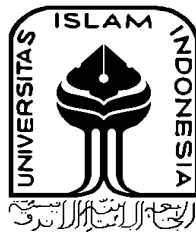


**PERANCANGAN *BRACKET* PADA KONVERSI MINI ATV
LONCIN 125 CC MENJADI BERPENGERAK MOTOR
LISTRIK 3 KW**

TUGAS AKHIR

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



Disusun Oleh :

**Nama : Awang Nur Fauzi
No. Mahasiswa : 19525048
NIRM : 1903040033**

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

2024

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING

**PERANCANGAN *BRACKET* PADA KONVERSI MINI ATV
LONCIN 125 CC MENJADI BERPENGGERAK MOTOR
LISTRIK 3 KW**

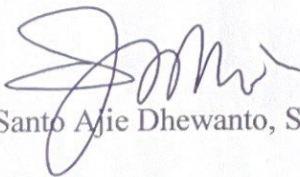
TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : Awang Nur Fauzi
No. Mahasiswa : 19525048
NIRM : 1903040033

Yogyakarta, 27 Maret 2024

Pembimbing I,



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

Pembimbing II,



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

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

**PERANCANGAN *BRACKET* PADA KONVERSI MINI ATV
LONCIN 125 CC MENJADI BERPENGERAK MOTOR
LISTRIK 3 KW**

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : Awang Nur Fauzi
No. Mahasiswa : 19525048
NIRM : 1903040033

Tim Penguji

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



Tanggal : 3/4/2024

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



Tanggal : 3/4/2024

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



Tanggal : 20/3/2024

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Dr. Ir. Muhammad Khafidh, S.T., M.T., IPP.

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN NASKAH

Dengan ini saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Awang Nur Fauzi

NIM : 19525048

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



Awang Nur Fauzi

HALAMAN PERSEMBAHAN

Tugas akhir ini saya persembahkan kepada bapak, ibu, kakak, dan orang terdekat yang sudah memberikan dukungan dan mendoakan segala yang baik. Berkat doa-doa yang kalian panjatkan, saya bisa mengerjakan dan menyelesaikan tugas akhir ini sampai selesai. Serta berkat didikan dan dukungan kalian selama ini, saya menjadi pribadi yang tangguh 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 dengan segala kesabaran mendidik dan memberikan masukan-masukan yang membangun sehingga saya mendapatkan banyak ilmu-ilmu yang berharga dan membentuk saya menjadi pribadi yang lebih baik.

HALAMAN MOTTO

“Berbeda adalah Pilihan”

“Jangan Hanya Menunggu, Tapi Ciptakanlah Waktumu Sendiri”

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji dan syukur kita panjatkan kepada Allah Swt yang hanya kepada-Nya memohon pertolongan. Alhamdulillah atas segala pertolongan, rahmat, dan kasih sayang-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir yang berjudul “Perancangan *Bracket* Pada Konversi Mini Atv Loncin 125 cc Menjadi Berpenggerak Motor Listrik 3 kW”.

Shalawat dan salam kepada Rasulullah Saw. yang senantiasa menjadi sumber inspirasi dan teladan terbaik untuk seluruh umat manusia.

Penulis menyadari banyak pihak yang memberikan dukungan dan bantuan selama menyelesaikan studi dan laporan tugas akhir ini. Oleh karena itu, sudah sepantasnya penulis dengan penuh hormat mengucapkan terimakasih dan mendoakan semoga Allah memberikan balasan terbaik kepada :

1. Bapak, Ibu, Mbak Ratih, Mbak Ratna, Mas Purbo, dan Mas Pouya selaku keluarga penulis dan tempat untuk berkeluh kesah penulis.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo, M.T., selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia
3. Bapak Dr. Ir. Muhammad Khafidh, S.T., M.T., IPP. selaku Kaprodi Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia
4. Bapak Ir. Santo Ajie Dhewanto, S.T., M.M. IPP selaku Pembimbing I dan Ir. Donny Suryawan, S.T., M.Eng., IPP. selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir.
5. 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.
6. Abrori Cahyo Hermawan yang merupakan partner satu tim dalam menyelesaikan tugas akhir.
7. Pamungkas Arifiyanti Nur Setyarini selaku orang terdekat penulis yang telah membantu dalam penulisan.
8. Keluarga Teknik Mesin khususnya teman-teman angkatan 2019 Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia selaku tempat bertukar ilmu.

9. Terima kasih penulis juga untuk semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang tidak dapat peneliti sebutkan satu persatu.

Akhir kata, pada laporan ini masih banyak kekurangan dalam penulisan. Oleh karena itu penulis mohon maaf apabila 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

Awang Nur Fauzi

ABSTRAK

Kendaraan bermotor merupakan alat transportasi yang diminati sebagai sarana mobilitas manusia. Munculnya era kendaraan listrik menjadi salah satu solusi dari permasalahan terbatasnya energi fosil di dunia dan polusi udara yang disebabkan oleh residu hasil pembakaran kendaraan berpengerak motor bakar. Konversi Mini ATV berpengerak mesin bakar menjadi berpengerak motor listrik dilakukan untuk mengetahui *bracket* yang dibutuhkan pada proses konversi yang dilakukan hingga Mini ATV dapat berjalan dengan baik. Perancangan sistem mekanik yang dilakukan antara lain yaitu perancangan komponen pendukung motor listrik di rangka ATV serta komponen-komponen penting seperti kontroler, baterai, dan perangkat lainnya. Perancangan yang dilakukan sama sekali tidak merubah rangka sehingga ATV tetap dalam keadaan utuh dan dapat dikembalikan lagi ke penggerak aslinya. Hasil desain yang dibuat mampu menahan gaya-gaya yang bekerja akibat kerja motor dengan *yield strength* material 250 MPa.

Kata kunci: kendaraan listrik, atv, *bracket*, sistem mekanik

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Lembar Pengesahan Dosen Pembimbing	ii
Lembar Pengesahan Dosen Penguji	iii
Halaman Persembahan	iv
Halaman Motto	v
Kata Pengantar.....	vi
Abstrak	viii
Daftar Isi	ix
Daftar Tabel.....	xi
Daftar Gambar	xii
Daftar Notasi.....	xiv
Bab 1 Pendahuluan	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Perancangan.....	2
1.5 Manfaat Penelitian atau Perancangan	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
Bab 2 Tinjauan Pustaka	4
2.1 Kajian Pustaka	4
2.2 Dasar Teori 1	4
2.2.1 Motor Bakar.....	5
2.2.2 Mini ATV Loncin 125 cc	5
2.2.3 BLDC Motor	6
2.2.4 Baterai.....	7
2.2.5 Kontroler.....	8
2.2.6 <i>SolidWorks</i>	8
2.2.7 <i>Finite Element Analysis (FEA)</i>	9
2.2.8 Teori Kegagalan	9
2.2.9 Faktor Keamanan.....	10

2.2.10	<i>Center of Gravity (COG)</i>	11
Bab 3	Metode Penelitian.....	12
3.1	Alur Penelitian	12
3.2	Alat dan Bahan.....	13
3.3	Observasi	13
3.3.1	Rangka	13
3.3.2	Pemilihan Sistem Penggerak Listrik.....	14
3.3.3	Pemilihan Baterai	14
3.3.4	Kriteria Desain.....	14
3.4	Perancangan Desain	15
3.4.1	Perancangan.....	15
3.4.2	Analisis <i>Bracket</i> Motor.....	15
3.5	Pembuatan <i>Bracket</i>	15
3.5.1	Pembuatan <i>Bracket</i> Motor BLDC	16
3.5.2	Pembuatan <i>Bracket Support</i>	16
3.6	Perakitan	16
3.7	Pengujian	16
Bab 4	Hasil dan Pembahasan	18
4.1	Hasil Observasi	18
4.2	Hasil Perancangan Desain	20
4.3	Pembuatan <i>Bracket</i>	36
4.4	Pembahasan	41
Bab 5	Penutup.....	47
5.1	Kesimpulan	47
5.2	Saran atau Penelitian Selanjutnya.....	47
Daftar Pustaka	48

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Faktor Keamanan (Deutschman, 1975).....	10
Tabel 3. 1 Alat dan Bahan	13
Tabel 4. 1 Perbandingan BLDC <i>Mid Drive</i> dan HUB.....	18
Tabel 4. 2 Kapasitas Mesin Bakar dan Penggerak Listrik Pengganti.....	18
Tabel 4. 3 Perbandingan antara BRT Juken 10 dengan Votol EM100.....	20
Tabel 4. 4 <i>Center of Gravity</i>	44

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Motor Bakar Pada Sepeda Motor	5
Gambar 2. 2 Mini ATV Loncin 125 cc	6
Gambar 2. 3 Motor BLDC.....	7
Gambar 2. 4 <i>Stator</i> dan <i>Rotor</i>	7
Gambar 2. 5 Baterai <i>Lithium-Ion</i>	8
Gambar 2. 6 Kontroler Motor BLDC	8
Gambar 3. 1 Alur Perancangan	12
Gambar 4. 1 Sistem Penggerak Rantai Sproket.....	19
Gambar 4. 2 Desain Tata Letak Komponen	22
Gambar 4. 3 <i>Engine Mounting</i> Mesin Bawaan	23
Gambar 4. 4 Penempatan Motor Penggerak.....	23
Gambar 4. 5 Sketsa <i>Bracket</i> Motor Penggerak	24
Gambar 4. 6 Tampak Isometric Desain <i>Bracket</i> Motor.....	25
Gambar 4. 7 Detail Desain <i>Bracket</i> Motor Penggerak	26
Gambar 4. 8 Diagram Benda Bebas <i>Force</i>	27
Gambar 4. 9 <i>Stress Analysis</i> Akibat Pembebanan pada <i>Bracket</i> Motor	28
Gambar 4. 10 <i>Displacement</i> Pada <i>Bracket</i> Motor Akibat Pembebanan.....	29
Gambar 4. 11 Posisi <i>Axis Shaft Output</i> Motor Penggerak.....	30
Gambar 4. 12 <i>Stress Analysis</i> Akibat Torsi.....	31
Gambar 4. 13 <i>Displacement</i> Pada <i>Bracket</i> Motor Akibat Torsi.....	32
Gambar 4. 14 Desain <i>Bracket</i> Kontroler	33
Gambar 4. 15 Desain <i>Bracket Throttle Sensor</i>	34
Gambar 4. 16 Desain <i>Bracket</i> Baterai	35
Gambar 4. 17 Hasil <i>Laser Cutting</i>	36
Gambar 4. 18 Pengelasan SMAW.....	37
Gambar 4. 19 Kesejajaran <i>Gear</i> Penggerak	38
Gambar 4. 20 <i>Spacer Gear</i> Belakang.....	39
Gambar 4. 21 <i>Spacer Gear</i> Depan.....	39

Gambar 4. 22 <i>Throttle Sensor Bracket</i>	40
Gambar 4. 23 <i>Clamp Double Bolt</i> dan Kontroler	40
Gambar 4. 24 Diagram Benda Bebas <i>Center of Gravity</i>	43
Gambar 4. 25 Rangka yang tidak simetris	45
Gambar 4. 26 Hasil Mini ATV Setelah Proses Konversi Menjadi Berpenggerak Listrik	46

DAFTAR NOTASI

$N =$ Faktor Keamanan

$\sigma_t =$ tegangan tekan desain

$S_{uc} =$ tegangan tekan maksimum material

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Mobilitas sejatinya adalah kebutuhan hidup manusia setiap hari, terus menerus bergerak dan berpindah dari satu tempat ke tempat lainnya. Kendaraan bermotor menjadi pilihan yang banyak diminati. Namun seiring berjalannya waktu, jumlah kendaraan bermotor tersebut semakin banyak dan menghasilkan polusi karbon yang berlebih. Berdasarkan laporan terbaru Kualitas Udara Dunia IQAir 2021 yang dirilis pada Maret 2022, Indonesia menduduki peringkat ke-17 sebagai negara dengan tingkat polusi udara tertinggi di dunia.

Perkembangan teknologi saat ini membuat kendaraan listrik menjadi salah satu solusi mengatasi pencemaran udara yang efektif, dimana kendaraan listrik tidak mengeluarkan emisi gas buang yang dapat mencemari udara. Energi listrik diubah menjadi gerak oleh motor listrik sehingga pada pengoperasian tidak menghasilkan emisi sama sekali (Leitman & Brant, 2008). Selain munculnya kendaraan listrik pabrikan, konversi kendaraan berpengerak motor bakar menjadi berpengerak listrik merupakan pilihan alternatif bagi masyarakat dan pecinta otomotif.

All Terrain Vehicle (ATV) adalah sebuah kendaraan dengan penggerak mesin menggunakan motor bakar, menggunakan pula rangka khusus yang dirancang sedemikian rupa untuk dapat melintas di segala medan. ATV merupakan perpaduan antara motor roda dua dan mobil yang keduanya memiliki kelebihan masing-masing pada saat melintas di medan sulit (Suriyono dan Banne, 2020). Oleh karena itu, penelitian ini akan mencoba melakukan konversi Mini ATV berpengerak mesin bakar menjadi berpengerak listrik dengan perancangan *bracket* pada komponen-komponen yang digunakan.

1.2 Rumusan Masalah

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

1. Bagaimana rancangan sistem *bracket* pada konversi Mini ATV Loncin 125 cc menjadi berpenggerak listrik 3 kW ?
2. Bagaimana hasil *bracket* setelah dilakukan pengujian jalan?

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah yang digunakan dalam proses perancangan ini yaitu :

1. Jenis kendaraan yang dikonversi adalah Mini ATV Loncin 125 cc
2. Penggunaan penggerak listrik mengacu pada Permenhub Nomor 65 Tahun 2020.
3. Perubahan/konversi dari penggerak motor bakar ke penggerak listrik tidak merubah bentuk geometri rangka.
4. Desain rancangan sistem mekanik dilakukan menggunakan aplikasi *Solidworks 2021*.
5. Analisis tegangan dan regangan hanya dilakukan pada bagian *bracket* motor BLDC menggunakan aplikasi *Solidworks 2021*.

1.4 Tujuan Perancangan

Tujuan dari perancangan ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang dan membuat *bracket* pada konversi Mini ATV berpenggerak motor bakar menjadi berpenggerak motor listrik.
2. Menganalisis *bracket* motor akibat pembebanan dan torsi yang terjadi.

1.5 Manfaat Penelitian atau Perancangan

Manfaat dari perancangan ini adalah sebagai berikut:

1. Memberikan pengetahuan mengenai *bracket* pada konversi Mini ATV berpengerak motor bakar menjadi berpengerak motor listrik 3 kW.
2. Mengetahui hasil analisis *bracket* pada konversi Mini ATV berpengerak motor listrik.
3. 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, di mana 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 : METODE PENELITIAN

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

Pada bagian ini berisikan kesimpulan dari perancangan sistem mekanik pada konversi Mini ATV berpengerak motor bakar menjadi berpengerak motor listrik.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Pustaka

Telah dilakukan perancangan konversi sepeda motor *matic* (Honda Beat) berkapasitas 110 cc menjadi berpengerak listrik yang diuji menggunakan metode *test ride*. Motor penggerak yang digunakan dalam konversi tersebut adalah motor BLDC dengan tipe *Mid Drive* 650 Watt. Pengujian *test ride* terdiri dari beberapa parameter yaitu kecepatan maksimum, akselerasi, kemampuan menanjak, waktu pengisian baterai, jarak tempuh, dan pengereman. Dalam penelitian tersebut, pengujian akselerasi dilakukan dengan mencatat waktu tempuh 0-20 km/jam dan pengujian menanjak menggunakan variasi sudut yang berbeda (Kristyadi et al., 2021).

