangan baterai dalam persen (%) :

$$\text{Selisih tegangan baterai (V)} = \text{Batas atas (V)} - \text{Batas bawah (V)}$$

$$\text{Selisih tegangan baterai (V)} = 82,8 \text{ V} - 77,0 \text{ V}$$

$$\text{Selisih tegangan baterai (V)} = 5,8 \text{ V}$$

1. Persentase baterai sebelum pengujian :

$$\text{Tegangan baterai (V)} = \text{Tegangan saat ini (V)} - \text{Tegangan bawah (V)}$$

$$\text{Tegangan baterai (V)} = 81,4 \text{ V} - 77,0 \text{ V}$$

$$\text{Tegangan baterai (V)} = 4,4 \text{ V}$$

$$\text{Persentase baterai (\%)} = \frac{\text{Tegangan baterai (V)}}{\text{Selisih tegangan baterai (V)}} \times 100\%$$

$$\text{Persentase baterai (\%)} = \frac{4,4 \text{ V}}{5,8 \text{ V}} \times 100\%$$

$$\text{Persentase baterai (\%)} = 0,759 \times 100\%$$

$$\text{Persentase baterai (\%)} = 75,9\%$$

2. Persentase baterai setelah pengujian :

$$\text{Tegangan baterai (V)} = \text{Tegangan saat ini (V)} - \text{Tegangan bawah (V)}$$

$$\text{Tegangan baterai (V)} = 78,3 \text{ V} - 77,0 \text{ V}$$

$$\text{Tegangan baterai (V)} = 1,3 \text{ V}$$

$$\text{Persentase baterai (\%)} = \frac{\text{Tegangan baterai (V)}}{\text{Selisih tegangan baterai (V)}} \times 100\%$$

$$\text{Persentase baterai (\%)} = \frac{1,3 \text{ V}}{5,8 \text{ V}} \times 100\%$$

$$\text{Persentase baterai (\%)} = 0,224 \times 100\%$$

$$\text{Persentase baterai (\%)} = 22,4\%$$

Data hasil pengujian daya tahan baterai tersaji pada Tabel 4.19.

Tabel 4.19 Hasil Pengujian Daya Tahan Baterai

Tegangan Baterai (V)	Jarak Tempuh (km)	Waktu Tempuh (Menit)	Persentase Baterai (%)
81,4	0	0	75,9
81,3	2,10	30	74,1
80,8	5,07	60	65,5
80,3	8,58	90	56,9
80,1	11,53	120	53,4
79,5	12,82	150	41,3
78,3	14,37	180	22,4

4.5 Pembahasan

Konversi Mini ATV **Loncin** dari mesin bakar konvensional menjadi kendaraan elektrik dilakukan tanpa merubah rangka asli dari Mini ATV. Konversi dilakukan dengan penyesuaian dari rangka asli Mini ATV dengan penambahan *bracket* agar komponen konversi dapat terpasang di rangka asli Mini ATV. Tujuan mempertahankan rangka asli Mini ATV dengan tanpa melakukan pemotongan, pengelasan, ataupun pembuatan lubang yaitu apabila akan memasang mesin aslinya kembali dapat langsung dilakukan tanpa penyesuaian rangka kembali dengan hanya mencopot perangkat konversi dan *bracket* konversinya.

Motor BLDC yang digunakan adalah motor BLDC tipe *Mid Drive* dengan daya 3 kW. Tipe *Mid Drive* dipilih dengan alasan penempatan posisi mesin yang dapat menggantikan mesin aslinya tanpa merubah rangka maupun sistem penggerak dari Mini ATV dengan menambah *bracket* di rangka Mini ATV. Motor BLDC daya 3 kW digunakan pada konversi kali ini karena mengacu pada Permenhub Nomor 65 tahun 2020 bab 4 pasal 12 ayat 4 C No 2, dimana mesin asli Mini ATV **Loncin** berkapasitas 125 cc daya motor listrik konversi paling tingginya adalah 3 kW. Spesifikasi motor BLDC 3 kW ini telah melebihi dari spesifikasi mesin asli dari Mini ATV **Loncin** 125cc.

Controller BRT Juken 10 dipilih karena memiliki banyak kelebihan antara lain; mudah penggunaannya, fitur yang sesuai dengan yang dibutuhkan pada konversi kali ini, harganya relatif terjangkau, dan *controller* buatan Indonesia yang mudah dalam perawatannya. *Controller* ditempatkan di tempat yang mudah dijangkau untuk perawatan dan pengecekan. Proses kalibrasi sangat diperlukan agar *controller* dapat membaca parameter-parameter perangkat konversi dengan baik dan benar.

Baterai adalah salah satu perangkat utama pada konversi Mini ATV mesin bakar konvensional menjadi bertenaga listrik. Baterai pada motor listrik adalah sumber daya utama yang digunakan untuk menyimpan energi listrik dan memberikan daya pada motor listrik. Baterai tipe LiFePO4 menjadi pilihan pada konversi kali ini karena memiliki keunggulan beda tegangan operasi yang tinggi, kapasitas spesifik tinggi, biaya bahan baku murah, ramah lingkungan, kestabilan terhadap panas tinggi, dan dapat diaplikasikan sebagai penyimpanan daya tinggi. Spesifikasi baterai yang digunakan pada konversi Mini ATV adalah 72V-25Ah karena disesuaikan dengan pemilihan motor BLDC 3 kW dan menyangkut karakteristik dari Mini ATV yang membutuhkan torsi yang besar. Total kapasitas baterai dapat diketahui dari kuat arus per jam baterai 25 Ah dan tegangan baterai 72V sebagai berikut:

$$P = V \times I$$

$$P = 72 V \times 25 Ah$$

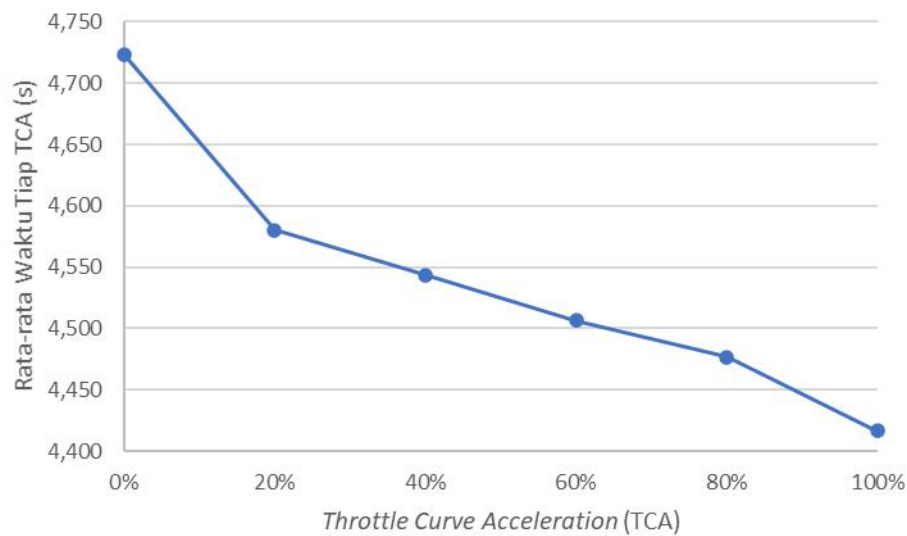
$$P = 1800 Wh$$

Dari perhitungan di atas, didapat bahwa baterai Mini ATV konversi dengan kuat arus 25 Ah dan tegangan 72V memiliki kapasitas sebesar 1800 Wh. Ini berarti baterai bisa menyediakan daya listrik ± 1800 W selama 1 jam. Semakin banyak energi yang dipakai, maka baterai akan semakin cepat mengalami pelepasan energi atau *discharge*.

Perangkat pendukung konversi lainnya ditempatkan di tempat yang tersisa dari rangka Mini ATV. Penempatan perangkat konversi pendukung lainnya tetap harus memikirkan faktor keamanan dan keergonomisan. Kabel-kabel dan soket ditempatkan di tempat yang mudah dalam perawatan dan proses lepas-pasang. Estetika juga menjadi salah satu faktor dalam penempatan perangkat pendukung

konversi lainnya. Kabel-kabel dan soket diikat rapi menggunakan kabel *ties* menempel ke rangka Mini ATV.

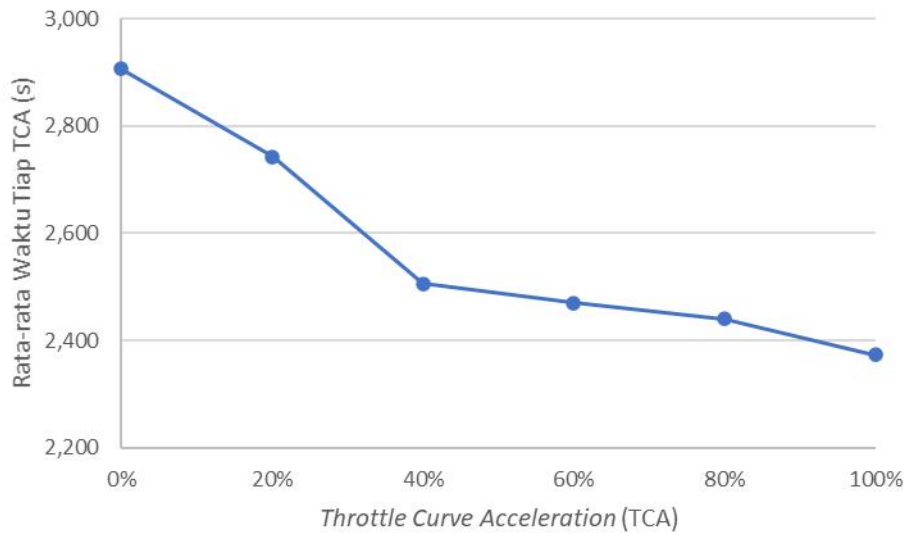
Berdasarkan pengujian lurus yang telah dilakukan, didapatkan grafik *Throttle Curve Acceleration* (TCA) terhadap rata-rata waktu tempuh Mini ATV tiap pengaturan TCA yang tersaji pada Gambar 4.22.



Gambar 4.22 Grafik Hasil Pengujian Lurus

Pada pengaturan TCA 0% sampai 20%, mengalami selisih perubahan rata-rata waktu tempuh yang signifikan yaitu 4,723 detik ke 4,580 detik. Pada pengaturan TCA 20% sampai 80%, mengalami selisih perubahan rata-rata waktu tempuh yang tidak cukup banyak. Pada pengaturan TCA 80% sampai 100%, mengalami selisih peningkatan perubahan rata-rata waktu tempuh dari pengaturan TCA sebelumnya. Hal ini menunjukkan bahwa pengaturan *Throttle Curve Acceleration* (TCA) berpengaruh terhadap rata-rata waktu tempuh konversi Mini ATV. Semakin besar persentase pengaturan TCA, maka rata-rata waktu tempuh konversi Mini ATV semakin cepat.

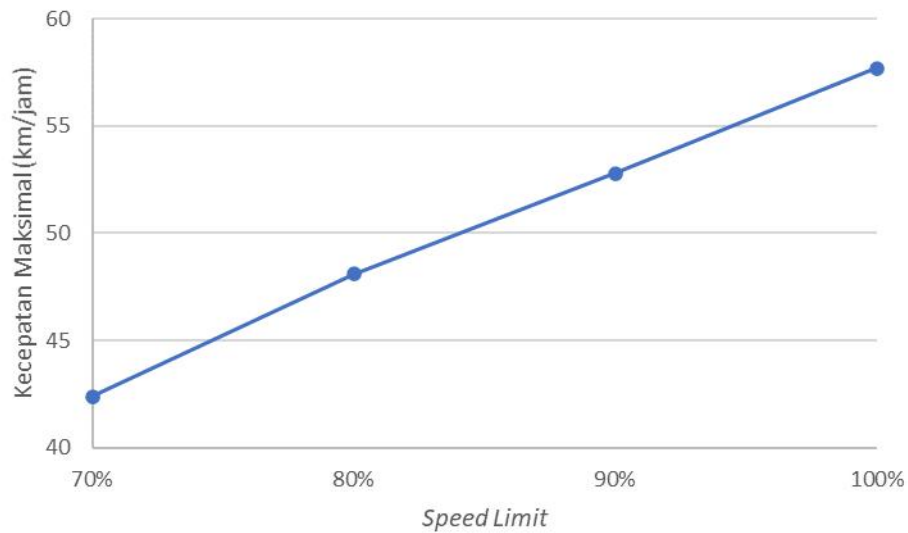
Berdasarkan pengujian tanjakan yang telah dilakukan, didapatkan grafik *Throttle Curve Acceleration* (TCA) terhadap rata-rata waktu tempuh Mini ATV tiap pengaturan TCA yang tersaji pada Gambar 4.23.



