

RANCANG BANGUN RANGKA BAGIAN BELAKANG MOBIL LISTRIK

PROYEK AKHIR

Laporan akhir ini dibuat dan diajukan untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan
Diploma III Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung



Bayu Ardiyanto

NIRM 0012137

Amisi

NIRM 0012234

**POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI BANGKA BELITUNG
TAHUN 2025**

LEMBAR PENGESAHAN

RANCANG BANGUN RANGKA BAGIAN BELAKANG MOBIL LISTRIK

Oleh:

Bayu Ardiyanto

NIRM 0012137

Amisi

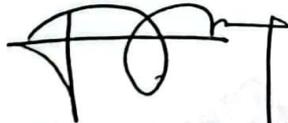
NIRM 0012234

Laporan akhir ini telah disetujui dan disahkan sebagai salah satu syarat kelulusan

Program Diploma III Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung

Menyetujui,

Pembimbing 1



(Angga Sateria, S.S.T., M.T.)

Pembimbing 2



(Rodika, S.S.T., M.T.)

Penguji 1



(Hasdiansah, S.S.T., M.Eng.)

Penguji 2



(Ariyanto, S.S.T., M.T.)

PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Mahasiswa 1 : Bayu Ardiyanto *NIRM* 0012137

Nama Mahasiswa 2 : Amisi *NIRM* 0012234

Dengan Judul : RANCANG BANGUN RANGKA BAGIAN BELAKANG
MOBIL LISTRIK

Menyatakan bahwa laporan akhir ini adalah hasil kerja kami sendiri dan bukan merupakan plagiat. Pernyataan ini kami buat dengan sebenarnya dan bila ternyata dikemudian hari ternyata melanggar pernyataan ini, kami bersedia menerima sanksi yang berlaku.

Sungailiat, 30 April 2025

Nama Mahasiswa

1. Bayu Ardiyanto
2. Amisi

Tanda Tangan


.....

.....

ABSTRAK

Perkembangan teknologi transportasi mendorong inovasi kendaraan ramah lingkungan seperti mobil listrik. Proyek ini bertujuan mendukung pembelajaran vokasi melalui pembuatan dan perakitan rangka belakang mobil listrik, mencakup sistem penggerak, suspensi, dan struktur rangka. Tahapan meliputi pengumpulan data, pembuatan, perakitan, dan pengujian. Hasil pengujian suspensi menunjukkan data panjang shaft tanpa beban sepanjang 40 mm, dengan beban seberat 60 kg panjang shaft sepanjang 27 mm dan dengan beban maksimal panjang shaft sepanjang 5 mm. Pengujian mobil listrik menunjukkan kecepatan rata-rata 23–24 km/jam. Pada uji akselerasi, percobaan pertama dan kedua kecepatan mencapai 7,78 m/s dengan waktu 10 detik, sehingga percepatannya sebesar $0,778 \text{ m/s}^2$ dan pada percobaan ketiga kecepatan mencapai 8,06 m/s dengan waktu 9 detik, diperoleh percepatan sebesar $0,864 \text{ m/s}^2$.

Kata kunci: mobil listrik, rangka mobil, sistem penggerak, sistem suspensi, motor listrik

ABSTRACT

The advancement of transportation technology has driven innovation in environmentally friendly vehicles such as electric cars. This project aims to support vocational education through the fabrication and assembly of the rear frame of an electric vehicle, which includes the drive system, suspension, and frame structure. The stages involved include data collection, fabrication, assembly, and testing. Suspension testing results showed that the shaft length without load was 40 mm, while under a load of 60 kg, the shaft length decreased to 27 mm, and under maximum load, it further reduced to 5 mm. Testing of the electric vehicle demonstrated an average speed of 23–24 km/h. In the acceleration test, the first and second trials reached a speed of 7.78 m/s in 10 seconds, resulting in an acceleration of 0.778 m/s². In the third trial, the vehicle reached a speed of 8.06 m/s in 9 seconds, yielding an acceleration of 0.864 m/s².

Keywords: electric vehicle, vehicle frame, drivetrain system, suspension system, electric motor.

KATA PENGANTAR

Segala puji dan rasa syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga laporan Proyek Akhir yang berjudul "*Rancang Bangun Rangka Bagian Belakang Mobil Listrik*" dapat diselesaikan tepat waktu. Penyusunan laporan ini merupakan bagian dari pemenuhan syarat untuk menyelesaikan pendidikan pada jenjang Diploma III Program Studi Rekayasa Mesin di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.

Dalam proses penyusunan dan pelaksanaan proyek akhir ini, penulis menerima banyak bantuan, arahan, serta dukungan dari berbagai pihak. Untuk itu, segala hormat dan kerendahan hati, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang sudah berkontribusi:

1. Orang tua serta keluarga yang memberikan dukungan dan mendo'akan selama proses pelaksanaan proyek akhir.
2. Bapak I Made Andik Setiawan, M.Eng., Ph.D. selaku Direktur Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
3. Bapak Dr. Ilham Ary Wahyudie., M.T. sebagai Ka. Jurusan Rekayasa Mesin Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
4. Bapak Angga Sateria, S.S.T., M.T. sebagai pembimbing 1, yang telah memberikan kepercayaan kepada kami untuk mengerjakan proyek ini, serta dengan penuh dedikasi meluangkan waktu, tenaga, dan pemikirannya dalam memberikan bimbingan, masukan, serta solusi dari berbagai permasalahan yang dihadapi penulis selama proses penyusunan laporan dan pelaksanaan proyek akhir ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih atas peran beliau sebagai Ko. Prodi Perawatan dan Perbaikan Mesin.
5. Bapak Rodika, S.S.T., M.T. sebagai pembimbing 2, yang sudah memberikan bantuan dalam penulisan laporan serta arahan selama proses pembuatan proyek akhir ini, dan juga telah banyak memberikan masukan, saran, serta solusi yang sangat berharga.
6. Bapak Hasdiansah, S.S.T., M.Eng. sebagai dosen penguji pertama yang telah

memberikan saran dan masukannya dalam pembuatan proyek akhir ini.

7. Bapak Ariyanto, S.S.T., M.T. sebagai dosen penguji kedua yang telah memberikan saran dan masukannya dalam pembuatan proyek akhir ini.
8. Bapak Tuparjono, S.S.T., M.T. sebagai dosen wali yang selama ini telah membimbing sampai dengan proyek akhir.
9. Dosen dan tenaga PLP di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung atas kontribusi mereka dalam membagikan ilmu dan pengetahuan yang sangat bermanfaat selama masa studi.
10. Rekan mahasiswa di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung yang telah selalu memberikan bantuan dalam proses penyelesaian proyek akhir dan penyusunan laporan ini.
11. Penulis mengucapkan terimakasih kepada seluruh pihak yang telah memberikan dukungan, baik secara langsung maupun tidak langsung, selama berlangsungnya proses penyusunan proyek akhir ini, yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Sebagai penutup, penulis berharap segala bentuk bantuan dan dukungan yang telah diberikan selama proses penyusunan laporan serta pelaksanaan proyek akhir ini mendapatkan balasan kebaikan dari Allah SWT. Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari kata sempurna, mengingat keterbatasan ilmu serta berbagai hambatan yang dihadapi selama pengerjaan.

Karena hal tersebut, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi perbaikan di masa mendatang. Besar harapan penulis agar laporan ini dapat memberikan manfaat, baik bagi diri penulis sendiri, para pembaca, maupun pihak-pihak lain yang berkepentingan.

Sungailiat, 30 April 2025



Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT.....	iii
ABSTRAK	viii
<i>ABSTRACT</i>	ix
KATA PENGANTAR.....	x
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL.....	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
11.1	Latar
Belakang	1
11.2	Rumusan
Masalah.....	2
11.3	Tujuan
Proyek Akhir.....	2
11.4	Batasan
Masalah.....	2
BAB II DASAR TEORI.....	4
2.1 Mobil Listrik.....	4
2.2 Rangka	4
2.2.1 Karakteristik Rangka Mobil Listrik.....	5
2.2.2 Bahan dan Material Rangka.....	5

2.2.3 Jenis Rangka Mobil Listrik	6
2.2.4 Desain Rangka Mobil Listrik	7
2.3 Sistem Penggerak	7
2.3.1 Komponen Utama Sistem Penggerak	7
2.3.2 Karakteristik Sistem Penggerak	9
2.3.3 Ulir	10
2.3.4 <i>Spline</i> (Poros Alur)	11
2.3.5 Roda Gigi	12
2.4 Sistem Suspensi	14
2.4.1 Jenis Sistem Suspensi	15
2.4.2 Cara Kerja Sistem Suspensi	15
2.5 Perawatan (<i>Maintenance</i>)	15
BAB III METODE PELAKSANAAN	17
3.1 Pengumpulan Data	18
3.2 Rumusan Masalah	18
3.3 Rancangan	19
3.4 Pembuatan Rangka	19
3.5 Perakitan Alat	20
3.6 Uji Coba	20
3.7 Pembuatan Laporan	20
BAB IV PEMBAHASAN	21
4.1 Pengumpulan Data	21
4.2 Rancangan	21
4.3 Pembuatan Komponen	22
4.3.1 <i>Operation Plan</i> (OP)	22

4.4 Perhitungan Sistem Penggerak dan Suspensi.....	28
4.4.1 Perhitungan Ulir <i>Shaft</i> Roda Belakang	28
4.4.2 Perhitungnan <i>Spline Shaft</i> Roda Belakang.....	28
4.4.3 Perhitungan <i>Spline Shaft</i> Gardan Belakang.....	30
4.4.4 Perhitungan Rasio <i>Gear</i>	30
4.5 Perakitan Alat.....	30
4.6 Perawatan Komponen Bagian Belakang Mobil Listrik	34
4.7 Pengujian.....	34
BAB V PENUTUP.....	36
5.1 Kesimpulan	36
5.2 Saran	37
DAFTAR PUSTAKA.....	38
LAMPIRAN	39

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2. 1 Mobil Listrik ITS.....	4
Gambar 2. 2 Rangka Mobil Listrik UNESA	5
Gambar 2. 3 Jenis Rangka <i>Ladder Frame</i>	6
Gambar 2. 4 Jenis Rangka <i>Monocoque Frame</i>	6
Gambar 2. 5 Jenis Rangka <i>Tubular Space Frame</i>	7
Gambar 2. 6 Motor Listrik 1000w	8
Gambar 2. 7 <i>Inverter</i>	8
Gambar 2. 8 Baterai.....	9
Gambar 2. 9 <i>Controller</i> (Pengendali).....	9
Gambar 2. 10 Ulir Matris	11
Gambar 2. 11 Jenis <i>Spline</i> (Poros Alur)	12
Gambar 2. 12 Roda Gigi.....	13
Gambar 2. 13 Sistem Suspensi	15
Gambar 3. 1 Diagram Alir.....	17
Gambar 3. 2 Desain Rangka.....	19
Gambar 3. 3 Proses Pembuatan Rangka Bagian Belakang	20
Gambar 3. 4 Proses Perakitan Rangka Belakang	20
Gambar 4. 1 Desain Rangka Mobil Listrik... ..	21
Gambar 4. 2 Hasil Perakitan Rangka	22
Gambar 4. 3 Proses Pembuatan Rangka Belakang.....	22
Gambar 4. 4 Desain Rangka Bagian Belakang	23
Gambar 4. 5 Desain <i>Shaft</i>	24
Gambar 4. 6 Desain Pelat Telinga <i>Bushing</i>	25
Gambar 4. 7 Desain Pelat Telinga <i>Shockbreaker</i>	26
Gambar 4. 8 Desain <i>Bracket Bushing</i>	26
Gambar 4. 9 Desain <i>Bracket Motor</i>	27
Gambar 4. 10 Proses Penyambungan Pelat Telinga dan <i>Bushing</i>	31

Gambar 4. 11 Proses Penyambungan Pelat Telinga <i>Shockbreaker</i>	31
Gambar 4. 12 Proses Pemasangan <i>Pillow Blok Bearing</i>	31
Gambar 4. 13 Proses Pemasangan Gardan dan <i>Shaft</i> Roda.....	32
Gambar 4. 14 Proses Pemasangan <i>Shockbreaker</i> Masuk Dalam Pelat Telinga	32
Gambar 4. 15 Proses Pemasangan Ban Kedalam <i>Shaft</i> Roda	33
Gambar 4. 16 Proses <i>Assembly</i> Rangka Bagian Belakang	33

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Suspensi Bagian Belakang.....	34
Tabel 4. 2 Pengujian Kinerja Mobil Listrik.....	34
Tabel 4. 3 Pengujian Akselerasi Mobil Listrik.....	35



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 Riwayat Hidup Penulis	39
Lampiran 2 Tabel Perawatan <i>Preventive</i>	42



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring berjalannya waktu, sarana transportasi mengalami peningkatan dan inovasi yang berkelanjutan, salah satunya ditandai dengan hadirnya kendaraan berbasis tenaga listrik sebagai sistem penggerak utamanya. Sebagai kendaraan yang ramah lingkungan, mobil listrik diharapkan dapat menjadi alternatif utama dalam mengurangi pemakaian energi berbasis fosil. Dibandingkan dengan kendaraan berbahan bakar cair, mobil listrik memiliki beberapa keunggulan seperti suara yang lebih senyap, tidak menghasilkan bau, serta bebas emisi. Hal ini selaras dengan kekhawatiran akan menipisnya sumber daya alam, sehingga mendorong pengembangan sumber daya energi yang tidak merusak lingkungan dan dapat digunakan secara berkelanjutan. (Effendi, 2020)