Perancangan konversi sepeda motor Yamaha LS3 100 cc menjadi sepeda motor berpengerak listrik dengan komposisi BLDC Motor tipe HUB 2000 Watt, didukung dengan kontroler 4800 Watt dan baterai 60 volt 30 Ah, sepeda motor hasil konversi tersebut dapat mencapai kecepatan 71 km/jam dalam waktu 25 detik (Jondra & Sugiarta, 2021).

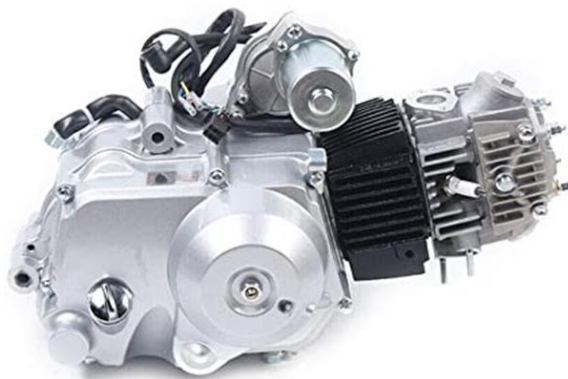
Telah dilakukan Perancangan mobil listrik menggunakan motor DC brushed 36 Volt 450 *Watt* yang membahas mengenai perancangan dan analisa perhitungan performansi mobil listrik menggunakan motor DC *brushed* 36 Volt 450 Watt. Mobil listrik yang dirancang menggunakan baterai lithium ion dengan kapasitas sebesar 56,28 Ah yang mampu bertahan selama 4,08 memiliki kecepatan rata-rata sebesar 25,5 km/jam dan sebesar 5,2 km/jam di jalan menanjak dengan kemiringan 15 derajat (Fath et al., 2022).

2.2 Dasar Teori 1

Berikut merupakan dasar teori dari perancangan yang dilakukan menggunakan beberapa landasan teori yang digunakan untuk mendasari teori pada perancangan *bracket* pada konversi Mini ATV berpengerak 3 kW ini.

2.2.1 Motor Bakar

Motor bakar adalah salah satu bagian dari mesin kalor yang berfungsi untuk mengkonversi energi termal hasil pembakaran bahan bakar menjadi energi mekanis. Terjadinya energi panas karena adanya proses pembakaran, bahan bakar, udara, dan sistem pengapian. Dengan adanya suatu konstruksi mesin, memungkinkan terjadinya siklus kerja mesin untuk usaha dan tenaga dorong dari hasil ledakan pembakaran yang diubah oleh konstruksi mesin menjadi energi mekanik atau tenaga penggerak (Triatmaja, 2011). Selain dimanfaatkan di industri produksi, motor bakar juga dimanfaatkan sebagai penggerak kendaraan transportasi seperti mobil dan sepeda motor seperti pada Gambar 2.1



Gambar 2. 1 Motor Bakar Pada Sepeda Motor

2.2.2 Mini ATV Loncin 125 cc

ATV merupakan kendaraan perpaduan antara motor roda dua dan mobil yang dapat beroperasi di segala medan. ATV bermula Pada tahun 1985, *Specialty Vehicle Institute of America* memulai pengembangan standar terkait ATV, yang menetapkan persyaratan untuk perlengkapan, konfigurasi, dan kinerja kendaraan roda empat di segala medan di Amerika Serikat. Pada tahun 1990, *American National Standard Institute* menyetujui standar pertama bagi kendaraan segala medan atau yang disebut ATV (Mustamu & Lewerissa, 2021).

ATV dibagi menjadi dua jenis yang ditetapkan oleh produsen. Yaitu Tipe I ATV dimaksudkan untuk digunakan oleh operator tunggal dan tidak ada penumpang. Tipe II ATV dimaksudkan untuk digunakan oleh operator atau operator dan penumpang, dan dilengkapi dengan posisi duduk di belakang yang

ditunjuk operator dirancang untuk mengangkangi oleh tidak lebih dari satu penumpang (maksimal 2 orang) dan mesin ATV dibagi menjadi 2 yaitu mesin ATV 4 langkah dan mesin ATV 2 langkah (Mustamu & Lewerissa, 2021).

Mini ATV Loncin memiliki penggerak mesin bakar empat langkah (4T) dengan kapasitas silinder 125 cc berbahan bakar bensin. Mesin Loncin memiliki tiga percepatan maju dan satu percepatan mundur. Mesin bakar empat langkah memiliki empat prinsip kerja, yaitu langkah hisap (*induction*), langkah kompresi (*compression*), langkah pembakaran (*ignition*)/tenaga, dan langkah pembuangan (*exhaust*) (Wahyu, 2019).



Gambar 2. 2 Mini ATV Loncin 125 cc

Berdasarkan Gambar 2.2, mini ATV Loncin 125 cc memiliki dua roda depan untuk kemudi dan dua roda belakang yang terhubung menjadi satu poros sebagai roda yang terhubung dengan penggerak.

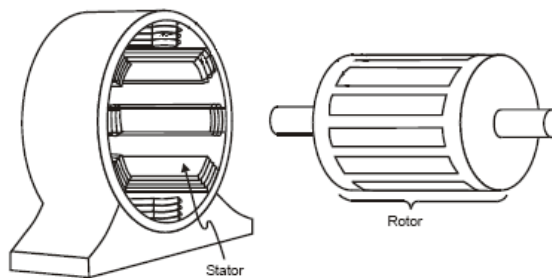
2.2.3 BLDC Motor

Motor BLDC merupakan jenis motor listrik *synchronous*. Pada umumnya motor BLDC bekerja dengan gaya tarik antara dua magnet dengan kutub yang sama. Secara konstruksi Motor BLDC terdiri dari rotor yang berupa magnet permanen sehingga kutubnya tetap sedangkan stator berupa belitan kawat email sehingga kutub magnet tersebut dapat berubah tergantung polaritas arus belitan stator yang diberikan. Untuk dapat mengatur putaran pada motor BLDC, diperlukan sensor pendeteksi posisi rotor yaitu *hall effect sensor* yang merupakan sensor dengan kemampuan mendeteksi letak magnet (Wibowo & Riyadi, 2018).



Gambar 2. 3 Motor BLDC

Motor BLDC dibagi menjadi dua jenis, yaitu *Mid Drive* dan tipe *Hub*. *Mid Drive* memiliki *shaft* rotor sebagai *output* yang dapat dimanfaatkan sebagai penggerak, sedangkan tipe *Hub* memiliki stator yang menjadi *output* penggerak yang biasanya menggantikan velg pada roda kendaraan. *Stator* dan *rotor* dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2. 4 *Stator* dan *Rotor*

2.2.4 Baterai

Baterai adalah suatu sel elektrokimia yang mengubah dari energi kimia menjadi energi listrik. Salah satu jenis baterai yang saat ini berkembang adalah *Lithium-Ion Battery* atau baterai lithium ion (Perdana, 2021). Baterai lithium-ion merupakan salah satu jenis baterai sekunder (*rechargeable battery*) yang dapat diisi ulang dan merupakan baterai yang ramah lingkungan karena tidak mengandung bahan yang berbahaya seperti baterai-baterai yg berkembang lebih dahulu yaitu baterai NI-Cd dan Ni-MH. Baterai lithium ion dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2. 5 Baterai *Lithium-Ion*

2.2.5 Kontroler

Kontroler pada motor DC *brushless* berperan sangat penting dan dapat dikatakan sebagai penunjang utama operasi motor DC *brushless* karena motor DC *brushless* membutuhkan suatu *trigger* pulsa yang masuk ke bagian elektromagnetik (stator) motor DC brushless untuk memberikan pengaturan besarnya arus yang mengalir sehingga putaran motor dapat diatur secara akurat (Nanang Masudi, 2014).



Gambar 2. 6 Kontroler Motor BLDC

Selain bertugas mengatur putaran pada motor BLDC, kontroler pada kendaraan listrik memiliki fungsi lain sebagai pengatur keseluruhan sistem elektrik pada kendaraan seperti mengaktifkan serta mematikan kendaraan dan menghentikan sistem ketika terjadi kesalahan (Rais & Drestanto, 2022).

2.2.6 *SolidWorks*

SolidWorks adalah perangkat lunak desain yang digunakan untuk mendesain. Selain itu, *SolidWorks* juga dapat digunakan sebagai *software* simulasi

yang memungkinkan setiap desainer dan insinyur melakukan simulasi struktur bagian atau komponen suatu struktur menggunakan Finite Element Analysis (FEM). *SolidWorks* juga berfungsi meningkatkan dan memvalidasi kinerja dan mengurangi kebutuhan prototipe yang mahal atau perubahan desain yang lebih baru (Sasmito, 2018).

2.2.7 Finite Element Analysis (FEA)

Finite Element Analysis (FEA) digunakan untuk memprediksi persoalan statik dan dinamik. Di bidang struktur, metode ini memudahkan para insinyur untuk memprediksi tegangan, regangan, deformasi dan kegagalan pada produk yang akan diuji sehingga dapat mengurangi biaya pengujian produk secara eksperimen dan mengoptimalkan produk sebelum diproduksi dan diimplementasikan. Metode FEA merupakan salah satu metode numerik untuk menyelesaikan berbagai permasalahan dibidang *engineering* dengan membagi-bagi benda menjadi bentuk elemen-elemen yang berhingga dan saling berhubungan (Ghazaly, 2014). (Hasil dari metode FEA berupa analisis tegangan, regangan dan deformasi. Apabila hasil analisis tegangan maksimal yang terjadi pada suatu struktur melebihi tegangan luluh (*yield strength*) material yang digunakan maka struktur tersebut mengalami kegagalan dan sebaliknya.

2.2.8 Teori Kegagalan

Disiplin ilmu teori kegagalan mendalami bagaimana material bertindak saat mengalami kegagalan, yang bisa terjadi ketika tekanan atau beban melebihi batas kekuatan atau keuletan material tersebut. Berbagai faktor seperti korosi, kelelahan material, suhu tinggi, serta kondisi lingkungan juga bisa mempengaruhi proses kegagalan material.

Dalam teori kegagalan, terdapat tiga konsep dasar yang digunakan untuk menganalisis perilaku material. Konsep pertama adalah tegangan dan regangan, yang mengukur respons material terhadap beban yang diterapkan. Konsep kedua adalah kriteria kegagalan, yang menentukan batas-batas di mana material akan mengalami kegagalan. Kriteria kegagalan bisa berupa tegangan maksimum, energi pembebanan, atau gabungan keduanya. Konsep ketiga adalah pembentukan

retakan dan keretakan, yang dapat mempengaruhi kegagalan material dan mempercepat terjadinya kegagalan (Callister & Rethwisch, 2017).

Tegangan normal maksimum adalah tegangan yang terjadi pada suatu titik atau area dalam suatu struktur atau material saat beban diterapkan secara normal atau tegak lurus terhadap permukaan tersebut. Oleh karena itu, tegangan normal maksimum selalu terjadi pada permukaan yang tegak lurus terhadap beban tersebut. Tegangan normal maksimum muncul ketika tegangan normal pada arah beban mencapai nilai tertinggi atau maksimum, dan pada saat itu, material atau struktur berpotensi mengalami kegagalan tarik atau tekan. Material dianggap patah gagal apabila:

$$\sigma_t \text{ maksimum} \leq \frac{S_{uc}}{N} \dots\dots\dots (2.1)$$

2.2.9 Faktor Keamanan

Faktor keamanan material adalah perbandingan antara kekuatan material dengan beban yang bekerja pada material tersebut. Faktor keamanan material dapat diukur dalam bentuk rasio antara kekuatan material dan beban yang bekerja pada material tersebut, atau sebagai rasio antara beban terbesar yang dapat ditahan oleh material dan beban yang diterapkan pada material tersebut (Aaron, 1975)

Dalam desain teknik yang mengalami beban yang terus-menerus berubah, faktor keamanan dihitung berdasarkan *endurance limit* (batas daya tahan) material. Namun, karena adanya beban yang bersifat siklik dan statis, analisis kelelahan *Soderberg* digunakan untuk menentukan faktor keamanan ini. Faktor keamanan yang diusulkan oleh Joseph P. Vidosic didasarkan pada kekuatan leleh material, seperti yang terlihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Faktor Keamanan (Deutschman, 1975).

No	Faktor Keamanan	Keterangan
----	-----------------	------------

1.	$N = 1.25 - 1.5$	Properties sangat baik, digunakan dalam kondisi yang terkontrol dan terkena pembebanan atau tegangan yang dapat diperhitungkan dengan pasti.
2.	$N = 1.5 - 2$	Properties material baik, digunakan pada kondisi stabil dan terkena pembebanan atau tegangan yang dapat diperhitungkan dengan baik.
3.	$N = 2 - 2.5$	Material pada umumnya yang digunakan pada kondisi umum dan terkena tegangan yang dapat diperhitungkan.
4.	$N = 2.5 - 3$	Material getas atau kurang dilakukan pengujian yang digunakan pada lingkungan, beban dan tegangan pada umumnya.
5.	$N = 3 - 4$	Material yang belum pernah diuji dan digunakan pada kondisi pada umumnya.

2.2.10 Center of Gravity (COG)

Dalam dinamika kendaraan, berbagai gaya yang bekerja pada kendaraan sangat dipengaruhi oleh bobotnya. Posisi titik berat kendaraan memiliki peran krusial dalam menentukan stabilitasnya. Penentuan titik berat kendaraan dapat dilakukan dengan menghitung gaya reaksi yang terjadi pada roda depan maupun belakang (Zahro & Sutantra, 2019).

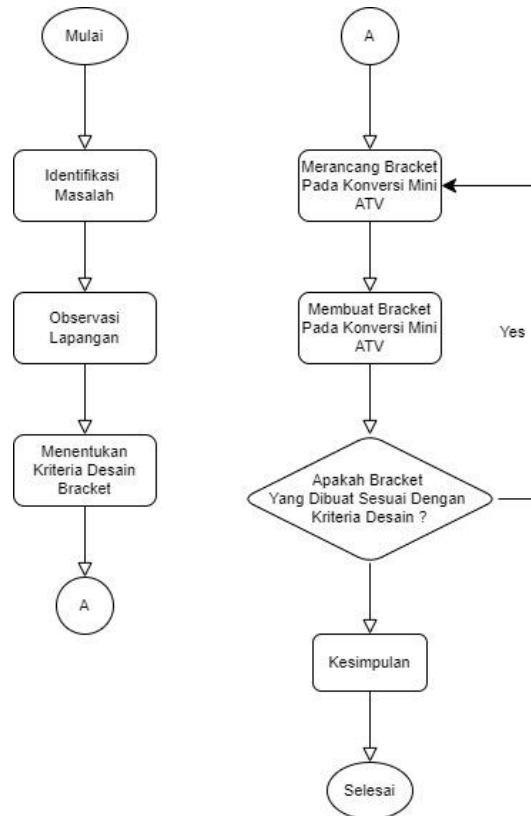
Penting untuk memahami bahwa semakin rendah pusat gravitasi pada kendaraan, semakin baik kinerjanya. Dengan pusat gravitasi yang lebih rendah, kendaraan cenderung memiliki kecenderungan yang lebih rendah untuk terbalik, sehingga meningkatkan keselamatan pengguna jalan. Selain itu, kendaraan dengan pusat gravitasi yang lebih rendah juga dapat merasakan respons yang lebih responsif dan presisi dalam mengemudi, membuat pengalaman berkendara menjadi lebih nyaman dan aman. Oleh karena itu, desain kendaraan yang mempertimbangkan penempatan pusat gravitasi yang rendah menjadi kunci untuk mencapai kinerja yang optimal.