Gambar 4.23 Grafik Hasil Pengujian Tanjakan

Pengujian tanjakan dilakukan pada tanjakan dengan kemiringan 12° . Konversi Mini ATV berhasil melewati tanjakan dengan kemiringan 12° dengan mudah. Selisih perubahan rata-rata waktu tempuh yang signifikan terjadi pada pengaturan TCA 0% sampai 20% dan 20% sampai 40%, yaitu 0,164 detik dan 0,236 detik. Pada pengaturan TCA 40% sampai 80%, mengalami selisih perubahan rata-rata waktu tempuh yang tidak cukup banyak. Pada pengaturan TCA 80% sampai 100%, mengalami selisih peningkatan perubahan rata-rata waktu tempuh dari pengaturan TCA sebelumnya. Hal ini menunjukkan bahwa pengaturan *Throttle Curve Acceleration* (TCA) berpengaruh terhadap rata-rata waktu tempuh konversi Mini ATV. Semakin besar persentase pengaturan TCA, maka rata-rata waktu tempuh konversi Mini ATV semakin cepat.

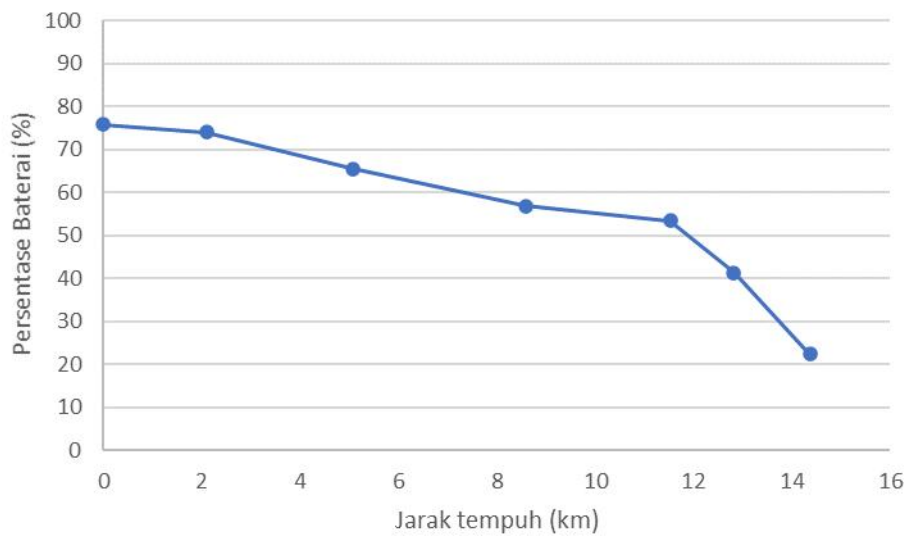
Berdasarkan pengujian *top speed* yang telah dilakukan, didapatkan grafik *Speed Limit* terhadap kecepatan maksimal Mini ATV tiap pengaturan *Speed Limit* yang tersaji pada Gambar 4.24.



Gambar 4.24 Grafik Hasil Pengujian *Top Speed*

Pengaturan *Speed Limit* pada *controller* berpengaruh terhadap kecepatan maksimal. Hal ini dibuktikan dengan hasil grafik pengujian *top speed* yang meningkat. Semakin tinggi persentase pengaturan *speed limit* pada *controller*, maka kecepatan maksimal yang didapat juga akan semakin tinggi.

Berdasarkan pengujian daya tahan baterai yang telah dilakukan, didapatkan grafik jarak tempuh terhadap persentase baterai Mini ATV tiap 30 menit pengontrolan tegangan baterai yang tersaji pada Gambar 4.25.



Gambar 4.25 Grafik Hasil Persentase Baterai Terhadap Jarak Tempuh

Persentase tegangan yang terpakai :

$$\begin{aligned} \text{Tegangan yang terpakai (\%)} \\ = \text{Tegangan awal (\%)} - \text{Tegangan akhir (\%)} \end{aligned}$$

$$\text{Tegangan yang terpakai (\%)} = 75,9\% - 22,4\%$$

$$\text{Tegangan yang terpakai (\%)} = 53,5\%$$

Persentase tegangan yang terpakai untuk menempuh jarak 14,37 km selama 180 menit kurang lebih menghabiskan 53,5% tegangan baterai.

$$\text{Jarak yang dapat ditempuh baterai 100\%} = \frac{14,37 \text{ km}}{53,5\%} \times 100\%$$

$$\text{Jarak yang dapat ditempuh baterai 100\%} = 26,9 \text{ km}$$

Dengan demikian, persentase tegangan baterai 100% konversi Mini ATV dengan spesifikasi baterai 25Ah-72V dan motor BLDC yang digunakan berkapasitas 3 kW kurang lebih dapat menempuh jarak 26,9 km.

Perancangan tugas akhir ini memiliki beberapa kendala elektrik selama proses konversi. Beberapa kendala tersebut adalah seperti *controller* sulit terhubung ke perangkat laptop dan *controller* sukar untuk dilakukan kalibrasi dikarenakan soket kabel *setting* yang kurang kencang. Kendala tersebut telah diatasi dengan memastikan bahwa soket kabel *setting* seperti Gambar 4.26 yang sudah kencang dan diberi tambahan kabel jumper.



Gambar 4.26 Soket Kabel *Setting*

Kendala lainnya adalah baut konektor 3 fasa pada *controller* mudah kendur yang mengakibatkan terjadi percikan bunga api pada konektor kabel 3 fasa. Percikan bunga api tersebut menyebabkan *controller* meleleh seperti pada

Gambar 4.27. Percikan bunga api disebabkan karena adanya hambatan yang besar dari luas penampang konektor yang kecil membuat arus yang mengarah ke motor BLDC kecil atau bahkan tidak ada. Akibatnya motor BLDC kehilangan tenaga atau mati.



Gambar 4.27 *Controller* Meleleh pada Konektor 3 Fasa

Kendala tersebut telah diatasi dengan pada konektor 3 fasa diberi tambahan *o-ring* disetiap konektornya dan pengencangan baut konektor pada *controller* menggunakan kunci torsi yang kekuatannya sudah disesuaikan dengan ketentuan dari *controller*.



Gambar 4.28 Hasil Mini ATV Setelah Dilakukan Proses Konversi

Gambar 4.28 merupakan hasil Mini ATV **Loncin** setelah dilakukan proses konversi dari motor bakar konvensional menjadi berpengerak motor listrik. Setelah dilakukan pengujian, tidak terjadi kendala pada perangkat konversi Mini ATV yang dirakit. Perangkat konversi Mini ATV dapat berfungsi dan berjalan sebagaimana mestinya.

BAB 5

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang diperoleh, perakitan perangkat konversi pada konversi Mini ATV berpengerak motor bakar menjadi berpengerak motor listrik dapat disimpulkan bahwa:

1. Perakitan perangkat konversi pada konversi Mini ATV berhasil dalam pengoperasiannya, dibuktikan dengan konversi Mini ATV mampu berjalan dan berhasil melalui pengujian yang sudah ditentukan.
2. Hasil pengujian jalan konversi Mini ATV dapat berjalan dengan baik tanpa mengalami kendala apapun selama proses pengujian berlangsung. Pada pengujian lurus dan pengujian tanjakan, didapatkan hasil semakin besar persentase pengaturan TCA, maka rata-rata waktu tempuh konversi Mini ATV semakin cepat. Pada pengujian *top speed*, semakin tinggi persentase pengaturan *speed limit* pada *controller*, maka kecepatan maksimal yang didapat akan semakin tinggi. Daya tahan baterai pada konversi Mini ATV mampu menempuh jarak kurang lebih 26,9 km.