Di Indonesia, mobil listrik mulai berkembang pesat, khususnya di kalangan mahasiswa perguruan tinggi melalui berbagai kompetisi pengembangan kendaraan hemat energi. Beberapa ajang kompetisi nasional antara lain Kontes Mobil Listrik Indonesia (KMLI), Kontes Mobil Hemat Energi (KMHE), dan Indonesia *Energy Marathon Challenge* (IEMC), sedangkan tingkat internasional diwakili oleh *Shell Eco Marathon* (SEM). Berbagai perguruan tinggi telah berhasil merancang kendaraan listrik, seperti mobil listrik dari Politeknik Bandung, Garuda UNY, Simadu dari Universitas Subang, Batman dari ITS, serta Pempek dari Universitas Sriwijaya Palembang. Kendaraan ini juga dimanfaatkan sebagai media pembelajaran dalam pendidikan vokasional. (Effendi, 2020)

Beban yang ditanggung mobil listrik, seperti berat mesin, penumpang, dan komponen lainnya, disangga oleh rangka kendaraan. Rangka yang kokoh sangat penting untuk mendukung beban tersebut. Dalam perancangannya, pemilihan material rangka harus mempertimbangkan aspek kekuatan, kenyamanan, dan keamanan, namun tetap ringan agar tidak mengurangi performa mobil listrik. Material rangka yang ringan berkontribusi besar terhadap peningkatan efisiensi kinerja kendaraan. (Nugraha, Hartono, & Yuliaji, 2019)

Pada proyek akhir ini, penulis akan melakukan perancangan, pembuatan, perakitan dan perawatan rangka belakang mobil listrik yang akan diperlombaan, bagian rangka belakang mobil listrik terbagi menjadi 3 bagian yaitu sistem penggerak, sistem suspensi, dan bagian rangka belakang mobil listrik.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, dapat dirumuskan permasalahan dalam rancang bangun rangka bagian belakang mobil listrik sebagai berikut:

1. Bagaimana cara merancang dan membangun rangka bagian belakang mobil listrik?
2. Bagaimana perhitungan pada sistem penggerak (ulir *shaft* roda belakang, *spline shaft* roda belakang, *spline shaft* gardan belakang dan rasio *gear*)?
3. Bagaimana pengujian yang dilakukan pada sistem suspensi dan kinerja mobil listrik?

1.3 Tujuan Proyek Akhir

Rancang bangun kerangka belakang mobil listrik memiliki tujuan sebagai berikut:

1. Merancang, membuat dan merakit rangka bagian belakang mobil listrik.
2. Menghitung sistem penggerak seperti ulir, *spline* dan rasio *gear*.
3. Melakukan pengujian pada sistem suspensi dan kinerja mobil listrik.

1.4 Batasan Masalah

Agar pelaksanaan proyek akhir ini memiliki fokus yang jelas dan terarah, maka ditetapkan batasan masalah sebagai berikut:

1. Perancangan rangka hanya difokuskan pada bagian belakang mobil listrik, yang meliputi dudukan motor, sistem suspensi belakang, dan komponen pendukung lainnya.
2. Material rangka dibatasi pada bahan yang mudah diperoleh dan memiliki rasio kekuatan terhadap berat yang baik, seperti pipa baja ringan (ST37 atau ASTM A36).
3. Sistem penggerak yang dihitung dibatasi pada elemen transmisi belakang,

yaitu ulir *shaft* roda, *spline shaft* roda belakang, *spline shaft* gardan, dan rasio *gear*.

4. Pengujian sistem suspensi dibatasi pada pengujian fungsional, untuk mengetahui daya redam dan stabilitas kendaraan dalam kondisi diam dan berjalan pelan.
5. Pengujian kinerja mobil listrik hanya dilakukan pada aspek kecepatan, tanpa membahas detail kelistrikan internal motor secara menyeluruh.
6. Tidak membahas aspek kelistrikan lain secara mendalam, seperti pengaturan baterai, kontroler motor, atau sistem *charging*.

BAB II DASAR TEORI

2.1 Mobil Listrik

Mobil listrik merupakan kendaraan yang menggunakan satu atau lebih motor listrik sebagai penggerakannya, dengan sumber energi berasal dari baterai isi ulang atau media penyimpanan energi lainnya. Motor listrik pada mobil ini menghasilkan torsi secara instan, sehingga mampu memberikan akselerasi yang cepat dan responsif secara halus.

Mobil listrik menawarkan sejumlah keunggulan dibandingkan kendaraan konvensional, terutama karena tidak menghasilkan emisi gas buang seperti kendaraan bermesin pembakaran. Selain itu, mobil listrik turut berkontribusi dalam menurunkan emisi gas rumah kaca karena tidak bergantung pada bahan bakar fosil sebagai sumber tenaga utamanya. (Putri & Noviyanti, 2021)

Kendaraan dengan tenaga listrik pertama kali dibuat pada akhir abad ke-19 (Gooday, 2002). Namun, kemajuan teknologi dalam beberapa dekade terakhir, terutama dalam hal baterai dan sistem pengisian daya, telah membuat mobil listrik semakin menarik bagi konsumen dan produsen (Sierzchula et al., 2014). Ilustrasi mobil listrik dapat dilihat pada Gambar 2.1 berikut



Gambar 2. 1 Mobil Listrik ITS
Sumber : (<https://www.its.ac.id/>)

2.2 Rangka

Kerangka mesin atau rangka mesin adalah struktur utama yang menopang dan mendukung semua komponen termasuk mesin, transmisi, sistem suspensi, dan

elemen lain tetap pada posisinya serta berfungsi dengan baik (Faris, Marsono, & Mahardhika, 2023). Kerangka ini biasanya terbuat dari bahan yang kuat seperti baja atau aluminium, tergantung pada jenis dan kegunaan mesin. Rangka mobil listrik diperlihatkan pada Gambar 2.2 berikut.



Gambar 2. 2 Rangka Mobil Listrik UNESA
Sumber : (<https://en.unesa.ac.id/>)

2.2.1 Karakteristik Rangka Mobil Listrik

Ada beberapa karakteristik utama rangka mobil listrik yaitu sebagai berikut;

- Ringan tapi kuat: Bobot yang lebih ringan berarti beban kerja motor listrik berkurang, sehingga energi baterai dapat digunakan lebih efisien dan jarak tempuh meningkat.
- Struktur *Aerodinamis*: Desain rangka dan bodi mempertimbangkan aliran udara (aerodinamika) untuk mengurangi hambatan angin.
- Tahan getaran dan beban dinamis: Rangka harus mampu menahan tekanan dan getaran selama akselerasi serta saat melewati medan jalan yang tidak rata.
- Keamanan terintegrasi: Rangka dirancang untuk melindungi komponen vital, seperti baterai dan sistem kelistrikan, dari benturan dan potensi kebakaran agar keselamatan pengemudi terjaga.
- Mudah dirakit dan di rawat: Struktur rangka disusun secara modular agar memudahkan proses perakitan, perawatan, dan penggantian komponen agar memudahkan dalam melakukan servis mendatang.

2.2.2 Bahan dan Material Rangka

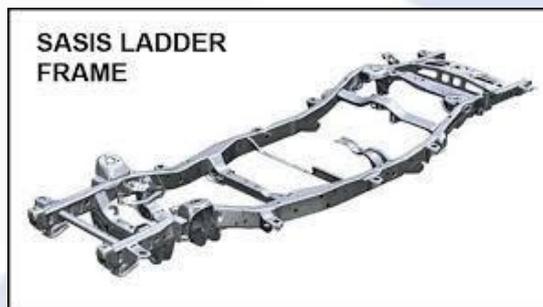
Pemilihan bahan menjadi faktor penting dalam proses perancangan. Umumnya rangka mobil listrik menggunakan bahan seperti berikut:

- Alumunium: Ringan, tahan karat, namun tetap kuat.
- Baja ringan (*mild steel*): Lebih murah, mudah dibentuk, namun lebih berat dari alumunium.
- Komposit (serat karbon atau *fiberglass*): Sangat ringan dan kuat, namun biayanya tinggi.
- Besi *hollow*/pipa kotak: Digunakan untuk bagian rangka sekunder atau tambahan sepertiudukan motor, baterai, dll.
- Plat baja tipis: Digunakan sebagai *mounting*, *bracket*, atau penutup bodi

2.2.3 Jenis Rangka Mobil Listrik

Beberapa tipe rangka yang biasa digunakan dalam kendaraan listrik, antara lain:

- *Ladder frame*: Rangka tangga, umum pada kendaraan niaga dan mobil dengan beban berat. *Ladder frame* diperlihatkan pada Gambar 2.3 berikut.



Gambar 2. 3 Jenis Rangka *Ladder Frame*
Sumber : (<https://www.geraiteknologi.com/>)

- *Monocoque Frame*: Struktur rangka dn bodi menjadi satu kesatuan, ringan dan efisiensi. *Monocoque frame* dapat dilihat pada Gambar 2.4 berikut.



Gambar 2. 4 Jenis Rangka *Monocoque Frame*
Sumber : (<https://newsroom.porsche.com/>)

- *Space Frame*: Rangka berbentuk kerangka tubular yang cocok untuk mobil listrik ringan dan balap. *Tubular space frame* diperlihatkan pada Gambar 2.5 berikut.



Gambar 2. 5 Jenis Rangka *Tubular Space Frame*
Sumber : (<https://cakramotor11.com/>)

2.2.4 Desain Rangka Mobil Listrik

Desain rangka dirancang menggunakan *software CAD (Computer Aided Design)*, seperti *SolidWorks* maupun *AutoCAD*.

2.3 Sistem Penggerak

Sistem penggerak merupakan sistem utama pada kendaraan yang bertanggung jawab untuk mentransfer tenaga dari sumber tenaga, seperti mesin, mentransmisikan daya ke roda penggerak sehingga kendaraan dapat melaju maju maupun mundur. Sistem ini memastikan bahwa tenaga yang dihasilkan oleh mesin disalurkan secara efisien dan optimal ke roda-roda, baik itu pada kendaraan roda dua, roda empat, atau kendaraan lainnya.

Secara umum, sistem penggerak dirancang untuk menghasilkan traksi (daya cengkram) antara roda dengan permukaan jalan, sehingga kendaraan dapat melaju dengan stabil dan responsif. Sistem ini juga memainkan peran penting dalam menentukan performa, efisiensi bahan bakar, serta kemampuan kendaraan untuk menyesuaikan diri dengan berbagai kondisi jalan.

2.3.1 Komponen Utama Sistem Penggerak

Sistem penggerak mobil listrik terdiri dari beberapa komponen utama yang bekerja sama untuk menggerakkan kendaraan tanpa mesin pembakaran dalam.

Berikut adalah komponen utamanya:

1. Motor Listrik

Mengkonversi energi listrik menjadi energi mekanik guna menggerakkan roda. Motor listrik dapat diperlihatkan pada Gambar 2.6 berikut.



Gambar 2. 6 Motor Listrik 1000w
Sumber : (Dokumentasi Pribadi, 24 Januari 2025)

2. *Inverter*

Mengkonversi arus searah (DC) dari baterai menjadi arus bolak-balik (AC) untuk menggerakkan mobil listrik, serta melakukan konversi sebaliknya saat sistem pengereman regeneratif bekerja. *Inverter* dapat dilihat pada Gambar 2.7 berikut.



Gambar 2. 7 *Inverter*
Sumber : (<https://autosolar.ch/>)

3. Baterai (*Battery Pack*)

Menyimpan energi listrik yang digunakan oleh motor listrik. Baterai dapat diperlihatkan pada Gambar 2.8 berikut.



Gambar 2. 8 Baterai

Sumber : (www.kursusmengemuditulusjaya.com)

4. *Controller* (Pengendali)

Mengendalikan aliran listrik dari baterai menuju motor sesuai dengan instruksi dari pengemudi, seperti saat pedal akselerator diinjak. *Controller* dapat diperlihatkan pada Gambar 2.9 berikut.



Gambar 2. 9 *Controller* (Pengendali)

Sumber : (<https://meisetio.com/>)

2.3.2 Karakteristik Sistem Penggerak

Sistem penggerak mobil listrik memiliki karakteristik khusus yang membedakan dari sistem penggerak pada kendaraan yang berbahan bakar fosil atau minyak bumi. Berikut adalah beberapa karakteristik utama dari sistem penggerak mobil listrik.

- Motor listrik: Sebagai penggerak utama
- Efisiensi tinggi: Motor listrik memiliki efisiensi 85-95% dibandingkan mesin pembakaran yang hanya 25-30%
- Akselerasi responsif: Torsi instan memberikan akselerasi yang sangat cepat dan halus.
- Transmisi sederhana atau tanpa transmisi: Banyak mobil listrik menggunakan

single-speed transmission karena rentang torsi motor listrik yang luas.

- *Regenerative braking*: Saat proses pengereman, sistem regeneratif mengubah energi gerak menjadi energi listrik yang disalurkan kembali ke baterai, sehingga membantu menghemat energi dan meningkatkan efisiensi sistem.
- Kendali elektronik penuh: Mengandalkan pengontrol motor (*motor controller*) untuk mengatur kecepatan dan torsi.
- Sumber energi: Menggunakan baterai sebagai sumber daya utama, kapasitas baterai menentukan jarak tempuh (*range*) dan pengisian baterai bisa melalui AC (lambat) atau DC *fast charging*.