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 Alur Penelitian

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 dilanjutkan 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 penggerak 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. Pada tahap observasi juga dilakukan pengukuran kecepatan putar pada motor penggerak listrik untuk mencari kecepatan yang mampu dihasilkan oleh mini ATV

yang dikonversi. Selanjutnya adalah menentukan kriteria sistem mekanik yang disesuaikan dengan batasan masalah dan kebutuhan proses konversi dari motor bakar ke motor listrik. Kemudian melakukan perancangan *bracket* yang sesuai dengan kriteria desain yang ditentukan. Kegiatan dilanjutkan dengan perakitan *bracket* dengan komponen-komponennya dan sistem elektrik yang kemudian dilakukan pengujian alat guna mengetahui alat tersebut berhasil melakukan pengujian atau tidak, dan mengetahui hasil pengujiannya.

3.2 Alat dan Bahan

Perancangan yang dilakukan memerlukan peralatan dan bahan yang digunakan untuk menunjang proses perancangan produk. Berikut peralatan dan bahan yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3. 1 Alat dan Bahan

Alat	Bahan
Laptop	Plat Besi
Mesin <i>Laser Cutting</i>	BLDC Motor
Mesin Las SMAW	Kontroler BLDC
Gerinda	Baterai
Mesin <i>drilling</i>	<i>Clamp Double Bolt</i>
<i>SolidWorks 2021</i>	

3.3 Observasi

Observasi yang dimaksud bertujuan untuk mengetahui tahapan awal sebelum melakukan perancangan sistem mekanik pada konversi Mini ATV. Kegiatan observasi penting dilakukan agar tujuan, fungsi, dan keefektifitasan sistem mekanik yang dirancang dapat dicapai dengan baik. Observasi yang dilakukan sebagai berikut:

3.3.1 Rangka

Rangka merupakan komponen yang berperan sangat penting pada kendaraan. Rangka pada Mini ATV menopang keseluruhan komponen-komponen krusial seperti mesin penggerak, tangki bahan bakar, dan kaki-kaki. Oleh karena itu diperlukan ruang yang cukup dan sesuai tanpa merubah rangka pada Mini ATV

yang akan dikonversi menjadi berpenggerak listrik. Pengukuran dilakukan untuk mengetahui ruang yang tersedia pada rangka kendaraan sehingga dapat dijadikan acuan pada tahap perancangan selanjutnya.

3.3.2 Pemilihan Sistem Penggerak Listrik

Dalam tahap perancangan ini diperlukan motor BLDC yang berfungsi sebagai penggerak listrik yang menggantikan mesin bakar yang merupakan penggerak sebelumnya. Berbagai jenis dan spesifikasi motor BLDC di pasaran sangatlah berbeda-beda, hal tersebut dikarenakan kebutuhan yang berbeda-beda pada penggunaannya. Pemilihan motor BLDC sebagai penggerak listrik pada Mini ATV mengacu pada regulasi pemerintah yang tertuang 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 Baterai

Baterai merupakan salah satu komponen utama pada kendaraan listrik yang berfungsi sebagai penyimpan energi yang akan disalurkan ke motor BLDC untuk menghasilkan energi kinetik. Pemilihan baterai menyesuaikan pada kondisi ruang yang tersedia pada rangka, sehingga Mini ATV yang dikonversi tidak memiliki perubahan geometri atau modifikasi pada rangka.

3.3.4 Kriteria Desain

Dalam suatu proses desain, penting untuk dipertimbangkan sejak awal bagaimana inovasi atau pengembangan yang akan ditingkatkan tersebut akan dibangun dari macam material, peralatan dan keahlian seperti apa yang dibutuhkan. Kriteria desain adalah tujuan eksplisit yang harus dicapai suatu proyek agar berhasil. Proses penentuan kriteria desain mempertimbangkan unsur ergonomi sesuai dengan kondisi awal Mini ATV.

Perancangan *bracket* pada Konversi Mini ATV terdapat kriteria perancangan yang wajib terpenuhi agar hasil perancangan yang diperoleh optimal. Berikut merupakan kriteria desain dari Konversi Mini ATV :

1. Konversi yang dilakukan tidak merubah atau memodifikasi rangka.
2. Struktur *bracket* motor memiliki kekuatan yang mampu menahan *yield strength* material yang digunakan.
3. Sistem mekanik yang dirancang dapat dibongkar pasang.
4. *Bracket* yang dirancang mudah diproduksi.
5. *Bracket* yang dibuat mudah dalam pengaplikasiannya.

3.4 Perancangan Desain

Perancangan desain diawali dengan observasi untuk dapat menentukan posisi instalasi komponen-komponen yang akan digunakan. Adapun proses perancangan desain yang dilakukan sebagai berikut :

3.4.1 Perancangan

1. Pelepasan komponen-komponen yang tidak digunakan.
2. Penentuan *layout* instalasi komponen yang akan digunakan.
3. Pengukuran pada setiap komponen yang akan digunakan dengan rangka.
4. Pembuatan sketsa gambar komponen pendukung.
5. Perancangan desain menggunakan *software SolidWorks 2021*.
6. Pembuatan *2D Drawing*.

3.4.2 Analisis *Bracket* Motor

Pada perancangan *bracket* motor dilakukan analisis untuk mengetahui kekuatan *bracket* yang dirancang. Adapun tahapan analisis yang dilakukan sebagai berikut:

1. Menentukan *fixture* dan *loads* pada struktur desain *bracket*.
2. Menentukan parameter-parameter pada analisis yang dilakukan.
3. Analisis tegangan/*stress* dan displacement akibat pembebanan massa motor.
4. Analisis tegangan/*stress* dan displacement akibat torsi *output* motor.

3.5 Pembuatan *Bracket*

Proses pembuatan *bracket* pada konversi Mini ATV memiliki beberapa langkah produksi sebagai berikut:

3.5.1 Pembuatan *Bracket* Motor BLDC

Proses pembuatan bracket motor BLDC memiliki beberapa langkah dalam proses produksinya, yaitu:

1. Persiapan alat dan bahan.
2. Melakukan *laser cutting* pada plat besi sesuai dengan desain yang telah dibuat.
3. Proses pengelasan plat besi yang sudah dipotong menggunakan *laser cutting*.
4. Proses pengecatan.

3.5.2 Pembuatan *Bracket Support*

Pembuatan *bracket support* meliputi *bracket* kontroler, box baterai, throttle position sensor. Adapun proses pembuatan *bracket support* memiliki beberapa langkah dalam proses produksinya, yaitu:

1. Persiapan alat dan bahan.
2. Pengukuran dan pemotongan plat besi sesuai dengan desain yang sudah dibuat.
3. Melakukan *drilling* pada tiap *bracket* sesuai dengan desain yang dibuat.
4. Proses pengecatan.

3.6 Perakitan

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 dibuat.

Perakitan komponen pendukung, seperti kabel dan soket.

3.7 Pengujian

Setelah dilakukan perakitan sistem mekanik pada konversi Mini ATV, selanjutnya dilakukan proses pengujian pada Mini ATV. Pengujian yang dilakukan sebatas untuk mengetahui kondisi *bracket* yang dirancang secara visual setelah

dilakukan pengujian performa kendaraan setelah dikonversi menjadi berpengerak listrik dengan metode *test ride*.

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Observasi

Dalam studi literatur, pertama melakukan pencarian data terkait perancangan dan pengujian konversi kendaraan berpengerak mesin bakar menjadi berpengerak listrik. Pencarian data yang digunakan perancangan tahap awal adalah jenis dan karakteristik motor BLDC. Jenis dan karakteristik tersebut dapat dilihat di tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Perbandingan BLDC *Mid Drive* dan HUB

<i>Mid Drive</i>	HUB
Shaft rotor sebagai output	Stator sebagai output
Menggunakan belt/rantai	Menggantikan roda penggerak
Dapat merubah variasi final gear	Final gear tidak dapat dirubah
Torsi lebih besar	Top speed lebih besar

Proses selanjutnya yaitu pemilihan spesifikasi motor BLDC yang sesuai dengan Permenhub Nomor 65 Tahun 2020. Peraturan Menteri Perhubungan tersebut mengatur tentang konversi sepeda motor dengan penggerak motor bakar menjadi sepeda motor listrik berbasis baterai. Adapun regulasi teknis pemilihan motor BLDC yang tertuang pada bab 4 pasal 12 ayat 4 C No 2 tersebut dapat dilihat di tabel 4.2.

Tabel 4. 2 Kapasitas Mesin Bakar dan Penggerak Listrik Pengganti

BLDC Pengganti (kW)	Kapasitas Mesin Bakar (cc)
2	<110
3	110-150
4	150-200

Berdasarkan tabel 4.2, daya motor memiliki 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 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).



Gambar 4. 1 Sistem Penggerak Rantai Sproket

Mini ATV Loncin 125 cc memiliki sistem penggerak berupa rantai yang terhubung pada *gear* di mesin dan *gear* pada poros roda belakang seperti pada Gambar 4.1 yang keduanya dapat dilepas pasang guna penggantian *part* untuk *maintenance* dan perubahan rasio *final gear* yang sesuai dengan kebutuhan.

Selanjutnya, dilakukan observasi terhadap literatur pasar terkait berbagai kontroler yang tersedia di *marketplace*. Pemilihan kontroler akan disesuaikan dengan spesifikasi motor BLDC yang akan digunakan. Setelah observasi yang cermat, ditemukan bahwa ada dua opsi kontroler yang menjadi pilihan, yaitu kontroler dalam negeri dan kontroler impor dari luar negeri. Untuk opsi kontroler dalam negeri, dipilih kontroler dari merk BRT dengan tipe Juken 10. Sementara itu, untuk opsi controller impor luar negeri, dipilih kontroler dari merk Votol dengan tipe EM 100. Kedua controller tersebut memiliki karakteristik yang serupa dan dapat kompatibel dengan spesifikasi motor BLDC yang akan dipilih. Perbandingan antara BRT Juken 10 dengan Votol EM100 dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4. 3 Perbandingan antara BRT Juken 10 dengan Votol EM100

BRT	Votol
Merk lokal Indonesia	Merk impor luar negeri
Harga Rp 1.500.000	Harga Rp 2.000.000
<i>User Interface</i> yang lebih baik	User Interface kurang baik
Setting dan kalibrasi yang mudah	Setting dan kalibrasi lebih rumit
Bergaransi dan service resmi	Tidak bergaransi

Kontroler BRT Juken 10 memiliki keunggulan yang lebih dibandingkan Votol EM100 berdasarkan Tabel 3.3. Pertama, kontroler ini menawarkan harga yang lebih terjangkau dibandingkan dengan opsi lainnya di pasaran, sehingga menjadi pilihan yang ekonomis tanpa mengorbankan kualitas. Selain itu, proses settingnya juga sangat mudah berkat *user interface* pengguna yang sederhana yang memungkinkan pengguna untuk mengkonfigurasi pengaturan dengan cepat dan tanpa kesulitan. Selanjutnya, kontroler BRT Juken 10 juga hadir dengan garansi resmi dan dukungan layanan purna jual yang dapat diandalkan. Kehadiran layanan purna jual yang profesional memberikan kepercayaan tambahan kepada pengguna, karena mereka tahu bahwa ada dukungan yang tersedia jika terjadi masalah atau perlu pemeliharaan. Dengan kombinasi harga yang terjangkau, kemudahan pengaturan, dan jaminan layanan purna jual yang baik, kontroler BRT Juken 10 menjadi pilihan yang tepat dalam memenuhi kebutuhan sistem pengendalian motor BLDC pada konversi Mini ATV Loncin 125 cc menjadi berpenggerak listrik.

4.2 Hasil Perancangan Desain

Hasil observasi dan studi literatur yang dilakukan, didapatkan spesifikasi dan jenis komponen yang sesuai dengan kriteria desain yang sudah ditentukan. Adapun komponen yang sudah dipilih sebagai berikut:

1. Jenis motor yang digunakan adalah BLDC motor dengan tipe *Mid Drive*.
2. BLDC BRT yang digunakan memiliki daya 3 kW sesuai dengan regulasi Permenhub Nomor 65 Tahun 2020.
3. Kontroler BRT Juken 10.
4. Baterai LiFePo 72V dengan bentuk Custom.

Pemilihan jenis motor menggunakan BLDC dengan tipe *Mid Drive* dilakukan karena tetap mempertahankan sistem penggerak bawaan yaitu menggunakan rantai *sprocket* untuk mentransfer gerakan dari motor ke roda penggerak. Dengan mempertahankan sistem rantai *sprocket*, rasio *final gear* pada kendaraan juga dapat diubah sesuai dengan kebutuhan medan maupun kebutuhan pengemudi.

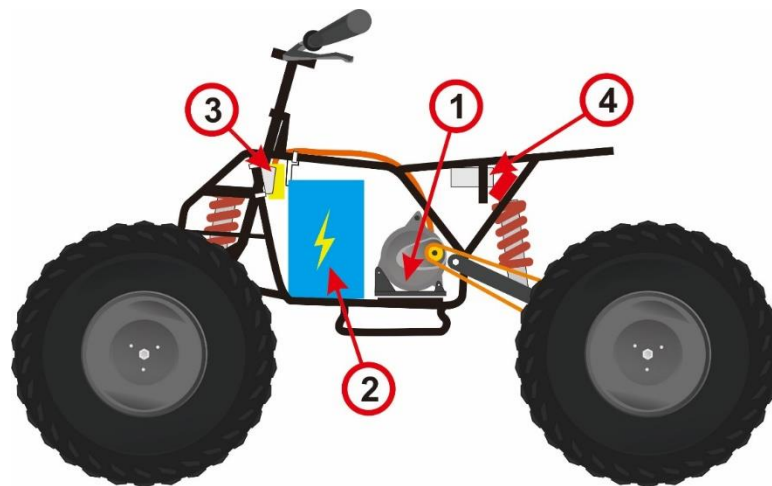
BLDC tipe *Mid Drive* memiliki stator yang *fix* dan memiliki *output* berupa *shaft* rotor yang berputar dengan keluaran berupa *gear* atau *pulley*. Sedangkan motor BLDC dengan tipe HUB memiliki rotor yang *fix* dengan stator sebagai *output*nya. Penggunaan BLDC motor dengan tipe HUB kurang sesuai jika diaplikasikan pada kendaraan ATV karena sejatinya tipe HUB menggantikan velg pada roda belakang kendaraan, sedangkan kendaraan ATV memiliki dua roda belakang yang mana jika mengaplikasikan tipe *Mid Drive* memerlukan dua buah BLDC motor dan dibutuhkan pula dua kontroler. Selain kurang efektif dan rumit dalam kontrol setiap roda, pemilihan motor jenis HUB juga memerlukan perubahan pada rangka bagian *swing arm* dan diperlukan sistem penguat tambahan pada setiap roda belakang.

Pada Mini ATV tersebut, motor BLDC tipe HUB dapat diaplikasikan dengan hanya satu kontroler dan satu buah motor saja dengan cara memodifikasi motor BLDC tipe HUB dengan menambahkan sistem rantai sprocket dan memosisikan seperti BLDC tipe *Mid Drive* sehingga hal ini kurang efektif dilakukan dan dapat memakan banyak ruang yang tersedia pada kendaraan. Penggunaan motor BLDC tipe *Mid Drive* pada konversi kendaraan Mini ATV Loncin 125 cc dapat menggantikan posisi mesin aslinya dengan memanfaatkan ruang yang tersedia dan menambahkan perangkat tambahan berupa *bracket* sehingga tidak diperlukan ubahan geometri pada rangka.