5.2 Saran atau Penelitian Selanjutnya

Adapun beberapa hal yang dapat menjadi saran atau penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut.

1. Perbaiki sistem suspensi pada Mini ATV.
2. Penambahan mekanisme pendingin pada *controller* agar suhu *controller* lebih stabil.
3. Melakukan penguatan pada rangka Mini ATV **Loncin**.
4. Perbaiki bodi plastik dan jok Mini ATV.
5. Penggantian sistem pengereman yang lebih baik.

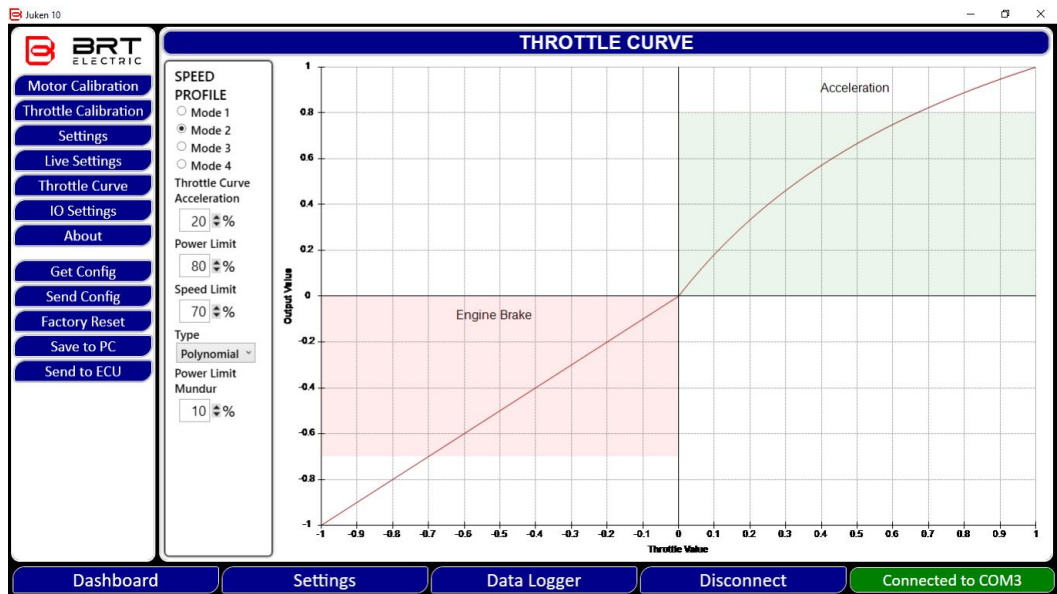
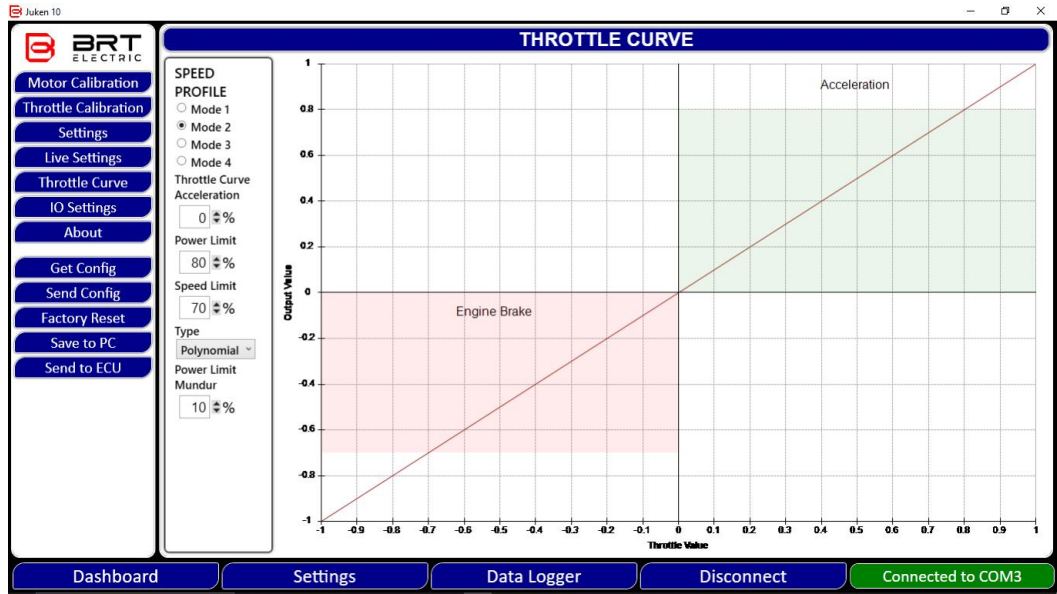
DAFTAR PUSTAKA

