

Modifikasi Chasis Pada Mobil Listrik



LAPORAN TUGAS AKHIR

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat guna
memperoleh gelar Diploma Tiga (D-3)
pada Politeknik Negeri Ujung Pandang

Muh. Fachrul Ichsan A.	34316004
Misbahuddin Nur	34316006
Rodi Almardi	34316015

PROGRAM STUDI D-3 TEKNIK OTOMOTIF
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG
MAKASSAR
2019



HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir dengan judul “ **MODIFIKASI CHASIS PADA MOBIL**

LISTRİK” oleh :

Muh. Fachrul Ichsan A. (34316004)

Misbahuddin Nur (34316006)

Rodi Almardi (34316015)

Telah diterima dan disahkan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Diploma III pada Program Studi Teknik Otomotif Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, Agustus 2019

Disetujui oleh :

Pembimbing I



Dr. Ir. Muhammad Arsvad M. T.
Nip. 196704101993031003

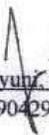
Pembimbing II



Ir. Lewi M.T.
Nip. 196509131991031006

Mengetahui,

Ketua Prodi Teknik Otomotif



Nur Wahyu S.T. M.T.
Nip. 197904292008012008

HALAMAN PENGESAHAN

Pada hari kamis tanggal 5 September 2019, tim penguji ujian sidang laporan tugas akhir telah menerima hasil ujian sidang laporan tugas akhir oleh mahasiswa Muh. Fachrul Ichsan A NIM 343 16 004, Misbahuddin Nur NIM 34316006, Rodil Almardi NIM 34316015, dengan judul "Modifikasi Chasis Pada Mobil Listrik"

Makassar,

Tim penguji Seminar Proposal Tugas Akhir.

1. Ir. Yosrihard Basongan, M.T.	Ketua	()
2. A. M. Anzarih, S.T., M.T.	Sekretaris	()
3. Muh. Jufri Dullah, S.T., M.Si	Anggota	()
4. Ir. Lewi, M. T.	Anggota	()
5. Dr. Eng. Arman, S. T., M.T.	Anggota	()
6. Dr. Ir. Muhammad Arsyad, M. T.	Pengarah	()

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan Kehadirat Tuhan yang Maha Esa atas rahmat, hidayah, dan taufiq-Nya yang diberikan selama ini kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini, dengan judul **“Modifikasi Chasis Pada Mobil Listrik”**. Dalam rangka penyelesaian studi di Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Dalam penyusunan laporan tugas akhir ini penulis mendapat banyak bimbingan, dorongan dan bantuan dari berbagai pihak. Sehingga penulisan laporan tugas akhir ini dapat terselesaikan. Untuk itu perkenan penulis menghantarkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orang tua penulis yang selalu mendukung penulis baik itu dukungan materi dan doa
2. Bapak Ir Muhammad Anshar, M.Si.,Ph.D. selaku direktur Politeknik Negeri Ujung Pandang
3. Bapak Dr. Jamal, S.T., M.T. selaku ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang
4. Bapak A.M Anzarih, S.T., M.T. selaku ketua Program Studi Teknik Otomotif Politeknik Negeri Ujung Pandang
5. Bapak Dr. Ir. Muhammad Arsyad, M. T. selaku pembimbing I dan Bapak Ir. Lewi, M. T. selaku pembimbing II
6. Seluruh dosen Jurusan Teknik Mesin, yang telah memberikan ilmu bagi penulis selama menempuh pendidikan
7. Rekan-rekan Program Studi Otomotif angkatan 2016

Penulis menyadari bahwa laporan tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, kami mengharapkan koreksi dan saran dari pembaca yang bersifat membangun demi pengembangan lebih lanjut yang lebih baik. Harapan kami semoga laporan tugas akhir ini dapat memberikan manfaat kepada pembaca.

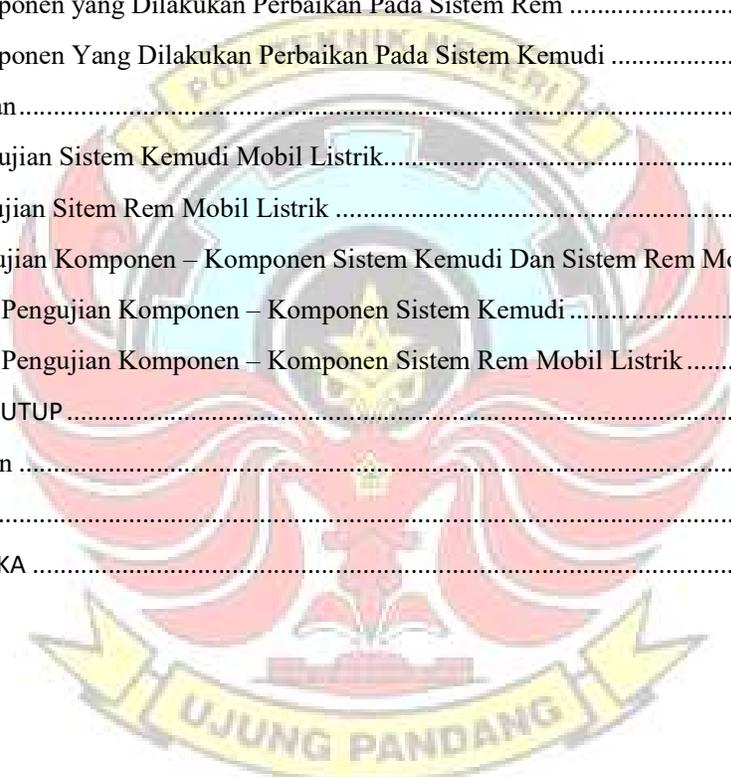
Makassar, Februari 2019

Team Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR.....	vii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Ruang Lingkup Kegiatan	2
1.4 Tujuan Kegiatan	3
1.5 Manfaat Kegiatan	3
2 BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Mobil Listrik	5
2.1.1 Sejarah Mobil Listrik	5
2.1.2 Mobil Listrik Karya Mahasiswa	7
2.2 Sistem Kemudi	10
2.2.1 Prinsip Kerja Sistem Kemudi	11
2.2.2 Komponen Sistem Kemudi	11
2.3 Sistem Rem	13
2.3.1 Prinsip Kerja Rem	14
2.3.2 Komponen Sistem Rem	14
2.4 Standar Indikator Sistem Kemudi dan Sistem Rem Pada Mobil Listrik	20
2.4.1 Standar Indikator Sistem Kemudi	20
2.4.2 Standar Indikaor sistem Rem Cakram	20
3 BAB III METODE KEGIATAN	21
3.1 Tempat Dan Waktu Penelitian	21
3.2 Alat dan Bahan	22
3.2.1 Alat.....	22
3.2.2 Bahan	22

3.3	Prosedur Pengerjaan	24
3.3.1	Pembongkaran Sistem Kemudi dan Rem.....	24
3.3.2	Pemeriksaan Komponen	26
3.3.3	Perancangan dan pembuatan komponen	27
3.3.4	Perakitan Komponen.....	29
3.3.5	Langkah Pengujian.....	30
4	BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	32
4.1	Hasil dan Pembahasan.....	32
4.1.1	Kegiatan Modifikasi Sistem Rem	32
4.2.1	Komponen yang Dilakukan Perbaikan Pada Sistem Rem	48
4.2.2	Komponen Yang Dilakukan Perbaikan Pada Sistem Kemudi	48
4.3	Pembahasan.....	49
4.3.1	Pengujian Sistem Kemudi Mobil Listrik.....	49
4.3.2	Pengujian Sistem Rem Mobil Listrik	55
4.4	Data Pengujian Komponen – Komponen Sistem Kemudi Dan Sistem Rem Mobil Listrik.....	57
4.4.1	Data Pengujian Komponen – Komponen Sistem Kemudi	57
4.4.2	Data Pengujian Komponen – Komponen Sistem Rem Mobil Listrik	57
5	BAB V PENUTUP	59
5.1	Kesimpulan	59
5.2	Saran.....	59
	DAFTAR PUSTAKA	60



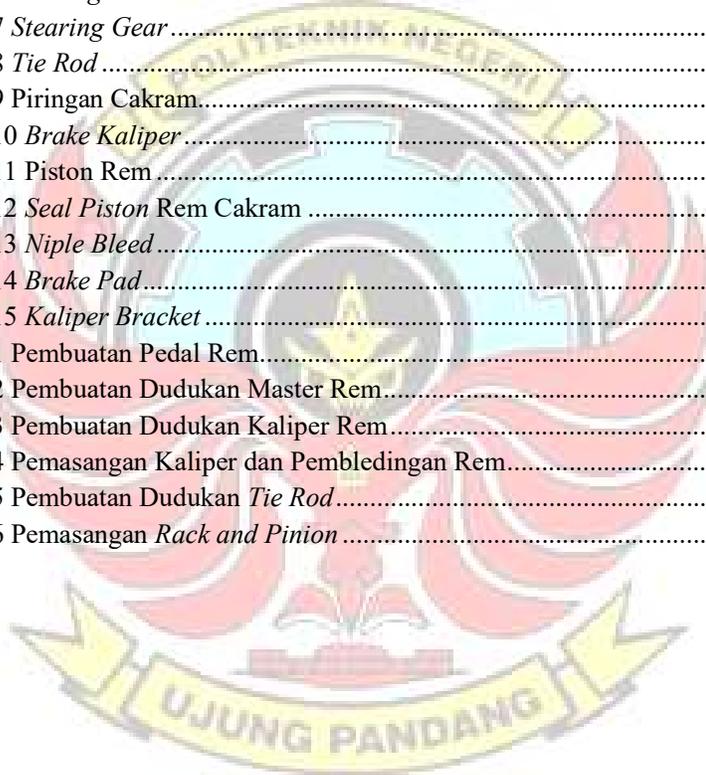
DAFTAR TABEL

Tabel 1 Tabel kegiatan dan waktu modifikasi sistem kemudi dan rem	21
Tabel 2 Derajat Putar Kemudi	53
Tabel 3 Data Pengujian Komponen – Komponen Sistem Kemudi Mobil Listrik	57
Tabel 4 Data Pengujian Komponen – Komponen Sistem Rem Mobil Listrik.....	57



