

**RANCANG BANGUN SISTEM KEMUDI RACK AND PINION DAN SUSPENSI  
INDEPENDENT DOUBLE WISHBONE MOBIL LISTRIK FORMULA E POLITEKNIK  
BAJA TEGAL**

**Slamet Riyadi<sup>1</sup>, Muhamad Miftahul Ifan<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Program Studi D3 Teknik Otomotif, Politeknik Baja Tegal  
Jl.Raya Barat Dukuhwaru, Slawi-Jatibarang Km.7, kab. Tegal  
\*Email: slamet.riyadi@pbjt.ac.id

**Abstrak**

*Sistem Kemudi dan Suspensi merupakan komponen terpenting dalam sebuah kendaraan untuk menselaraskan, menyeimbangkan dan memaksimalkan kinerja mobil tersebut agar dapat berjalan dengan baik, aman dan nyaman. Meskipun sistem kemudi rack and pinion dan suspensi independent double wishbone sudah ada sejak lama, namun masih masih banyak yang perlu diatasi dan diinovasikan, seperti tingkat kenyamanan, responsifitas, keamanan, keterbatasan kontrol pengguna dan kesulitan untuk mengatasi rintangan yang lebih tinggi dari permukaan jalan. Sebagai Solusi untuk mengatasi masalah tersebut, peneliti mengembangkan dan melakukan inovasi pada komponen sistem kemudi dan suspensi agar lebih relevan dengan perencanaan kendaraan mobil listrik kedepan melalui beberapa fitur-fitur terbaru seperti fabrikasi suspensi independent double wishbone yang menggunakan karet bosh arm sebagai dudukan engsel suspensi, fabrikasi rumah as kemudi menggunakan bearing ASB UCP 205, Fabrikasi Hub/Nap Roda belakang digabung dengan bearing Koyo 6006 RS sebagai rumah as roda belakang. Metode yang digunakan adalah pengumpulan data, desain sistem kemudi dan suspensi menggunakan software solidworks 2016, fabrikasi, perkiran untuk seluruh komponen yang sudah di fabrikasi, pengecatan, perakitan hingga kesimpulan.*

**Kata kunci:** Sistem Kemudi, Sistem Suspensi dan Desain Software Solidworks

**PENDAHULUAN**

Mobil listrik merupakan solusi inovatif untuk kebutuhan transportasi di era yang semakin canggih dan tantangan lingkungan akibat penggunaan kendaraan berbahan bakar minyak (BBM). Mobil listrik digerakkan oleh motor listrik yang menggunakan energi listrik yang tersimpan dalam baterai, umumnya **baterai lithium-ion** yang memiliki kapasitas energi tinggi dan dapat diisi ulang berulang kali tanpa menghasilkan polusi udara dari gas buang seperti pada kendaraan konvensional. Dengan tidak adanya emisi knalpot, mobil listrik membantu **mengurangi polusi udara dan dampak pemanasan global**, sekaligus menurunkan ketergantungan pada BBM yang merupakan sumber daya tidak terbarukan. Selain itu, apabila listrik yang digunakan untuk mengisi baterai berasal dari **sumber energi terbarukan seperti listrik dan tenaga surya**, maka penggunaan mobil listrik dapat menjadi lebih ramah lingkungan karena hampir tidak menghasilkan emisi karbon dalam operasinya, serta mendorong transisi menuju sistem energi bersih yang tidak akan habis. Dengan demikian, mobil listrik tidak hanya menawarkan solusi mobilitas yang efektif, tetapi juga berkontribusi terhadap lingkungan yang lebih bersih dan berkelanjutan tanpa mengganggu kenyamanan masyarakat di jalan. Sistem kemudi adalah merupakan suatu sistem yang sangat penting dalam suatu kendaraan karena berfungsi untuk pengendalian arah dan manufer kendaraan baik dalam kecepatan rendah maupun kecepatan tinggi sesuai dengan kondisi jalan yang dilewati kendaraan dan keinginan sang pengemudi. Setiap komponen pada sistem kemudi berfungsi untuk meneruskan gaya putar dari roda kemudi yang membuat poros as utama berputar dan putaran yang dihasilkan akan dirubah menjadi lebih besar daya dan arahnya (momen) oleh gigi kemudi dan diteruskan ke lengan pitman yang akan memberikan gaya translasi pada batang tie rod untuk merubah arah roda kendaraan (Dumatubun et al., 2022).