Mini ATV Loncin yang dikonversi memiliki mesin bawaan dengan kapasitas 125 cc. Berdasarkan Permenhub Nomor 65 Tahun 2020 mesin dengan kapasitas 125 cc dapat digantikan dengan penggerak listrik dengan daya maksimal 3 kW. Perpaduan motor BLDC dengan daya 3 kW bertipe *Mid Drive* menjadi

pilihan yang sesuai berdasarkan kelebihan dan kesesuaian pada kendaraan yang dikonversi. BLDC dengan merk BRT dipilih karena dengan harga Rp 5.000.000 yang mana lebih murah dibanding kompetitornya dengan spesifikasi dan bentuk yang identik. Adapun merk kompetitornya yaitu QS Motor memiliki kisaran harga Rp 6.500.000 yang sangat terpaut jauh jika dibandingkan dengan merk BRT.

Motor BLDC tipe *Mid Drive* 3 kW membutuhkan baterai 72 V dengan ukuran custom yang memiliki dimensi sebesar 23,3 cm x 15 cm x 25,5 cm. Baterai yang dipilih memiliki kapasitas sebesar 20 Ah dengan ukuran custom karena mempertimbangkan ruangan yang tersedia pada Mini ATV supaya tidak merubah geometri rangka aslinya.



Gambar 4. 2 Desain Tata Letak Komponen

Gambar 4.2 merupakan desain perencanaan tata letak komponen *Mini* ATV hasil konversi dari *Mini* ATV Loncin 125 cc. Desain perencanaan tata letak komponen dilakukan dengan mempertimbangkan ruangan yang tersedia pada kendaraan dengan memperhatikan efektivitas dan unsur ergonomi. Kendaraan listrik hasil konversi tersebut didukung oleh beberapa komponen, diantaranya yaitu:

1. Motor Penggerak Listrik BLDC BRT *Mid Drive* 3 kW.
2. Baterai.
3. Kontroler BRT Juken 10.
4. MCB dan DC-DC *Converter*.



Gambar 4. 4 Penempatan Motor Penggerak

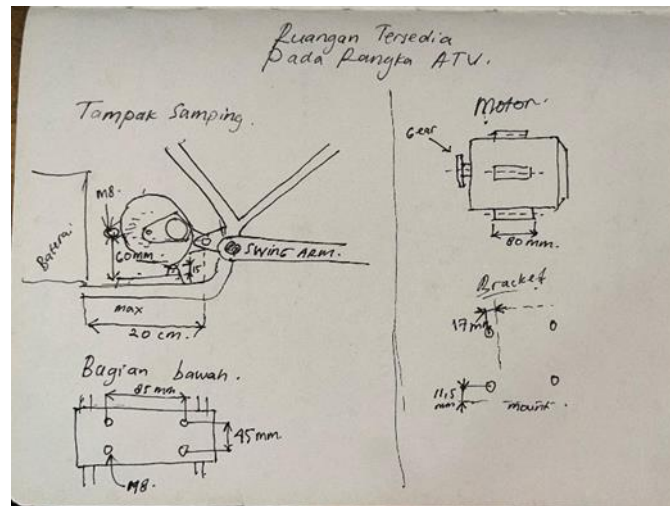
Setelah penentuan posisi komponen-komponen yang akan digunakan, dilanjutkan dengan perancangan *bracket* motor penggerak. Perancangan *bracket* diawali dengan memposisikan motor BLDC pada rangka dilanjutkan dengan pengukuran pada motor BLDC dan rangka sehingga didapatkan sketsa awal untuk perancangan desain. Dapat dilihat pada Gambar 4.3 merupakan penempatan motor BLDC 3 kW tipe *Mid Drive* yang akan digunakan.



Gambar 4. 3 *Engine Mounting* Mesin Bawaan

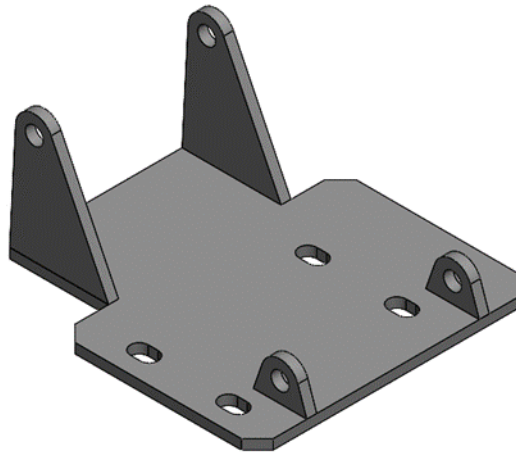
Rangka Mini ATV Loncin 125 cc memiliki *engine mounting* bawaan pada rangka yang menghubungkan rangka dengan mesin bakar yang digunakan sebelumnya. Seperti pada Gambar 4.4, rangka yang digunakan memiliki dua bagian *engine mounting* untuk menghubungkan mesin pada bagian belakang dan bagian bawah. Kedua *engine mounting* bawaan pada rangka ini akan digunakan sebagai penghubung antara rangka dengan penggerak listrik. Pada proses penempatan sebelumnya, bagian belakang motor dapat dihubungkan langsung dengan *mounting* motor penggerak listrik bagian belakang. Oleh karena itu

dibutuhkan *bracket* motor penggerak untuk menghubungkan antara motor penggerak listrik bagian bawah dengan rangka bagian bawah.



Gambar 4. 5 Sketsa *Bracket* Motor Penggerak

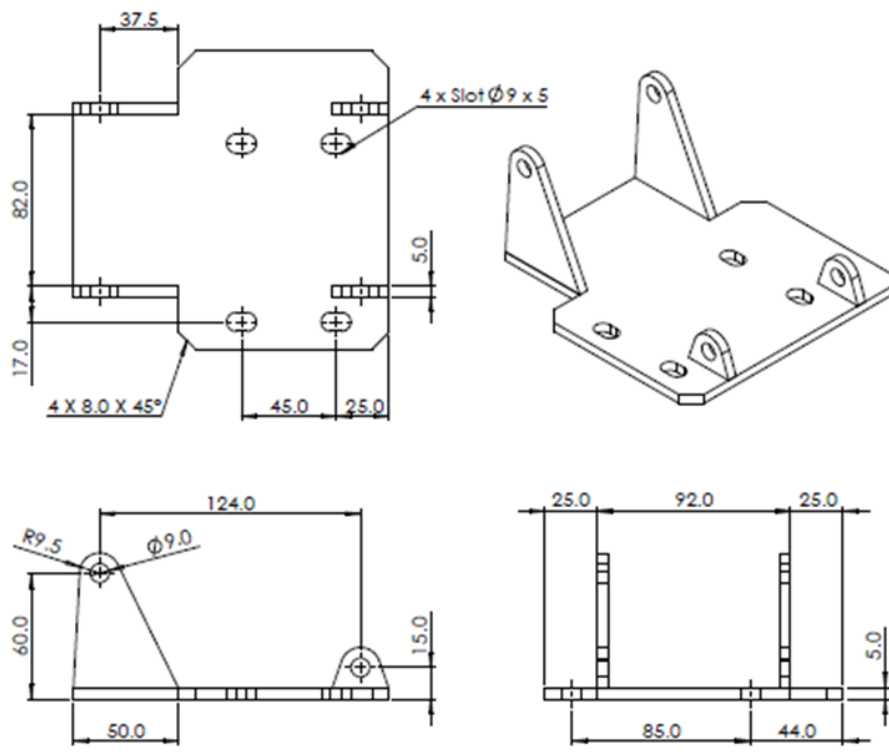
Dari hasil pengukuran sebelumnya, didapatkan sketsa *bracket* motor yang akan digunakan. *Bracket* motor penggerak dirancang dengan mempertimbangkan ruangan yang tersedia dan kemudahan dalam pengoperasiannya. Dapat dilihat dari hasil observasi pengukuran seperti pada Gambar 4.5, motor penggerak listrik yang digunakan memiliki lebar *mounting* sebesar 80 mm yang akan dipasangkan pada *bracket* yang dirancang. Pada *engine mounting* rangka bagian bawah memiliki lubang untuk mesin bawaan dengan jarak *centerline* 85x45 mm. *Bracket* yang dirancang memiliki panjang vertikal 60 mm dari poros baut pada *mounting* penggerak listrik bagian depan dan 15 mm sampai dengan *engine mounting* bagian bawah. Motor penggerak listrik yang digunakan memiliki *mounting* dengan ukuran baut M8.



Gambar 4. 6 Tampak Isometric Desain Bracket Motor

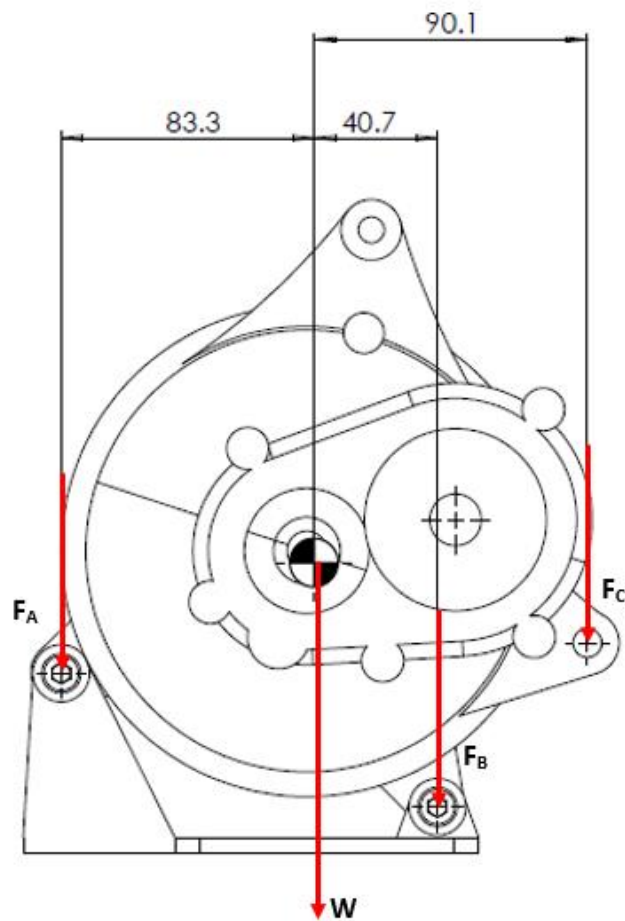
Setelah didapatkan acuan dari hasil pengukuran yang dilakukan, dilanjutkan dengan proses desain menggunakan *software SolidWorks 2021*. Gambar 4.6 merupakan tampilan *isometric* dari desain yang dibuat. Pada bagian bawah merupakan bagian *base plate* yang memiliki empat buah slot yang akan dikoneksikan pada rangka Mini ATV bagian bawah. Pada bagian depan dan belakang terdapat dua *support* yang akan terhubung dengan *mounting* pada motor penggerak listrik yang digunakan. Desain ini akan digunakan sebagai *guide* pada proses *laser cutting* untuk proses pemotongan secara presisi. *Bracket* yang dirancang menggunakan bahan dasar plat baja dengan material ASTM A36 Steel yang memiliki *yield strength* sebesar 250 MPa. Selain mudah didapatkan dipasaran, material plat baja ASTM A36 Steel ini juga memiliki proses fabrikasi yang mudah.

Analisis tegangan dan regangan pada *bracket* motor penggerak listrik diperlukan untuk mengetahui kekuatan struktur akibat terkena beban dan torsi yang dihasilkan oleh motor. Analisis yang dilakukan juga menggunakan fitur *simulation* pada *software SolidWorks 2021*. Hal ini juga merupakan salah satu alasan penggunaan *software* tersebut karena di dalam satu aplikasi tersebut terdapat banyak fitur yang dapat dimanfaatkan tanpa membutuhkan aplikasi lain.



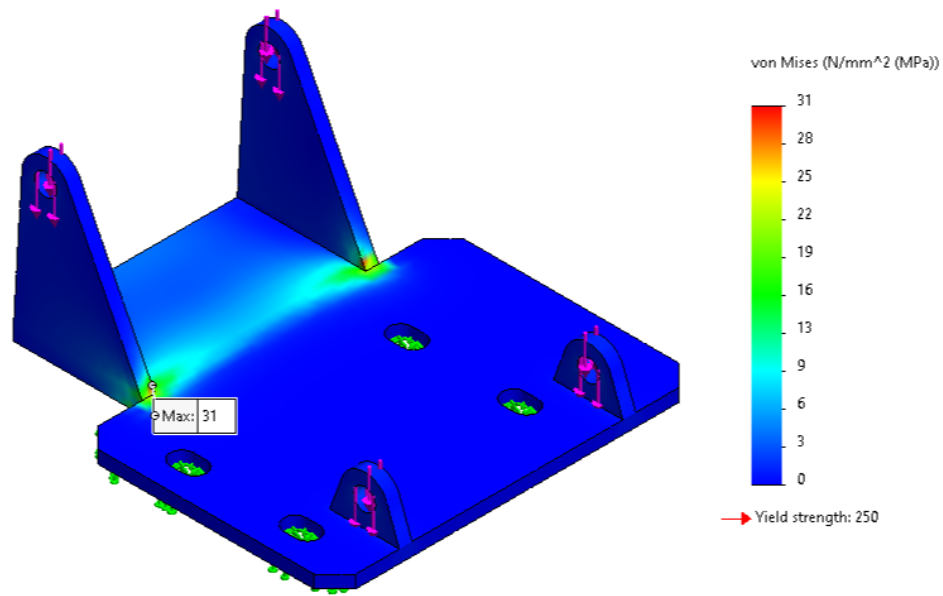
Gambar 4. 7 Detail Desain Bracket Motor Penggerak

Motor penggerak listrik yang digunakan memiliki *mounting* dengan panjang 80 mm. Pada Gambar 4.7 yang merupakan detail desain yang dibuat, *support plate* yang akan terhubung pada *mounting* motor dibuat 82 mm. Penambahan toleransi dimensi ini dilakukan agar motor penggerak listrik yang digunakan dapat dipasang dan dilepas dengan mudah. Pada dua *mounting* motor penggerak yang terhubung pada *bracket*, terdapat *tapered thread* dengan ukuran M8 untuk pemasangan baut yang menghubungkan keduanya sehingga pada perancangan lubang baut diberi dimensi lubang sebesar 9 mm agar baut mudah dipasang dan sebagai toleransi ukuran. Dengan plat besi yang memiliki ketebalan 5 mm, pada bagian *base plate* bagian bawah terdapat empat buah slot dengan jarak *centerline* 85 x 45 mm sesuai dengan ukuran yang tersedia pada rangka, penggunaan slot tersebut dimaksudkan untuk memberikan toleransi pada bagian bawah apabila terjadi kesalahan dalam perancangan.