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Mobil Listrik di Jerman, 1904.....	6
Gambar 2.2 Mobil Listrik Karya Mahasiswa Politeknik Negeri Bandung.....	7
Gambar 2.3 Mobil Listrik Karya Mahasiswa Universitas Indonesia.....	8
Gambar 2.4 Mobil listrik karya mahasiswa Politeknik Negeri Ujung Pandang	9
Gambar 2.5 <i>Steering Wheel</i>	12
Gambar 2.6 <i>Steering Column</i>	12
Gambar 2.7 <i>Steering Gear</i>	13
Gambar 2.8 <i>Tie Rod</i>	13
Gambar 2.9 Piringan Cakram.....	15
Gambar 2.10 <i>Brake Kaliper</i>	16
Gambar 2.11 Piston Rem	17
Gambar 2.12 <i>Seal Piston Rem Cakram</i>	17
Gambar 2.13 <i>Niple Bleed</i>	18
Gambar 2.14 <i>Brake Pad</i>	19
Gambar 2.15 <i>Kaliper Bracket</i>	19
Gambar 4.1 Pembuatan Pedal Rem.....	33
Gambar 4.2 Pembuatan Dudukan Master Rem.....	35
Gambar 4.3 Pembuatan Dudukan Kaliper Rem.....	38
Gambar 4.4 Pemasangan Kaliper dan Pembledingan Rem.....	40
Gambar 4.5 Pembuatan Dudukan <i>Tie Rod</i>	45
Gambar 4.6 Pemasangan <i>Rack and Pinion</i>	44



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kelangkaan bahan bakar yang dipacu oleh penggunaan mesin berbahan bakar minyak yang semakin diminati, menyebabkan dampak tersebut semakin meningkat. Melihat penggunaan bahan bakar minyak yang sering digunakan sehari-hari yaitu pada kendaraan, sehingga beberapa negara yang berpotensi menghemat energi .

Sehingga Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang turut berpartisipasi dengan membentuk sebuah proyek Tugas Akhir yang berbasis riset lintas Program Studi pembuatan Mobil Listrik hemat energi. Penelitian ini sejalan dengan program Ristekdikti dalam penyelenggaraan kompetisi **KMHE** (Kontes Mobil Hemat Energi).

Mobil listrik terdiri dari beberapa bagian yaitu sistem penggerak, sistem kelistrikan, sistem kemudi, sistem rem dan bodi. Sistem rem dan sistem kemudi adalah salah satu bagian yang mendukung kinerja kendaraan secara umum dari mobil listrik. Sistem rem berfungsi untuk menuruti keinginan pengendara dalam mengurangi kecepatan (memperlambat), menghentikan kendaraan dan alat pengaman kendaraan dan sistem kemudi berfungsi untuk mengendalikan arah gerak mobil sesuai dengan keinginan pengendara.

Sistem kemudi dan sistem rem perlu disesuaikan pada mobil listrik sehingga pengaplikasiannya dan performa sistem tersebut tepat dan aman digunakan pada

mobil listrik. Yang perlu digaris bawahi yaitu komponen-komponen dari sistem kemudi dan sistem rem yang perlu penyesuaian posisi dengan mobil listrik yang akan dirancang sehingga mencapai kinerja yang baik dan aman.

Salah satu mobil listrik karya Mahasiswa Politeknik Negeri Ujung Pandang masih memiliki kekurangan, yaitu pada sistem kemudi dan sistem rem. Adapun kekurangan pada sistem kemudinya yaitu tidak memiliki Ball Joint di sebelah kiri, dan saat kemudi dibanting ke kiri maka link *Tie Rod*-nya melengkung, sehingga sistem kemudi tidak stabil. Kemudian pada sistem remnya hanya memiliki satu master pompa yang digunakan untuk dua kaliper rem, sehingga rem tidak stabil. Begitu pula jarak dari rangka ke roda yang agak jauh, sehingga membuatudukan rembelakang mudah bengkok karenaudukan rem belakang jauh dari rangka.

Berdasarkan uraian di atas maka diusulkan judul tugas akhir **“Modifikasi Chasis pada Mobil Listrik”**.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian di atas, dirumuskan masalah sebagai berikut :

- 1) Bagaimana memperbaiki sistem kemudi pada mobil listrik ?
- 2) Bagaimana memperbaiki sistem rem pada mobil listrik ?

1.3 Ruang Lingkup Kegiatan

Untuk memperjelas masalah yang akan dibahas dan agar tidak terjadi pembahasan yang meluas atau menyimpang, maka perlu kiranya dibuat suatu batasan masalah. Adapun ruang lingkup permasalahan yang akan dibahas dalam penulisan Laporan Tugas Akhir ini, yaitu:

1. Sistem kemudi pada mobil listrik menggunakan sistem kemudi manual tipe rack and pinion.
2. Sistem rem pada mobil listrik menggunakan rem cakram tipe hidrolis pada setiap roda.
3. Untuk menguji sistem kemudi pada mobil listrik dilakukan dengan menguji sentakan dan putaran roda kemudi ke kanan dan ke kiri dalam keadaan tetap dan berjalan.
4. Untuk menguji sistem rem pada mobil listrik dilakukan dengan cara pengereman secara kostan dalam keadaan tetap dan berjalan

1.4 Tujuan Kegiatan

Berdasarkan permasalahan yang dikemukakan, maka tujuan penelitian ini adalah

- 1) Untuk memperbaiki sistem kemudi pada mobil listrik.
- 2) Untuk memperbaiki sistem rem pada mobil listrik

1.5 Manfaat Kegiatan

Manfaat dari pelaksanaan tugas akhir ini adalah :

- 1) Dapat dijadikan pengalaman yang berharga untuk dapat menambah wawasan tentang sistem kemudi dan sistem rem mobil listrik yang bermanfaat bagi penulis.
- 2) Agar mahasiswa lebih memahami serta mampu mendiagnosis sistem kemudi dan sistem rem mobil listrik dengan benar dan tepat.
- 3) Dapat mengetahui proses dan teknik perbaikan sistem kemudi dan sistem rem dengan benar dan tepat.

- 4) Dapat mengaplikasikan sistem kemudi dan sistem rem pada mobil listrik sesuai yang telah ditentukan.



BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Dikendaraan khususnya pada mobil terdiri dari beberapa bagian yaitu sistem bahan penggerak/*engine*, sistem penerus tenaga/*final drive*, sistem *chasis* dan sistem kelistrikan. Terkhusus pada sistem *chasis* mobil terdiri dari bagian berikut yaitu : rangka, bodi, kemudi, dan rem. Namun pembahasan hanya mencakup pada sistem kemudi dan sistem rem.

2.1 Mobil Listrik

Mobil listrik adalah mobil yang digerakkan dengan motor listrik, menggunakan energi listrik yang disimpan dalam baterai atau tempat penyimpanan energi lainnya (*Wikipedia.org*). Energi listrik dapat diperoleh dari media jala-jala PLN ataupun media lainnya dalam hal ini adalah dengan cara memanfaatkan panas matahari yang kemudian akan dikonversi menjadi energi listrik. Di era globalisasi seperti ini tentunya sangat efektif sebab dapat mengurangi polusi udara yang bisa mengganggu sistem pernapasan manusia serta mengurangi penggunaan BBM sehingga ketergantungan untuk mengimpor minyak dari luar negeri pun berkurang.

2.1.1 Sejarah Mobil Listrik

Dimulai pada tahun 1896 untuk mengatasi masalah pengisian baterai yang kurang optimal pada truk listrik, pemilik kendaraan membeli kendaraannya dari *General Electric Company* (GEC) tanpa baterai dan membeli baterainya di *Hartford Electric* yang merupakan perusahaan jasa untuk mengganti baterai. Pemilik kendaraan akan dikenai biaya servis bulanan

dan biaya perjalanan per milnya untuk biaya perawatan truknya. Jasa pelayanan ini tersedia pada tahun 1910 sampai 1924 dan menempuh total jarak sekitar 6 juta mil. Sebelumnya pada tahun 1897, mobil listrik mulai dipakai sebagai kendaraan komersial di Amerika Serikat sebagai armada taksi listrik *New York City*, taksi ini dibuat oleh Electric Carriage and Wagon Company Philadelphia. Setelah itu pada tahun 1904, Jerman berhasil menciptakan mobil listrik pertamanya, dapat dilihat pada gambar 2.1.

Pada tahun 1911, *New York Times* menyatakan bahwa mobil listrik adalah kendaraan "ideal" karena lebih bersih, lebih senyap, dan lebih hemat daripada mobil bensin.



Gambar 2.1 Mobil Listrik di Jerman, 1904

(sumber : http://wikipedia.org/wiki/Mobil_Listrik, diakses tanggal 22 Mei 2016)

2.1.2 Mobil Listrik Karya Mahasiswa



Gambar 2.2 Mobil Listrik Karya Mahasiswa Politeknik Negeri Bandung

Tidak hanya berisikan mobil-mobil berbasis listrik dari Mitsubishi, BMW, dan Mercedes-Benz, namun yang lebih menarik dari pertunjukan festival mobil listrik di Indonesia International Motor Show (IIMS) 2018 adalah kehadiran mobil-mobil listrik karya mahasiswa dari beberapa universitas di Indonesia.

Kita mulai dari 'Safety Car' yang dibuat mahasiswa-mahasiswa Politeknik Negeri Bandung. Mengambil konsep mobil balap untuk kompetisi, mobil ini dilengkapi dengan motor listrik bertenagakan 2 kW. Mobil ini menjadi satu-satunya unit yang bisa dijajal untuk test drive hari itu.

Masuk ke dalam kabinnya posisi berkendara ala go-kart terasa dalam mobil ini. Dibubuhi pedal gas di sisi kanan dan pedal rem di sisi kiri, mobil ini menggunakan transmisi otomatis dan dilengkapi juga dengan gigi mundur yang dapat dioperasikan dengan menekan tombol pada setirnya.

"Maksimal dengan motor 2kW, kecepatan mobil ini bisa melaju sampai 60 km/jam."



Gambar 2.3 Mobil Listrik Karya Mahasiswa Universitas Indonesia

Lanjut ke sebelahnya ada unit mobil yang diberi nama Kaliurang Unisi 3. Mobil listrik karya mahasiswa Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta, ini juga didesain sebagai mobil balap. Perbedaan mobil listrik ini dibanding yang lainnya ada pada penggunaan tipe baterainya. "Baterainya Lithium Polimer, kalau yang lain biasa pakai Lithium-Ion. Ini sedikit berbeda, terutama dari *thermal managing*-nya (pengaturan suhu)," sehingga tidak mudah panas.