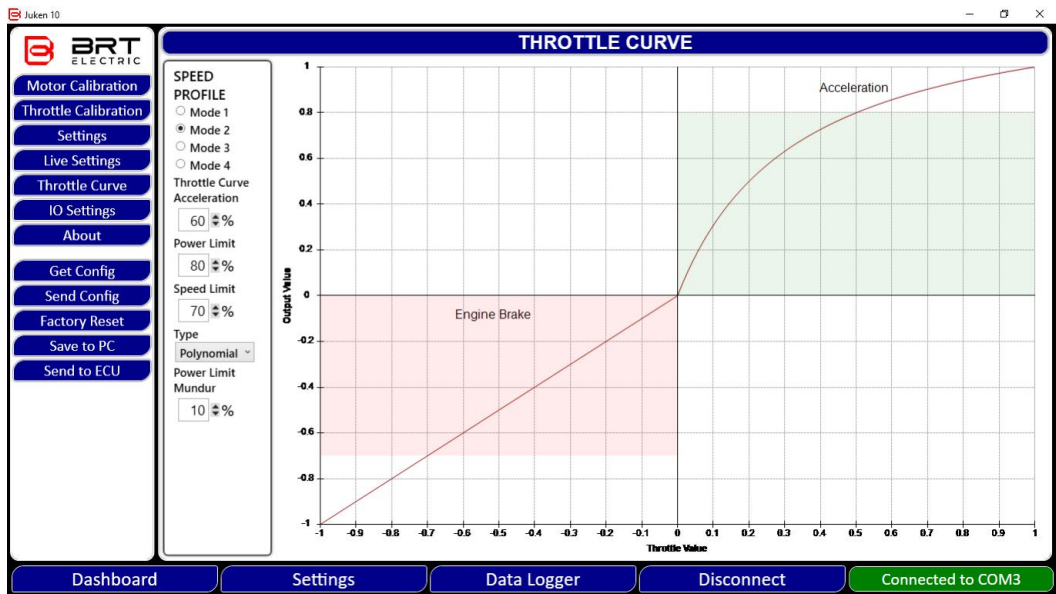
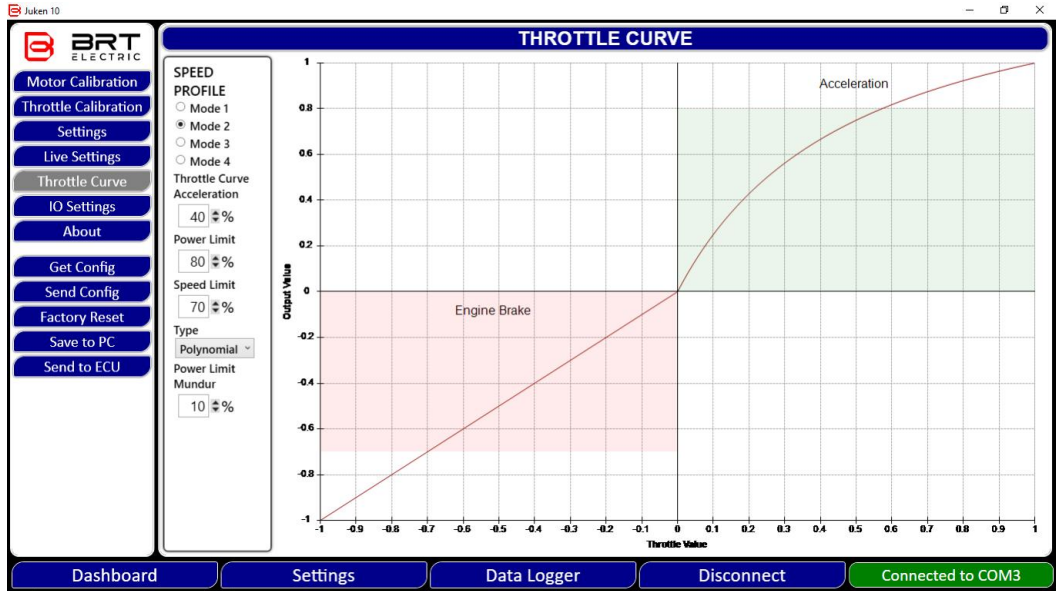
- Adam Maulana, Aditya Irawan, & Sobar Ihsan. (2022). *RANCANG BANGUN RANGKA ATV DENGAN MESIN NINJA 150CC*.
- Afif, M. T., Ayu, I., & Pratiwi, P. (2015). ANALISIS PERBANDINGAN BATERAI LITHIUM-ION, LITHIUM-POLYMER, LEAD ACID DAN NICKEL-METAL HYDRIDE PADA PENGGUNAAN MOBIL LISTRIK-REVIEW. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 6(2), 95–99.
- Budi, T. (2009). *KAJI PENGARUH ANTI-ROLL BAR PADA SUSPENSI INDEPENDEN DEPAN KENDARAAN ATV Z200 TERHADAP PERILAKU BODY ROLL*.
- Fath, N., Rizky, A., Rakhman, A., Maulana, S., & Sujono, S. (2022). Perancangan Mobil Listrik Menggunakan Motor DC Brushed 36 Volt 450 Watt. *KILAT*, 11(1), 10–20. <https://doi.org/10.33322/kilat.v11i1.1334>
- Fauzien, A. (2008). *Analisis Penggunaan Venturi...*
- Hakimah, Y. (2019). *Desiminasi Teknologi*.
- Jiwantopo, A., Nurisna, Z., & Yudhanto, F. (2017). *MEDIA PEMBELAJARAN TRANSMISI ATV (ALL TERRAIN VEHICLE) 2 STROKE TOYOCO G16ADP 160 CC*.
- Khumaidy, A., & dll. (2022). *Tegangan Motor DC Terhadap Berat Barang Pada Ban Berjalan*.
- Kristiyadi, T., Majid, S., Farhan, M., & Lani L, D. (2021). *122016072_MUHAMADFARHAN+-+m+farhan*.
- Kumara, N. S. (2018). *Tinjauan Perkembangan Kendaraan Listrik Dunia Hingga Sekarang*.
- Kumara, N. S., & Wayan Sukerayasa, I. (2009). TINJAUAN PERKEMBANGAN KENDARAAN LISTRIK DUNIA HINGGA SEKARANG. In *Sukerayasa Teknologi Elektro* (Vol. 8).
- Masudi, N. (2014). *Final Project-TM 090340 DESIGN OF BLDC MOTOR CONTROLLER FOR INCREASING THE OUTPUT PERFORMANCE (OUTPUT POWER) FROM ELECTRIC BIKE*.