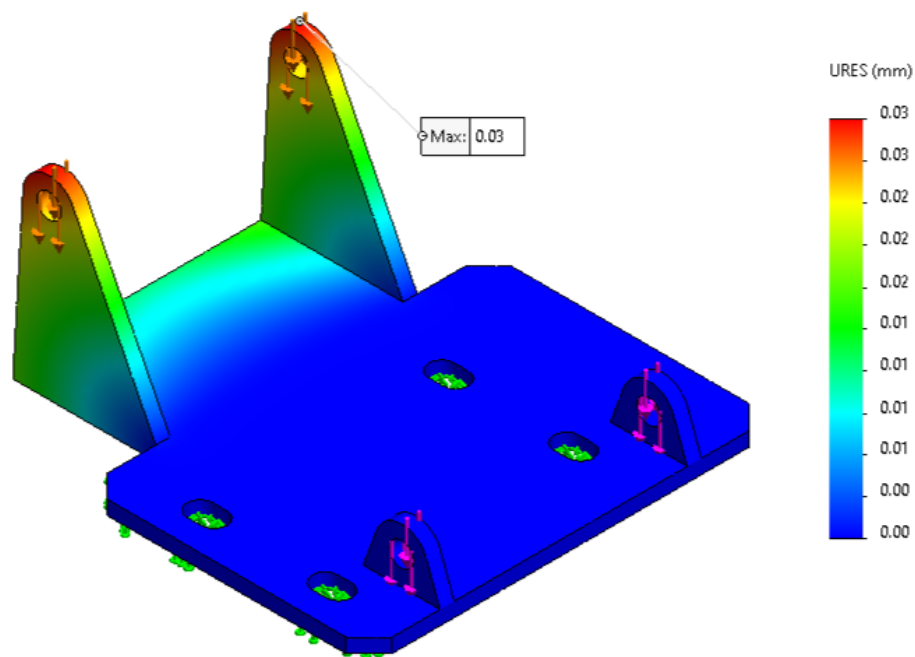
Gambar 4. 8 Diagram Benda Bebas *Force*

Pada *bracket* motor penggerak listrik dilakukan simulasi pembebanan seperti pada Gambar 4.8 menggunakan *SolidWorks Simulation*. Pada simulasi yang dilakukan diberikan pembebanan 140 N, beban ini didapatkan dari berat motor penggerak sebesar 14 kg. Titik tumpu atau *fixture* yang dipilih merupakan area yang terkena kontak dengan rangka bagian bawah. Lubang dengan diameter 9 mm yang dirancang merupakan bagian yang terkoneksi menggunakan baut M8 dengan motor penggerak, hal ini menjadikan lubang-lubang tersebut dijadikan area yang terkena beban langsung sebagai referensi titik *force* dengan arah gaya ke bawah Pada $F_A = 85$ N dan $F_B = 113$ N.



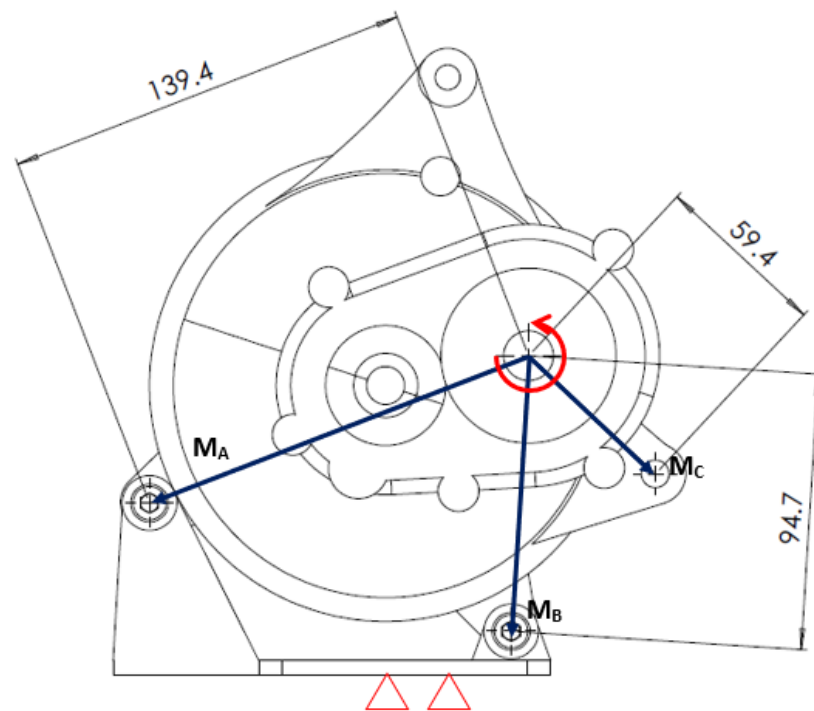
Gambar 4. 9 *Stress Analysis* Akibat Pembebanan pada *Bracket* Motor

Material yang digunakan memiliki *yield strength* sebesar 250 MPa. Seperti pada Gambar 4.9, tegangan maksimal yang terjadi akibat pembebanan pada struktur *bracket* yang dibuat adalah sebesar 31 MPa pada sisi *support plate* yang terhubung dengan *mounting* motor penggerak bagian depan. Berdasarkan hasil analisis dari tegangan maksimal yang terjadi, *bracket* motor penggerak listrik yang dirancang dapat dikatakan aman akibat pembebanan dengan *force* sebesar 140 N dengan arah ke bawah. Analisis selanjutnya akibat pembebanan yang dilakukan adalah *displacement* (perubahan bentuk) pada *bracket* motor penggerak listrik. Hasil *displacement* dapat dilihat pada Gambar 4.10.



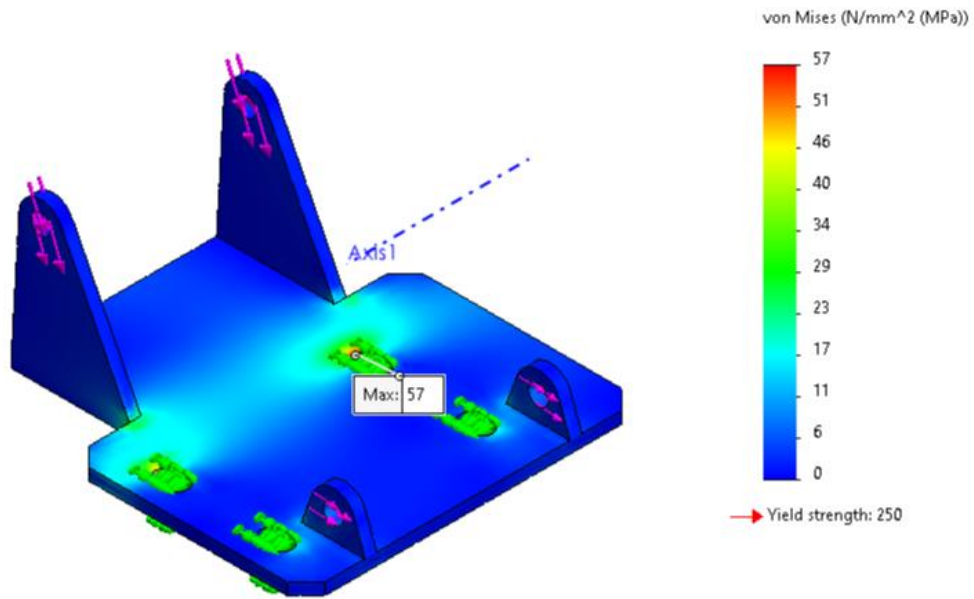
Gambar 4. 10 *Displacement* Pada *Bracket* Motor Akibat Pembebanan

Perubahan bentuk yang terjadi akibat pembebanan pada *bracket* motor penggerak seperti pada Gambar 4.10 terjadi di area bagian yang terkoneksi pada motor penggerak listrik bagian depan dengan angka perubahan bentuk sebesar 0,03 mm. Sehingga kondisi material bisa dinyatakan dalam kondisi normal karena perubahan bentuk yang terjadi tidak terlalu besar. Setelah analisis pembebanan, dilakukan analisis pada *bracket* motor penggerak listrik akibat torsi yang dihasilkan oleh motor penggerak listrik. Sebelum analisis dilakukan, diperlukan sebuah *axis* sebagai referensi untuk mendefinisikan posisi torsi pada *output shaft* motor penggerak listrik yang dapat dilihat pada Gambar 4.11.



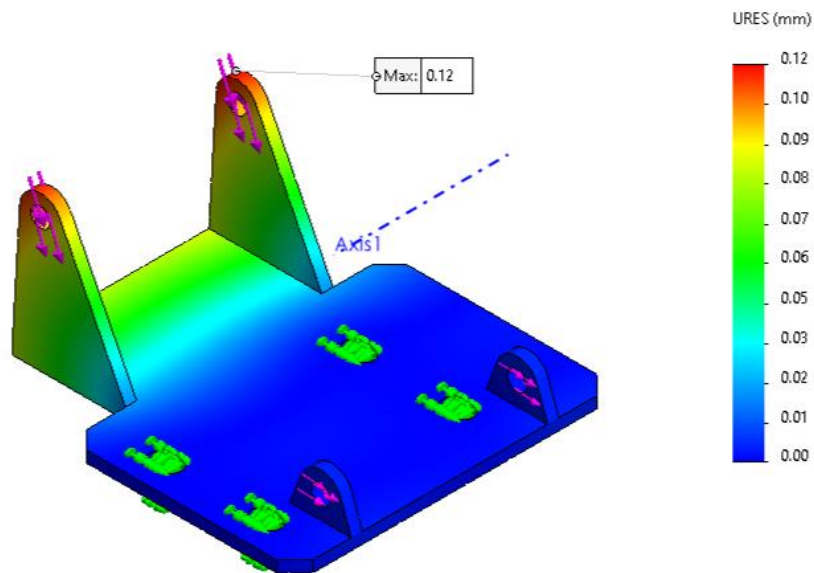
Gambar 4. 11 Posisi Axis Shaft Output Motor Penggerak

Motor penggerak listrik yang digunakan memiliki *output* torsi maksimal sebesar 98 N.m. Analisis pada *bracket* motor penggerak listrik perlu dilakukan untuk mengetahui kekuatan struktur pada *bracket* setelah terdampak oleh torsi yang dihasilkan oleh *output shaft* pada penggerak. Pada analisis akibat torsi diperlukan *axis* sebagai referensi yang mengasumsikan poros keluaran pada motor penggerak sesuai dengan posisi aslinya. Dapat dilihat dari Gambar 4.11 bahwa *output shaft* motor penggerak memiliki jarak $M_A = 139,4$ mm dan memiliki jarak $M_B = 94,7$ dengan acuan baut pada *mounting*. Jika dilihat dari sisi *gear* penggerak seperti pada Gambar 4.11, kendaraan akan bergerak maju pada putaran *output shaft* secara *counter clockwise* (CCW) dengan besar $M_A = 48$ N.m. dan Besar $M_B = 31$ N.m. Pada analisis ini diberikan torsi sebesar 100 N.m dengan referensi *axis* yang dibuat. Analisis akibat torsi motor penggerak pada *bracket* dapat dilihat pada Gambar 4.12



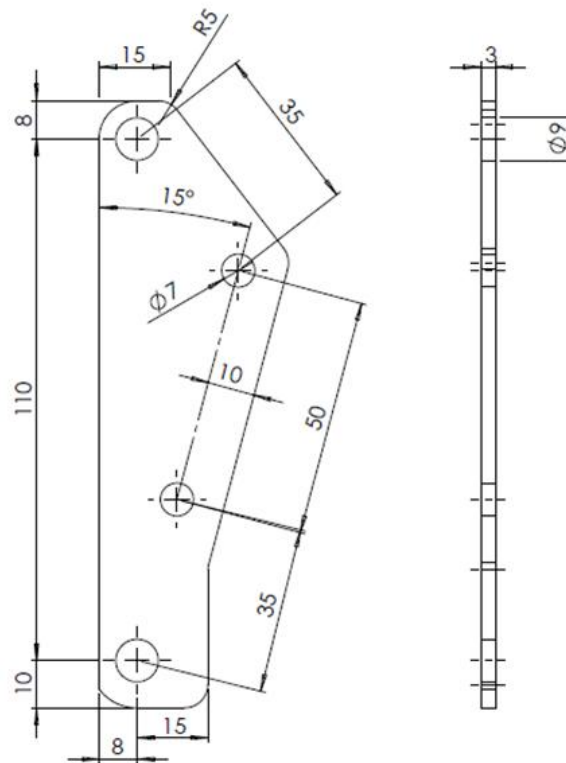
Gambar 4. 12 *Stress Analysis* Akibat Torsi

Analisis torsi yang dilakukan mempertimbangkan arah gaya yang bekerja pada *bracket*, pada referensi *axis* yang dibuat terdapat arah putaran torsi seperti pada Gambar 4.12 dengan *fixture* pada bagian slot yang terkoneksi dengan baut pada rangka bagian bawah dan titik *force* pada *mounting* yang terkoneksi dengan baut pada motor penggerak. Tegangan maksimal akibat torsi yang dihasilkan motor penggerak terjadi pada area lubang baut yang terkoneksi dengan rangka bagian bawah. Nilai tegangan maksimal yang dihasilkan adalah sebesar 237 MPa dengan *yield strength* material yang digunakan sebesar 250 MPa. Dari hasil tersebut dapat dikatakan bahwa desain rancangan *bracket* motor penggerak listrik yang dibuat tergolong aman akibat terkena torsi yang terjadi pada poros penggerak sebesar 100 N.m. Analisis yang dilakukan selanjutnya adalah *Displacement analysis* yang dapat dilihat pada Gambar 4.13.



Gambar 4. 13 *Displacement* Pada *Bracket* Motor Akibat Torsi

Perubahan bentuk yang terjadi akibat torsi yang dihasilkan motor pada *bracket* motor penggerak seperti pada Gambar 4.13 terjadi di area bagian yang terkoneksi pada motor penggerak listrik bagian depan dengan angka perubahan bentuk sebesar 0,12 mm. Sehingga kondisi material bisa dinyatakan dalam kondisi normal karena perubahan bentuk yang terjadi tidak terlalu besar. Setelah analisis pembebanan, dilakukan analisis pada *bracket* motor penggerak listrik akibat torsi yang dihasilkan oleh motor penggerak listrik. Selain *bracket* pada motor penggerak listrik diperlukan juga *bracket* untuk komponen yang lainnya seperti kontroler, *throttle sensor*, dan *bracket* baterai. Proses desain pada *bracket* kontroler, *throttle sensor*, dan baterai dilakukan menggunakan *SolidWorks 2021*.

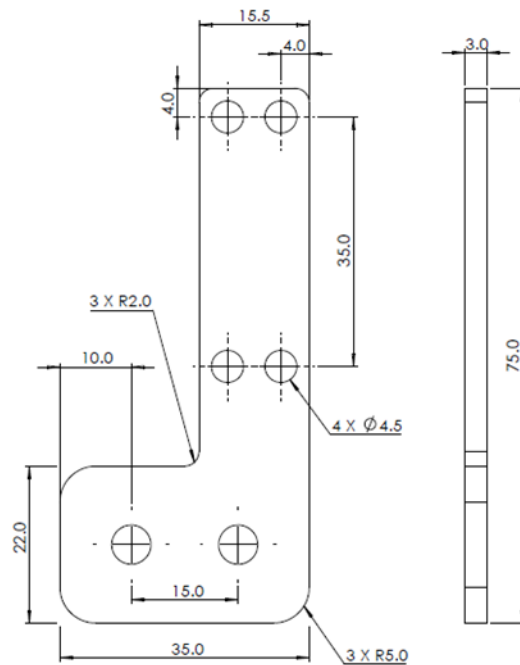


Gambar 4. 14 Desain *Bracket* Kontroler

Bracket yang dirancang menggunakan material Plat baja ASTM A36 Steel dengan tebal 3 mm. *Bracket* ini akan menghubungkan kontroler yang dipakai dengan rangka. Pada bagian kontroler yang dipakai memiliki dua buah lubang dengan diameter 7 mm pada bagian *heatsink* dengan jarak 50 mm yang dimanfaatkan untuk menghubungkan kontroler dengan *bracket* menggunakan baut M6. Untuk menghubungkan *bracket* kontroler dengan rangka dibutuhkan *clamp double bolt* yang memiliki ukuran baut M8 sehingga dibuat lubang baut dengan diameter 9 mm seperti pada Gambar 4.14.