Suspensi merupakan sistem yang dipasang di antara rangka kendaraan (chassis) dan roda, yang berfungsi menopang beban kendaraan sekaligus meredam getaran, guncangan, atau ketidaknyamanan akibat kondisi permukaan jalan yang bergelombang atau tidak rata, sehingga kenyamanan pengendara dan penumpang tetap terjaga. Selain itu, sistem suspensi juga berperan penting dalam menjaga kestabilan kendaraan serta mempertahankan kontak roda dengan permukaan

jalan guna meningkatkan daya cengkeram dan pengendalian kendaraan secara optimal (Gillespie, 1992; Setiawan, 2016).

Berdasarkan latar belakang penelitian tersebut, penulis ingin merancang pembuatan sistem kemudi dan suspensi yang nyaman dan aman pada mobil listrik untuk menciptakan solusi yang lebih efektif dan efisien bagi penggunanya. Penelitian ini diberi judul “Rancang Bagun Sistem Kemudi Rack and Pinion dan Suspensi Independent Double Wishbone Mobil Listrik”.

## Landasan Teori

### 1. Sistem Kemudi

Sistem kemudi merupakan suatu perangkat mekanis pada kendaraan yang berfungsi untuk mengendalikan arah serta membelokkan roda bagian depan kendaraan, sebagaimana ditunjukkan pada **Gambar 1**. Sistem ini merupakan salah satu bagian penting dari rangka (*chassis*) kendaraan yang berperan dalam mengubah arah gerak dan mempengaruhi kestabilan serta kecepatan kendaraan. Secara umum, sistem kemudi dibedakan menjadi dua jenis, yaitu sistem kemudi manual dan sistem kemudi bertenaga (*power steering*) (Rika Widanita, 2023). Sistem kemudi juga merupakan komponen krusial yang menjamin keselamatan pengemudi dalam mengendalikan arah pergerakan kendaraan, sehingga dalam proses perancangannya harus memperhatikan faktor keamanan dan kenyamanan pengemudi (Technology, 2024).



**Gambar 1 Sistem Kemudi**

#### a. Jenis-Jenis Sistem kemudi

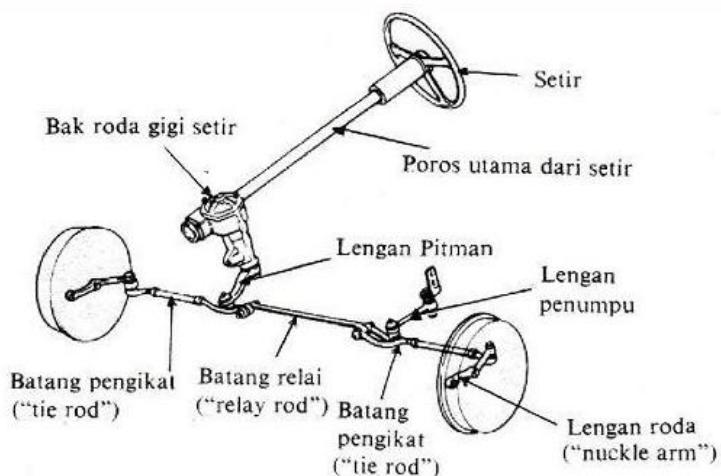
Ada dua jenis sistem kemudi yaitu sistem kemudi manual (*Manual Steering System*) dan sistem kemudi *Power Steering*.

##### 1) Sistem Kemudi Manual (*Manual Steering System*)

Sistem kemudi manual juga bisa disebut sistem kemudi konvensional karena masih memanfaatkan tenaga dari pengemudi untuk membelokkan roda. Seluruh tenaga yang diperlukan untuk membelokkan roda dari pengemudi ditransmisikan langsung melalui sistem kemudi (Rika Widanita, 2023a).