Selain dari pembahasan motor listrik dan lain-lainnya pada sistem penggerak terdapat berbagai komponen penghubung antara motor listrik dengan roda. Komponen tersebut seperti gardan, *Shaft* roda, sproket dan lain-lain. Yang dihubungkan dengan ulir dan *spline* berikut penjelasannya:

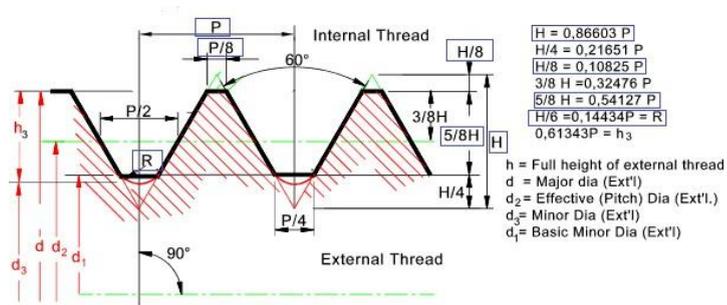
2.3.3 Ulir

Ulir (*thread*) adalah jalur spiral yang terbentuk mengelilingi batang atau poros logam dengan ukuran tertentu. Pada baut, ulir berfungsi untuk mengencangkan atau menyatukan komponen dengan cara mengubah gerakan rotasi menjadi gerakan linear. Berdasarkan bentuk dan letaknya, ulir diklasifikasikan menjadi dua tipe, yaitu ulir luar (*male thread*) dan ulir dalam (*female thread*).

Selain berfungsi sebagai pengikar ulir juga berfungsi sebagai penggerak suatu benda. Berikut adalah rumus ulir segitiga jenis ulir dengan standar:

➤ Ulir metris/*metric standart thread*

Ulir ini berbentuk segitiga dengan sudut puncak sebesar 60° dan seluruh dimensinya menggunakan satuan metrik. Ulir jenis ini dilambangkan dengan huruf "M", misalnya $M8 \times 1,25$ yang menunjukkan ulir metrik dengan diameter 8 mm dan pitch sebesar 1,25 mm. Ulir metris diperlihatkan pada Gambar 2.10 berikut.



Gambar 2. 10 Ulir Matris
 Sumber : (<https://www.roytech.co.uk/>)

Dari penjelasan diatas rumus dari bakal ulir matris adalah sebagai berikut:

- $D = diameter\ nominal(d) - (10\% \text{ Kisar}) \dots\dots\dots (2.1)$
- $D = \varnothing 10\ mm - (10\% - 1.5) \dots\dots\dots (2.1)$
- $D = \varnothing 10\ mm - 0.15 \dots\dots\dots (2.1)$
- $D = \varnothing 9.85\ mm \dots\dots\dots (2.1)$

Keterangan

- D = ukuran yang akan dicari
- d = ukuran awal dari *shaft*
- kisar* = jarak antara gigi

Berikut rumus menentukan kedalam ulir :

- $h = 0.6134 \times \text{kisar} \dots\dots\dots (2.2)$
- $h = 0.6134 \times 1.5\text{mm} \dots\dots\dots (2.2)$
- $h = 0.9201\text{mm} \dots\dots\dots (2.2)$

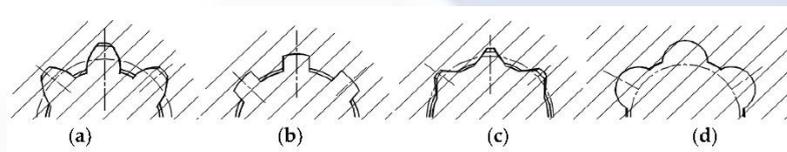
Keterangan

- h = ukuran yang akan dicari
- 0.6134 = rumus kedalam ulir
- kisar* = jarak antara gigi

2.3.4 Spline (Poros Alur)

Kopling banyak digunakan dalam mesin berputar untuk mentransmisikan torsi dari mesin penggerak ke mesin yang digerakkan. Ada berbagai jenis kopling.

Di antaranya, kopling *spline* membuat struktur lebih sederhana, lebih andal dan kompak, serta lebih mudah dipasang. Dibandingkan dengan kopling lainnya, kopling *spline* memiliki area kontak yang lebih besar, kapasitas dukung yang lebih tinggi, keandalan yang lebih tinggi, konsentrasi tegangan yang lebih kecil, dan pelemahan kekuatan poros dan hub yang lebih kecil. *Spline* juga bekerja dengan baik dalam hal pemusatan dan pemanduan, yang membuatnya lebih mudah untuk memperbaiki kesalahan pemasangan dan ketidaksejajaran. Akibatnya, *spline* sering digunakan dalam perangkat transmisi dan penghubung untuk mesin berputar. Menurut profil gigi *spline*, *spline* dapat dibagi menjadi *spline involute*(a), *spline* persegi panjang(b), *spline* segitiga(c), dan *spline* busur melingkar(b). *Spline* dapat diperlihatkan pada Gambar 2.11 berikut.



Gambar 2. 11 Jenis *Spline*
(Sumber : Dokumen Pribadi)

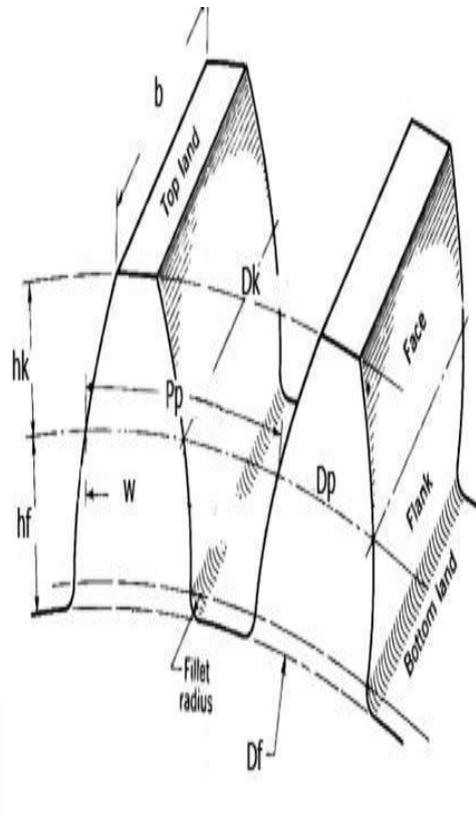
Dari penjelasan diatas *spline* memiliki rumus sebagai berikut:

$$\text{Derajat : jumlah } spline = \text{putaran } chuck \dots\dots\dots (2.3)$$

$$360^\circ : 8 = 45mm \dots\dots\dots (2.3)$$

2.3.5 Roda Gigi

Roda gigi merupakan komponen mekanis yang berfungsi untuk mentransmisikan putaran atau gerakan dari satu elemen ke elemen lainnya yang saling berhubungan. Secara umum, roda gigi memiliki sejumlah gigi yang saling bersinggungan dengan gigi dari roda gigi pasangannya. Roda gigi diperlihatkan pada Gambar 2.12 berikut ini.



Keterangan dari gambar :

D_p = Diameter *pitch* / diameter tusuk / pitch circle

D_k = Diameter kepala / addendum pitch

D_f = Diameter kaki/ dedendum *circle*

h = Tinggi gigi

h_k = Tinggi kepala / addendum

h_f = Tinggi kaki/ dedendum

w = Lebar satu gigi

b = Lebar roda gigi atau tebal sisi roda gigi

c = Jarak sumbu

P_p = *Pitch* gigi / jarak bagi gigi

α = Sudut tekan / *pressure angle*

m = Modul

z = Jumlah gigi

Gambar 2. 12 Roda Gigi

Sumber : (<https://creativemechanical.blogspot.com/>)

Dari penjelasan diatas rumus dari roda gigi adalah sebagai berikut:

Keterangan :

Modul (m).....(2.3)

$$M = \frac{d_p}{z}$$

- D_p = Diameter *pitch* roda gigi (mm)
- Z = Jumlah gigi
- $M = \frac{25}{24} = 1$
- Jumlah gigi (z) = 22
- Modul (m) = 1
- Rasio pembagi (i) = 43/1
- Data roda gigi pendukung yang dimiliki: Pelat *indeks*:

15,16,17,18,19,20,21,23,27,29,31,33,37,39,41,43,47,49

- Roda gigi pengubah (Z): 24 (7pcs), 28 (4pcs), 32 (3pcs), 40 (4pcs), 44, 48 (3pcs), 56, 64 (3pcs), 72 (4pcs), 86 (3pcs), 100

Diameter kepala (dk)

$$dk = m(Z + 2)$$

$$dk = 3(20 + 2)$$

$$dk = 66 \text{ mm}$$

Kedalaman pemotongan gigi (h)

$$h = (2,1 - 2,2) m$$

$$h = (2,1 - 2,2) m$$

$$h = (2,1 - 2,2) \times 3$$

$$h = 6,3 - 6,6 \text{ mm}$$

Tebal roda gigi (b)

$$b = 10 \text{ m}$$

$$b = 10 \text{ m}$$

$$b = 10 \times 3$$

$$b = 30 \text{ mm}$$

Putaran engkol (nc)

$$nc = \frac{i}{Z}$$

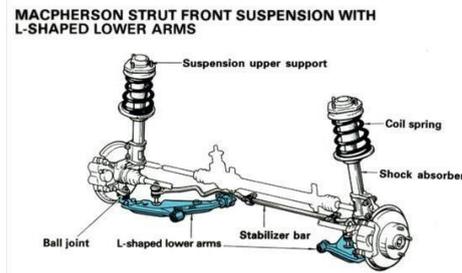
$$nc = \frac{i}{Z}$$

$$nc = \frac{40}{20} = 2$$

nc = 2 Putaran penuh pada pelat pembagi

2.4 Sistem Suspensi

Sistem suspensi adalah salah satu komponen penting pada kendaraan yang berfungsi untuk menghubungkan roda dengan rangka atau bodi kendaraan. Secara umum, sistem suspensi dirancang untuk meningkatkan kenyamanan berkendara dan stabilitas kendaraan saat melaju di berbagai kondisi jalan. Sistem ini bekerja dengan cara menyerap dan meredam getaran, guncangan, serta tekanan yang terjadi akibat kontak antara roda kendaraan dengan permukaan jalan. Sistem suspensi dapat diperlihatkan pada Gambar 2.13 berikut.



Gambar 2. 13 Sistem Suspensi
 Sumber : (<https://willycar.com/>)

2.4.1 Jenis Sistem Suspensi

Terdapat beberapa jenis sistem suspensi sebagai berikut:

- Suspensi pasif : Menggunakan pegas dan peredam kejut dengan karakteristik tetap.
- Suspensi semi-aktif: Memungkinkan penyesuaian karakteristik peredam kejut secara real-time untuk merespons kondisi jalan.
- Suspensi aktif: Menggunakan aktuator untuk mengontrol gerakan suspensi secara aktif, sering dikendalikan oleh sistem elektronik seperti PID atau logika fuzzy.

2.4.2 Cara Kerja Sistem Suspensi

Sistem suspensi bekerja dengan cara:

- A. Menyerap getaran: Pegas menyerap energi dari guncangan jalan, sementara peredam kejut mengontrol kecepatan gerakan pegas untuk mencegah osilasi berlebihan
- B. Menjaga roda bersentuhan dengan jalan: Dengan menyerap ketidakrataan jalan, suspensi memastikan roda tetap menyentuh permukaan jalan, yang penting untuk pengendalian dan pengereman.
- C. Meningkatkan kenyamanan dan stabilitas: Dengan meredam getaran dan guncangan, suspensi meningkatkan kenyamanan penumpang dan stabilitas kendaraan saat bermanuver.

2.5 Perawatan (*Maintenance*)

Perawatan adalah kegiatan yang dilakukan secara berkala untuk memastrikan

mesin tetap berfungsi dengan baik, seperti pemeriksaan rutin, pelumasan, pembersihan, dan penggantian komponen. Tujuan utama dari pelaksanaan perawatan adalah untuk memastikan bahwa sistem produksi dapat beroperasi secara maksimal dan menghasilkan *output* yang sesuai dengan target yang telah ditetapkan. Beragam jenis metode perawatan dapat diterapkan guna mempertahankan kinerja mesin tetap optimal.

1. *Breakdown maintenance* (perawatan saat terjadi kerusakan)

Breakdown maintenance merupakan tindakan pemeliharaan yang diterapkan ketika mesin atau alat sudah tidak beroperasi akibat kerusakan yang menyebabkan gangguan fungsi normal atau bahkan penghentian total operasi secara tiba-tiba. Kerugian dari metode perawatan ini antara lain waktu perbaikan yang lebih lama, tingkat kerusakan yang lebih parah, menurunnya keandalan operasional, serta tingginya biaya perbaikan yang harus dikeluarkan.

2. *Preventive maintenance* (perawatan pencegahan)

Preventive maintenance merupakan bentuk perawatan untuk mencegah kerusakan pada mesin selama proses operasional berlangsung. Contoh pelaksanaannya mencakup penjadwalan inspeksi (*inspection*), pembersihan (*cleaning*), dan penggantian komponen secara rutin dan berkala.