Throttle sensor pada kendaraan listrik merupakan komponen penting yang mengatur aliran daya listrik dari baterai ke motor listrik, sesuai dengan input yang diberikan oleh pengemudi melalui *throttle*. Sensor ini mendeteksi seberapa jauh *throttle* gas diputar dan mengirimkan sinyal kepada kontroler daya untuk mengatur *output* arus listrik yang sesuai. *Throttle sensor* pada konversi Mini ATV yang digunakan berupa sensor mekanik yang akan dipasang pada rangka bagian dudukan tangki bawaan.

Padaudukan tangki bensin bawaanya memiliki plat dengan dua lubang berdiameter 5,5 mm yang berjarak 15 mm. Dapat dilihat pada Gambar 4.15 *bracket* yang dirancang memiliki dua lubang yang akan dihubungkan ke plat kedudukan tangki bawaan dan memiliki empat buah lubang dengan diameter 4,5 mm yang akan terhubung dengan badan sensor *throttle* menggunakan baut M4.



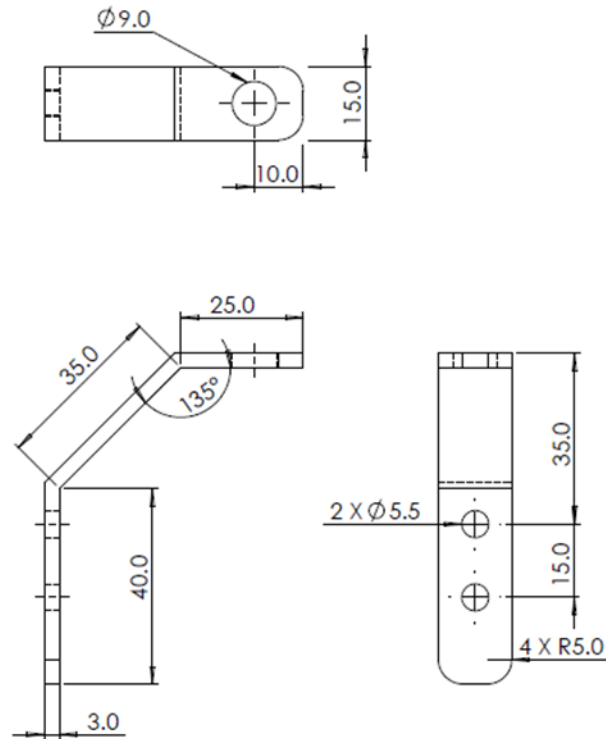
Gambar 4. 15 Desain *Bracket Throttle Sensor*

Baterai dalam kendaraan listrik memiliki peran sentral dalam menyediakan dan menyimpan energi yang diperlukan untuk menggerakkan kendaraan. Fungsinya mirip dengan tangki bahan bakar dalam kendaraan konvensional, namun baterai menggunakan energi listrik sebagai sumber daya. Pada kendaraan listrik, baterai harus diposisikan dalam posisi yang baik sehingga diperlukan adanya *bracket* untuk menopang antara *box* baterai dengan rangka Mini ATV.

Bracket baterai yang dirancang berfungsi untuk menjaga baterai tetap pada posisinya. Pada baterai bagian bawah sudah ditopang oleh rangka bagian bawah. *Bracket* yang dirancang seperti pada Gambar 4.16 menjaga agar baterai tidak berpindah posisi ketika terjadi guncangan pada kendaraan. Penggunaan *clamp double bolt* juga diperlukan untuk menghubungkan antara *bracket* yang dirancang dengan rangka. Oleh karena itu pada desain yang dibuat diberikan lubang dengan

dimensi 9 mm untuk dikoneksikan dengan baut M8 pada *clamp double bolt*. Terdapat dua buah lubang dengan diameter 5,5 mm yang akan dihubungkan dengan box baterai menggunakan M5.

Motor penggerak listrik BLDC yang digunakan memiliki keluaran berupa



Gambar 4. 16 Desain *Bracket* Baterai

poros dengan tipe *gear* yang akan dihubungkan ke poros roda belakang melalui rantai. Oleh karena itu diperlukan pengukuran kecepatan putar pada poros keluaran untuk mengetahui kecepatan Mini ATV setelah dikonversi menjadi berpenggerak listrik. Mini ATV Loncin 125cc memiliki rasio *final gear* bawaan dengan perbandingan 14T pada gear yang terhubung pada mesin dan 37T pada gear yang terhubung pada poros roda belakang dan memiliki keliling roda belakang sebesar 1,28 meter.

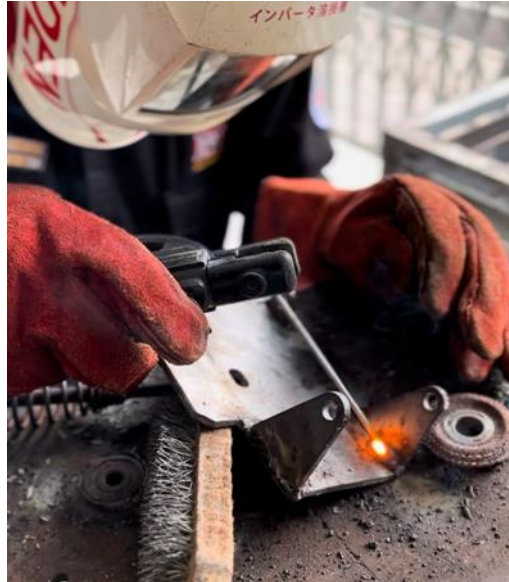
4.3 Pembuatan *Bracket*

Pembuatan *bracket* diawali dengan *laser cutting* pada plat besi pada *bracket* motor penggerak sesuai dengan desain yang sudah dibuat. Penggunaan *laser cutting* pada pemotongan plat untuk *bracket* motor penggerak diperlukan karena pada *bracket* motor penggerak merupakan komponen krusial dalam rancangan sistem mekanik yang memerlukan kepresisian dalam pembuatannya. Selain presisi, pemotongan plat besi dengan tebal 5 mm menggunakan *laser cutting* memiliki efektifitas yang lebih baik dalam pengerjaannya. *Laser cutting* menghasilkan akurasi yang luar biasa dan kemampuan untuk memotong plat besi dengan detail yang sangat halus. Ini memungkinkan untuk menciptakan produk yang presisi dan berkualitas tinggi dengan tepi yang rapi dan tanpa perlu *finishing* tambahan. *Laser cutting* juga memiliki kecepatan pemotongan yang tinggi, memungkinkan untuk meningkatkan produktivitas dan efisiensi dalam proses manufaktur. Selain itu, *laser cutting* memberikan fleksibilitas dalam proses produksi dan memungkinkan untuk memenuhi berbagai kebutuhan desain dengan menghasilkan potongan yang lebih bersih dan mengurangi limbah material yang dapat mengurangi biaya produksi secara keseluruhan.



Gambar 4. 17 Hasil *Laser Cutting*

Gambar 4.17 merupakan hasil pemotongan menggunakan *laser cutting*. Setelah proses pemotongan tersebut dilakukan proses pengelasan menggunakan las SMAW untuk menggabungkan setiap potongan menjadi satu kesatuan sesuai dengan desain yang sudah dibuat. Pengelasan SMAW dipilih karena prosesnya yang mudah dan memiliki kekuatan yang baik.



Gambar 4. 18 Pengelasan SMAW

Gambar 4.18 merupakan proses pengelasan menggunakan las SMAW atau las busur listrik. Proses pengelasan yang dilakukan untuk menyambungkan dan menggabungkan antara bagian yang terpisah seperti *support* yang terhubung pada *mounting* motor penggerak menjadi satu kesatuan dengan *base plate*. Proses pengelasan terhadap *bracket* yang dilakukan menggunakan elektroda dengan ukuran 2,6 mm. Hal ini dilakukan karena plat yang atau media yang digunakan memiliki ketebalan 5 mm sehingga cocok untuk menghasilkan sambungan yang kuat.

Setelah proses pengelasan dilakukan percobaan pemasangan motor penggerak dengan *bracket* pada rangka Mini ATV. Hal ini bertujuan untuk memastikan *bracket* yang sudah dibuat dapat dipasang dan dilepas dengan mudah dan memastikan bahwa *bracket* yang dibuat sudah sesuai dengan desain atau tidak. Kesesuaian dan kesejajaran antara *gear* pada motor penggerak dengan *gear* pada poros roda penting diperhatikan untuk keamanan rantai agar tidak mudah lepas dan

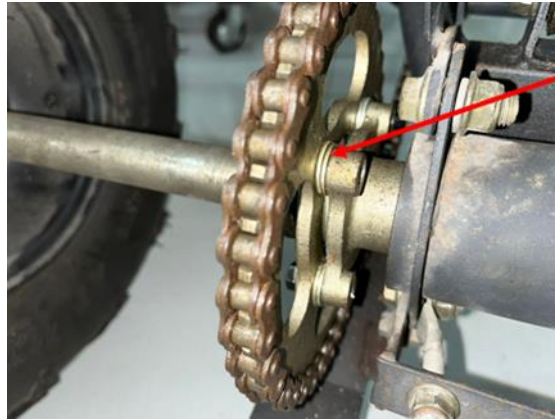
dapat berfungsi dengan baik. Kesejajaran antara *gear* pada motor penggerak listrik dengan *gear* pada poros roda belakang dapat dilihat pada Gambar 4.19. Proses pensejajaran antara *gear* pada motor penggerak dengan *gear* pada poros roda belakang diawali dengan pengukuran jarak *gear* pada mesin bakar bawaan terhadap *engine mounting* pada rangka bagian belakang sebagai acuan. Jarak antara sisi terluar pada *gear* yang terhubung pada mesin bakar bawaan dengan *engine mounting* adalah 37 mm. Kemudian dibutuhkan pula jarak antara *gear* yang terhubung pada motor penggerak listrik yang digunakan dengan *engine mounting* pada rangka. *Gear* pada motor penggerak listrik dengan *engine mounting* yang digunakan sebagai acuan memiliki jarak 43 mm, sehingga antara mesin bawaan dengan motor penggerak listrik memiliki selisih jarak sebesar 6 mm.

Pada *gear* motor penggerak dibutuhkan *spacer* dengan tebal 2mm untuk



Gambar 4. 19 Kesejajaran *Gear* Penggerak

menggeser *gear* ke sisi dalam yang dapat dilihat pada Gambar 4.20 dan *spacer* pada *gear* poros roda belakang dengan tebal 4mm untuk menggeser *gear* ke sisi luar yang dapat dilihat pada Gambar 4.21. Dengan ditamhkannya *spacer* pada *gear* tersebut, posisi kesejajaran antara *gear* pada motor penggerak dan poros roda belakang dapat lurus sehingga rantai dan *gear* dapat berfungsi dengan baik.



Spacer 4 mm

Gambar 4. 20 *Spacer Gear* Belakang



Spacer 2 mm

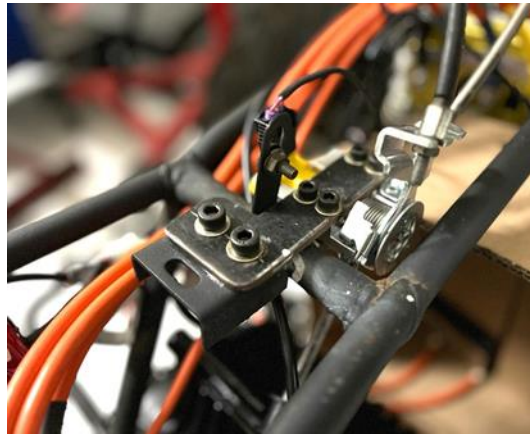
Gambar 4. 21 *Spacer Gear* Depan

Pada pembuatan *bracket support* seperti *bracket* kontroler, *bracket throttle sensor*, dan baterai dilakukan pemotongan plat besi secara manual menggunakan gerinda tangan sesuai dengan desain dan pola yang sudah dibuat. Setelah dipotong dan dibentuk sesuai pola, dilanjutkan dengan pembuatan lubang menggunakan mesin *drill* dan melakukan proses finishing menggunakan pengecatan.

Sensor *Throttle* yang digunakan merupakan sensor dengan tipe mekanik yang terhubung dengan kawat *throttle* yang dioperasikan pada tangan sehingga diperlukan *bracket* antara sensor dengan rangka Mini ATV. Sensor tersebut dipasang pada platudukan tangki kendaraan sebelumnya dengan baut M5 dan baut M4 pada badan sensor seperti pada Gambar 4.22. Penggunaan baut pada

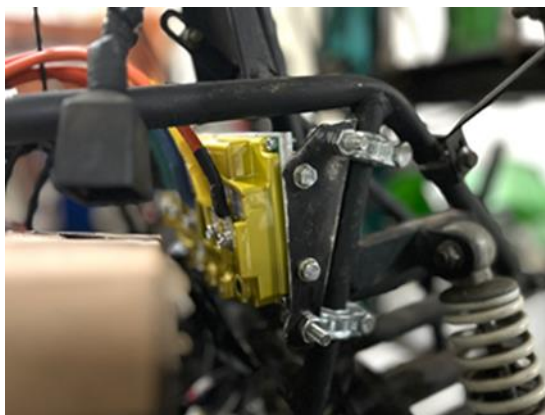
pemasangan sensor bertujuan agar perangkat yang digunakan mudah untuk dilepas dan dipasang tanpa merubah bentuk geometri pada rangka.

Pada *bracket* kontroler dan baterai diperlukan *support* untuk pemasangan



Gambar 4. 22 *Throttle Sensor Bracket*

pada rangka. *Clamp double bolt* diperlukan untuk menjadiudukan *bracket* agar dapat dipasang pada rangka sehingga pada rangka Mini ATV tidak diperlukan perubahan geometri baik dengan proses pengelasan maupun proses yang lain. Selain itu, penggunaan *clamp double bolt* memiliki fleksibilitas dalam pemasangannya, *bracket* dapat digeser menyesuaikan kebutuhan penempatan yang diinginkan. Dapat dilihat pada gambar 4.23 *clamp double bolt* dikaitkan pada *bracket* kontroler sehingga *bracket* dapat dipasang dengan mudah tanpa merubah bentuk geometri rangka Mini ATV.



Gambar 4. 23 *Clamp Double Bolt* dan Kontroler

4.4 Pembahasan

Konversi Mini ATV Loncin 125 cc berpengerak mesin bakar menjadi berpengerak listrik dilakukan tanpa merubah bentuk geometri pada rangka asli kendaraan. Tujuan dilakukannya konversi tanpa merubah bentuk geometri pada rangka kendaraan seperti pengelasan, pemotongan, dan pembuatan lubang adalah agar mesin bakar bawaan dan perangkat pendukung lainnya dapat dipasang kembali pada Mini ATV yang dikonversi.

Pengambilan keputusan terkait motor penggerak dalam konversi kendaraan bermotor dari mesin bakar menjadi listrik mengikuti ketentuan yang diatur dalam Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 65 Tahun 2020. Peraturan ini secara khusus menetapkan bahwa kendaraan dengan mesin bakar berkapasitas silinder 110-150 cc dapat diubah menjadi kendaraan listrik dengan motor penggerak berdaya maksimal 3 kW. Dalam proses ini, pemilihan jenis motor penggerak BLDC tipe *Mid Drive* dilakukan dengan mempertimbangkan faktor ergonomis serta keefektifan dalam memenuhi kebutuhan fungsional dan praktis. Penggunaan BLDC tipe *Mid Drive* memungkinkan penggantian posisi mesin bakar asli tanpa mengubah geometri rangka kendaraan, cukup dengan menambahkan bracket khusus pada rangka dan motor penggerak. Selain motor penggerak, komponen-komponen penting lainnya seperti baterai, kontroler, dan MCB ditempatkan sesuai dengan ruang yang tersedia dalam kendaraan yang telah dikonversi tersebut.