Satu hal lagi yang menarik dari mobil ini adalah penyematannya teknologi telemetri. Teknologi yang satu ini biasa digunakan pada mobil pada lomba Formula 1 (F1) ataupun MotoGP. Teknologi telemetri ini bekerja dengan mencatat segala informasi tentang kondisi kendaraan selama perlombaan berlangsung, mulai dari suhu baterai serta kecepatan dan data ini langsung dikirim ke laptop dari tim *engineer*.



Gambar 2.4 Mobil listrik karya mahasiswa Politeknik Negeri Ujung Pandang

Bawakaraeng_TM yang merupakan tim otomotif Himpunan Mahasiswa Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang (HMM-PNUP) akan berlaga di ajang Kontes Mobil Hemat Energi (KMHE) 2016. Kontes yang merupakan agenda tahunan Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi (Dirjen Dikti) dalam skala nasional ini akan dilaksanakan pada 1 – 4 November 2016 bertempat di pelataran Candi Prambanan Yogyakarta dimana Universitas Gajah Mada bertindak sebagai tuan rumah pelaksana.

Sejalan dengan kontes tersebut mahasiswa Politeknik Negeri Ujung Pandang membuat mobil listrik sebagai proyek tugas akhir yang telah dilakukan beberapa pengujian. Namun hasil pengujian yang telah dilakukan, ternyata mobil tersebut masih memiliki kekurangan pada bagian sistem kemudi dan sistem rem. Kekurangan pada sistem kemudi mobil tersebut Tie rod pada sebelah kanan bengkok, kemudian pada sistem remnya hanya memiliki satu master pompa yang digunakan untuk dua kaliper rem, oleh karena itu kami ingin melakukan pengembangan atau pergantian pada permasalahan tersebut.

2.2 Sistem Kemudi

Pada dasarnya sistem kemudi dirancang untuk memungkinkan pengemudi mengendalikan arah kendaraan secara tepat dengan tenaga yang minimum.

“Fungsi system kemudi adalah untuk mengatur arah kendaraan dengan cara membelokkan roda-roda depan. Bila roda kemudi berputar, *steering column* akan meneruskan tenaga putarnya ke *steering gear*. *Steering gear* memperbesar tenaga putar ini sehingga dihasilkan momen yang lebih besar untuk menggerakkan roda depan melalui *steering linkage*” menurut Khusniadi (2011:2).

Dan menurut Setyo Aji Suhartono (2012:19) “ Sistem kemudi yang bagian dari sistem *Chasis-Transmisi* berfungsi sebagai pengatur arah kendaraan dengan cara membelokkan”.

Berdasarkan uraian diatas dapat disimpulkan bahwa sistem kemudi adalah sistem yang bagian dari casis transmisi yang berfungsi untuk mengendalikan dan mengatur arah kendaraan dengan membelokkan roda-roda secara tepat dengan tenaga minimum.

Pada dasarnya semua jenis-jenis sistem kemudi mempunyai tujuan yang sama yaitu untuk membelokkan arah kendaraan pada roda depan, namun jika diperhatikan jenis kemudi ada sifat yang membedakannya terletak pada (perbedaan) era pembuatannya. Sistem kemudi *Ackerman* ditemukan oleh pembuat kereta asal Jerman, Georg Lankensperger di Munich pada tahun 1817, kemudian dipatenkan oleh agennya di Inggris, Rudolph Ackerman (1764-1834) pada tahun 1818 untuk kereta kuda.

Sistem *Ackerman steering* adalah sistem kemudi yang menggunakan pengaturan geometris pada kemudi mobil atau kendaraan lain yang dirancang untuk memecahkan masalah roda di bagian dalam dan luar saat kendaraan berbelok atau dengan kata lain, menelusuri lingkaran dengan jari-jari yang berbeda. Tujuan dari *Ackerman geometri* adalah untuk menghindari ban tergelincir ke samping ketika mengikuti jalan disekitar kurva. Dan solusi geometris untuk ini adalah semua roda dikonfigurasi agar as roda diatur sebagai jari-jari lingkaran dengan titik pusat umum di satu titik. (<http://autoolineschool.blogspot.co.id> diakses 05 /02 /2016).

2.2.1 Prinsip Kerja Sistem Kemudi

Kerja sistem kemudi secara garis besar dapat diterangkan sebagai berikut:

Saat roda kemudi (*steering wheel*) diputar batang kemudi (*steering column*) akan meneruskan tenaga putarannya ke gigi kemudi (*steering gear*), yang akan memperbesar tenaga putar ini sehingga menghasilkan momen yang lebih besar untuk menggerakkan roda depan melalui sambungan kemudi (*steering linkage*).

2.2.2 Komponen Sistem Kemudi

Adapun komponen sistem kemudi manual model sederhana yang akan digunakan pada mobil listrik tersebut sebagai berikut:

1) Steering wheel

Steering wheel atau roda kemudi berfungsi untuk memutar atau membelokkan roda depan dengan cara memutar rodanya.



Gambar 2.5*Steering Wheel*

2) *Steering Coluun*

Steering Column atau batang kemudi merupakan tempat daripada poros utama atau yang bisa juga disebut main shaft. *Steering column* terdiri dari main shaft yang mempunyai fungsi untuk meneruskan putaran dari steering wheel ke steering gear, dan column tube yang berfungsi untuk mengikat main shaft ke body.



Gambar 2.6*Steering Column*

3) *Steering gear*

Steering gear pada sistem kemudi memiliki fungsi untuk mengarahkan roda depan dengan cara merubah putaran menjadi gerakan kekiri atau kekanan. Selain itu, steering gera juga berungsi untuk mereduksi kecepatan putaran sehingga momen yang dihasilkan pada steering gear ini dapat meningkat.



Gambar 2.7 *Steering Gear*

4) *Tie rod*

Tie Rod ini memiliki fungsi utama yaitu untuk meneruskan putaran kemudi dari stir yang dihubungkan ke rackgear menuju roda sehingga roda depan pada mobil dapat dibelokkan.



Gambar 2.8 *Tie Rod*

2.3 Sistem Rem

Sistem rem dalam suatu kendaraan sepeda motor termasuk system yang sangat penting karena berkaitan dengan factor keselamatan berkendara.

“Fungsi utama rem adalah untuk menghentikan putaran poros, mengatur putaran poros, dan juga mencegah putaran yang tidak dikehendaki” menurut Yefri

Chan. Dan pendapat Jama (2008:343) menyatakan “ Sistem rem berfungsi untuk memperlambat dan atau menghentikan sepeda motor dengan cara mengubah tenaga kinetik/gerak dari kendaraan tersebut menjadi tenaga panas”.

Gesekan (*friction*) merupakan factor utama dalam pengereman. Oleh karena itu komponen yang dibuat untuk system rem harus mempunyai sifat bahan yang tidak hanya menghasilkan jumlah gesekan yang besar, tetapi juga harus tahan terhadap gesekan dan panas agar bahan tersebut tidak meleleh atau berubah bentuk. Bahan-bahan yang tahan terhadap gesekan tersebut biasanya merupakan gabungan dari beberapa bahan yang disatukan dengan melakukan perlakuan tertentu. Sejumlah bahan tersebut antara lain; tembaga, kuningan, timah, grafit, karbon, *Kevlar*, resin/damar, fiber dan bahan-bahan tambahan lainnya.

2.3.1 Prinsip Kerja Rem

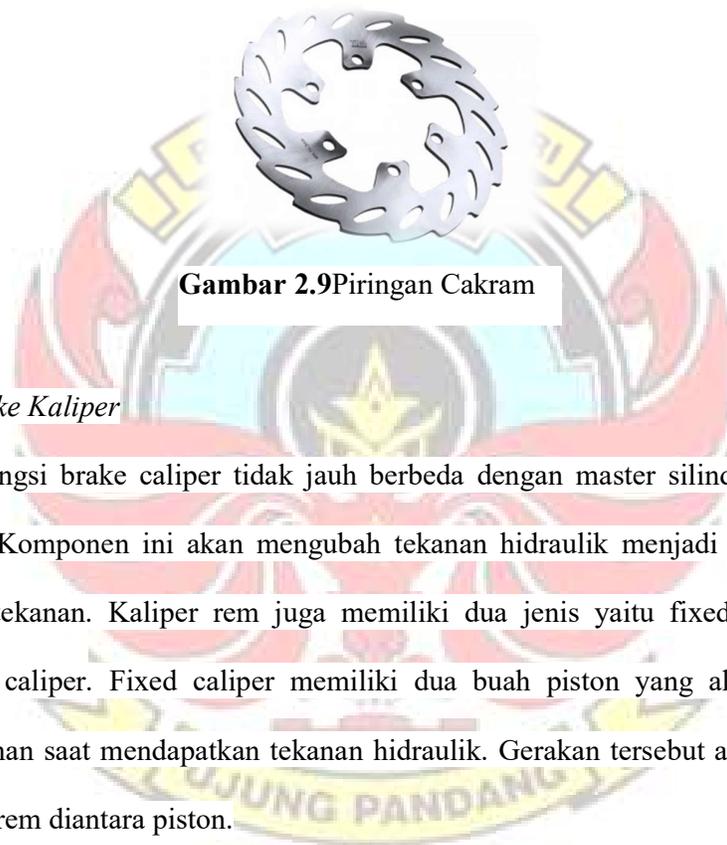
Kendaraan tidak dapat berhenti dengan segera apabila mesin dibebaskan (tidak dihubungkan) dengan pemindah daya, kendaraan cenderung tetap bergerak. Kelemahan ini harus dikurangi dengan maksud untuk menurunkan kecepatan gerak kendaraan hingga berhenti. mesin mengubah. Mesin mengubah energy panas menjadi energy kinetik (energi gerak) untuk menggerakkan, sebaliknya Prinsip kerja rem adalah mengubah energy kinetik kembali menjadi energy panas untuk menghentikan kendaraan.