Preventive maintenance dibagi menjadi dua jenis, yaitu:

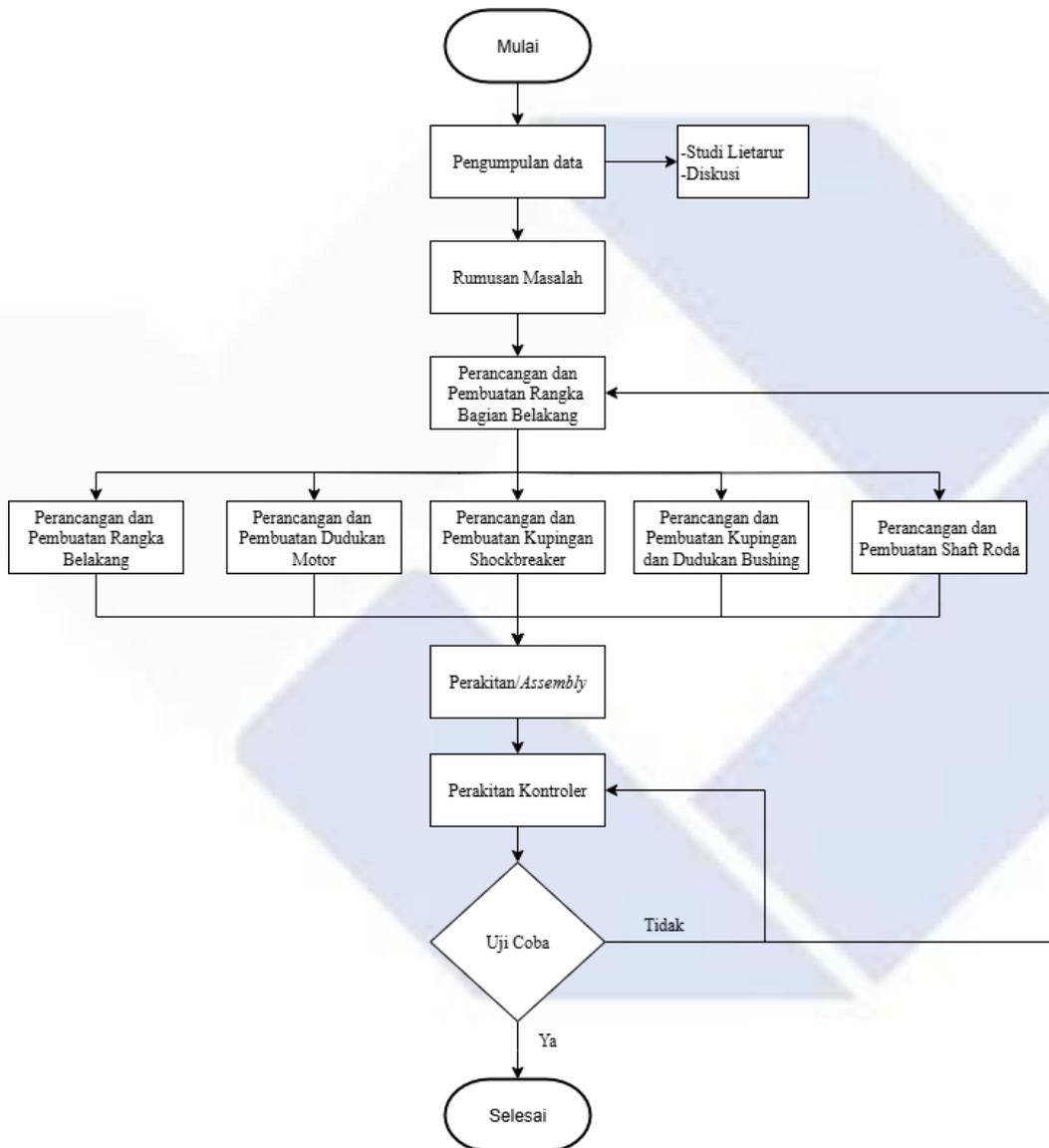
- Perawatan berkala (*Periodic Maintenance*): Jenis perawatan ini dilakukan berdasarkan *interval* waktu tertentu, seperti harian, mingguan, bulanan, atau tahunan.
- Perawatan prediktif (*Predictive Maintenance*): Perawatan ini dilakukan berdasarkan kondisi aktual mesin, atau dikenal juga dengan pendekatan *condition-based maintenance*.

3. *Corrective maintenance* (Perawatan Korektif)

Corrective maintenance merupakan tindakan perawatan yang bertujuan memperbaiki kerusakan setelah diketahui sumber masalahnya, sehingga mesin dapat berfungsi kembali sebagaimana mestinya.. Perawatan ini umumnya diterapkan pada mesin yang masih bisa beroperasi, namun tidak dalam kondisi optimal atau menunjukkan gejala abnormal selama proses produksi.

BAB III METODE PELAKSANAAN

Penyelesaian dari proyek akhir “Rancang Bangun Rangka Bagian Belakang Mobil Listrik” Metode pelaksanaan digunakan untuk menyelesaikan masalah dengan berdasarkan proses dan alur yang ditentukan dalam diagram alir. Dapat dilihat pada Gambar 3.1 berikut:



Gambar 3. 1 Diagram Alir

3.1 Pengumpulan Data

Dalam proses rancang bangun rangka bagian belakang mobil listrik, data dikumpulkan menggunakan beberapa metode yang masing-masing memiliki tujuan tertentu.

Berikut adalah metode yang digunakan:

1. Diskusi

Pengumpulan data berupa diskusi adalah metode memperoleh informasi atau data melalui proses pertukaran ide, pendapat, dan pandangan antara dua pihak atau lebih mengenai topik tertentu yang sedang diteliti. Bertujuan memperoleh pemahaman lebih luas dari berbagai perspektif.

2. Studi Literatur

Dengan melakukan studi literatur ini agar peneliti memahami konsep dasar dari perancangan rangka bagian depan mobil listrik. Dalam prosesnya, Penelitian ini dilakukan dengan menelusuri, mengkaji berbagai referensi, termasuk literatur, laporan ilmiah rangka mobil listrik. Dalam prosesnya, penelitian ini dilakukan dengan mengkaji berbagai referensi, termasuk berbagai literatur, laporan ilmiah, serta dokumen relevan yang dijadikan acuan untuk memperkuat landasan penelitian ini.

3.2 Rumusan Masalah

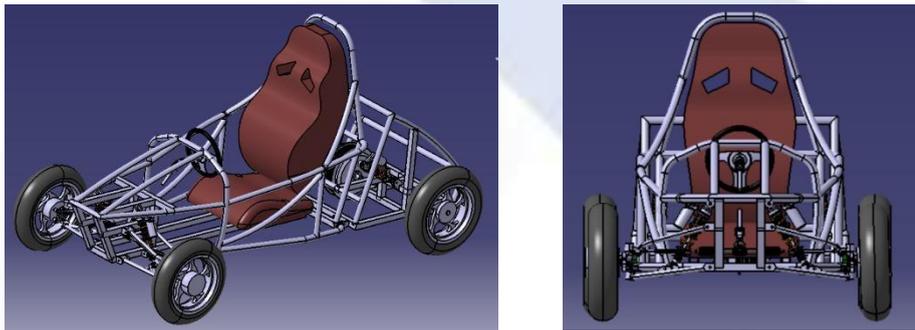
Dalam merancang dan membangun rangka bagian belakang mobil listrik untuk melaksanakan proyek akhir ini terdapat beberapa rumusan masalah.

Berikut daftar rumusan masalah pada proyek ini:

1. Bagaimana cara merancang dan membangun rangka bagian belakang mobil listrik?
2. Bagaimana perhitungan pada sistem penggerak (ulir *shaft* roda belakang, *spline shaft* roda belakang, *spline shaft* gardan belakang dan rasio *gear*)?
3. Bagaimana pengujian yang dilakukan pada sistem suspensi dan kinerja mobil listrik?

3.3 Rancangan

Proses dari rancangan bagian belakang mobil listrik menggunakan merupakan tahap awal dalam tugas akhir ini, rangka merupakan bagian yang sangat penting pada kendaraan. Bagian belakang rangka tidak hanya memiliki fungsi sebagai penopang struktur belakang kendaraan, tetapi juga harus di rancang untuk menyerap dan meredam benturan dari belakang untuk melindungi penumpang dan komponen penting. Tahap ini digunakan sebagai acuan untuk memastikan bahwa proses pembuatan komponen dan perakitan rangka berjalan sesuai rencana dan terhindar dari kesalahan. Berikut adalah desain rangka yang diperlihatkan pada gambar diperlihatkan pada Gambar 3.2 berikut.



Gambar 3. 2 Desain Rangka
Sumber : (Dokumentasi Pribadi)

3.4 Pembuatan Rangka

Proses pembuatan rangka atau bagian-bagian yang dibutuhkan pada saat perakitan. Dalam proses ini akan banyak menggunakan peralatan seperti mesin las, mesin frais, mesin bubut, alat ukur dan lain-lainnya. Pembuatan alat didasarkan dari rancangan yang sudah dibuat sebelumnya. Pembuatan rangka belakang diperlihatkan pada Gambar 3.3 berikut.



Gambar 3. 3 Proses Pembuatan Rangka Bagian Belakang
Sumber : (Dokumentasi Pribadi)

3.5 Perakitan Alat

Dalam Proses ini semua bagian yang sudah selesai dibuat dan komoponen lainnya akan dilakukan perakitan. Proses perakitan dilakukan sesuai dengan rancangan agar dapat berfungsi sebagai mana mestinya. Pada tahap ini perakitan menggunakan alat-alat seperti mesin las, kunci dan lain-lain. Perakitan rangka diperlihatkan pada Gambar 3.3 berikut.



Gambar 3. 4 Proses Perakitan Rangka Belakang
Sumber : (Dokumentasi Pribadi)

3.6 Uji Coba

Dalam tahap ini alat akan melakukan pengujian untuk memastikan sistem suspensi dan kinerja motor listrik berfungsi dengan sebagai mana mestinya.

3.7 Pembuatan Laporan

Pembuatan laporan merupakan hasil akhir dari segala uraian yang dijelaskan sebelumnya, laporan bertujuan untuk memberikan gambaran, hasil kerja atau kemajuan dari suatu kegiatan.

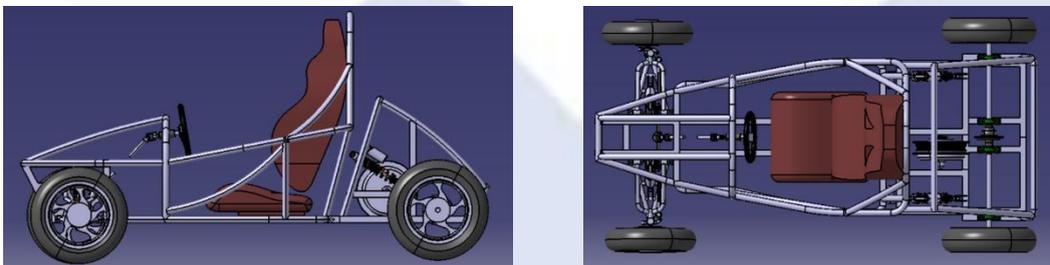
BAB IV PEMBAHASAN

4.1 Pengumpulan Data

Data yang diperoleh penulis berasal dari hasil diskusi dan studi literatur. Diskusi yang dilakukan meliputi Pemahaman tentang mobil listrik dan bagian komponen-komponen pada mobil listrik. Setelah pengumpulan data berupa diskusi yang dilakukan kepada dosen, penulis mengumpulkan data melalui studi literatur, yang mencakup jurnal, artikel, makalah, laporan penelitian, skripsi, dan sumber-sumber lainnya. Tujuan dari kegiatan ini adalah untuk membangun landasan ilmiah dan konteks yang mendukung penyelesaian tugas akhir yang dikerjakan.

4.2 Rancangan

Setelah melakukan pengumpulan data, penulis melakukan desain rangka bagian belakang mobil listrik. Pada perancangan rangka, penulis menggunakan perangkat lunak CAD (*Computer Aided Design*) seperti *Solidworks* atau *AutoCAD*. Adapun hasil dari rancangan rangka bagian belakang mobil listrik yaitu ditunjukkan pada Gambar 4.1. dan pada Gambar 4.2 merupakan gambar dari hasil yang dikerjakan berdasarkan desain.



Gambar 4. 1 Desain Rangka Mobil Listrik
Sumber : (Dokumentasi Pribadi)



Gambar 4. 2 Hasil Perakitan Rangka
Sumber : (Dokumentasi Pribadi)

4.3 Pembuatan Komponen

Proses pembuatan komponen pada rangka bagian belakang mobil listrik dilakukan di lab mekanik Polman Babel, tepatnya di laboratorium fabrikasi logam dan laboratorium pemesinan. Alat yang digunakan yaitu mesin las, bubut, frais, gerinda, dan lain-lain. Proses pembuatan rangka diperlihatkan pada Gambar 4.3 berikut.