Pemilihan merek pada komponen yang digunakan pada konversi kendaraan yang dilakukan berdasar pada pertimbangan perbandingan antara keunggulan dari setiap merk. Pada proses pemilihan merk tersebut melalui proses observasi pada sumber-sumber di internet. Komponen-komponen krusial seperti motor penggerak, kontroler, DC-DC *Converter* yang dipilih menggunakan merk Bintang Racing Team (BRT). BRT merupakan merk lokal Indonesia yang dikenal sebagai pembuat perangkat pendukung pada industri otomotif khususnya pada sepeda motor. BRT juga menyediakan perangkat dan komponen untuk kendaraan listrik baik suku cadang maupun keperluan konversi kendaraan. Seperti motor penggerak yang dipilih, motor penggerak BRT memiliki harga yang jauh lebih terjangkau dibandingkan dengan merk kompetitor lainnya. Motor penggerak BRT dengan daya 3 kW memiliki harga Rp 5.000.000, sedangkan dengan spesifikasi dan bentuk

yang identik motor penggerak merek QS Motor memiliki kisaran harga hingga Rp 6.500.000. Selain harga yang lebih murah, BRT memiliki pelayanan purna jual yang lebih baik dengan memberikan garansi dan memiliki *service center* di Indonesia.

Pada setiap komponen yang digunakan diperlukan komponen tambahan berupa *bracket* untuk menghubungkan dan kebutuhan pemasangan pada rangka. Perancangan yang dilakukan menggunakan *software SolidWorks 2021* yang menghadirkan banyak fitur dalam satu aplikasi. Desain yang dilakukan mengacu pada kondisi dan hasil observasi seperti pengukuran dan penempatan komponen. Perancangan desain yang dilakukan diawali dengan menggambar sketsa dan menghasilkan desain 3 dimensi yang membantu dalam perancangan. Pada *bracket* motor penggerak dilakukan analisis *strain*, *stress*, dan *displacement* terhadap struktur *bracket* yang didesain untuk mengetahui kekuatan *bracket* yang dirancang.

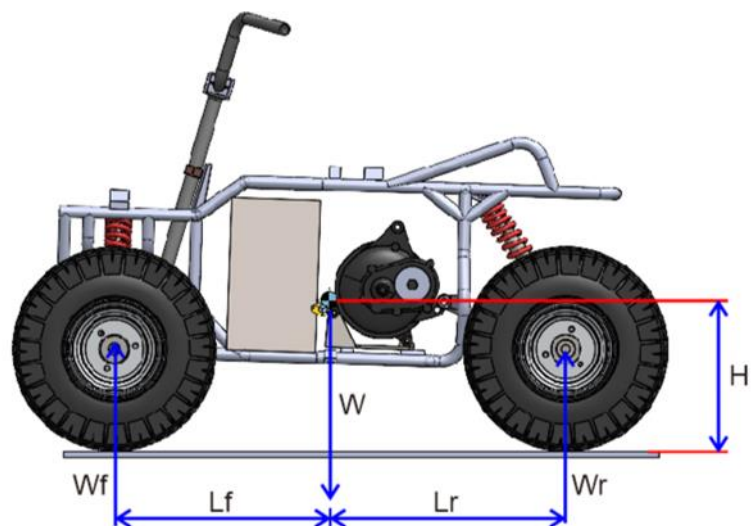
Material yang digunakan pada *bracket* yang dirancang adalah plat baja ASTM A36 Steel. Material tersebut dipilih karena ketersediaannya yang mudah dan memiliki proses fabrikasi yang mudah. ASTM A36 Steel memiliki *yield strength* sebesar 250 MPa. Pada perancangan *bracket* motor penggerak dipilih plat dengan tebal 5 mm.

Analisis pada *bracket* motor penggerak menggunakan dua variasi, yaitu akibat pembebanan oleh berat motor itu sendiri dan akibat torsi yang dihasilkan oleh motor penggerak melalui poros keluaran yang terhubung pada gear. Motor penggerak listrik BRT dengan daya 3 kW memiliki berat 14 kg, pada analisis desain diberikan gaya sebesar 140 N dengan. Berdasarkan analisis pembebanan tersebut didapatkan tegangan maksimal sebesar 31 MPa dengan *displacement* sebesar 0,03 mm. Dengan didapatkan tegangan maksimal dari struktur *bracket* akibat pembebanan, dilakukan analisis faktor keamanan menggunakan persamaan (2.1).

$$\sigma_t \text{ maksimum} \leq \frac{S_{uc}}{N}$$

Dari hasil analisis pembebanan yang dilakukan dapat dikatakan bahwa rancangan *bracket* yang dibuat tergolong aman akibat pembebanan 14 kg oleh berat motor penggerak. Analisis juga dilakukan pada *bracket* akibat torsi yang dihasilkan motor pada poros penggerak. Motor Penggerak BRT 3 kW memiliki *output* torsi maksimal sebesar 98 N.m, pada analisis ini diberikan torsi sebesar 100 N.m. untuk alasan *safety factor*. Berdasarkan analisis pembebanan tersebut didapatkan tegangan maksimal sebesar 57 MPa dengan *displacement* sebesar 0,12 mm. Dari hasil analisis pembebanan yang dilakukan dapat dikatakan bahwa rancangan *bracket* yang dibuat tergolong aman akibat torsi 100 N.m. yang dihasilkan oleh motor penggerak.

Center of Gravity (COG) dampak pengaruh yang penting pada keamanan dan *handling* pada suatu kendaraan. Pada konversi yang dilakukan pada Mini ATV Loncin 125 cc menjadi berpenggerak motor listrik 3 kW, nilai *center of gravity* pada Mini ATV hasil konversi menjadi berpenggerak listrik dapat dilihat pada Gambar 4.24.



Gambar 4. 24 Diagram Benda Bebas *Center of Gravity*

Adapun perubahan titik berat atau *center of gravity* yang terjadi pada Mini ATV sebelum dan sesudah dikonversi dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4. 4 *Center of Gravity*

Sebelum Konversi		Setelah Konversi	
H	243 mm	H	254 mm
Lr	375 mm	Lr	397 mm
Lf	381 mm	Lf	359 mm
L	756 mm	L	756 mm
W	1140 N	W	1180 N
Wr	574,52 N	Wr	560,34 N
Wf	565,47 N	Wf	619,65 N

Bracket motor penggerak listrik plat baja dibuat melalui proses *laser cutting* untuk memotong baja sesuai dengan pola dan desain yang sudah dibuat. Proses *laser cutting* dilakukan dengan memiliki tujuan untuk menghasilkan hasil potongan pola yang presisi, karena pada rangka Mini ATV Loncin memiliki ruangan yang terbatas terutama pada bagian ruangan motor penggerak yang akan digunakan. Proses pengelasan pada hasil potongan *laser cutting* diperlukan untuk menyatukan semua hasil potongan menjadi satu kesatuan. Pengelasan SMAW dipilih karena prosesnya yang mudah dan bahan pendukung yang murah dengan hasil yang kuat. Kesejajaran terhadap *gear* pada motor penggerak dengan *gear* pada poros roda perlu diperhatikan agar rantai dengan *gear* dapat berfungsi dengan baik. Penyesuaian diperlukan dengan menambah *spacer* pada *gear* depan dengan tebal 2 mm untuk menggeser *gear* ke dalam dan *spacer* pada *gear* di poros roda belakang dengan tebal 4 mm untuk menggeser *gear* keluar.

Bracket support seperti bracket kontroler , bracket baterai, dan MCB dipasang menggunakan bantuan perangkat mekanik lainnya agar dapat dipasang tanpa merubah bentuk geometri aslinya seperti proses pengelasan, pemotongan, dan pembuatan lubang. *Clamp double bolt* dipilih sebagai perangkat mekanik tambahan untuk menghubungkan antara *bracket support* dengan rangka karena *clamp* tersebut dapat dipasangkan dengan baik pada pipa besi dan memiliki keluaran berupa dua buah baut untuk pengencangan *clamp* yang dapat dimanfaatkan untuk penghubung tiap *bracket*.



Gambar 4. 25 Rangka yang tidak simetris

Pada proses pembuatan sistem mekanik pada Mini ATV dikonversi terdapat kendala berupa kualitas produksi pada rangka yang kurang baik. Terdapat beberapa bagian rangka yang diproduksi kurang simetris seperti pada Gambar 4.25 sehingga pada proses perancangan terdapat jarak atau *gap* antara rangka dengan *bracket* yang dibuat. Utamanya pada bagian rangka yang terhubung dengan komponen krusial seperti pada *bracket* motor penggerak menjadi masalah utama, dengan ada *gap* tersebut membuat posisi motor penggerak yang dipasang menjadi miring sehingga diperlukan penyesuaian pada rangka dan posisi *gear*. Solusi dari permasalahan tersebut adalah melakukan pensejajaran dengan cara memotong bagian yang lebih tinggi kemudian melakukan pengelasan kembali.



Gambar 4. 26 Hasil Mini ATV Setelah Proses Konversi Menjadi Berpenggerak Listrik

Setelah dilakukan pengujian uji performa dengan metode *test ride*, dilakukan pengamatan pada hasil konversi Mini ATV berpengerak listrik. Gambar 4.26 merupakan hasil Mini ATV setelah dilakukannya proses konversi menjadi berpengerak listrik. Sistem mekanik yang dirancang dapat bekerja dengan baik sesuai dengan fungsinya. Selama pengujian berlangsung tidak terjadi kendala terkait yang sudah dirancang. Dari pengamatan secara visual, *bracket* motor penggerak yang dirancang dapat dikatakan kuat dan tidak memiliki kendala karena memiliki kondisi yang bagus, tidak memiliki *crack*, dan tidak terjadi perubahan bentuk setelah dilakukan pengujian. *Bracket* komponen lain seperti kontroler, *throttle sensor*, dan baterai juga tidak terdapat kendala dan indikasi kegagalan setelah dilakukannya pengujian.

BAB 5

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang diperoleh, perancangan sistem mekanik pada konversi Mini ATV berpengerak motor bakar menjadi berpengerak motor listrik dapat disimpulkan bahwa :

1. Rancangan sistem *bracket* pada konversi Mini ATV Loncin 125 cc menjadi berpengerak listrik 3 kW mampu menahan beban akibat pembebanan dengan tegangan maksimal sebesar 31 MPa pada pembebanan statis dan 57 MPa pada analisis akibat torsi oleh motor dengan *yield strength* material 250 MPa.
2. Hasil *Bracket* yang dirancang dapat dibongkar dan dilepas pasang dengan mudah tanpa merubah rangka sesuai dengan kriteria desain yang ditentukan.

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

- Aaron, D. (1975). *machine design theory and practice*.
- Callister, W. D., & Rethwisch, D. G. (2017). *Materials Science and Engineering*.
- 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>
- Ghazaly, N. M. (2014). *Applications of Finite Element Stress Analysis of Heavy Truck Chassis : Survey Applications of Finite Element Stress Analysis of Heavy Truck Chassis : Survey and Recent Development*. September. <https://doi.org/10.12691/jmdv-2-3-3>
- Jondra, I. W., & Sugiarta, I. N. (2021). Perencanaan Konversi Sepeda Motor Bakar Menjadi Sepeda Motor Listrik. *Prosiding Seminar Nasional Terapan Riset Inovatif (SENTRINOV) Ke-VII*, 7(1), 448–456.
- Kristyadi, T., Said, M., Farhan, M., & Lani, D. (2021). Konversi Sepeda Motor Berbahan Bakar Bensin Menjadi Bertenaga Listrik. *Prosiding Diseminasi FTI Genap*, 1–13. <https://proceeding.itenas.ac.id/index.php/fti/article/view/690/571>
- Leitman, S., & Brant, B. (2008). *Build Your Own Electric Vehicle*. McGraw-Hill Education.
- Mustamu, A., & Lewerissa, Y. J. (2021). ANALISIS KONSUMSI BAHAN BAKAR ALAT PENGGERAK TANAH DENGAN PENGGERAK MOTOR 160cc ADAM MUSTAMU 1 YOLANDA J. LEWERISSA 2. 6(1), 1–7.
- Nanang Masudi. (2014). Design of BLDC Motor Controller for Increasing The Output Performance (Output Power) from Electric Bike. *Repository.Its.Ac.Id*, 1–63. <http://repository.its.ac.id/42128/1/2111030069-Non Degree.pdf>
- Permenhub Nomor 65 Tahun 2020.
- Perdana, F. A. (2021). Baterai Lithium. *INKUIRI: Jurnal Pendidikan IPA*, 9(2), 113. <https://doi.org/10.20961/inkuiri.v9i2.50082>
- Rais, M., & Drestanto, R. W. (2022). *IMCO: Rancang Bangun Sistem Kendali Kecepatan Putar Motor BLDC untuk Kendaraan Motor Listrik*. 17524019.

- Sasmito, A. (2018). Disain Kekuatan Sambungan Hoop Pillar Dan Floor Bearer Pada Struktur Rangka Bus Menggunakan Solidworks. *Simetris: Jurnal Teknik Mesin, Elektro Dan Ilmu Komputer*, 9(1), 657–670. <https://doi.org/10.24176/simet.v9i1.2023>
- Suriyono dan Banne. (2020). Analisis Sistem Kemudi Pada Alat Penggembur Tanah. *Jurnal Voering*, 5(2), 55–59.
- Triatmaja. (2011). PENGARUH PEMANFAATAN ZEOLIT PELET ASAM-FISIK DENGAN NORMALITAS TINGGI TERHADAP PRESTASI MESIN DIESEL 4-LANGKAH. *Paper Knowledge . Toward a Media History of Documents*, 1.
- 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. *Jurnal Teknik Mesin Institut Teknologi Padang*, 9(2), 2089–4880. <https://e-journal.itp.ac.id/index.php/jtm>
- Wibowo, C., & Riyadi, S. (2018). *Analisa Pembebanan pada Motor Brushless DC (BLDC)*. 10–11.
- Zahro, M., & Sutantra, I. N. (2019). Analisis Pengaruh Posisi Center of Gravity terhadap Stabilitas Arah Bus Double Deck. *Jurnal Teknik ITS*, 7(2). <https://doi.org/10.12962/j23373539.v7i2.33755>

LAMPIRAN

LAMPIRAN

Mechanical Properties Plat Mild Steel

Properties	SS400	A36	ST37	S275JR
Tensile Strength (MPa)	400 – 510	400 – 552	627	380 – 540
Yield Strength (MPa)	205-245	281 – 301	294	275
Elongation (%)	27 – 30	31	12	23
Young's Modulus (GPa)	190-210	200	210	210
Poisson's Ratio	0.26	0.32	0.32	0.3
Density (kg/m ³)	7860	7800	7850	7800
Hardness, Brinell (HB)	160	119 – 159	141	121 – 163