2.3.2 Komponen Sistem Rem

Adapun komponen sistem rem yang akan digunakan pada mobil listrik sebagai berikut :

1) *Disc* (piringan)

Sesuai namanya, piringan rem berbentuk bulat menyerupai sebuah piringan fungsinya sebagai media yang akan bergesekan. Piringan rem berhubungan dengan roda, artinya saat roda berputar piringan juga ikut berputar. Disc ini menjadi komponen berputar yang akan bergesekan dengan kampas rem.



Gambar 2.9Piringan Cakram

2) *Brake Kaliper*

Fungsi brake caliper tidak jauh berbeda dengan master silinder pada rem tromol. Komponen ini akan mengubah tekanan hidraulik menjadi energi gerak berupa tekanan. Kaliper rem juga memiliki dua jenis yaitu fixed caliper dan floating caliper. Fixed caliper memiliki dua buah piston yang akan bergerak berlawanan saat mendapatkan tekanan hidraulik. Gerakan tersebut akan menjepit kampas rem diantara piston.

Sementara pengertian *floating caliper* adalah kaliper yang melayang. Dikatakan melayang karena kaliper ini dapat bergerak kekiri dan kekanan. Hal itu dikarenakan kaliper ini hanya memiliki satu buah piston disalah satu sisi, sehingga saat piston bergerak otomatis kaliper akan bergeser menyesuaikan.



Gambar 2.10*Brake Kaliper*

3) Piston

Piston pada rem cakram berbeda dengan piston pada mesin. Dinamakan piston karena berbentuk tabung seperti piston. Fungsinya untuk menekan kampas rem secara merata.

Piston pada rem cakram mobil memiliki diameter lebih besar dari pada piston rem cakram sepeda motor. Hal ini dapat dilihat dari dimensi kedua rem ini yang berbeda. Namun keduanya masih memiliki fungsi yang sama.



Gambar 2.11Piston Rem

4) *Piston Seal*

Piston seal adalah komponen berbahan karet yang memiliki kemampuan sealing untuk mencegah terjadinya kebocoran minyak rem pada caliper. Setiap komponen yang berhubungan dengan cairan, pasti mengandalkan seal untuk mencegah kebocoran.

Pada sistem rem cakram, seal ini juga berfungsi untuk mencegah debu untuk masuk kedalam sistem hidraulik rem saat rem bekerja.



Gambar 2.12Seal Piston Rem Cakram

5) *Niple Bleed*

Hal yang tak boleh ketinggalan dalam sistem rem hidraulik baik cakram ataupun tromol adalah bleed point atau niple bleed. Komponen ini berfungsi untuk membuang kandungan udara didalam sistem hidraulik rem.

Udara didalam sistem hidraulik rem akan mengakibatkan tenaga pengereman tidak maksimal. Alasannya, udara dapat dikompresi. Sehingga ketika pedal ditekan, maka tekanan itu akan terkompresi oleh udara didalam sistem hidraulik. Akibatnya rem bisa blong.



Gambar 2.13*Niple Bleed*

6) *Brake Pad*

Brake pad atau kampas rem adalah komponen diam yang berfungsi sebagai media gesek. Seperti yang disinggung sebelumnya, sistem pengereman bekerja dengan menggesekan dua material. Dua material itu adalah piringan dan kampas rem. Kampas rem terbuat dari berbagai bahan organik, metal, dan keramik.



Gambar 2.14*Brake Pad*

7) *Caliper Breacket*

Breacket ini tujuannya sebagai pemegang kaliper rem agar tidak bergerak. Pada mobil, kaliper akan dihubungkan ke steering knuckle. Namun bentuk kaliper tidak memungkinkan untuk di hubungkan secara langsung. Sehingga perlu komponen tambahan berupa breacket yang berfungsi menahan kaliper rem.

Sementara pada sepeda motor, breacket ini berfungsi untuk mendukung agar kaliper mampu digunakan pada piringan yang biasanya memiliki diameter lebih besar.



Gambar 2.15*Kaliper Bracket*

2.4 Standar Indikator Sistem Kemudi dan Sistem Rem Pada Mobil Listrik

2.4.1 Standar Indikator Sistem Kemudi

Sistem kemudi memiliki standar indikator sebagai berikut:

- a) Kelincahannya baik (perputaran roda kemudi baik)
- b) Usaha pengemudian yang baik (roda kemudi ringan dikendalikan)
- c) Roda kemudi mampu *Recovery* (pengembalian) yang halus.
- d) Pemindahan kejutan dari permukaan jalan harus seminimal mungkin.

2.4.2 Standar Indikaor sistem Rem Cakram

Adapun standar indikator sistem rem cakram sebagai berikut:

- a) Fluida yang digunakan yaitu DOT 3 (*Departement Of Transportation 3*)
- b) Kanvas rem dapat bertahan dengan panas gesekan saat pengereman
- c) Kontruksi komponen system rem bisa saling menunjang kinerja rem cakram.



BAB III METODE KEGIATAN

3.1 Tempat Dan Waktu Penelitian

Modifikasi sistem kemudi dan sistem rem mobil listrik yaitu di Politeknik Negeri Ujung Pandang dimulai dari pekanketiga bulan Mei sampai pekan pertama bulan September 2019 yang bertempat pada bengkel otomotif, bengkel alat berat, bengkel mekanik, dan di bengkel mesin dan telah disetujui pihak yang bertanggung jawab.

No.	Kegiatan	Waktu				
		Mei	Juni	Juli	Agustus	September
1.	Pembongkaran					
2.	Pengecekan					
3.	Perbaikan / penggantian					
4.	Perakitan					
5.	Pengujian					
6.	Pengumpulan data					
7.	Penyusunan laporan akhir					
8.	Ujian akhir					

Tabel 1 Tabel kegiatan dan waktu modifikasi sistem kemudi dan rem

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Adapun alat yang digunakan sebagai berikut:

1. Palu
2. Tang
3. Kunci ring, shock, ring
4. Mistar, meteran, dan mistar insut
5. Amplas
6. Toolbox
7. Kunci L
8. Kuas
9. Sikat Kawat
10. Nampan
11. Mesin Las

3.2.2 Bahan

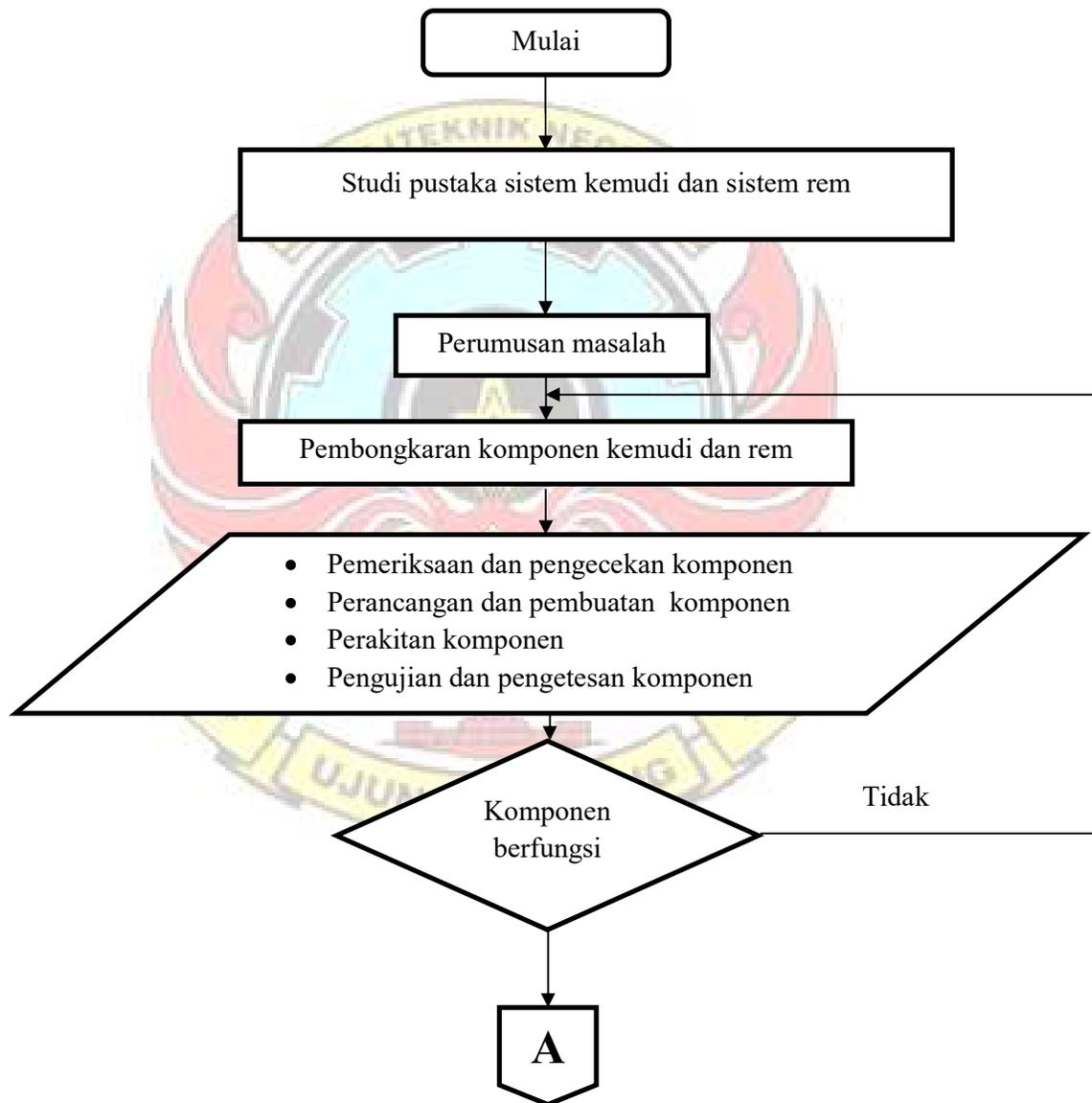
Adapun bahan yang digunakan sebagai berikut :

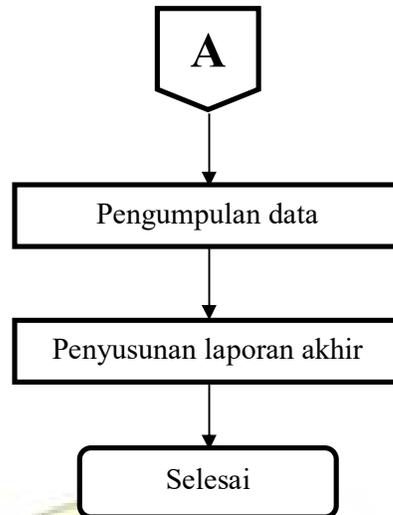
1. Ball join
2. Tie rod
3. Minyak rem
4. Grees
5. Kampas rem
6. Kawat las



7. Diagram alir pelaksanaan kegiatan
8. Elektroda
9. Besi plat

Diagram alir pelaksanaan kegiatan





3.3 Prosedur Pengerjaan

3.3.1 Pembongkaran Sistem Kemudi dan Rem

3.3.1.1 Pembokaran Sistem Kemudi

Langkah – langkah pembokkaran sistem kemudi pada mobil listrik sebagai berikut:

1. Lepaskan terlebih dahulu sistem kemudi kendaraan dari rangka atau roda
2. Lepaskan juga tierod dari ujung rak
3. Lepaskan baut pengunci rumah pinion dari rumah rak
4. Cabut pinion dari rumah rak namun terlebih dahulu buka pengunci pinion, pukul secara perlahan pada batang pinion menggunakan palu plastik agar lebih mudah dalam pencabutan.
5. lepaskan pengunci / penahan rak pada salah satu ujung rak dengan menggunakan kunci inggris.
6. setelah terlepas cabut rak dari rumah secara perlahan.