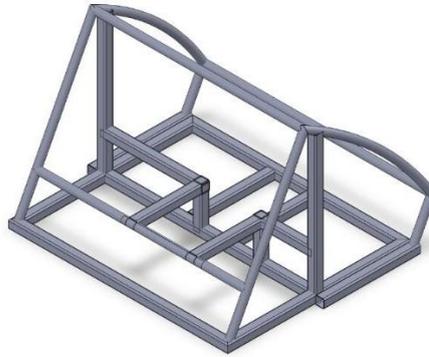
Gambar 4. 3 Proses Pembuatan Rangka Belakang
Sumber : (Dokumentasi Pribadi)

4.3.1 *Operation Plan (OP)*

Pada tahapan membuat rangka bagian belakang dilakukan dalam berbagai proses pemesinan seperti mesin las, mesin frais, mesin bubut.

1. OP pembuatan rangka belakang

Rangka merupakan bagian utama yang akan dibuat, berfungsi sebagai penopang dari berbagai komponen mobil listrik seperti motor, gardan dan lain-lain. Desain rangka bagian belakang diperlihatkan pada Gambar 4.4 berikut.



Gambar 4. 4 Desain Rangka Bagian Belakang
Sumber : (Dokumentasi Pribadi)

Proses pemotongan besi *hollow* dan pipa besi

1. Periksa dan ukur benda kerja sesuai dengan gambar.
2. *Setting* mesin *cut off* (gerinda potong).
3. Proses pemotongan besi *hollow* sepanjang 875 mm sebanyak 2 pcs.
4. Proses pemotongan besi *hollow* sepanjang 735 mm sebanyak 2 pcs.
5. Proses pemotongan besi *hollow* sepanjang 805 mm sebanyak 1 pcs.
6. Proses pemotongan besi *hollow* sepanjang 135 mm sebanyak 2 pcs.
7. Proses pemotongan besi *hollow* sepanjang 179 mm sebanyak 1 pcs.
8. Proses pemotongan besi *hollow* sepanjang 315 mm sebanyak 2 pcs.
9. Proses pemotongan besi *hollow* sepanjang 321 mm sebanyak 1 pcs.
10. Proses pemotongan besi *hollow* sepanjang 367,5 mm sebanyak 2 pcs.
11. Proses pemotongan besi *hollow* sepanjang 540 mm sebanyak 2 pcs.
12. Proses pemotongan besi *hollow* sepanjang 330 mm sebanyak 2 pcs.
13. Proses pemotongan pipa besi sepanjang 670 mm sebanyak 2 pcs.
14. Proses pemotongan pipa besi sepanjang 175 mm sebanyak 2 pcs.
15. Proses pemotongan pipa besi sepanjang 875 mm sebanyak 3 pcs.
16. Proses pemotongan pipa besi sepanjang 620 mm sebanyak 2 pcs

Proses Pengelasan.

17. *Setting* mesin las, gunakan elektroda 2,6 mm dan besar arus 50 ampere.
18. Proses pengelesan besi *hollow* 875 mm dengan 735mm.
19. Proses pengelasan besi *hollow* 805 mm pada bagian tengah.
20. Proses pengelasan besi *hollow* 315 mm pada bagian belakang.

21. Proses pengelasan besi hollow 135 mm dibagian Tengah pada posisi vertikal.
 22. Proses pengelasan pipa besi 670 mm dibagian depan dengan sudut kemiringan 27°.
 23. Proses pengelasan pipa besi 175 mm dibagian belakang dengan sudut kemiringan 27°.
 24. Proses pengelasan besi hollow 367,5 mm dikedua sisi kiri dan kanan rangka.
 25. Proses pengelasan besi hollow 540 mm disisi kiri dan kanan secara vertikal.
 26. Proses pengelasan besi hollow 179 mm disisi kiri.
 27. Proses pengelasan besi hollow 321 mm disisi kanan.
 28. Proses pengelasan pipa besi 875 mm disisi depan, atas dan belakang.
 29. Proses pengelasan besi hollow 330 mm didepan.
2. OP pembuatan *shaft* roda

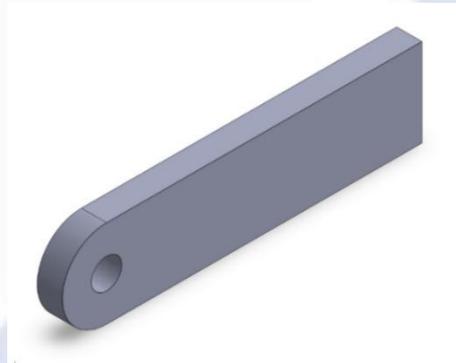
Shaft roda merupakan suatu komponen yang berfungsi sebagai penopang dan penghubung antara roda dan sistem penggerak. Desain *shaft* roda belakang diperlihatkan pada Gambar 4.5 berikut.



Gambar 4. 5 Desain *Shaft*
Sumber : (Dokumentasi Pribadi)

1. Periksa dan ukur *shaft* roda.
2. *Setting* mesin *cut off*, gunakan mata potong.
3. Proses pemotongan as roda sepanjang 70 mm.
4. *Setting* mesin bubut, gunakan pahat tepi rata.
5. Lakukan pembubutan *shaft* roda sesuai dengan ukuran yaitu Ø25 mm.
6. Ganti pahat ulir, lakukan pembubutan ulir M20.
7. Periksa ulir, gunakan mur M20 apakah ulir sesuai.

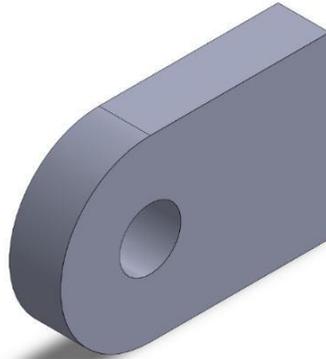
8. Ganti pahat ulir ke pahat tepi rata, lakukan pemakanan dibelakang ulir dengan ukuran $\text{Ø}24,40$ mm.
 9. Ganti ke mesin frais, *Setting* mesin frais, gunakan *cutter endmill* $\text{Ø}8$ mm.
 10. Lakukan pemakanan sepanjang 35 mm dan kedalaman 1,7 mm.
 11. Pembuatan 6 *sliding spline* disetiap *shaft* $\text{Ø}25$ mm.
 12. Lakukan pengecekan apakah *sliding spline* sesuai dengan gardan.
 13. *Setting* mesin frais, ganti *cutter endmill* ke Modul M1
 14. Lakukan pemakanan sedalam 0,80 mm dan sepanjang 35 mm sebanyak 24 *spline* mengelilingi *shaft*, buat pada setiap *shaft*.
 15. Lakukan pengecekan apakah *spline* sesuai dengan Velg.
3. OP pembuatan pelat telinga *bushing*
Merupakan komponen yang digunakan sebagai dudukan atau penghubung antara komponen. Desain pelat telinga diperlihatkan pada Gambar 4.6 berikut.



Gambar 4. 6 Desain Pelat Telinga *Bushing*
Sumber : (Dokumentasi Pribadi)

1. Ukur pelat sesuai dengan gambar kerja.
2. *Setting* mesin *cut off*, gunakan mata potong.
3. Lakukan pemotongan menggunakan mesin *cut off*.
4. Proses pemotongan sebanyak 4 pcs.
5. *Setting* mesin bor, gunakan mata bor $\text{Ø}10$ mm untuk pengeboran pertama.
6. Ganti mata bor ke $\text{Ø}12$ mm dan lakukan pengeboran.
7. Lakukan pengeboran pada setiap pelat telinga.
4. OP pembuatan pelat telinga *shockbreaker*

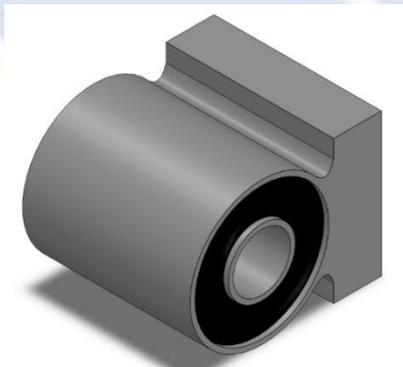
Merupakan komponen yang digunakan sebagaiudukan atau penghubung antara *shockbreaker* dengan rangka. Desain kupingan diperlihatkan pada Gambar 4.7 berikut ini.



Gambar 4. 7 Desain Pelat Telinga *Shockbreaker*
Sumber : (Dokumentasi Pribadi)

1. Ukur pelat sesuai dengan gambar kerja.
2. *Setting* mesin *cut off*, gunakan mata potong.
3. Lakukan pemotongan menggunakan mesin *cut off*.
4. Proses pemotongan sebanyak 8 pcs.
5. *Setting* mesin bor, gunakan mata bor $\varnothing 10$ mm pada 8 pcs kupingan.
6. Ganti mata bor ke $\varnothing 12$ mm dan lakukan pengeboran pada 4 pcs kupingan.
5. OP pembuatan *bracket bushing*

Merupakan komponen yang menghubungkan antar rangka bagian belakang dengan rangka bagian depan. Berfungsi juga sebagai peredam getaran. Desain *Bracket bushing* diperlihatkan pada Gambar 4.8 berikut.

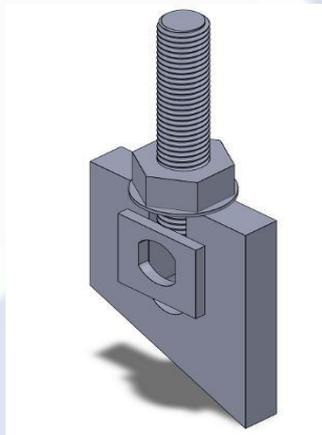


Gambar 4. 8 Desain *Bracket Bushing*
Sumber : (Dokumentasi Pribadi)

1. Ukur pelat sepanjang 35 mm.
2. *Setting* mesin *cut off*, gunakan mata potong.
3. Lakukan pemotongan pelat sebanyak 2 pcs.
4. Ukur pipa sepanjang 35 mm.
5. Lakukan pemotongan sebanyak 2 pcs.
6. Lakukan pengelasan pipa dengan pelat.
7. Masukkan *bushing* kedalam pipa, lalu press *bushing* agar rata dengan sisi pipa.

6. OP pembuatan *bracket* motor

Merupakan komponen yang berfungsi sebagai penopang dari motor listrik agar motor tetap pada posisi pada saat dinyalakan. Desain *bracket* motor diperlihatkan pada Gambar 4.9 berikut.



Gambar 4. 9 Desain *Bracket* Motor
Sumber : (Dokumentasi Pribadi)

1. Ukur pelat sepanjang 65 mm dan lebar 50 mm.
2. Gunakan mesin gerinda tangan dan lakukan pemotongan.
3. Lakukan pengukuran kemiringan di 25° dari satu sisi bawah, dan lakukan pemotongan.
4. Siapkan mesin bor dengan mata bor $\varnothing 12$ mm, lakukan pengoboran pada titik tengah pelat.
5. Siapkan mesin gerinda tangan, lakukan pemotongan pada sisi atas menembus lubang bor.

6. Siapkan plat dengan tebal 3 mm, lakukan pengukuran sepanjang 25 mm dan lebar 22 mm.
7. Lakukan pengobaran dengan mata bor Ø14 mm pada plat tersebut.
8. Siapkan baut yang sudah dipotong bagian kepala bautnya.
9. Lakukan pengelasan antar pelat 3 mm dengan baut.
10. Masukkan ring dan mur melalui bagian atas baut.

4.4 Perhitungan Sistem Penggerak dan Suspensi

Perhitungan yang dilakukan pada sistem penggerak dan sistem suspensi pada rangka bagian belakang mobil listrik sebagai berikut:

4.4.1 Perhitungan Ulir *Shaft* Roda Belakang

Poros roda belakang mobil listrik ini menggunakan material baja dengan diameter 25 mm dan pada bagian ujung poros menggunakan ulir M20. Pembuatan ulir M20 menggunakan proses pembubutan dengan perhitungan bakal ulir menggunakan persamaan 2.1 berikut.

$D = \text{diameter nominal } (d) - 10\% \text{ kisar}$

$$D = \text{Ø}20 \text{ mm} - (10\% \times 2,5 \text{ mm})$$

$$D = \text{Ø}20 \text{ mm} - 0,25 \text{ mm}$$

$$D = \text{Ø}19.75 \text{ mm}$$

Selain menghitung bakal ulir, juga perlu di hitung kedalaman ulir. Kedalaman ulir di hitung menggunakan persamaan 2.2 berikut:

$$h = 0.6134 \times \text{kisar}$$

$$h = 0.6134 \times 2.5 \text{ mm}$$

$$h = 1.5335 \text{ mm}$$

4.4.2 Perhitungan *Spline Shaft* Roda Belakang

Pembuatan *spline shaft* roda menggunakan proses frais dengan perhitungan menggunakan persamaan 2.2 berikut.

