

**RANCANG BANGUN SISTEM KEMUDI PROTOTIPE
MOBIL LISTRIK**

SKRIPSI

Diajukan Untuk Penulisan Skripsi Guna Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (S.T.)
Pada Program Studi Teknik Mesin Universitas Nusantara PGRI Kediri



Oleh :

SINGGIH DANU CAHYO

NPM: 19.1.03.01.0083

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NUSANTARA PGRI KEDIRI

2023

Skripsi Oleh :
SINGGIH DANU CAHYO

NPM: 19.1.03.01.0083

Judul:

RANCANG BANGUN SISTEM KEMUDI PROTOTIPE MOBIL LISTRIK

Telah Disetujui Untuk Diajukan/Kepada Panitia
Ujian/Sidang Skripsi Program Studi Teknik Mesin
Fakultas Teknik Universitas Nusantara PGRI Kediri
Tanggal : 14 Juli 2023

Dosen Pembimbing 1

Dosen Pembimbing 2

Ah. Sulhan Fauzi, M.Si

NIDN : 0703117603

YasintaSindy Pramasti, M.Pd

NIDN : 0705089001

Skripsi oleh :
SINGGIH DANU CAHYO

NPM : 19.1.03.01.0083

Judul :
RANCANG BANGUN SISTEM KEMUDI PROTOTIPE MOBIL LISTRIK

Telah Dipertahankan di Depan Panitia Ujian/Sidang Skripsi
Program Studi Teknik Mesin UNP Kediri
Pada Tanggal: 17 Juli 2023

Dan Dinyatakan telah Memenuhi Persyaratan

Panitia Penguji :

- | | | |
|---------------|---------------------------------|-------|
| 1. Ketua | : Ah Sulhan Fauzi, M.Si | _____ |
| 2. Penguji I | : Ali Akbar, M.T | _____ |
| 3. Penguji II | : Yasinta Sindy Ppramesti, M.Pd | _____ |

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik

Dr. Suryo Widodo, M. Pd

NIP. 19640202 1991031002

PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini saya,

Nama : Singgih Danu Cahyo
Jenis Kelamin : Laki-laki
Tempat/tgl lahir : Malang/ 22 September 1999
NPM : 19.1.03.01.0083
Fak/Prodi : TEKNIK/TEKNIK MESIN

Menyatakan dengan sebenarnya, bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya tulis atau pendapat yang pernah diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara sengaja dan tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Kediri, 07 Juli 2023

Yang Menyatakan

SINGGIH DANU CAHYO

NPM: 19.1.03.01.0083

MOTTO

Hiduplah sesuai keinginan anda dan sesekali lihatlah yang jauh di atas kita
agar kalian mempunyai perubahan dalam kehidupan.

(Singgih Danu Cahyo)

Akan ku rindukan nasi pecel pak met

Nasi pecel deman dan warungnya

Akan ku ridukan juga dosen-dosen,

teman-teman seperjuangan teknik mesin,

Dan kenangan-kenangan yang telah saya buat di

Universitas Nusantara PGRI Kediri

ABSTRAK

Singgih Danu Cahyo : Rancang Bangun Sistem Kemudi Prototipe Mobil Listrik Skripsi, Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Nusantara PGRI Kediri, 2023.

Perkembangan kendaraan otomotif di Indonesia dari tahun ke tahun selalu mengalami kemajuan seiring dengan meningkatnya jumlah pembelian atau penggunaan sepeda motor maupun mobil. Saat ini harga BBM semakin mahal dan cadangannya menjadi sangat terbatas serta sulit dikendalikan untuk masa yang akan datang. Hal ini memicu pengembangan penggunaan energi listrik dalam sistem transportasi sebagai pengganti bahan bakar fosil, sebab energi listrik mudah dibangkitkan dari berbagai macam sumber termasuk dari sumber-sumber energi terbarukan seperti contoh dengan menggunakan tenaga panas matahari yang dikonversikan ketenaga listrik. Dalam perancangan sistem kemudi prototipe mobil listrik tersendiri akan menggabungkan *tie rod* dan *ball joint* di mana pada saat belok steering wheel dan roda juga akan ikut belok. Mobil Listrik ini memiliki desain sistem kemudi mirip dengan mobil f1 yang mana steering wheel nya menggunakan pipa besi berbentuk T yang dilengkapi dengan tombol *on/off*, pengereman dan handel gas serta komponen pendukung lainnya seperti *tie rod*, *ball joint*, *bracket shaft*, dan penghubung *shaft*.