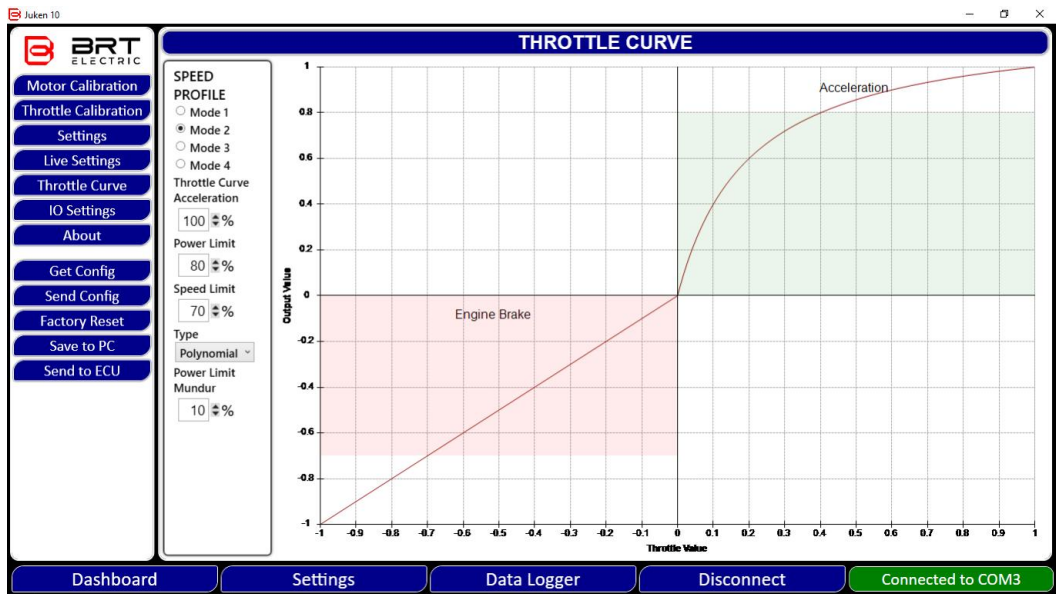
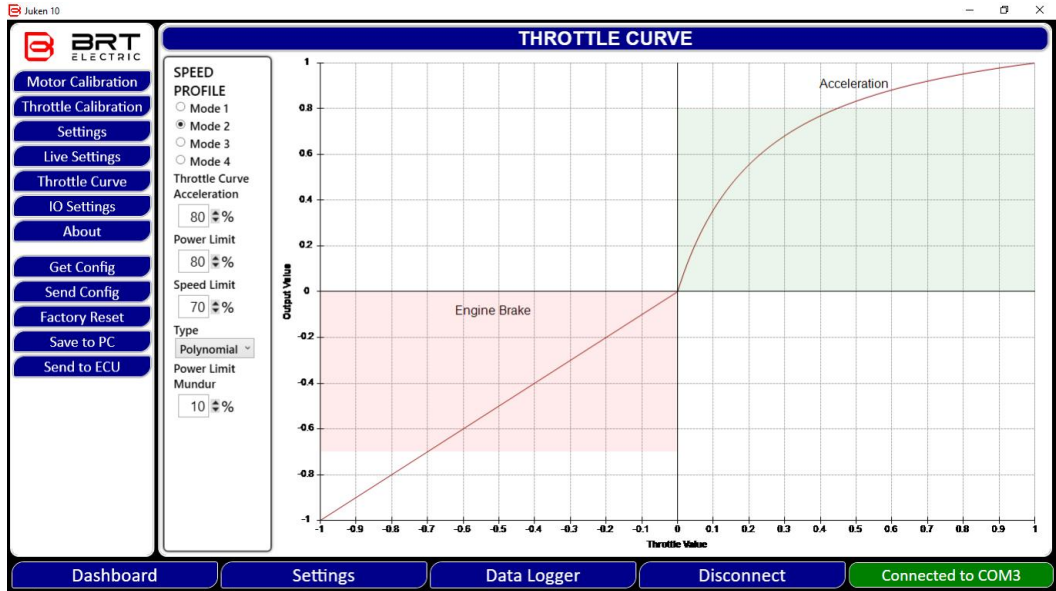
- Nasution, M. (2021). Muslih Nasution Karakteristik Baterai Sebagai Penyimpan Energi Listrik Secara Spesifik. In *Cetak) Journal of Electrical Technology* (Vol. 6, Issue 1).
- Novianto, D., Zondra, E., & Yuvendus, H. (2022). Analisis Efisiensi Motor Induksi Tiga Phasa Sebagai Penggerak Vacuum Di PT. Pindo Deli Perawang. *Jurnal Sain, Energi, Teknologi & Industri*, 4(2), 73–80. <https://doi.org/10.31849/sainetin.v6i2.9734>
- Nugroho, N., & Agustina, S. (2015). *ANALISA MOTOR DC (DIRECT CURRENT) SEBAGAI PENGGERAK MOBIL LISTRIK* (Vol. 2, Issue 1).
- Panduan KMLI XII*. (2023).
- Rais, M., & Drestanto, R. W. (2022). *LAPORAN TUGAS AKHIR / CAPSTONE DESIGN*.
- Wahyu, D. (2019). *Uji Kinerja Mesin Fiat 4-Tak dengan Kapasitas 1.100 CC Menggunakan Automotive Engine Test Bed T101D Fiat 4-Stroke Engine Performance Test with 1100 Cc Capacity Using Automotive Engine Test Bed T101D*. 9(2), 2089–4880. <https://doi.org/10.21063/jtm.2019.v9.i2.74-83>
- Wibowo, Y. C., & Riyadi, S. (2018). *38-ANALISA-PEMBEBANAN-PADA-MOTOR-BRUSHLESS-DC-BLDC*.

LAMPIRAN 1

Variasi Throttle Curve Acceleration

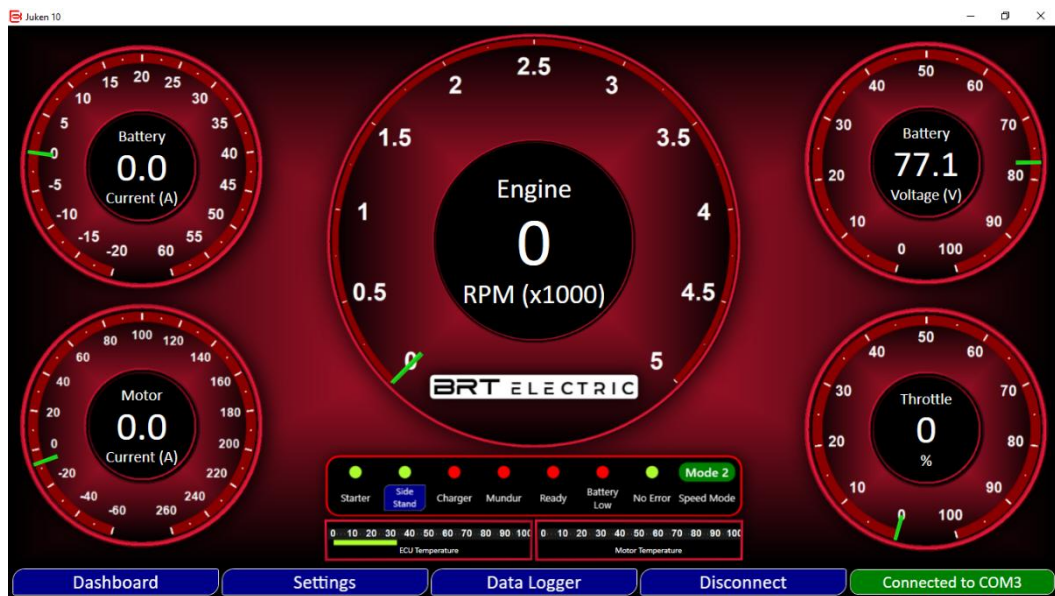
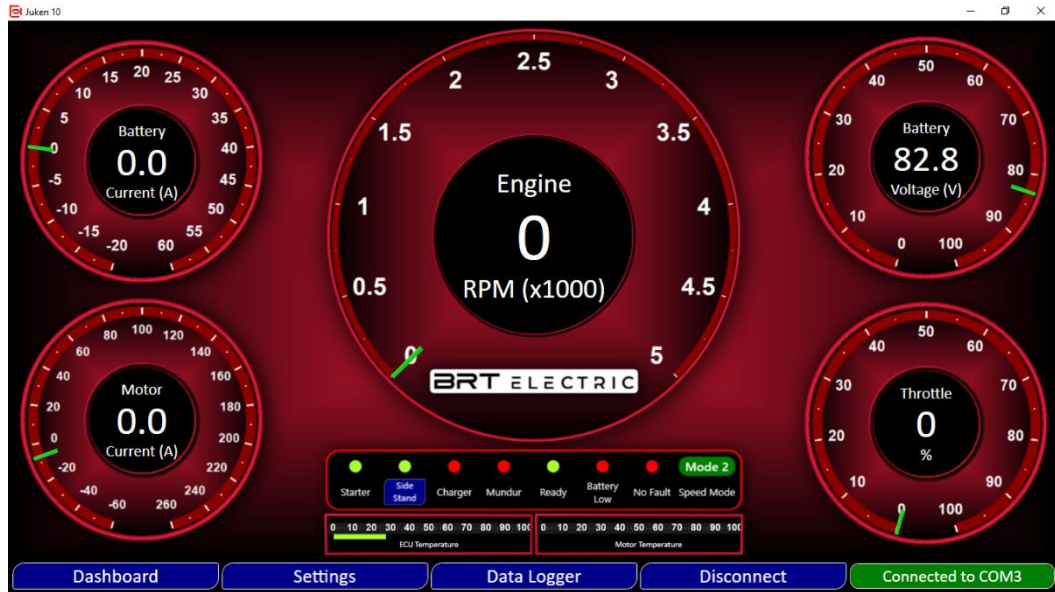