Modul (m):

$$M = \frac{dp}{z}$$

- $Dp = \text{Diameter pitch roda gigi (mm)}$

- $Z = \text{Jumlah gigi}$
- $M = \frac{25}{24} = 1$
- Jumlah gigi (z) = 22
- Modul (m) = 1
- Rasio pembagi (i) = 43/1
 - Data roda gigi pendukung yang dimiliki: Plat indeks: 15,16,17,18,19,20,21,23,27,29,31,33,37,39,41,43,47,49
 - Roda gigi pengubah (Z): 24 (7pcs), 28 (4pcs), 32 (3pcs), 40 (4pcs), 44, 48 (3pcs), 56, 64 (3pcs), 72 (4pcs), 86 (3pcs), 100

Diameter kepala (dk)

$$dk = m(Z + 2)$$

$$dk = 1 (22 + 2)$$

$$dk = 24\text{mm}$$

Kedalaman pemotongan gigi (h)

$$h = (2, 1 - 2, 2) m$$

$$h = (2, 1 - 2, 2) m$$

$$h = (2, 1 - 2, 2) \times 1$$

$$h = 2,1 - 2,2\text{mm}$$

Tebal roda gigi (b)

$$b = 1.7 \text{ mm}$$

$$b = 1.7 \text{ mm}$$

$$b = 1,7 \times 1$$

$$b = 1,7\text{mm}$$

Putaran engkol (nc)

$$nc = \frac{i}{Z}$$

$$nc = \frac{i}{Z}$$

$$nc = \frac{43}{22} = 1.9$$

$nc = 1$ Putaran penuh 9 lubang pada Plat pembagi

4.4.3 Perhitungan *Spline Shaft* Gardan Belakang

Pembuatan *spline shaft* gardan menggunakan proses frais dengan perhitungan menggunakan persamaan 2.3 berikut.

Derajat : jumlah *spline* = putaran *chuck*

$$360^\circ : 6 = 60 \text{ mm}$$

4.4.4 Perhitungan Rasio *Gear*

Perhitungan rasio *gear* menggunakan persamaan 2.4 berikut.

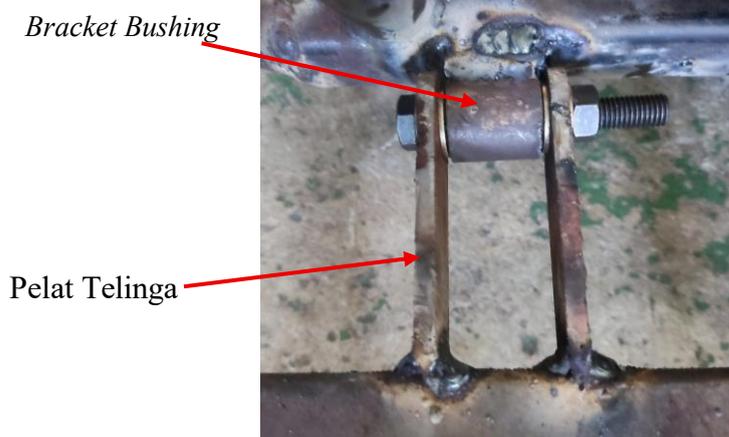
$$\text{Rasio gear} = \frac{\text{Jumlah Gigi gear penggerak}}{\text{Jumlah Gigi gear digerakan}}$$

$$\text{Rasio} = \frac{15}{43} = 1 : 3$$

4.5 Perakitan Alat

Pada proses perakitan semua komponen menjadi satu. Dalam proses ini perakitan dilakukan dengan cara pengelasan dan pemasangan komponen lainnya. Komponen harus saling berikatan dengan komponen lainnya. Dibawah ini merupakan tahapan dalam melakukan proses perakitan rangka dan komponen lainnya.

1. Melakukan penyambungan pelat telinga pada rangka belakang dan *bracket bushing* pada rangka depan dengan cara pengelasan lalu dikunci menggunakan baut dan mur, seperti yang ditunjukkan Gambar 4.10 berikut.



Gambar 4. 10 Proses Penyambungan Pelat Telinga
Dan *Bracket Bushing*

Sumber : (Dokumentasi Pribadi)

2. Melakukan penyambungan pelat telinga *shockbreaker* pada rangka dengan cara pengelasan, seperti yang ditunjukkan Gambar 4.11 berikut.

Pelat Telinga

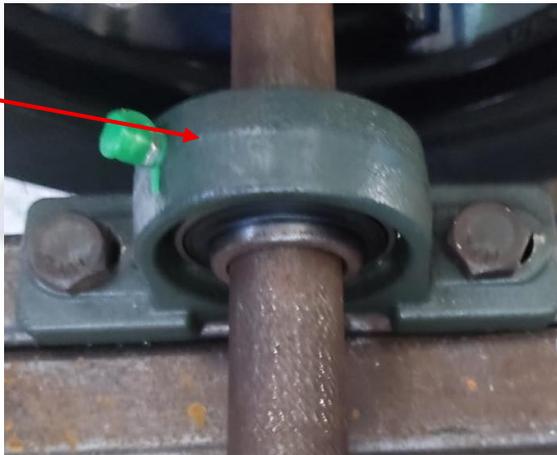


Gambar 4. 11 Proses Penyambungan Pelat Telinga
Shockbreaker

Sumber : (Dokumentasi Pribadi)

3. Melakukan pemasangan *pillow block bearing* pada rangka menggunakan baut, seperti yang ditunjukkan Gambar 4.12 berikut.

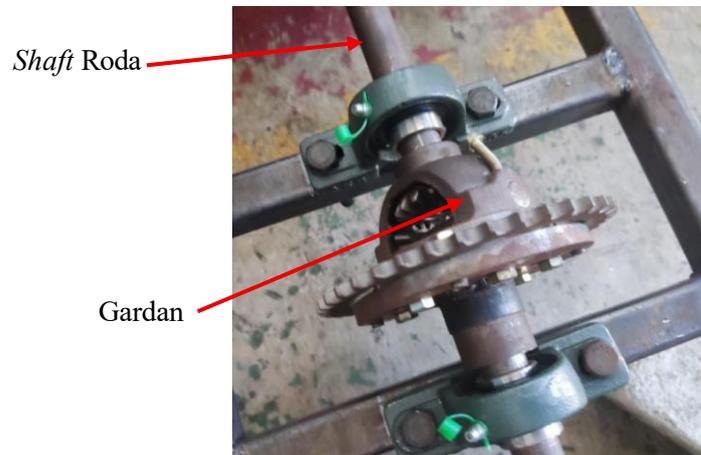
pillow block bearing



Gambar 4. 12 Proses Pemasangan *Pillow Blok Bearing*

Sumber : (Dokumentasi Pribadi)

4. Melakukan pemasangan gardan dan *shaft* roda ke *pillow block bearing* dan lakukan penguncian *shaft* roda, seperti ditunjukkan Gambar 4.13 berikut.



Gambar 4. 13 Proses Pemasangan Gardan dan *Shaft* Roda
Sumber : (Dokumentasi Pribadi)

5. Melakukan pemasangan *shockbreaker* pada pelat telinga menggunakan baut, seperti ditunjukkan Gambar 4.14 berikut.



Gambar 4. 14 Proses Pemasangan *Shockbreaker* Masuk Dalam Pelat Telinga
Sumber : (Dokumentasi Pribadi)

6. Melakukan pemasangan ban pada *shaft* roda, kunci ban dengan mur yang sesuai dengan ukuran ulir *shaft*. Seperti ditunjukkan Gambar 4.15 berikut.



Gambar 4. 15 Proses Pemasangan Ban Kedalam *Shaft* Roda
Sumber : (Dokumentasi Pribadi)

7. Melakukan penggabungan rangka belakang dengan rangka depan dengan menyesuaikan pelat telinga yang kemudian dikunci dengan baut, seperti yang ditunjukkan Gambar 4.16 berikut.



Gambar 4. 16 Proses Assembly Rangka Bagian Belakang
Sumber : (Dokumentasi Pribadi)

4.6 Perawatan Komponen Bagian Belakang Mobil Listrik

Proses perawatan rangka yang dilakukan untuk memelihara dan mempertahankan komponen – komponen yang terdapat pada rangka belakang mobil listrik agar tetap beroperasi dan menjaga performa kendaraan. Perawatan *preventive* dilakukan menjaga komponen rangka belakang mobil listrik, seperti yang ditunjukkan dalam Lampiran 2.

4.7 Pengujian

Proses pengujian yang dilakukan pada rangka bagian belakang mobil listrik yaitu sebagai berikut:

- a) Uji suspensi bagian belakang. Dalam pengujian ini memastikan bahwa suspen dapat berfungsi.

Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Suspensi Bagian Belakang

Pengujian	Panjang <i>shaft shockbreaker</i> tanpa pengemudi	Panjang <i>shaft shockbreaker</i> dengan berat pengemudi 60kg	Panjang <i>shaft shockbreaker</i> dengan berat pengemudi dan beban (200kg)
1	40 mm	27 mm	5 mm
2	40 mm	27 mm	5 mm
3	40 mm	27 mm	5 mm

Pada tabel 4.1 pengujian suspensi menunjukkan bahwa panjang *shaft shockbreaker* menurun seiring bertambahnya beban. Hal ini ditunjukkan dari pengujian pertama tanpa beban didapat *shaft* sepanjang 40 mm. Pengujian kedua *shaft* menjadi sepanjang 27 mm pada beban seberat 60 kg. Pada pengujian ketiga *shaft* sepanjang 5 mm pada beban seberat 200 kg. Hal ini menunjukkan suspensi bekerja dengan baik dalam merespons beban, meskipun pada beban maksimal.

- b) Uji kinerja mobil listrik. Dalam pengujian ini memastikan bahwa kinerja mobil listrik berfungsi dengan baik.

Tabel 4. 2 Pengujian Kinerja Mobil Listrik

Pengujian	Kondisi Baterai (V)			Beban (Kg)	Jarak (M)	Kecepatan (Km/J)	Waktu (S)
	Awal	Akhir	Selisih				
1	49.6	49.5	0.1	65	120	23	30
2	49.6	49.5	0.1			23	29
3	49.6	49.5	0.1			24	27

Berdasarkan data dari Tabel 4.2 metode pengujian kinerja mobil listrik ini dilakukan pada jarak tempuh 120 meter dengan berat pengemudi seberat 65 kg. Pengujian ini menunjukkan kecepatan rata-rata 23–24 km/jam. Waktu tempuh sebesar 30 detik pada pengujian pertama, 29 detik pada pengujian kedua dan 27 detik pada pengujian ketiga dengan penurunan tegangan baterai stabil di 0,1 V pada setiap pengujian.

c) Uji akselerasi mobil listrik

Tujuan pengujian akselerasi adalah untuk mengukur percepatan mobil listrik dari kondisi diam hingga kecepatan tertentu dalam waktu tertentu.

Tabel 4. 3 Pengujian Akselerasi Mobil Listrik

NO	Kecepatan Awal (m/s)	Kecepatan Akhir (m/s)	Waktu (s)	Percepatan (m/s ²)
1	0	7,78 m/s	10 detik	0,778 m/s ²
2	0	7,78 m/s	10 detik	0,778 m/s ²
3	0	8,06 m/s	9 detik	0,895 m/s ²

Berdasarkan data yang diperoleh dari tabel 4.3 tiga percobaan, terlihat bahwa objek selalu bergerak dari kondisi diam (kecepatan awal 0 m/s). Pada percobaan pertama dan kedua, kecepatan akhir mencapai 7,78 m/s. Waktu yang diperlukan untuk mencapai kecepatan tersebut mencapai 10 detik pada percobaan pertama dan kedua. Pada percobaan ketiga kecepatan akhir mencapai 8,06 m/s. Waktu yang diperlukan untuk mencapai kecepatan tersebut mencapai 9 detik. Perbedaan waktu dan kecepatan akhir ini memengaruhi nilai percepatan, di mana percepatan sebesar 0,778 m/s² terjadi saat waktu tempuh 10 detik dengan kecepatan akhir 7,78 m/s, sedangkan percepatan meningkat menjadi 0,895 m/s² pada waktu tempuh 9 detik dengan kecepatan akhir 8,06 m/s.

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari pelaksanaan proyek akhir, penulis menyimpulkan hal-hal berikut:

1. Setelah merancang, membangun, dan merakit didapat sebuah rangka bagian belakang mobil listrik yang mampu menopang beban dari komponen lain seperti motor, baterai dan lain-lain pada saat pengujian.
2. Perhitungan ulir yang didapat digunakan untuk menentukan mur yang akan digunakan yaitu mur M20 dengan bakal ulir $\varnothing 19.75$ mm dan kedalaman ulir 1.53 mm. Perhitungan *spline shaft* roda yang didapat untuk menentukan modul yang akan digunakan dan jumlah putaran pada pelat pembagi/*indeks*, modul yang digunakan yaitu M1 dan pelat *indeks* 15 yang digunakan dengan 1 putaran penuh dan ditambah 10 lubang pada pelat dengan kedalaman pemakanan di 1,7 mm. Perhitungan *spline* yang didapat yaitu 60 mm pada putaran *chuck* sehingga setiap pemakanan dilakukan pemutaran sebanyak 60 mm dan pemakanan sedalam 1.4 mm dan *spline* dibuat sebanyak 6 *spline*. Perhitungan pada rasio *gear* yang didapat yaitu 1:3 dimana pada *sproket* memiliki jumlah gigi sebanyak 15 dan pada bagian *gear* jumlah gigi sebanyak 43 sehingga rasio yang didapat adalah 1:3.
3. Pengujian suspensi dibagi dengan 3 beban dengan beban pertama di 0 kg didapat *shaft shockbreaker* yaitu sepanjang 40 mm, pada pengujian kedua beban seberat 60 kg panjang *shaft shockbreaker* yang didapat yaitu sepanjang 27 mm dan pada pengujian ketiga dengan beban maksimal seberat 200 kg panjang *shaft* sepanjang 5 mm. beban yang diterima akan sangat berpengaruh kepada kenyamanan berkendara. Berdasarkan hasil tiga kali uji coba kinerja mobil listrik, menunjukkan kecepatan maksimum berkisar antara 23–24 km/jam, meskipun terdapat variasi waktu tempuh dan selisih tegangan baterai yang tetap stabil di 0,1 V. Hasil akselerasi dari tiga kali percobaan, data menunjukkan bahwa meskipun semua percobaan dimulai dari keadaan diam, perbedaan waktu dan kecepatan akhir menghasilkan percepatan. Pada percobaan pertama dan kedua dengan kecepatan

mencapai sebesar 7,78 m/s dalam waktu 10 detik, sehingga dapat diperoleh percepatan sebesar $0,778 \text{ m/s}^2$. Sedangkan pada percobaan ketiga dengan kecepatan mencapai sebesar 8,06 m/s dalam waktu 9 detik, diperoleh percepatan sebesar $0,864 \text{ m/s}^2$. Ini membuktikan bahwa percepatan meningkat seiring dengan bertambahnya kecepatan akhir dan berkurangnya waktu tempuh.