7. Perhatikan gigi pada rak serta gigi cacing pada pinion, usahakan masih tetap dalam keadaan baik dan tidak ada gigi yang patah.
8. Apabila semua komponen dalam keadaan baik, maka kembali rakit sistem kemudi pertama pasangkan rak kedalam rumah rak. Pastikan gigi rak menghadap ke arah yang benar
9. Pasangkan penahan rak pada ujung rumah rak, dan kencangkan
10. Pasangkan pinion pada tempatnya, usahakan gigi cacing pada pinion menempel pada rak dengan benar
11. Pukul pinion secara perlahan agar bisa terpasang dengan rapat serta pukul batang pengunci pinion agar pinion tidak berubah posisi
12. Pasangkan rumah pinion pada rumah rak dan pinion, perhatikan sisi pada rumah pinion. Pasang sesuai dengan rumah rak jangan sampai salah karena bisa merusak bodi rumah pinion
13. Kencangkan rumah pinion dengan memasangkan dua baut berukuran 12 menggunakan kunci pas ukuran 12
14. Setelah terasa cukup kencang putar sedikit ke kanan dan ke kiri pinion, bila rak ikut bergeser maka bisa dipastikan rak dan pinion sudah terpasang dengan benar
15. Pasangkan tierod pada ujung-ujung rak dengan benar.
16. Pasang kembali rak dan pinion ke sistem kemudi, pasang dengan benar dan aman.

3.3.1.2 Pembongkaran Sistem Rem

Langkah – langkah pembongkaran sistem rem pada mobil listrik sebagai berikut :

1. Buka baut pengikat braket rem.
2. Lepas baut pengikat kampas rem.
3. Lepas kaliper dari fork arm suspension.
4. Lepas pin kampas rem dahulu.
5. Lepas braket rem.
6. Tekan piston pada caliper rem.
7. Rakit kembali caliper ke fork arm suspension

3.3.2 Pemeriksaan Komponen

3.3.2.1 Pemeriksaan Komponen Sistem Kemudi pada Mobil Listrik

1. Memeriksa tinggi permukaan oli pada gear box
2. Memeriksa kondisi rack.
3. Memeriksa kondisi roda gigi pinion dan komponennya.
4. Memeriksa lengan penghubung kemudi (steering linkage).
5. Pemeriksaan kebebasan roda kemudi.
6. Memeriksa sabuk penggerak pompa pada power steering.
7. Memeriksa power steering.

3.3.2.2 Pemeriksaan Komponen Sistem Rem Pada Mobil Listrik

1. Memeriksa jumlah minyak rem.
2. Memeriksa kondisi dan keausan pad rem.

3. Memeriksa ketebalan piringan.
4. Memeriksa run out piringan.
5. Memeriksa ketebalan pad rem.

Memeriksa mekanisme pen luncur kaliper (pada kaliper tipe floating).

3.3.3 Perancangan dan pembuatan komponen

Perancangankomponen pada mobil listrik

1. Perancangan sistem kemudi berdasarkan rangka kendaraan.
2. Perancangan komponen pada sistem rem dan sisem kemudi.
 - a) Komponen sistem rem mobil listrik
 - b) Komponen sistem kemudi mobil listrik

Pembuatan komponen pada mobil listrik

Pembuatan komponen di kerjakan dengan menggunakan mesin bubut dan pengelasan . langkah pengerjaan sebagai berikut :

1. Pembuatan as roda
 - a) Siapkan peralatan bubut yang akan digunakan.
 - b) Pasang benda kerja (dalam hal ini ialah poros as berukuran 17 mm dan panjang b150 mm).
 - c) Pasang mata bubut dan perlengkapan lainnya.
 - d) Lakukan pembubutan sesuai dengan gambar kerja.
 - e) Sesuai diameter as roda dan buat ulir baut.
2. Pembuatan dudukan as roda / spindle mount

- a) Siapkan dan pasang peralatan bubut yang akan digunakan.
 - b) Pasang benda kerja (dalam hal ini poros berukuran 19 mm)
 - c) Lakukan pembutan sesuai dengan benda kerja.
3. Pembuatan sambungan tie rod
- a) Siapkan dan pasang peralatan bubut yang digunakan.
 - b) Pasang benda kerja (dalam hal ini poros berukuran 14 mm).
 - c) Lakukan pembubutan sesuai dengan gambar kerja.
4. Pembuatan batang kemudi (poros berukuran 12 mm dan panjang 100 mm)
di potong sesuai spesifikasi pengemudi.
5. Pembubutan dudukan tie rod yang berbahan plat 5 mm yang di bentuk sesuai dengan gambar kerja.
6. Dudukan caliper rem depan dan belakang yang bertahan plat 4 mm yang di bentuk sesuai dengan gambar kerja yang di sambungkan dengan pengelasan.
7. Pembuatan pedal rem dengan berbahan plat 2 mm yang di bentuk sesuai gambar.
8. Pembuatan penahan tromol belakang
- a) Bubut poros dengan bentuk dan ukuran pada gambar.
 - b) Lakukan pengeboran yang disesuaikan dengan tromol.

3.3.4 Perakitan Komponen

3.3.4.1 Perakitan Komponen Sistem Kemudi

Langkah-langkah perakitan sistem kemudi manual pada mobil listrik sebagai berikut:

1. Persiapkan alat dan bahan yang akan digunakan
2. Pasang bearing dan dudukan roda pada rangka
3. Pasang rack and pinion pada dudukan yang telah disediakan pada rangka
4. Pasang tie rod pada dudukannya
5. Pasang sambungan tie rod dan stel keseimbangan lurus roda
6. Pasang stang kemudi dan batang kemudi pada rack and pinion dan pasang roda kembali.

3.3.4.2 Perakitan Sistem Rem

Langkah-langkah perakitan system rem cakram pada mobil listrik sebagai berikut:

1. Persiapkan alat dan bahan yang akan digunakan
2. Pasang dan rakit pedal rem dan master rem pada posisi yang diinginkan menggunakan baut dan mur
3. Pasang caliper rem pada dudukannya
4. Pasang dan rakit pipa dan selang rem

3.3.5 Langkah Pengujian

Untuk mengetahui kinerja dari system kemudi tersebut kita harus melakukan beberapa pengujian antara lain sebagai berikut:

- 1) Sebelum melakukan pengujian pasanglah ke empat roda kendaraan
- 2) Periksa ketepatan pemasangan baut, mur, pengelasan dan sambungan-sambungan yang digunakan
- 3) Pengujian dengan mobil diam
 - a. Menggerakkan steer kemudi dengan memutar ke kiri dan ke kanan secara bergantian
 - b. Catat sudut belok roda dan sudut putar steer kembali
 - c. Bandingkan dengan perhitungan yang telah di peroleh sebelumnya
- 4) Pengujian dengan mobil dalam keadaan jalan untuk menghindari penghalang/lubang
 - a. Pasang beberapa tanda pada tempat pengujian dengan jarak yang berbeda
 - b. Menggerakkan kendaraan (melaju kedepan) dan menggerakkan steer kemudi dengan menghindari penghalang tersebut
 - c. Catat hasil pengujian
- 5) Pengujian dengan kendaraan jalan untuk mencari radius belok.
 - a. Jalankan kendaraan beberapa meter kedepan dan lakukan pembelokan penuh sehingga posisi mobil lurus kembali (haluan)
 - b. Lakukan haluan dengan bergantian kiri dan kanan
 - c. Berikan tanda pada alur/ jejak roda

d. Ukur dan catat radius putaran haluannya

- 6) Apabila terjadi kesalahan pada pergerakan roda, sudut gerak roda dapat diatur pada tie rod.

Setelah melakukan prosedur percobaan diatas maka kinerja system kemudi dapat disimpulkan.