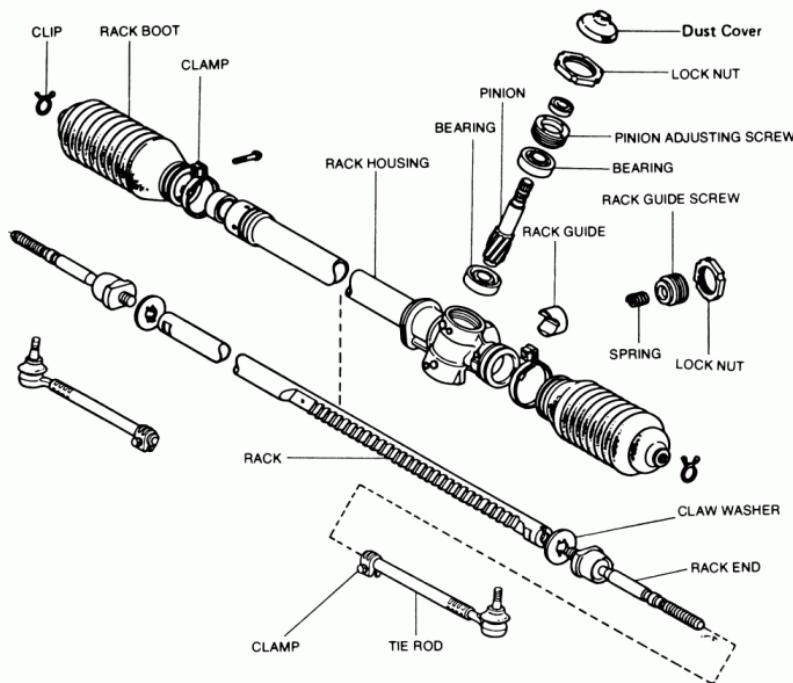
###### a.) *Recirculating-Ball*

Sistem kemudi mekanis *recirculating-ball* biasanya diterapkan pada kendaraan berukuran besar seperti truk, bus, dan kendaraan berat lainnya yang memerlukan gaya lebih besar dari pengemudi untuk membelokkan roda kemudi secara efektif, sebagaimana ditunjukkan pada **Gambar 2**.

Gambar 2 Sistem Kemudi *Recirculating-Ball*

b.) *Rack and Pinion*

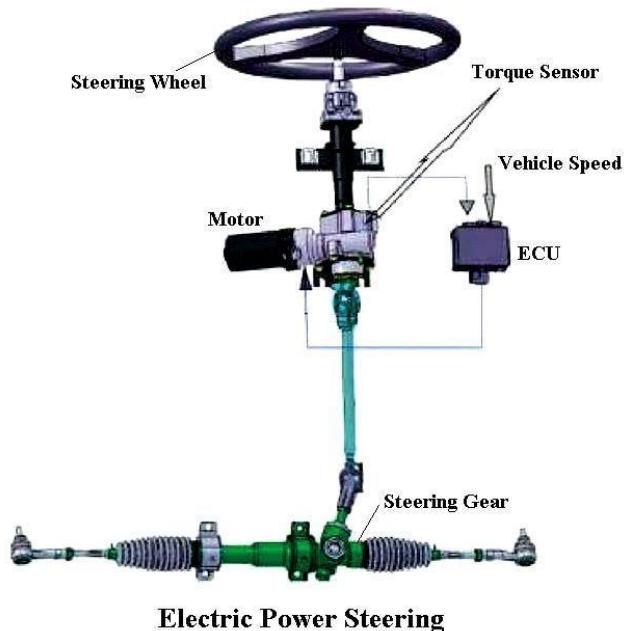
Sistem kemudi *rack and pinion* umumnya diterapkan pada mobil penumpang atau kendaraan berukuran kecil yang tidak membutuhkan gaya besar untuk memutar roda kemudi, sebagaimana ditunjukkan pada **Gambar 3**. Mekanisme ini terdiri dari roda gigi *pinion* yang terletak di ujung poros kemudi dan terhubung dengan batang *rack* yang memiliki gigi yang serasi dengan *pinion*, sehingga pergerakan putar kemudi dapat diubah menjadi gerak lurus roda kendaraan.

Gambar 3 Sistem Kemudi *Rack and Pinion*

2) Sistem Kemudi *Electric Power Steering* (EPS)

*Electric Power Steering* (EPS) merupakan salah satu tipe sistem kemudi yang digunakan pada kendaraan modern, sebagaimana ditunjukkan pada **Gambar 4**. EPS adalah sistem kemudi yang memanfaatkan motor listrik untuk memberikan bantuan tenaga saat pengemudi memutar kemudi sehingga kemudi terasa lebih ringan dan responsif. Keunggulan lain dari sistem EPS adalah tidak

diperlukannya perawatan berkala seperti pengisian atau pengecekan oli *power steering*, karena seluruh proses kerja dikendalikan secara elektronik melalui unit kontrol. Seluruh komponen dalam sistem EPS bekerja secara terintegrasi untuk memberikan kenyamanan serta keakuratan dalam pengendalian arah kendaraan (Rika Widanita, 2023a).