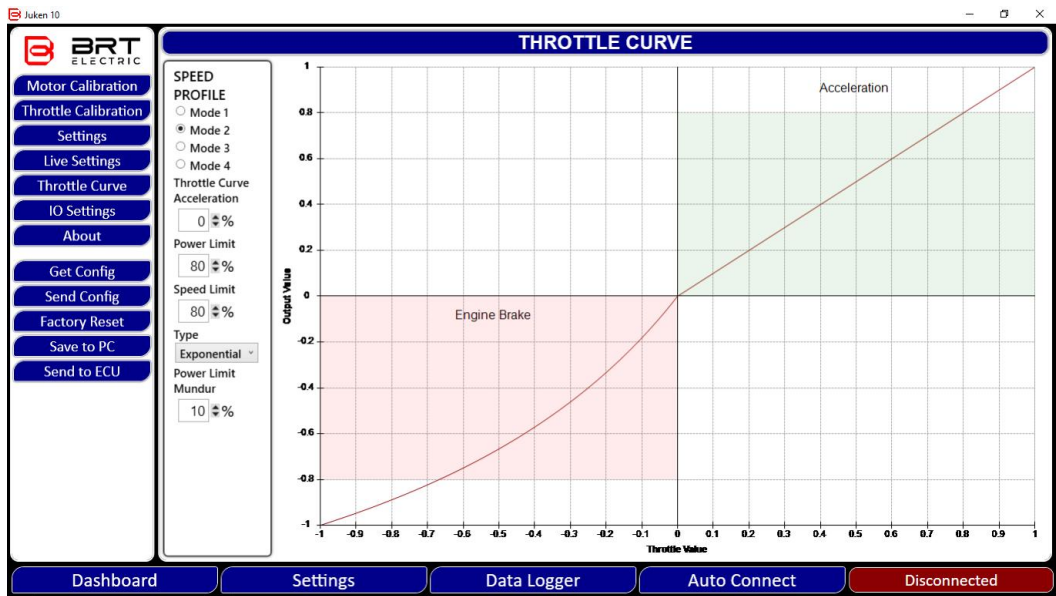
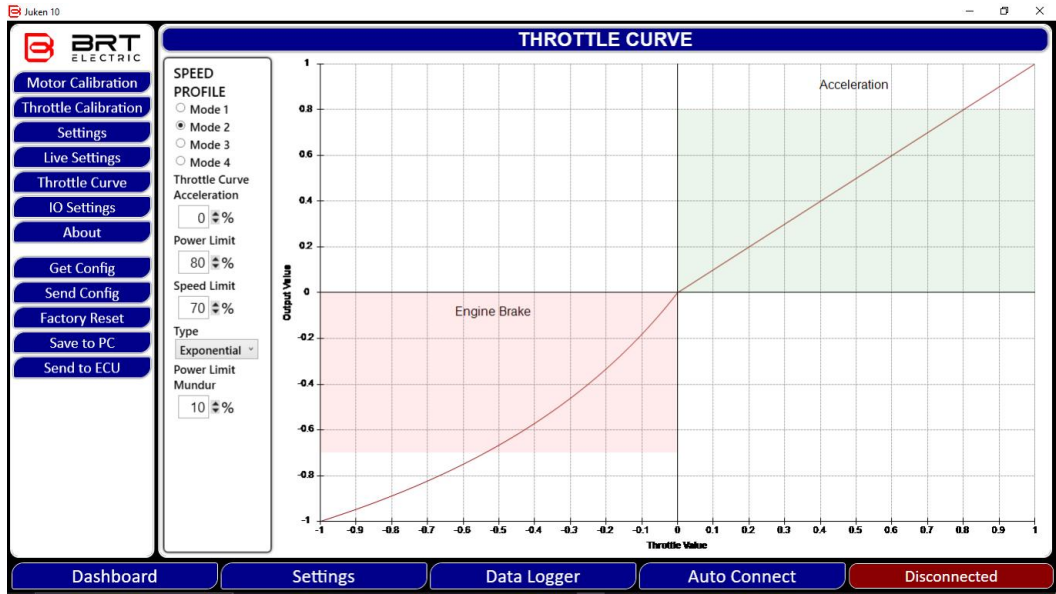
LAMPIRAN 2