- 7) Prosedur langkah-langkah pengujian pada system rem

Untuk mengetahui kinerja dari system rem tersebut kita harus melakukan beberapa pengujian antara lain sebagai berikut:

1. Sebelum melakukan pemeriksaan lakukanlah bleding pada system rem.
 - Saat melakukan bleding pastikan minyak rem mengisi penuh selang dan memberi tekanan yang baik pada piston
2. Periksa kekencangan sambungan dan pemasangan pipa rem
3. Periksa keadaan master rem, cliper, dan karet master rem
4. Gerakkan mobil (maju ke depan) dan tekan pedal rem dan lepaskan kembali tekanan pada saat pedal rem, jika saat pedal ditekan mobil akan berhenti dan saat tekanan pedal dilepas dan kendaraan digerakkan lagi maka tidak terjadi pengereman.
5. Dongkrak mobil dan putar roda dengan kencang lalu rem
6. Pengujian rem dengan mobil berjalan

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil dan Pembahasan

4.1.1 Kegiatan Modifikasi Sistem Rem

1. Pembuatan Pedal Rem

Sebelum melakukan modifikasi, pedal rem posisinya berada di atas lantai mobil, kini kami membuat pedal rem dimana posisi pedal rem berada di bawah rangka mobil dikarenakan ukuran master rem cukup besar sehingga master rem harus ditempatkan pada tempat yang luas dan tidak mengganggu pengemudi sehingga pedal rem mengikuti pada posisi master rem.



a. Pembuatan batang pedal rem



b. Membuat lubang untuk engsel batang pedal



c. Pengelasan pada dudukan engsel pedal rem

Gambar 4.1 Pembuatan Pedal Rem

(a). Pembuatan batang pedal rem, (b). Membuat lubang untuk engsel batang plat dan (c). Pengelasan pada dudukan engsel pedal rem

2. Pembuatan Dudukan Master Rem

Pada proses ini kami menempatkan dudukan master rem pada posisi bagian depan yang melekat ke rangka mobil bukan lagi dilantai mobil.



a. Menentukan posisi dudukan master rem



b. Proses pengelesan dudukan master rem ke rangka mobil



c. Memasang master rem ke dudukan master rem

Gambar 4.2 Pembuatan Dudukan Master Rem

(a.) Menentukan posisi dudukan master rem, (b.) Proses pengelesan dudukan master rem ke rangka mobil, (c.) Memasang master rem ke dudukan master rem

3. Pemasangan Master Rem



a. Pemasangan master rem



b. Master rem telah dipasang

Gambar 4.3. Pemasangan Master Rem

(a.) Pemasangan master rem dan (b.) Master rem telah dipasang

4. Pembuatan Dudukan Kaliper Rem

Pada komponen sebelumnya dudukan caliper rem ini posisinya agak jauh dari piringan dan menyebabkan kampas hanya bergesekan setengah, sehingga pada komponen ini harus ditambahkan plat agar kampas berfungsi dengan baik.



a. Memotong dudukan caliper rem



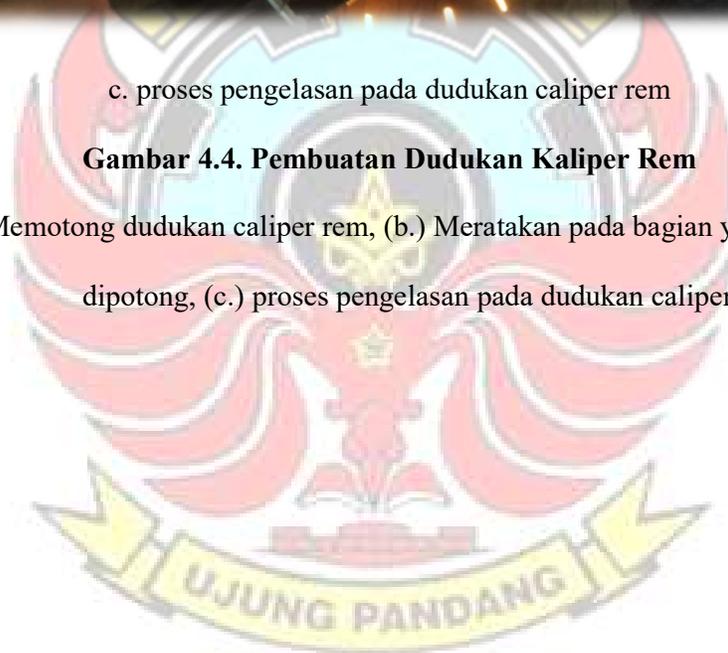
b. Meratakan pada bagian yang telah dipotong



c. proses pengelasan pada dudukan caliper rem

Gambar 4.4. Pembuatan Dudukan Kaliper Rem

(a.) Memotong dudukan caliper rem, (b.) Meratakan pada bagian yang telah dipotong, (c.) proses pengelasan pada dudukan caliper rem

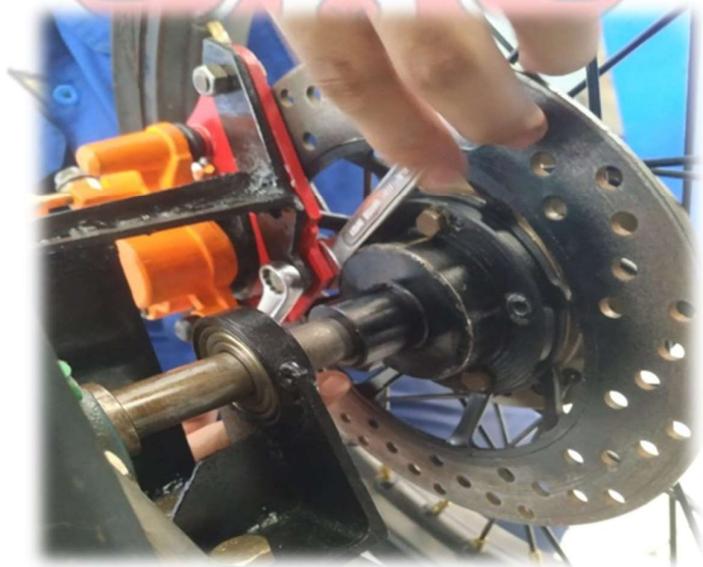


5. Pemasangan Kaliper dan Pembledingan Rem

Setelah melakukan beberapa modifikasi pada komponen sistem rem, selanjutnya pemasangan caliper rem padaudukan caliper rem sekaligus melakukan proses bleding rem agar rem pakem dan berfungsi dengan baik.



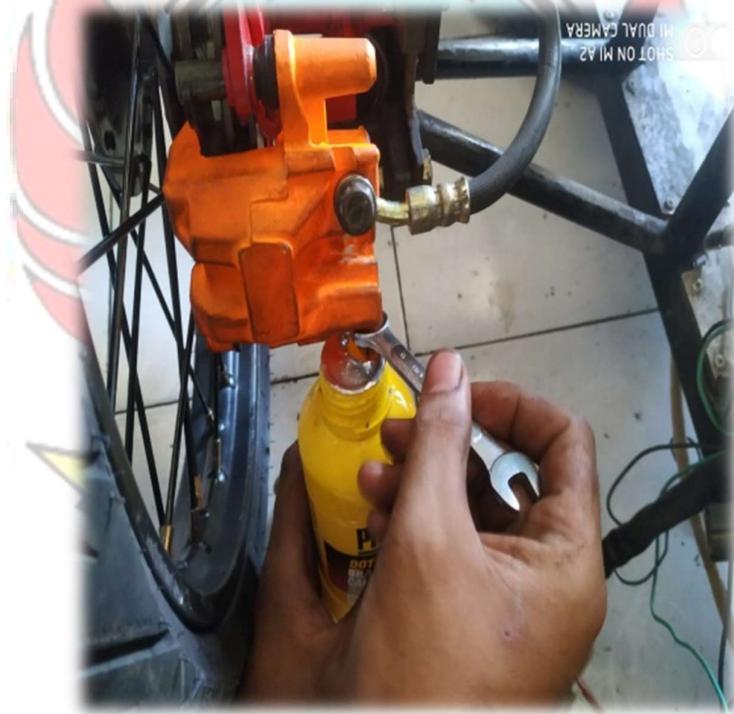
a. Memasang caliper rem



b. Pengencangan baut dudukan caliper rem



c. Pemasangan pipa minyak rem



d. Proses bleding rem

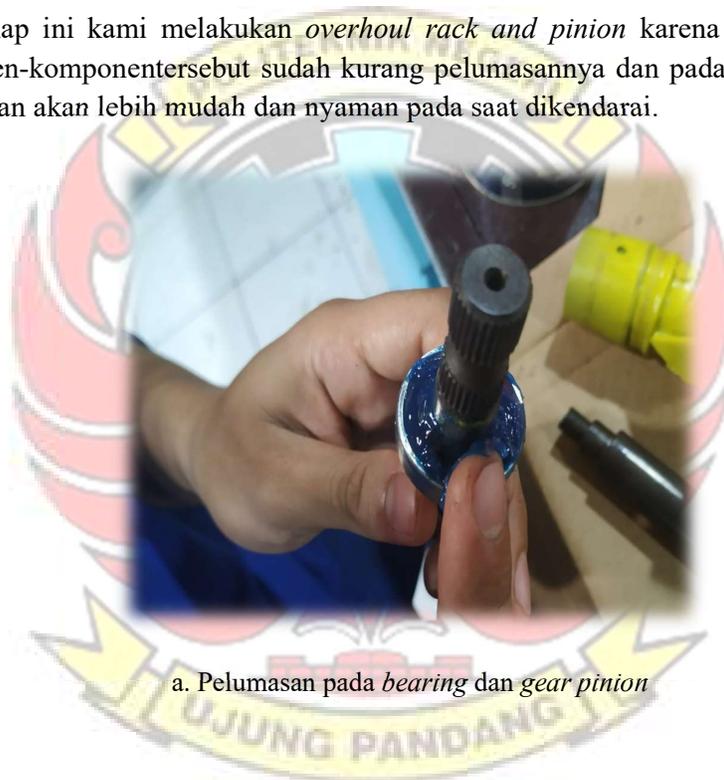
Gambar 4.5 Pemasangan Kaliper

- (a.) Memasang caliper rem, (b.) Pengencangan baut dudukan caliper rem, (c.) Pemasangan pipa minyak rem, dan (d.) Proses bleeding rem

4.1.2 Kegiatan Modifikasi Sistem Kemudi

1. *Overhaul Rack and Pinion*

Pada tahap ini kami melakukan *overhaul rack and pinion* karena pada bagian komponen-komponentersebut sudah kurang pelumasannya dan pada saat kemudi dibelokkan akan lebih mudah dan nyaman pada saat dikendarai.