**Gambar 4 Sistem Kemudi *Electric Power Steering* (EPS)**

## 2. Suspensi

Sistem suspensi merupakan sistem yang dipasang di antara rangka kendaraan (*chassis*) dan roda, yang berfungsi menopang beban kendaraan sekaligus meredam getaran, guncangan, atau ketidaknyamanan akibat kondisi permukaan jalan yang bergelombang atau tidak rata, sebagaimana ditunjukkan pada **Gambar 5**. Sistem ini dirancang untuk meningkatkan kenyamanan selama berkendara, menjaga kestabilan kendaraan, serta meningkatkan daya cengkeram roda terhadap permukaan jalan guna mendukung pengendalian yang lebih optimal (Pengujian et al., 2021).



**Gambar 5 Sistem Suspensi**

### a. Jenis-Jenis Suspensi

- 1) Berdasarkan letaknya, suspensi dibedakan menjadi suspensi depan dan suspensi belakang.
- a) Suspensi Depan

Perbedaan utama antara suspensi bagian depan dan suspensi bagian belakang terletak pada kemampuan roda depan untuk berbelok, sebagaimana ditunjukkan pada **Gambar 6**. Ketika

kendaraan membelok di jalan dengan permukaan yang tidak rata, roda-roda akan menerima gaya dari permukaan jalan yang dapat memengaruhi kestabilan dan kenyamanan berkendara.



**Gambar 6 Suspensi Depan (Gillespie, 1992; Reimpell & Stoll, 2001).**

b) Suspensi Belakang

Pada umumnya, suspensi bagian belakang harus menanggung beban tambahan dari penumpang maupun barang bawaan, sebagaimana ditunjukkan pada **Gambar 7**. Kondisi ini menimbulkan tantangan tersendiri dalam menentukan tingkat kekakuan pegas yang ideal agar tetap mampu menjaga kenyamanan dan kestabilan kendaraan.



**Gambar 7 Suspensi Belakang (Gillespie, 1992; Reimpell & Stoll, 2001).**

2) Berdasarkan konstruksinya, sistem suspensi dapat digolongkan menjadi dua tipe:

1. Suspensi *Rigid*

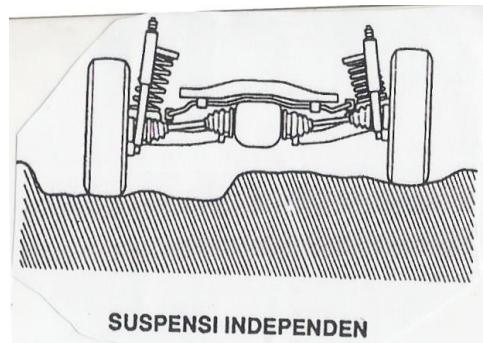
Suspensi rigid merupakan jenis suspensi di mana roda kanan dan kiri dihubungkan secara langsung melalui sebuah poros (*axle*) yang bersifat kaku, sebagaimana ditunjukkan pada **Gambar 8**. Pada sistem suspensi ini, ketika salah satu roda mengalami kenaikan akibat permukaan jalan yang tidak rata, maka gerakan tersebut akan diteruskan ke roda lainnya sehingga bodi kendaraan ikut terangkat dan dapat menyebabkan kendaraan menjadi kurang seimbang atau miring.



**Gambar 8 Suspensi *Rigid* (Gillespie, 1992; Setiawan, 2016).**

## 2. Suspensi Bebas (*Independent*)

Suspensi *independent* atau suspensi bebas merupakan sistem suspensi di mana roda kanan dan kiri dapat bergerak secara terpisah tanpa saling memengaruhi satu sama lain, sebagaimana ditunjukkan pada **Gambar 9**. Berbeda dengan sistem suspensi rigid, pada suspensi *independent* kedua roda tidak dihubungkan secara langsung melalui poros (*axle*), sehingga mampu meningkatkan kenyamanan berkendara, kestabilan kendaraan, serta kemampuan roda dalam mengikuti kontur permukaan jalan.