5.2 Saran

Proyek yang telah dilaksanakan tentu masih memiliki beberapa kekurangan, sehingga diperlukan pengembangan lebih lanjut di masa mendatang. Perbaikan dan penambahan komponen pendukung perlu dilakukan agar rancangan rangka dapat menjadi lebih optimal dan memiliki kualitas yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Putra, R. D., & Anwar, S. (2013). Rancang Bangun Rangka Mobil Listrik Garnesa. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 26-33.
- Adriana, M., B.P, A. A., & Masrianor. (2017). Rancang Bangun Rangka (Chasis) Mobil Listrik Roda Tiga Kapasitas Satu Orang. *Elemen: Jurnal Teknik Mesin*, 4(2), 129-133.
- Effendi, A. (2020). Rancang Bangun Mobil Listrik Sula Politeknik Negeri Subang. *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*, 17(1), 75-84.
- Faris, A. M., Marsono, & Mahardhika, M. A. (2023). Kaji eksperimental kekakuan sasis mobil listrik KMLI Jenis Tubular Space Frame. *Jurnal Rekayasa Energi dan Mekanika*, 3(1), 45.
- Fikri, M., Abidin, A., Bahri, M. H., Nurhalim, & Ridlo, M. Z. (2024). Uji Performa Sistem Kontroler BLDC 2KW pada Mobil Listrik Menggunakan Software KBL&KEB User Program. *National Multidisciplinary Sciences*, 3(1), 254-260.
- Harjono, D., & Widodo, W. (2021). Analisis Sistem Penggerak Motor BLDC Pada Mobil Listrik Poncar. *Jurnal ELIT*, 2(1), 11-22.
- Kurniawan, B., & Wulandari, D. (2013). Rancang Bangun Sistem Suspensi Double Wishbone pada Mobil Listrik Garnesa. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 50-53.
- Nugraha, G. A., Hartono, B., & Yuliaji, D. (2019). Rancang Bangun Rangka Mobil Listrik IBN Khaldun Sakti (IKSA). *AME (Aplikasi Mekanika dan Energi): Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 5(1), 47-52.
- Purnomo, S., Pratama, B., Hakim, L., & Nurofik, P. (n.d.). Uji Eksperimental Kinerja Mobil Listrik. *In Seminar Nasional Teknologi dan Informatika 2017*, Muria Kudus University.
- Putri, & Noviyanti, A. (2021). Perancangan Desain Motor Brushless Direct Current dengan Daya 2000 Watt Sebagai Penggerak Mobil Listrik Enggang EVO III. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 26-33.
- Sierzchula, W. (2014). Factors influencing fleet manager adoption of electric vehicles. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 31.



LAMPIRAN 1
(RIWAYAT HIDUP PENULIS)

DAFTAR WIRAYAT HIDUP

1. Data Pribadi

Nama lengkap : Bayu Ardiyanto
Tempat&tanggal lahir : Sungailiat, 21 Oktober 2002
Alamat rumah : Lingkungan Kampung Jawa Sungailiat
Hp : 081379741409
Email : bayuardiyanto899@gmail.com
Jenis kelamin : Laki-laki
Agama : Islam



2. Riwayat Pendidikan

SDN 4 Sungailiat	2008-2015
MTSN 1 Sungailiat	2015-2018
SMK Muhammadiyah	2018-2021
Politeknik Manufaktur Negri Bangka Belitung	2021-2025

3. Pendidikan non Formal

.....
.....
.....

Sungailiat, 30 juli 2025

Bayu Ardiyanto

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

1. Data Pribadi

Nama lengkap : Amisi
Tempat&tanggal lahir : Tanjungpandan, 25 Oktober 2003
Alamat rumah : DSN Liring
Hp : 081271609971
Email : amisimisi50@gmail.com
Jenis kelamin : Perempuan
Agama : Islam



2. Riwayat Pendidikan

SDN 6 Simpang Renggang	2010-2016
SMPN 2 Simpang Renggang	2016-2019
SMKN 1 Manggar	2019-2022
Politeknik Manufaktur Negri Bangka Belitung	2022-2025

3. Pendidikan non Formal

.....
.....
.....

Sungailiat, 30 juli 2025



Amisi



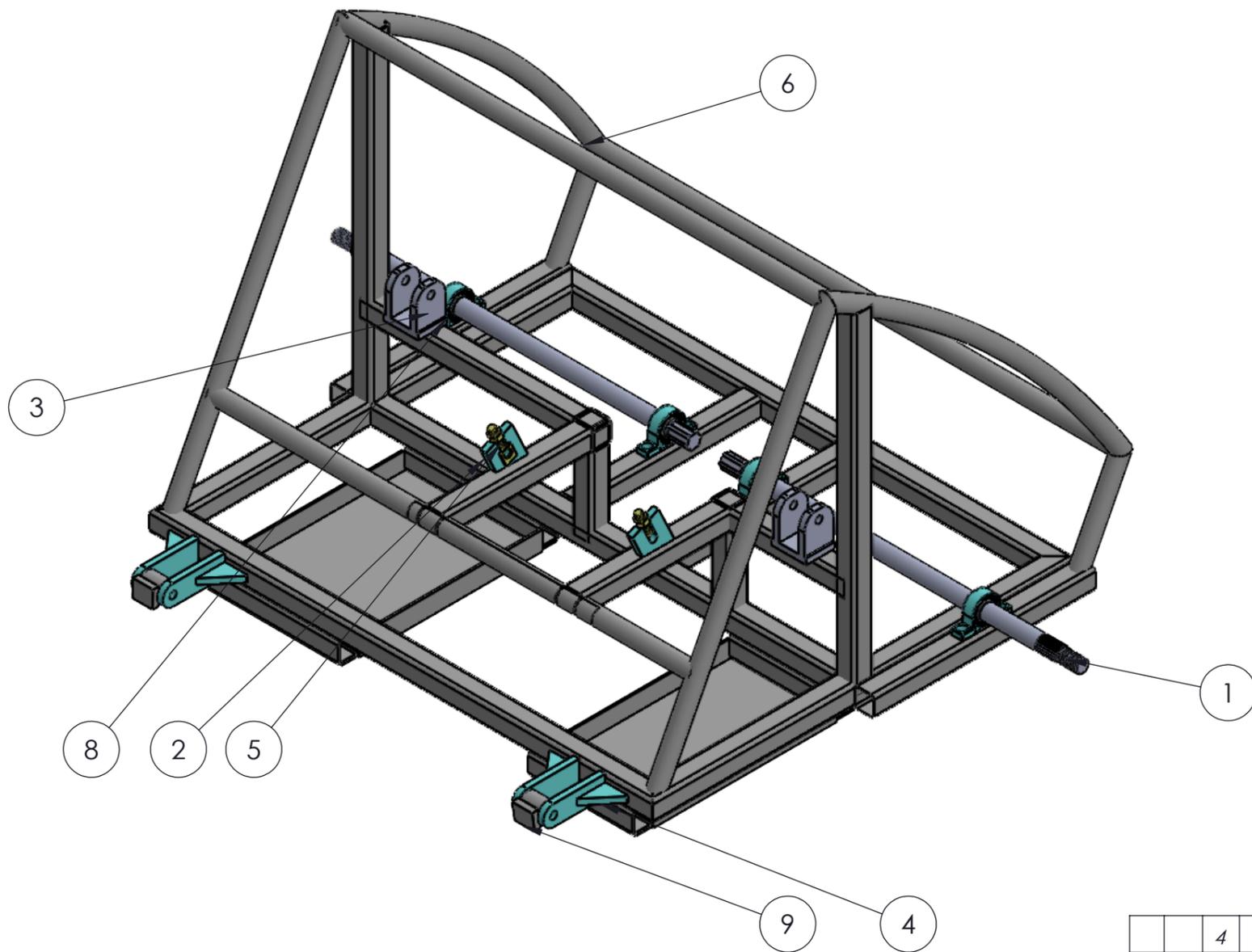
LAMPIRAN 2
(TABEL PERAWATAN *PREVENTIVE*)

Tabel Perawatan *Preventive*

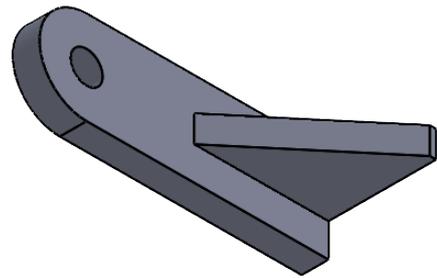
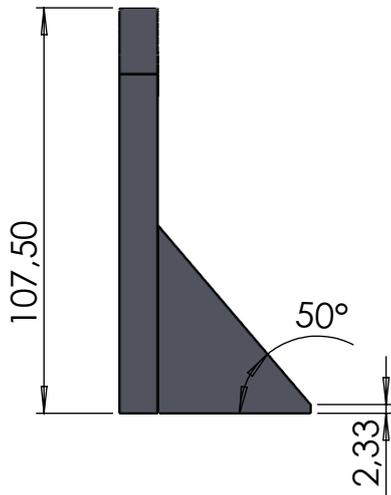
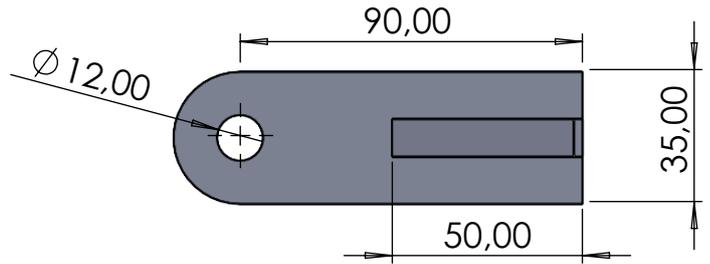
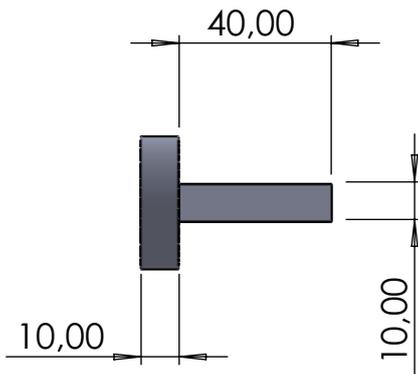
Jadwal Perawatan Preventif Rangka Belakang Mobil Listrik					
No	Komponen	Tindakan Perawatan	Interval Waktu		
			1 bulan/2000 km	2 bulan/4000 km	6 bulan/12.000 km
1	Suspensi	penggantian oli shock			✓
2	<i>Sproket</i>	Pelumasan gigi sproket		✓	
		Cek keausan gigi			✓
3	Rantai	Pelumasan Rantai		✓	
		Pemeriksaan Keausan Rantai			✓
4	Gardan	Pemeriksaan Kekencangan Baut/Mur			✓
		Pelumasan dengan grease		✓	
5	<i>Gear</i>	Cek keausan gigi			✓
		Pelumasan		✓	
6	<i>Pillow Block Bearing</i>	Pelumasan grease melalui nipple	✓		



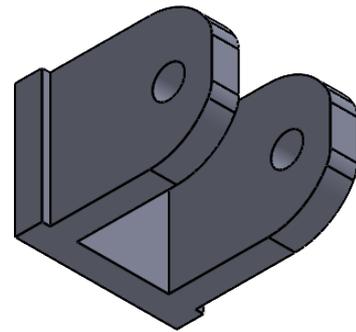
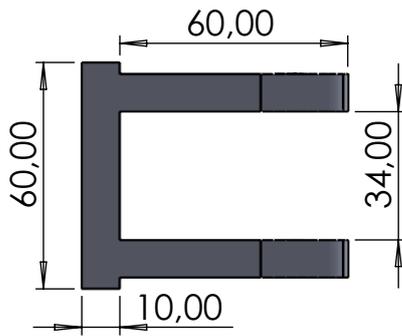
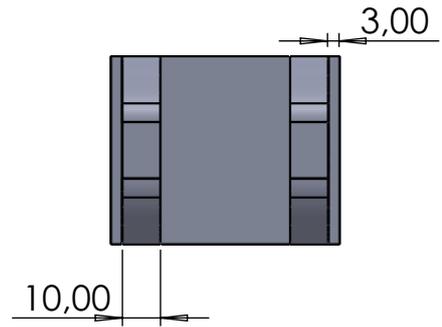
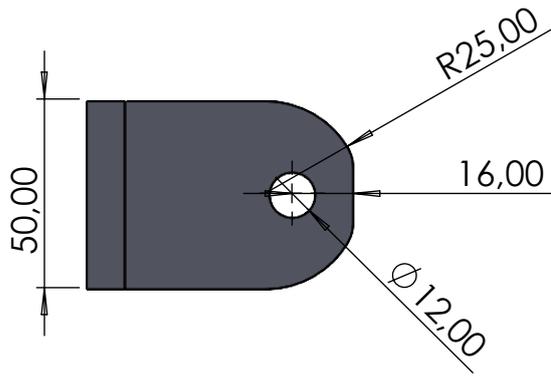
LAMPIRAN 3
(Desain Gambar)