Peraturan Menteri Perhubungan No 65 Tahun 202

-9-

2020, No. 1124

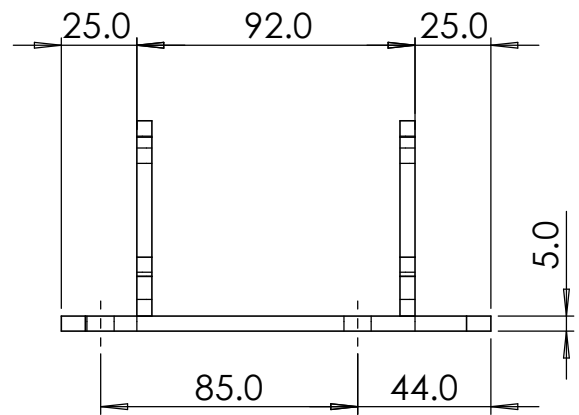
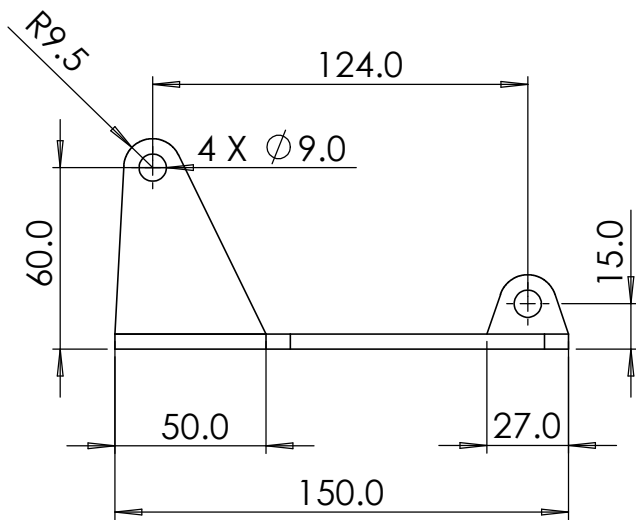
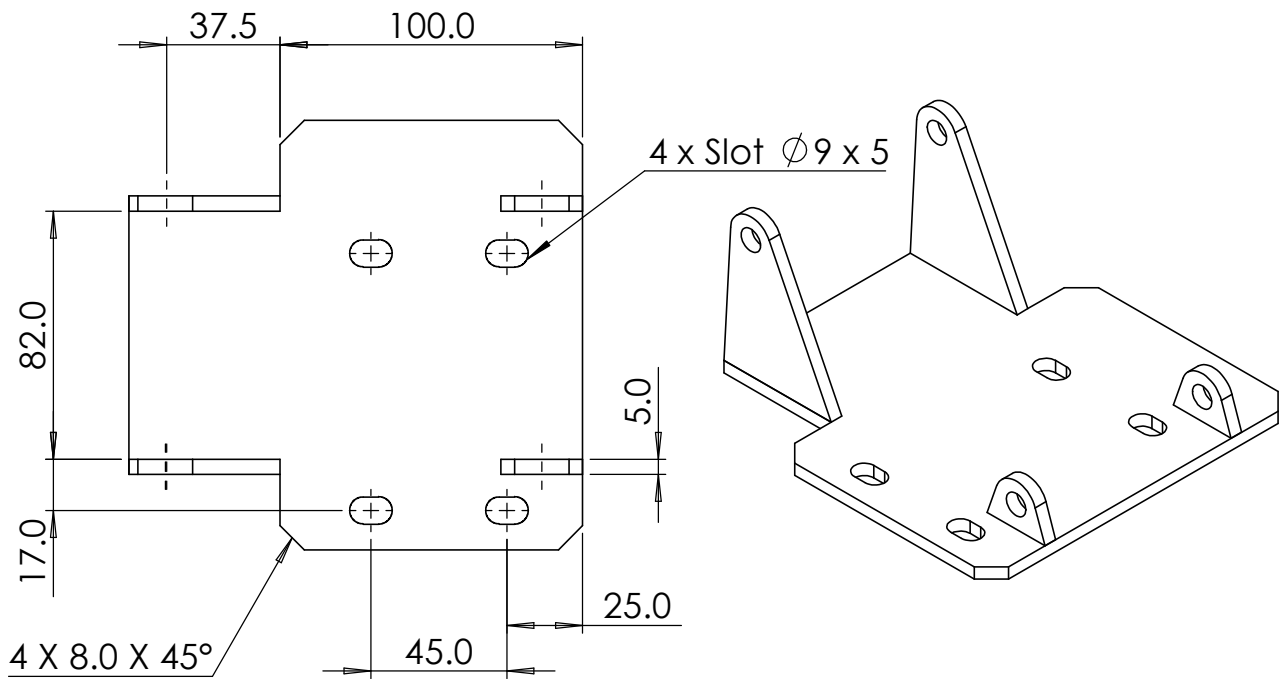
- c. daya Motor Listrik paling tinggi sesuai dengan klasifikasi sebagai berikut:
1. Sepeda Motor dengan isi silinder sampai dengan 110 cc (seratus sepuluh sentimeter kubik), daya Motor Listrik Konversi paling tinggi 2 kw (dua kilo watt);
 2. Sepeda Motor dengan isi silinder lebih dari 110 cc (seratus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

SPECIFICATION

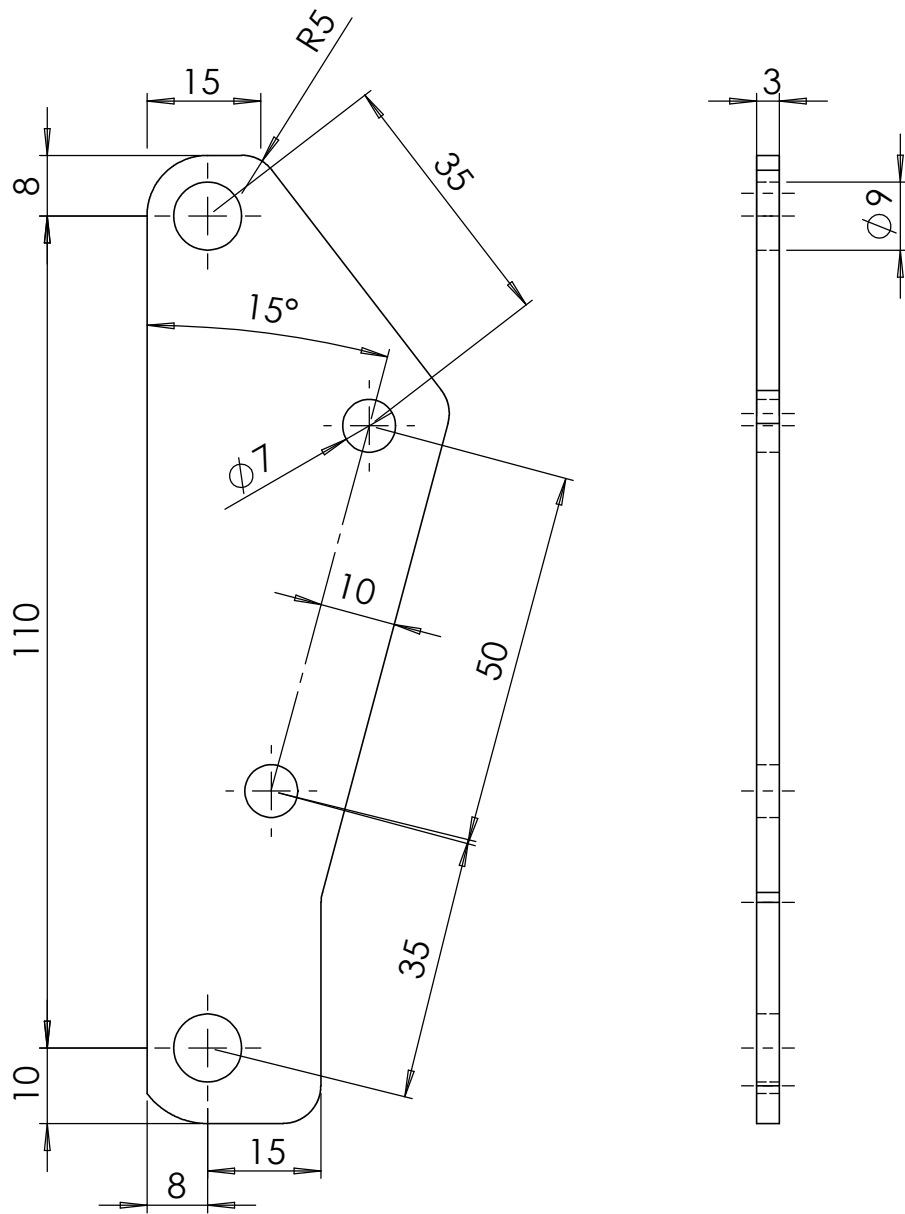
Motor Type:	BLDC Inner Rotor Motor
Brand:	QS Motor, QSMOTOR
Motor Design:	Single axle
Matched Tire:	17 inch
Magnet Height:	70mm, 5 pole pairs
Motor gear ratio:	1:2.368
Max Continues Power:	5500W
Peak Power:	11kW
Rated Voltage:	72V
Speed:	2955RPM
Max Torque:	98N.m
Cooling Method:	Air cooling
Max Efficiency:	≥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
N.W./G.W.:	approx 12.32kgs/14kgs
Package Dimension:	34cm*34cm*33cm/piece



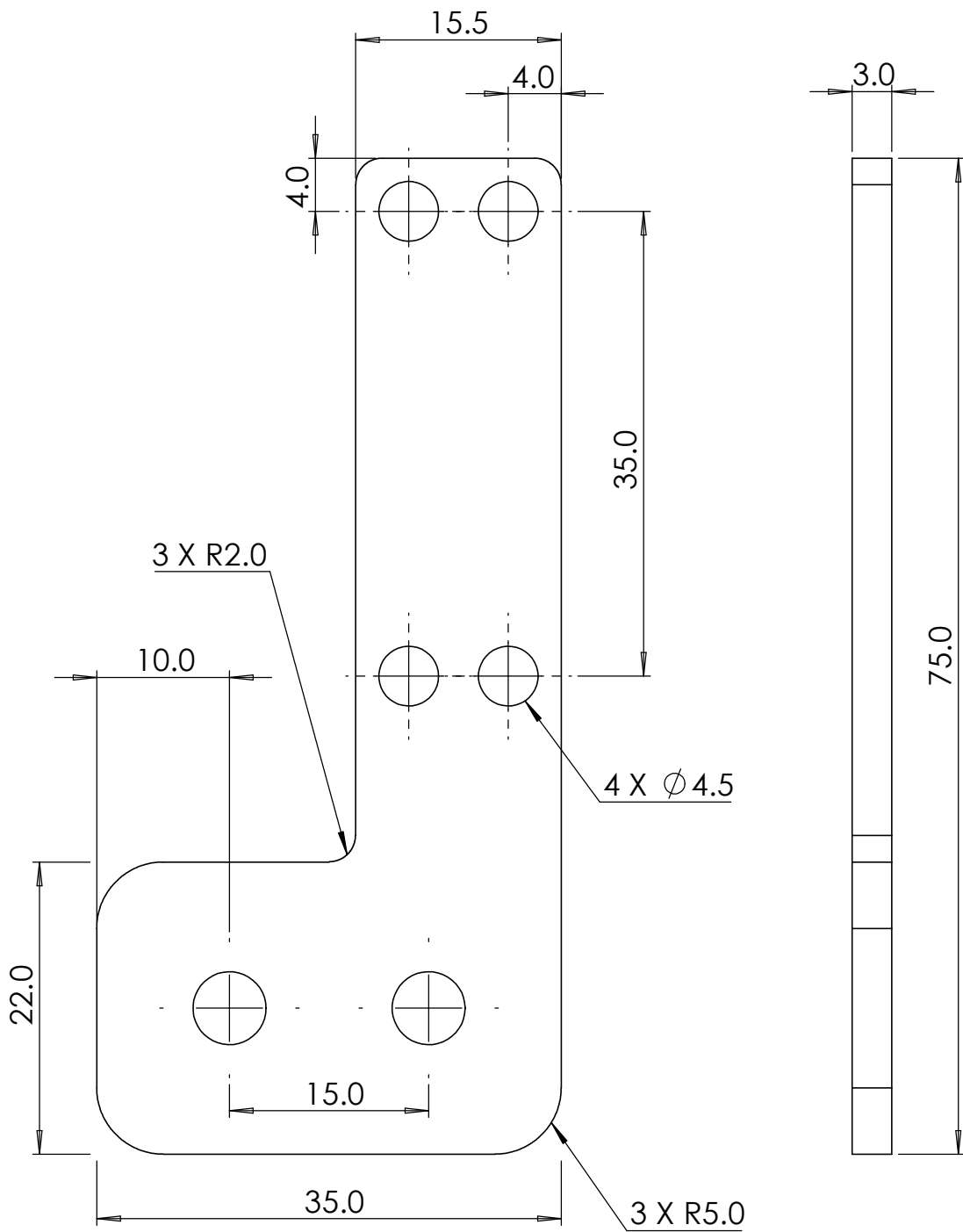




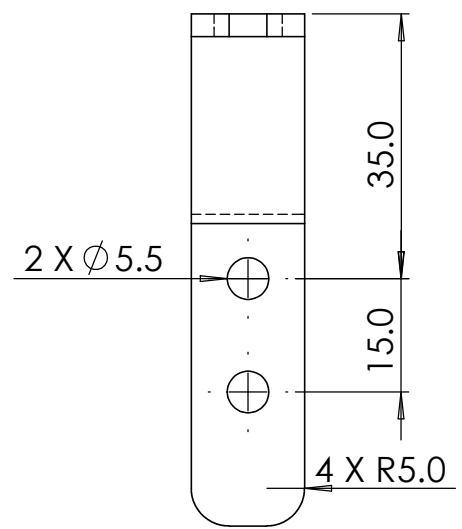
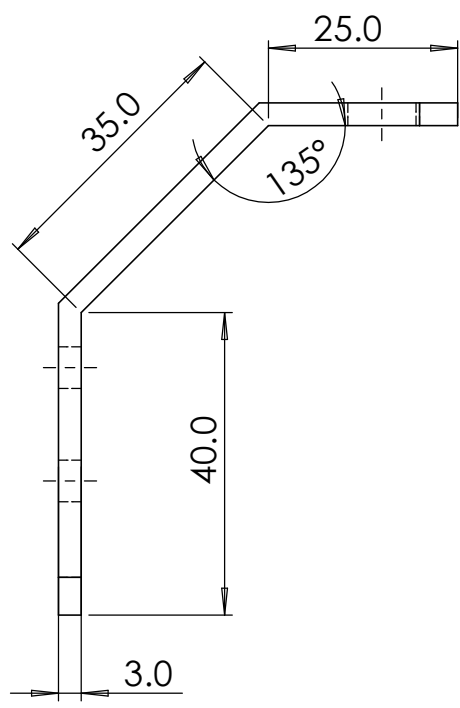
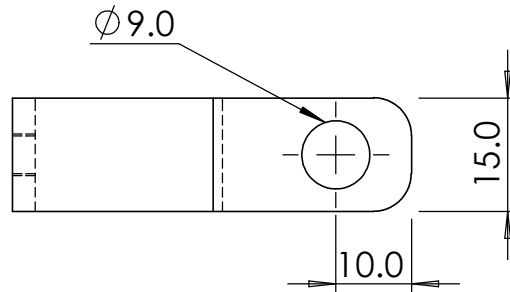
	Skala : 1:2.5	Digambar : Awang Nur Fauzi	Keterangan :	
	Satuan Ukuran : mm	NIM : 19525048		
	Tanggal : 10/3/24	Diperiksa :		
Universitas Islam Indonesia	BRACKET MOTOR		No.1	A3

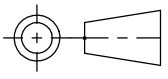


	Skala : 1:1	Digambar : Awang Nur Fauzi	Keterangan :	
	Satuan Ukuran : mm	NIM : 19525048		
	Tanggal : 10/3/24	Diperiksa :		
Universitas Islam Indonesia	BRACKET KOTROLER		No.2	A3



	Skala : 2:1	Digambar : Awang Nur Fauzi	Keterangan :	
	Satuan Ukuran : mm	NIM : 19525048		
	Tanggal : 10/3/24	Diperiksa :		
Universitas Islam Indonesia	BRACKET THROTTLE SENSOR		No.3	A3



	Skala : 1:1	Digambar : Awang Nur Fauzi	Keterangan :	
	Satuan Ukuran : mm	NIM : 19525048		
	Tanggal : 10/3/24	Diperiksa :		
Universitas Islam Indonesia	BRACKET BATERAI		No.4	A3