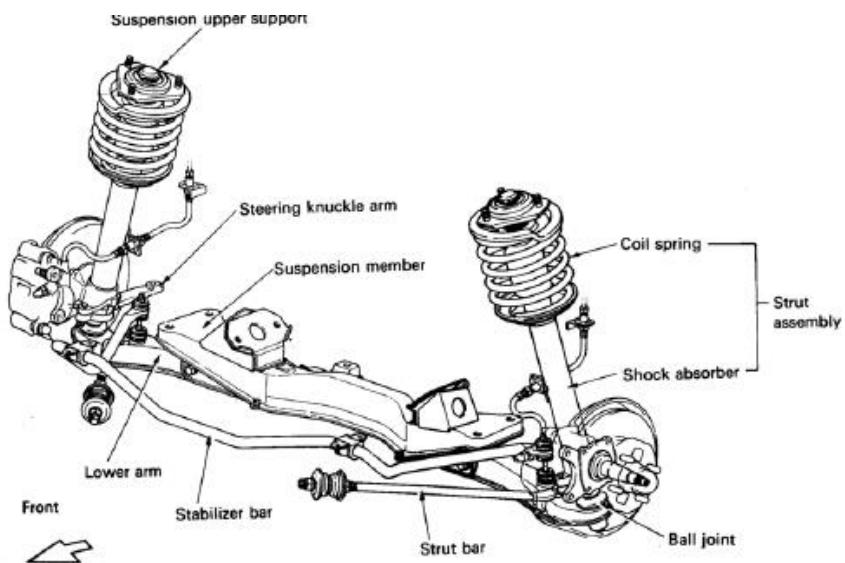


**Gambar 9 Suspensi *Independen* (Gillespie, 1992; Reimpell & Stoll, 2001).**

- Macam-macam suspensi tipe *independent*:

### a. Tipe *Macpherson*

Suspensi *independent* tipe **MacPherson strut** banyak diterapkan pada roda depan kendaraan penumpang kecil hingga menengah, sebagaimana ditunjukkan pada **Gambar 10**. Sistem suspensi ini memiliki desain yang relatif sederhana karena menggabungkan pegas, peredam kejut, dan *strut* dalam satu unit, sehingga memberikan keunggulan berupa ruang mesin yang lebih luas, bobot yang lebih ringan, serta kemudahan dalam proses perawatan dan servis kendaraan.

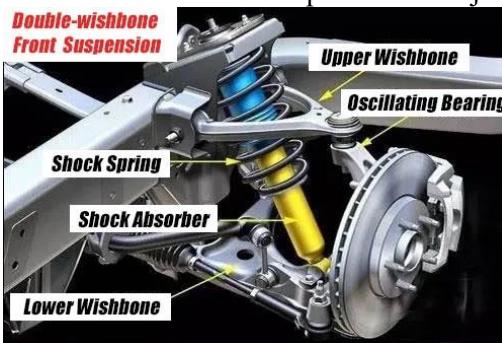


**Gambar 10 Suspensi *Macpherson* Tipe *Strut* (Gillespie, 1992; Reimpell & Stoll, 2001).**

### b. Tipe *Double Wishbone* Dengan Pegas Ulir

Suspensi *independent* tipe **double wishbone** sering diaplikasikan pada roda depan mobil penumpang dan truk ringan, sebagaimana ditunjukkan pada **Gambar 11**. Pada sistem ini, roda dihubungkan ke bodi kendaraan melalui dua lengan suspensi, yaitu lengan atas (*upper arm*) dan lengan bawah (*lower arm*). Pegas ulir (*coil spring*) dan *shock absorber* dipasang di antara kedua

lengan tersebut serta terhubung dengan *steering knuckle* dan rangka kendaraan (*frame*), sehingga mampu memberikan kestabilan yang baik, kontrol roda yang lebih presisi, serta karakteristik suspensi yang lebih optimal saat kendaraan berbelok maupun melintasi jalan tidak rata.



**Gambar 11 Suspensi Tipe Double Wishbone Dengan Pegas Ulir (Gillespie, 1992; Reimpell & Stoll, 2001).**

## METODE PENELITIAN

### 1. Metode Penelitian Yang Digunakan

Pembuatan rancang bagun sistem kemudi *rack and pinion* dan suspensi *independent double wishbone* mobil listrik merupakan jenis penelitian kuantitatif dengan jenis metode penelitian *Research and Development* (R&D). Penelitian kuantitatif merupakan salah satu pendekatan penelitian yang menggunakan data dalam bentuk angka untuk menjawab pertanyaan penelitian. Penelitian kuantitatif sering digunakan untuk mempelajari hubungan antar variabel, mengukur frekuensi, atau mengidentifikasi pola dalam populasi tertentu.(Waruwu et al., 2025).

### 2. Alat dan Bahan Yang Digunakan

Pembuatan sistem kemudi *rack and pinion* dan suspensi *independent double wisbone* pada mobil listrik ini diperlukan alat dan bahan. Tabel 3.3 merupakan alat dan tabel 3.4 merupakan bahan yang digunakan dalam pembuatan sistem kemudi *rack and pinion* dan suspensi *independent double wishbone* pada mobil listrik.