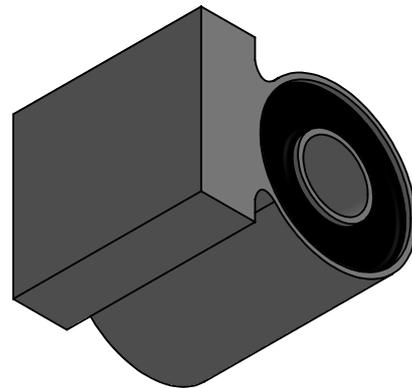
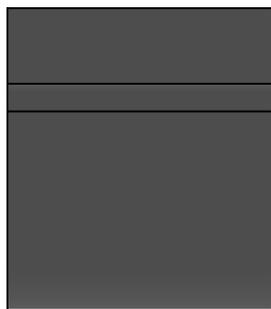
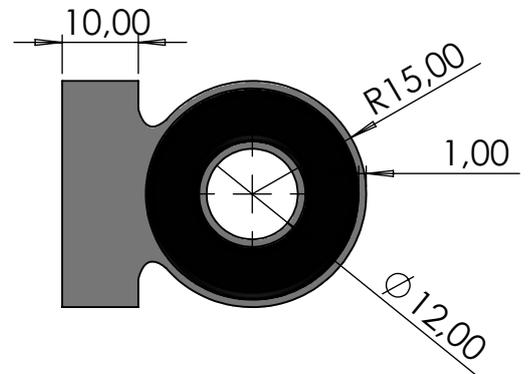
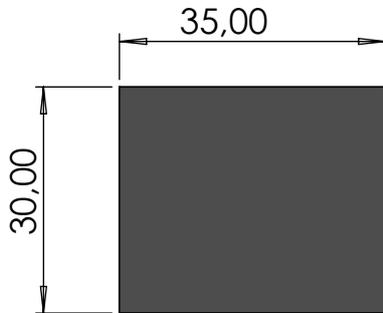
	4	<i>Pillow Block Bearing</i>	8	<i>Iron.</i>			
	2	<i>Pengunci Motor</i>	5	<i>Iron.</i>	<i>25x20x3</i>		
	2	<i>Bracket Motor</i>	2	<i>Iron.</i>	<i>50x65x10</i>		
	2	<i>Shaft Roda</i>	1	<i>Iron.</i>	<i>25x620</i>		
	2	<i>Bracket Bushing</i>	9	<i>Iron.</i>	<i>30x35x10</i>		
	4	<i>Pelat Telinga Bushing</i>	4	<i>Iron.</i>	<i>50x107.5x10</i>		
	4	<i>Pelat Telinga Shockbreaker</i>	3	<i>Iron.</i>	<i>50x107.5x10</i>		
	1	<i>Rangka Belakang</i>	6	<i>Iron.</i>			
	<i>Jumlah</i>	<i>Nama Bagian</i>	<i>No.Bag</i>	<i>Bahan</i>	<i>Ukuran</i>	<i>Keterangan</i>	
		c	f	i	Pemesan		
	a	d	g	j			
	b	e	h	k			
	RANGKA BAGIAN BELAKANG					SKALA	Digambar 03.03.25 Bayu.A.
						Diperiksa	
						Dilihat	
<i>POLITEKNIK MANUFaktur NEGERI BANGKA BELITUNG</i>						PROYEK AKHIR	



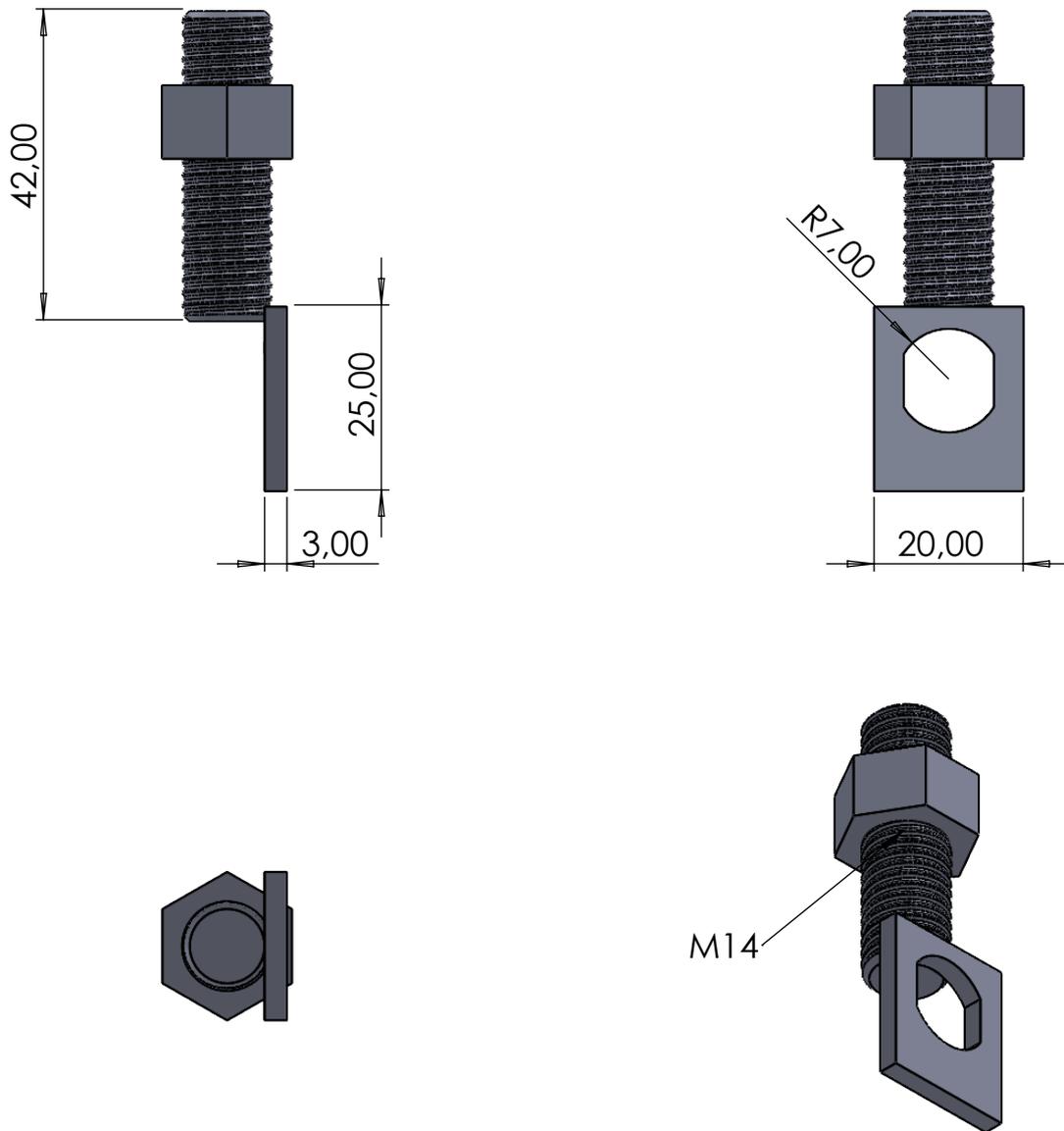
		1	Pelat Telinga <i>Bushing</i>						<i>iron.</i>	50x107.5x10		
Jumlah			Nama Bagian					No.Bag	Bahan	Ukuran		Ket.
I	II	III	Perubahan	c	f	i	Pemesanan	Pengganti dari: Diganti dengan:				
			a	d	g	j						
			b	e	h	k						
PELAT TELINGA <i>BUSHING</i>								Skala	Digambar	03.03.25	Bayu.A.	
									Diperiksa			
									Dilihat			
POLITEKNIK MANUFaktur NEGERI BANGKA BELITUNG								PROYEK AKHIR				



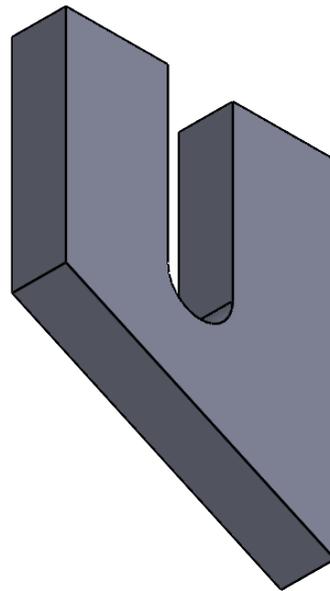
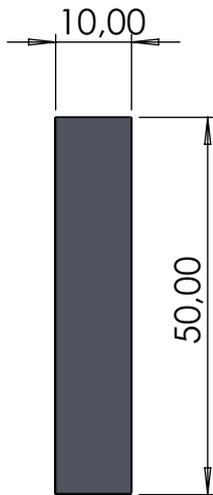
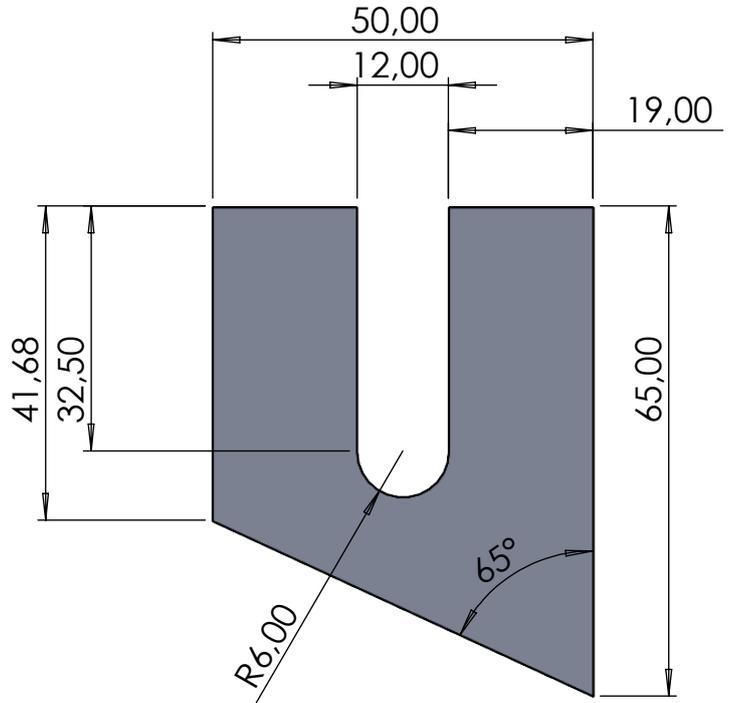
		1	Pelat Telinga <i>Shockbreaker</i>						<i>iron.</i>	50x107.5x10		
Jumlah			Nama Bagian					No.Bag	Bahan	Ukuran		Ket.
I	II	III	Perubahan	c		f		i	Pemesanan		Pengganti dari: Diganti dengan:	
			a	d		g		j				
			b	e		h		k				
PELAT TELINGA <i>SHOCKBREAKER</i>								Skala	Digambar	03.03.25	Bayu.A.	
									Diperiksa			
									Dilihat			
POLITEKNIK MANUFaktur NEGERI BANGKA BELITUNG								PROYEK AKHIR				



		1	<i>Bushing</i>				<i>Rubber</i>	30X35		
		1	<i>Bracket Bushing</i>				<i>Iron.</i>	30X35X10		
Jumlah		Nama Bagian			No.Bag	Bahan	Ukuran	Ket.		
I	II	III	Perubahan	c	f	i	Pemesanan	Pengganti dari:		
			a	d	g	j		Diganti dengan:		
			b	e	h	k		Skala	Digambar	03.03.25
<i>BRACKET BUSHING</i>								Diperiksa		
								Dilihat		
							POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI BANGKA BELITUNG			



		1	Baut M14x2				<i>iron</i>	14x42		
		1	Bracket Motor				<i>iron</i>	25x20x3		
Jumlah		Nama Bagian			No.Bag	Bahan	Ukuran		Ket.	
I	II	III	Perubahan	c	f	i	Pemesanan		Pengganti dari:	
			a	d	g	j			Diganti dengan:	
			b	e	h	k				
BRACKET MOTOR							Skala	Digambar	03.03.25	Bayu.A.
								Diperiksa		
								Dilihat		
								POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI BANGKA BELITUNG		



			1	<i>Bracket Motor</i>						<i>iron</i>	50X65X10									
Jumlah			Nama Bagian					No.Bag	Bahan	Ukuran			Ket.							
I	II	III	Perubahan	c		f		i	Pemesanan			Pengganti dari: Diganti dengan:								
			a	d		g		j												
			b	e		h		k												
BRACKET MOTOR									Skala	Digambar	03.03.25	Bayu.A.								
										Diperiksa										
										Dilihat										
POLITEKNIK MANUFaktur NEGERI BANGKA BELITUNG									PROYEK AKHIR											