a. Pelumasan pada *bearing* dan *gear pinion*



b. Pelumasan pada gigi *rack*



c. Pemasangan batang *rack* ke *rack housing*



d. Pemasangan gear pinion



e. Memasang pengancing komponen



f. Memasang pengunci atau *locknut*

Gambar 4.3Pemasangan *Rack and Pinion*

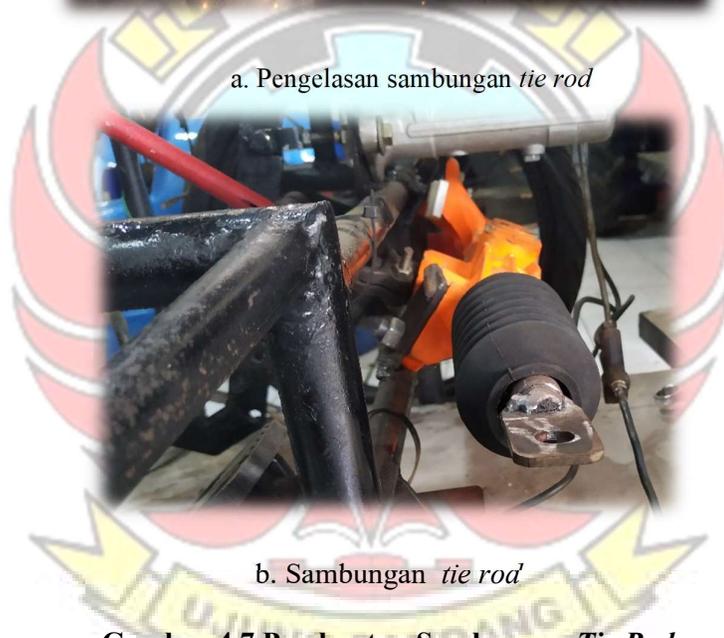
(a.) Pelumasan pada *bearing* dan *gear pinion*, (b.) Pelumasan pada gigi *rack*,(c.) Pemasangan batang *rack* ke *rack housing*,(d.) Pemasangan *gear pinion*,(e.) Memasang pengancing komponen dan (f.) Memasang pengunci atau *locknut*

2. Pembuatan Sambungan *Tie Rod*

Memasuki tahap ini kami memodifikasi sambungan *Tie Rod*, dimana pada sambungan antara kemudi *rack* dan *tie rod* itu mengalami kebengkokan, jadi kami membuat sambungan *tie rod*.



a. Pengelasan sambungan *tie rod*



b. Sambungan *tie rod*

Gambar 4.7 Pembuatan Sambungan Tie Rod
(a.) Pengelasan sambungan *tie rod* dan (b.) Sambungan *tie rod*

3. *Tie rod*

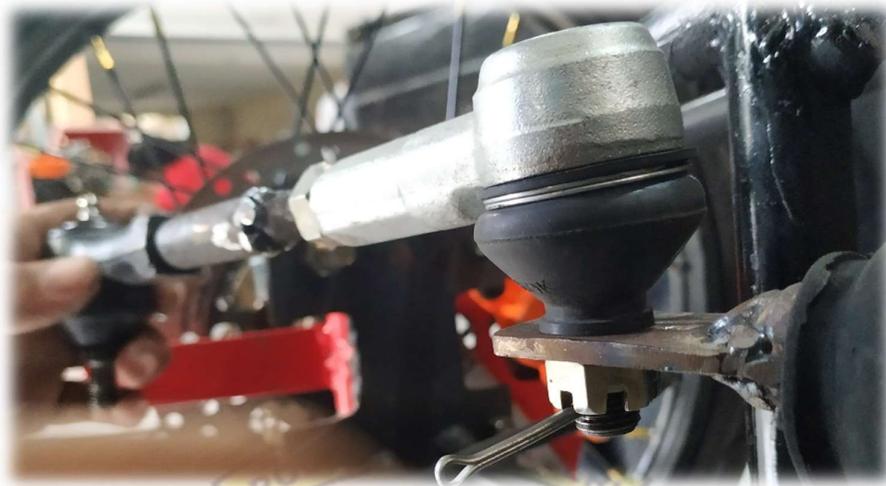
Pada tahap ini kami melakukan penggantian serta memodifikasi *tie rod* dikarenakan *tie rod* sebelumnya itu bengkok



a. Proses pengelasan *tie rod* yang baru



b. Merapikan bekas pengelasan



c. Proses pemasangan *tie rod*

Gambar. 4.8 Modifikasi *tie rod*

(a.) Proses pengelasan *tie rod* yang baru, (b.) Merapikan bekas pengelasan dan (c.)
Proses pemasangan *tie rod*



4.2.1 Komponen yang Dilakukan Perbaikan Pada Sistem Rem

Tabel 2 Komponen yang Dilakukan Perbaikan Pada Sistem Rem

No.	Nama Komoponen	Permasalahan	Tindakan
1.	Pedal rem	Master rem mobil membutuhkan gaya dorong lebih besar	Memodifikasi pedal rem. (Gambar 4.1)
2.	Master rem	Kerja rem terlalu berat karena master rem motor tidak mampu melayani 4 roda	Mengganti master rem motor dengan menggunakan master rem mobil kijang 7-K. (Gambar 4.3)
3.	Dudukan caliper	Komponen agak jauh dari piringan cakram	Memodifikasi dudukan caliper. (Gambar 4.4)
4.	Caliper rem	Bagian dalam mengalami karatan	Membersihkan caliper. (Gambar 4.5)
5.	Selang rem	Komponen mengalami kebocoran	Mengganti selang rem. (Gambar 4.5)

4.2.2 Komponen Yang Dilakukan Perbaikan Pada Sistem Kemudi

Tabel 3 Komponen yang Dilakukan Perbaikan Pada Sistem Kemudi

No.	Nama Komoponen	Permasalahan	Tindakan
1.	Rack and pinion	Kurangnya pelumas pada komponen	Overhaul rack and pinion. (Gambar 4.6)
2.	Sambungan tie rod	Komponen bengkok	Membuat sambungan. (Gambar 4.7)
3.	Tie rod	Komponen bengkok	Mengganti komponen. (Gambar 4.8)

4.3 Pembahasan

4.3.1 Pengujian Sistem Kemudi Mobil Listrik

Pengujian sistem kemudi dari beberapa pengujian yaitu pengujian sudut belok, pengujian sentakan roda kemudi pada saat di kendarai untuk menghindari lubang atau jalur zig zag, dan pengujian sistem kemudi untuk mencari radius beloknya.

1. Pengujian Sudut Belok

Pengujian ini dilakukan untuk menghindari putaran normal belok ke kanan dan putaran belok kiri pada sistem kemudi mobil listrik. Berdasarkan percobaan praktek yang dilakukan di bengkel otomotif politeknik negeri ujung pandang.

Pada percobaan ini kami menggunakan metode pengukuran sudut belok ban menggunakan alat ukur yaitu busur derajat. Sebelum pengukuran dimulai mula – mula mencari titik tengah pada diameter ban yang akan diukur setelah itu ditandai menggunakan kapur dengan garis seperti gambar dibawah. Garis inilah yang kami jadikan media pengukuran sudut belok roda.

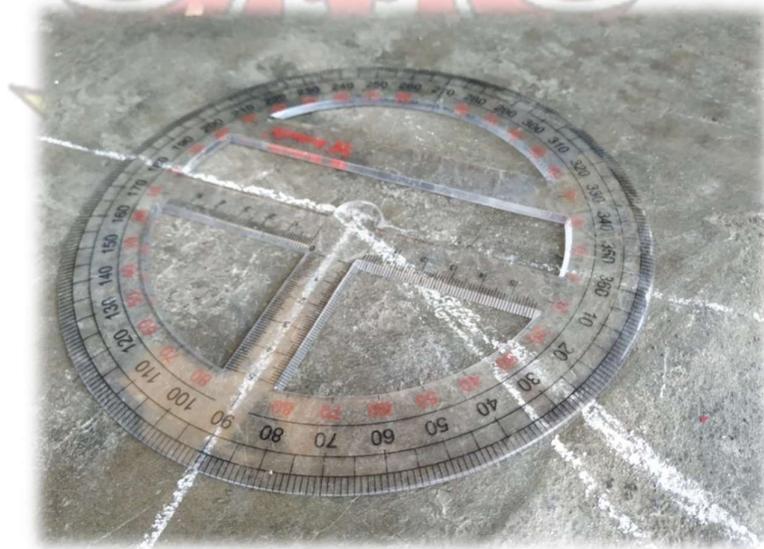
Pada pengambilan data sudut belok roda, kami memutar roda kemudi ke kanan satu putaran dan mengukur sudutnya kemudian diputar lagi satu putaran satu putaran dan mengukur sudutnya, dan seterusnya sampai roda kemudi tidak dapat diputar lagi.

Untuk hasil pengujian sudut yang kami lakukan dapat dilihat sebagai berikut

A. Pengujian sudut belok pada roda kanan



a. Garis putih adalah titik tengah pada diameter ban



b. Garis cabang ialah hasil dari pengukuran sudut belok roda kanan putaran kemudi kekanan



c. Garis cabang ialah hasil dari pengukuran sudut belok roda kanan putaran kemudi ke kiri

B. Pengujian sudut belok pada roda kiri



a. Garis putih adalah titik tengah pada diameter ban



b. Garis cabang ialah hasil dari pengukuran sudut belok roda kiri putaran kemudi
kekiri



d. Garis cabang ialah hasil dari pengukuran sudut belok roda kiri
putaran kemudi ke kanan.