**Tabel 3.3 Alat Yang Digunakan**

No	Alat	Spesifikasi
1.	Mesin las	Multipro 450 Watt 120 Ampere
2.	Mesin bor	<i>Mollar Electric Drill</i>
3.	Gerinda tangan	Ryu RSG 100 - 3
4.	Obeng	Obeng plus dan obeng min
5.	Meteran	5 Meter
6.	Palu terak	<i>Chipping</i> per las 3
7.	Palu/Martil	Palu Konde Gagang Besi
8.	Sikat Kawat	Sikat Kawat Baja Kasar 6 Baris
9.	Sarung Tangan las	Sarung tangan las kulit Kombinasi
10.	Kacamata Las	Kacamata Las Buka Tutup Haston
11.	Mata gerinda potong	Ukuran 4 Inch
12.	Mata gerinda halus	Ukuran 4 Inch
13.	Mata grinda amplas	Ukuran 4 Inch grit 60
14.	Magnet segitiga	Haston
15.	Tang	Tang kombinasi
16.	Kunci kombinasi	1 set full
17.	Kunci Shock	1 set full
18.	Kunci L Segi 6	Ukuran 4 mm

19.	<i>Spray gun</i>	<i>Spray gun</i>
20.	Kompresor angin	Kompresor
21.	Air gun	Air gun
22.	Sepidot Putih	<i>Snowman White</i>
23.	<i>Vernier Caliper</i>	Skala 0,02 mm
24.	Ragum	Ukuran 6 Inch
25.	Mistar Baja	30 cm

Tabel 3.4 Bahan Yang Dibutuhkan

No	Bahan	Spesifikasi
1.	Besi Pipa	Ukuran $\frac{3}{4}$ dan 1 Inch
2.	Besi Siku	Ukuran 4x4 Inch/4,5 mm
3.	Besi As	12 mm
4.	Besi Plat	2 mm, 3 mm dan 4,5 mm
5.	<i>Knuckel Arm</i>	Buggy atau go-kart 1 set kiri dan kanan
6.	Roda Kemudi	Sparco
7.	<i>Tie rod (Ball Joint)</i>	Buggy atau go-kart
8.	<i>Rack and Pinion/Rack Steer</i>	Suzuki Futura
9.	<i>Inner Tie Rod</i> dan <i>Outer Tie Rod</i>	Suzuki Karimun
10.	Sepatu rem Tromol	Suzuki Carry
11.	<i>Bosh Arm</i>	Kharisma/Supra-x 125
12.	<i>Shock Absorber</i>	Kharisma/Supra-x 125
13.	Setir Kemudi	Sparco
14.	<i>Universal Joint Gigi Mundur</i>	Motor Roda 3 Viar
15.	<i>Bearing</i>	ASB UCP 205
16.	<i>Bearing</i>	Koyo 6006 RS
17.	Baut dan Mur	Ukuran 8, 10, 14 dan 17 mm
18.	Kayu	Segitiga dan Persegi Panjang
19.	Besi Hollow	Spindo 40 X 40 X 0.70mm
20.	Paku Payung	Ukuran 5 cm
21.	<i>Rack Boot</i>	Suzuki Karimun
22.	Cat	Cat Hitam 1 kg
23.	Dempul	Senpolac kcl
24.	Amplas	Kasar (200) dan Halus (400)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Hasil

Kesulitan pada saat proses pengelasan secara visual kualitas pengelasan kurang memuaskan karena ada yang berlubang, untuk mengatasi masalah tersebut harus dilakukan proses perbaikan dan finishing yang cukup banyak dengan proses penggerindaan, pendempulan lalu pengecatan epoxy untuk menutupi retakan dan lubang-lubang tersebut.

Hasil akhir pembuatan sistem kemudi *rack and pinion* dan suspensi *independent double wishbone* pada mobil listrik dapat dilihat pada **Gambar 12**. Pada gambar tersebut terlihat bahwa sistem kemudi *rack and pinion* telah terpasang pada bagian depan rangka kendaraan dan terhubung langsung dengan roda depan melalui *tie rod*, sehingga mampu memberikan respons kemudi yang cepat dan presisi. Sementara itu, sistem suspensi *independent double wishbone* terdiri dari lengan atas (*upper arm*) dan lengan bawah (*lower arm*) yang menopang roda secara independen, dilengkapi dengan pegas ulir dan *shock absorber* untuk meredam getaran serta menjaga kestabilan kendaraan. Kombinasi kedua sistem ini dirancang untuk meningkatkan kenyamanan berkendara, kestabilan saat bermanuver, serta pengendalian kendaraan yang lebih optimal pada mobil listrik.