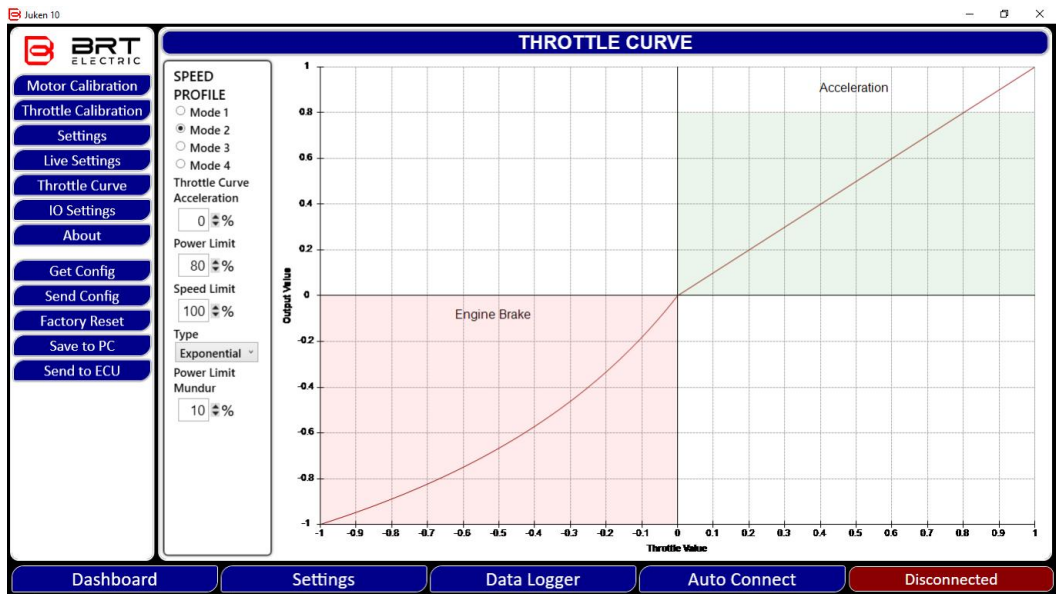
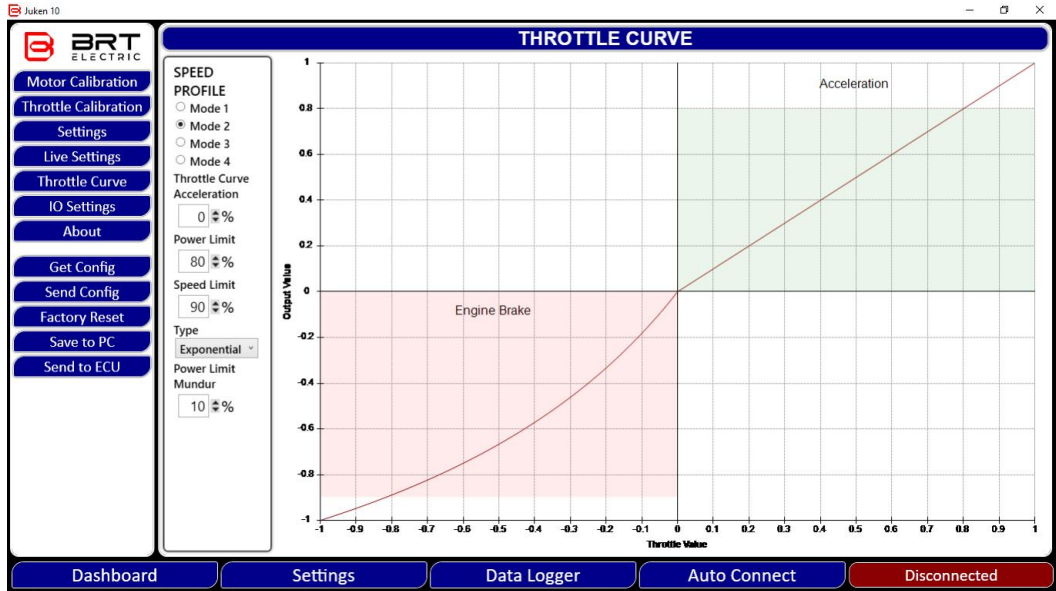
Voltase Baterai



LAMPIRAN 3

Variasi Speed Limit





LAMPIRAN 4

Hasil Pengujian *Top Speed* dengan Aplikasi *Smart GPS Speedometer*



LAMPIRAN 5

Permenhub Nomor 65 tahun 2020 bab 4 pasal 12 ayat 4 C

-9-

2020, No. 1124

- c. daya Motor Listrik paling tinggi sesuai dengan klasifikasi sebagai berikut:
1. Sepeda Motor dengan isi silinder sampai dengan 110 cc (seratus sepuluh sentimeter kubik), daya Motor Listrik Konversi paling tinggi 2 kw (dua kilo watt);
 2. Sepeda Motor dengan isi silinder lebih dari 110 cc (seratus sepuluh sentimeter kubik) sampai dengan 150 cc (seratus lima puluh sentimeter kubik), daya Motor Listrik Konversi paling tinggi 3 kw (tiga kilo **watt**); dan
 3. Sepeda Motor dengan isi silinder lebih dari 150 cc (seratus lima puluh sentimeter kubik) sampai dengan 200 cc (dua ratus sentimeter kubik), daya Motor Listrik Konversi paling tinggi 4 kw (empat kilo watt).

LAMPIRAN 6

Spesifikasi Motor BLDC 3kW

SPECIFICATION

Motor Type:	BLDC Inner Rotor Motor
Brand:	QS Motor, QSMOTOR
Motor Design:	Single axle
Matched Tire:	17 inch
Magnet Height:	70mm, 5 pole pairs
Motor gear ratio:	1:2.368
Max Continues Power:	5500W
Peak Power:	11kW
Rated Voltage:	72V
Speed:	2955RPM
Max Torque:	98N.m
Cooling Method:	Air cooling
Max Efficiency:	≥93%
Rated Current:	85A
Max bus Current:	150A
Thermic Probe:	KTY83/122 (as default)
Working Temperature:	70-120°C , peak 150 °C
Hall Sensor:	Single Hall Set with waterproof connectors
Phase Wire:	16mm ² Cross Section (not include insulation layer)
Waterproof Grade:	IP67
Color: Black	Black
N.W./G.W.:	approx 12.32kgs/14kgs
Package Dimension:	34cm*34cm*33cm/piece



LAMPIRAN 7

Spesifikasi Mini ATV Loncin 125 cc

Specifications:

Engine: 125CC four stroke single cylinder, air-cooled

Max torque: 8.0N.m

Max power: 6.0kw

Top speed: 55km/hr

Brake system: Dual Drum Front & Rear Hydraulic mono Brakes)

Tank capacity: 7.5 Litre

Start model: Electric start

Bore stroke: 52.4×55.5mm

Front tyre: 19"x7"-8"

Rear tyre: 18"x9.5"-8"

Wheel base: 111cm

Battery: 12V, 6.5Ah

L.W.H: 177x100x106cm

Net weight: 114kg

Suspension: Dual Front absorber & Rear Mono absorber

Gears: Automatic Centrifugal Clutch

Item description:

Reduction gear box –to protect the clutch

Can carry a recommended maximum of 120kg

Soft rubber handle grips with kill switch

Ignition Keys + Engine kill switch button

Knobby tires, for greatest grip in all weather & track conditions

Chain drive

Heavy duty clutch

Durable frame which is protected with a thick layer of powder coating

LAMPIRAN 8

Bracket Komponen Konversi