Tabel 2 Derajat Putar Kemudi

Derajat putar kemudi	Arah ke kanan		Arah ke kiri	
	Roda kanan	Roda kiri	Roda kanan	Roda kiri
540 ⁰	50 ⁰	40 ⁰	60 ⁰	80 ⁰

Setelah melakukan pengujian sudut belok pada mobil maka data yang diperoleh yaitu pada saat kemudi diputar 540⁰ ke arah kanan maka pada roda kanan menghasilkan sudut belok sebesar 50⁰ dan roda kiri 40⁰, saat kemudi diputar 540⁰ ke arah kiri maka pada roda kanan menghasilkan sudut belok sebesar 60⁰ dan roda kiri sebesar 80⁰

2. Pengujian sentakan roda kemudi pada saat di kendarai untuk menghindari lubang atau jalur zig zag

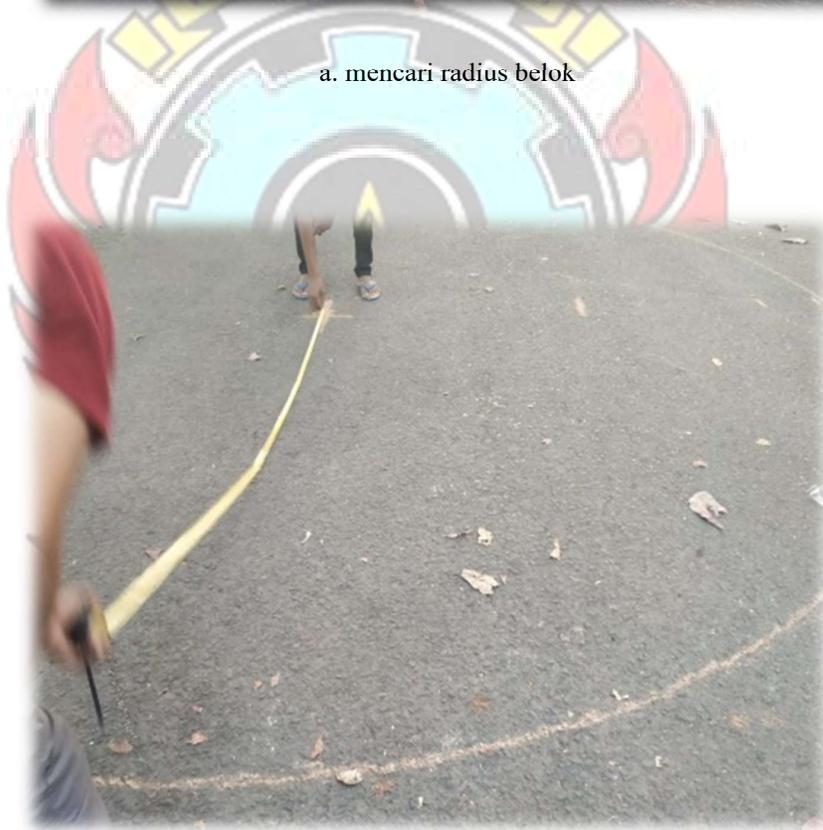
Dalam hal ini bertujuan untuk menguji perlakuan sentakan di roda kemudi untuk melakukan gerak zig zag mobil listrik agar dapat menghindari lubang atau penghalang. Dengan perlakuan tersebut mobil listrik dapat melakukan gerak zig zag dengan baik dan aman.

3. Pengujian sistem kemudi untuk mencari radius beloknya

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui besar kemampuan mobil listrik melakukan pembelokan dan haluan balik. Pada pengujian di dapatkan jari – jari lingkaran saat melakukan haluan kekiri penuh yaitu 292cm. Dan untuk haluan kekanan didapatkan jari – jari lingkarannya yaitu 295 cm.



a. mencari radius belok



b. Mengukur jari-jari lingkaran saat melakkan haluan ke kiri penuh



c. Mengukur jari-jari lingkaran pada saat melakukan haluan kekanan

Gambar 4.10 Pengujian Haluan Kekiri dan Kekan

4.3.2 Pengujian Sitem Rem Mobil Listrik

Pengujian sistem rem terdiri dari pengujian yaitu pengujian kondisi komponen sistem rem, pengujian kevakuman sistem rem dengan memutar roda, dan pengujian kevakuman sistem rem dalam kondisi berjalan.

1. Pengujian kondisi komponen sistem rem

Saat melakukan proses bleding semua komponen harus dalam kondisi baik sehinggah aliran dan tekanan minyak rem dapat menekan piston rem. Apabila ada komponen yang tidak sesuai standar akan mempengaruhi kinerja sistem rem.

2. Pengujian kevakuman sistem rem dengan memutar roda

Pengujian ini dilakukan agar memastikan semua piston rem berfungsi dengan baik pada masing – masing caliper rem. Dengan kedua roda belakang dalam keadaan tidak menyentuh permukaan apapun dan putaran roda dimaksimalkan lalu dilakukan pengereman.

3. Pengujian kevakuman sistem rem dalam kondisi berjalan

Dalam pengujian ini fungsi sistem rem akan diketahui dengan menjalankan mobil, dimana posisi awal (A) mobil berjarak 10 meter pada pengereman (B) dan titik berhenti mobil (C).

Pengujian ini dilakukan sebanyak 3 kali dengan berat kendaraan 100 kg dan berat pengemudi 70kg. Pada pengujian pertama di dapatkan data jarak berhenti mobil saat di rem ialah pada kecepatan rendah 50 cm, kecepatan sedang 80 cm, dan kecepatan penuh 190 cm. Pada pengujian kedua di dapatkan data jarak berhenti pada kecepatan rendah 45 cm, kecepatan sedang 70 cm, dan kecepatan penuh 170 cm. Sedangkan pada pengujian ketiga didapatkan data jarak pengereman pada kecepatan rendah 35 cm, kecepatan sedang 65 cm, dan kecepatan penuh 160 cm.

4.4 Data Pengujian Komponen – Komponen Sistem Kemudi Dan Sistem Rem Mobil Listrik.

4.4.1 Data Pengujian Komponen – Komponen Sistem Kemudi

Tabel 3 Data Pengujian Komponen – Komponen Sistem Kemudi Mobil Listrik

No	Nama	SB	B	KB	Ket.
1	rack and pinion				Dapat menerima perlakuan putar penuh ke kanan dan ke kiri secara cepat
2	Sambungan tie rod				
3	Tie rod				Kelakuan tie rod yang menandakan tie rod baik untuk digunakan

Ket : SB : Sangat baik

B : Baik

KB : Kurang baik

4.4.2 Data Pengujian Komponen – Komponen Sistem Rem Mobil Listrik

Tabel 4 Data Pengujian Komponen – Komponen Sistem Rem Mobil Listrik

No	Nama	SB	B	KB	Ket.
1	Pedal rem				Dapat dimainkan naik turun pada saat pengereman
2	Master rem				Dapat memompa cairan rem ke seluruh selang rem Dapat
3	Dudukan caliper				menerima perlakuan tarik pada saat pengereman
4	Caliper rem				Dapat mencengkram piringan

					rem
5	Selang rem				Tidak mengalami kebocoran setiap sambungan

Ket : SB : Sangat baik

B : Baik

KB : Kurang baik



BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. Untuk melakukan pengembangan pada Sistem Kemudi Mobil Listrik kami melakukan beberapa modifikasi pada *Tie Rod* mobil listrik tersebut dengan menambahkan dudukan *Tie Rod* sehingga kami mendapatkan derajat putar yang baik, kami juga melakukan Over Houl pada *Rack and Pinion* dengan memberikan *Grees* kepada komponen-komponen *Rack and Pinion* sehingga putaran haluan kemudi menjadi lebih lembut.
2. Untuk melakukan pengembangan pada Sistem Rem Mobil Listrik, kami melakukan penggantian komponen pada selang rem kemudian kami melakukan modifikasi pada dudukan kaliper rem dan pedal rem lalu kami juga mengganti master rem motor yang sebelumnya digunakan pada mobil listrik tersebut dengan Master rem Mobil Kijang Toyota 7k sehingga kami mendapatkan hasil pengereman yang lebih baik dari sebelumnya.

5.2 Saran

Kami menyarankan melalui penelitian ini kiranya ada pengembangan selanjutnya pada sistem atau komponen yang lainnya agar mobil listrik ini bisa lebih sempurna, semoga dengan pengembangan pada Mobil Listrik ini dapat memenuhi standar produksi kendaraan secara umumnya sehingga bisa diproduksi secara massal.

DAFTAR PUSTAKA

- Debian, V.M., 2015. *Model Pengereman Mobil Listrik Berbasis Mikrokontroler ATMEGA8535*. Universitas Sanata Dharma Yogyakarta.
- Gaptek , Agus Sugiarto. 2012. “ Konstruksi dan Cara Kerja Sistem Kemudi”, <http://agusmk45.blogspot.com/2012/05/sistem-kemudi>, diakses pada pada 25 januari 2019 pukul 09.15.
- Habibi, M., dan Arifsa M.Z., dan Rifaldi, M. 2016. *Rancang Bangun Sistem Kemudi dan Sistem Rem Pada Mobil Listrik*. Makassar: Politeknik Negeri Ujung Pandang.
- Hamsa, L.N., 2013. *Desain Pengereman Regeneratif Motor DC Brushless Pada Mobil Listrik*. Universitas Jember.
- Kumparan.2018 “Melihat 5 Mobil Listrik Karya Mahasiswa Indonesia di IIMS 2018”,<https://kumparan.com/@kumparanoto/melihat-5-mobil-listrik-karya-mahasiswa-indonesia-di-iims-2018>, diakses pada 30 januri 2019 pukul 15.30
- Labels. 2014. “Cara Pembongkaran Sistem Kemudi”, <http://mcreative.blogspot.com/2014/11/cara-pembongkaran-sistem-kemudi>, diakses pada 24 januari 2019 pukul 20.20.
- Muchta, Amrie. 2017. “Cara Pergantian Sistem Rem Cakram Pada Sepeda Motor”, <https://www.autoexpose.org/2017/12/cara-mengganti-kampas-rem-motor>, diakses pada 24 januari 2019 pukul 20.50.
- Saestu, vicky. 2014. “ Pemeriksaan/Diagnosis Sistem Kemudi ”, <http://vickysaestu.blogspot.com/2014/03/pemeriksaandiagnosis-sistem-kemudi>, diakses pada 24 januari 2019 pukul 21.30.
- Santoso, D., dan Setianto, H. H. 2013. *Teori Dasar Rangkaian Listrik*. Yogyakarta: Aswaja Pressindo.

**LAMPIRAN BERITA ACARA PELAKSANAAN
UJIAN SIDANG LAPORAN TUGAS AKHIR**

Nama Mahasiswa : Muh. Fachrul Ichsan A. / *Micbahuddin Nur / Rudi Alwarda*
 NIM : 34316004 / *34316006 / 34316015*

Catatan/Daftar Revisi Penguji:

No.	Nama	Uraian	Tanda Tangan
	<i>ANZARIN</i>	<i>- Gambar yg di perjelas</i>	<i>A. f ACC</i>
		<i>- Sudut dgn bentuk derajat di tempil ke Roda yg form perjenis</i>	<i>A. f ACC</i>
	<i>Arman.</i>	<i>- yang diseng kan, - tempelan di perbaiki - pada gambar dihilah ketem anis kamus</i>	<i>Nu 6/4/20</i>

Makassar,
 Sekretaris Penguji

A

A.M. Anzarih, S.T., M.T.
 NIP. 196407091990111001

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