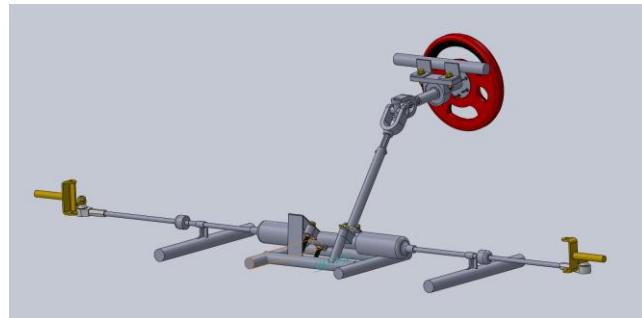
**Gambar 12 Hasil Akhir Pembuatan Sistem Kemudi *Rack and Pinion* dan Suspensi *Independent Double Wishbone* Mobil Listrik**

## 2. Hasil Penentuan

Hasil penentuan sistem kemudi dan suspensi ini berupa desain, mekanisme, material dan dimensi untuk referensi yang akan di aplikasikan menggunakan *software solidworks* tahun 2016.

### a. Desian Sistem Kemudi

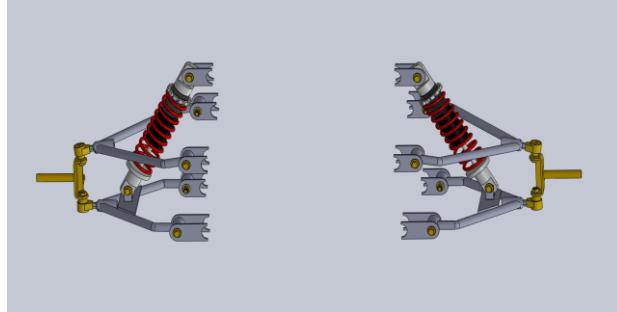
Desain sistem kemudi yang digunakan pada kendaraan ini ditunjukkan pada **Gambar 13**. Sistem kemudi dirancang menggunakan mekanisme *rack and pinion* yang dipasang pada bagian depan rangka kendaraan dan terhubung langsung dengan roda depan melalui *tie rod*. Desain ini dipilih karena memiliki konstruksi yang sederhana, respons kemudi yang cepat, serta tingkat akurasi pengendalian yang baik. Selain itu, posisi pemasangan komponen kemudi disesuaikan dengan tata letak rangka kendaraan untuk memastikan sudut belok roda yang optimal serta meminimalkan gaya yang dibutuhkan pengemudi dalam mengendalikan arah kendaraan. Desain sistem kemudi ini juga mempertimbangkan faktor keselamatan dan kenyamanan pengemudi selama pengoperasian kendaraan.



**Gambar 13 Desain Sistem Kemudi**

### b. Desian Sistem Suspensi Depan

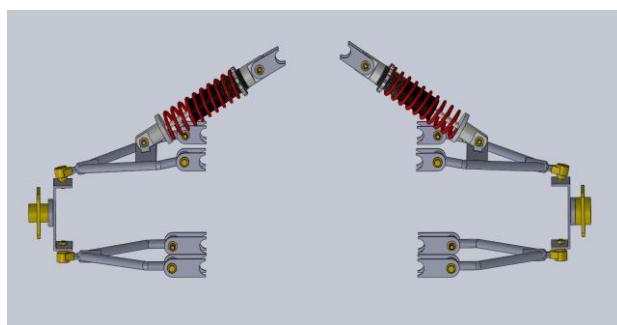
Desain sistem suspensi depan yang digunakan pada kendaraan ini ditunjukkan pada **Gambar 14**. Sistem suspensi depan dirancang menggunakan tipe *independent double wishbone* yang terdiri dari lengan atas (*upper arm*) dan lengan bawah (*lower arm*) yang menghubungkan roda dengan rangka kendaraan. Pada desain ini, pegas ulir (*coil spring*) dan *shock absorber* dipasang di antara lengan suspensi dan rangka kendaraan untuk meredam getaran serta guncangan akibat kondisi jalan yang tidak rata. Desain suspensi depan ini bertujuan untuk meningkatkan kestabilan kendaraan saat bermanuver, menjaga kontak roda dengan permukaan jalan, serta memberikan kenyamanan berkendara yang lebih baik, khususnya pada kendaraan listrik.



**Gambar 14 Desain Sistem Suspensi Depan**

#### c. Desain Sistem Suspensi Belakang

Desain sistem suspensi belakang pada kendaraan ini ditunjukkan pada **Gambar 15**. Sistem suspensi belakang dirancang untuk menahan beban kendaraan serta beban tambahan dari penumpang dan komponen kendaraan lainnya. Pada desain ini digunakan sistem suspensi yang mampu menjaga kestabilan kendaraan dan kenyamanan berkendara, dengan pegas dan *shock absorber* yang dipasang pada rangka kendaraan serta terhubung dengan roda belakang. Penempatan dan konfigurasi komponen suspensi belakang dirancang agar mampu meredam getaran secara efektif, menjaga keseimbangan kendaraan, serta mendukung performa kendaraan listrik selama pengoperasian.



**Gambar 15 Desain Sistem Suspensi Belakang**

### KESIMPULAN

Setelah proses pembuatan, pengecatan dan perakitan komponen pada sistem kemudi dan suspensi pada mobil listrik sampai pembuatan laporan tugas akhir dengan judul Rancang Bangun Sistem Kemudi *Rack and Pinion* dan Suspensi *Independent Double Wishbone* Mobil Listrik, diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Proses perakitan untuk komponen-komponen sistem kemudi tidak ada kendala berarti saat menyatukan antara komponen satu dengan komponen yang lainnya. Hasil dari perakitan sistem kemudi sama dengan gambar tekniknya dengan panjang 1.700 mm, lebar 660 mm dan tinggi 610 mm dilampirkan pada lampiran.
2. Proses perakitan untuk komponen-komponen sistem suspensi tidak ada kendala berarti saat menyatukan antara komponen satu dengan komponen yang lainnya. Hasil dari perakitan sistem suspensi depan dan belakang sama dengan gambar tekniknya dengan panjang total 1.700 mm, lebar total 240 mm, tinggi total 550 mm. Sedangkan panjang normal 500 mm, lebar 240 mm dan tinggi 370 mm dilampirkan pada lampiran.

### DAFTAR PUSTAKA

- Ananda muhammad tri utama. (2022). *Perancangan dan pembuatan sistem kemudi konvensional pada kendaraan prototype diesel*. 9, 356–363.
- Cahyo, S Singgih Danu Fauzi, F. A. H. S. (2023). *Rancang Bangun Sistem Kemudi Prototipe Mobil Listrik*. <http://repository.unpkediri.ac.id/10652/10> <http://repository.unpkediri.ac.id/10652/1/1/RAMA>

[www.publikasiilmiah.unwahas.ac.id](http://www.publikasiilmiah.unwahas.ac.id)

\_21201\_19.1.03.01.0083.pdf

- Dumatubun, H., Salo, R., & Sikombong, Y. (2022). Rancang Bangun Simulator Sistem Kemudi Pada Mobil Suzuki Carry Pick Up. *Jurnal Teknik AMATA*, 3(1), 27–31. <https://doi.org/10.55334/jtam.v3i1.237>
- Gillespie, T. D. (1992). *Fundamentals of Vehicle Dynamics*. Warrendale, PA: Society of Automotive Engineers (SAE).
- Medan, P. (2022). *RANCANG BANGTUN MOBiL LISTRIK MINI BERBASIS BRUSHLESS DIRECT CURRENT DI UNIVERSTAS PEMBANGUNAN PANCA BUDI MEDAN*.
- Pengujian, P. D. A. N., Komponen, M., & Depan, S. (2021). *Pembuatan, penerapan dan pengujian mekanisme komponen suspensi depan mobil listrik kmli*.
- Rika Widianita, D. (2023a). MENGANALISA KERUSAKAN PADA SISTEM KEMUDI ELEKTRIK DI HONDA CR-V TAHUN 2018. *AT-TAWASSUTH: Jurnal Ekonomi Islam*, VIII(I), 1–19.
- Setiawan, A. (2016). *Analisis Sistem Suspensi Kendaraan untuk Meningkatkan Kenyamanan dan Stabilitas Berkendara*. Institut Teknologi Nasional (ITENAS).
- Sugiyono. (2020). *Metodologi Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R & D*.
- Syamsudin, A. (2025). *SOLIDWORKS Pengertian, sejarah dan perkembangan*. January.
- Technology, P. (2024). *Jurnal PROTEMAN Professional Technology and Manufacturing*. 1(1), 30–40.
- Waruwu, M., Pu`at, S. N., Utami, P. R., Yanti, E., & Rusydiana, M. (2025). Metode Penelitian Kuantitatif: Konsep, Jenis, Tahapan dan Kelebihan. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 10(1), 917–932. <https://doi.org/10.29303/jipp.v10i1.3057>  
[https://www.youtube.com/watch?v=QX8jPhFBD\\_o](https://www.youtube.com/watch?v=QX8jPhFBD_o)