Dari hasil pengujian diketahui bahwa performa dari sistem kemudi manual bekerja dengan baik. Batang kemudi dan steer ketika diputar tidak ada kekocakan pada sambungan antara batang kemudi dengan plat, sehingga steer dapat diputar dengan ringan dan mudah. Disamping itu sistem kemudi manual ini menghasilkan sudut belok maksimal 20°. Pada uji coba 10° radius belok, pada percobaan pertama mendapatkan radius belok sejauh 13m dan percobaan kedua mendapatkan radius belok sejauh 14,3m. Simulasi buckling tie rod untuk tingkat *strees* nya mendapatkan hasil min 3,861 N/m² dan max 93.559.072,000 N/m². Pada simulasi *Displacement* mendapatkan hasil min 0,000 mm dan max 1,500 mm. Dengan demikian sistem kemudi dapat mendukung kinerja pada mobil listrik tersebut.

Kata Kunci : Bahan Bakar, Mobil Listrik, Sistem Kemudi, *Tie Rod*

ABSTRACT

Singgih Danu Cahyo: *Design and Build of an Electric Car Prototype Steering System*

Thesis, Mechanical Engineering Study Program, Faculty of Engineering, Nusantara University PGRI Kediri, 2023.

The development of automotive vehicles in Indonesia from year to year continues to progress along with the increasing number of purchases or use of motorcycles and cars. Currently, the price of fuel is getting more expensive and its reserves are very limited and difficult to control for the future. This triggers the development of the use of electrical energy in the transportation system as a substitute for fossil fuels, because electricity is easily generated from a variety of sources, including from renewable energy sources, for example by using solar thermal energy that is converted to electric power. In designing a separate electric car prototype steering system, it will combine tie rods and ball joints where when turning the steering wheel and the wheels will also turn. This electric car has a steering system design similar to an f1 car where the steering wheel uses a T-shaped iron pipe which is equipped with on/off buttons, braking and gas handles as well as other supporting components such as tie rods, ball joints, bracket shafts and connecting shafts.

From the test results it is known that the performance of the manual steering system works well. When the steering rod and steer are rotated there is no commotion in the connection between the steering rod and the plate, so that the steering wheel can be rotated easily and easily. Besides that, this manual steering system produces a maximum turning angle of 20°. In the 10° turning radius trial, the first experiment obtained a 13m turning radius and the second experiment obtained a 14.3m turning radius. The buckling tie rod simulation for the stress level yields min 3.861 N/m² and max 93,559,072,000 N/m². In the Displacement1 simulation, the results are min 0.000 mm and max 1.500 mm. Thus the steering system can support the performance of the electric car.

Keywords: *Fuel, Electric Car, Steering System, Tie Rod*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT atas berkat, rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul “**Rancang Bangun Sistem Kemudi Prototipe Mobil Listrik**” dapat diselesaikan dengan baik. Penulis menyadari dalam proses penulisan skripsi ini banyak mengalami kendala, berkat bantuan, bimbingan dan kerjasama dari berbagai pihak dan berkah daro Allah SWT sehingga kendala yang dihadapi dapat diatasi.

Penulisan skripsi ini di susun sebagai syarat untuk memperoleh Gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Mesin Universitas Nusantara PGRI Kediri .

Penulis menyadari dalam proses penulisan skripsi bisa selesai dengan baik berkat bimbingan dan motivasi dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada orang-orang yang sangat berperan dalam penyelesaian skripsi ini, kepada yang terhormat:

1. Dr. Zainal Afandi, M.Pd. Selaku Rektor Universitas Nusantara PGRI Kediri yang selalu memberikan motivasi dan dorongan kepada mahasiswanya.
2. Dr. Suryo Widodo, M.Pd. Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Nusantara PGRI Kediri yang telah memberikan kesempatan dalam proses penyelesaian skripsi ini kepada mahasiswa Fakultas Teknik khususnya kepada mahasiswa Jurusan Teknik Mesin.
3. Hesti Istiqlaliyah S.T., M.Eng. Selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Uuniversitas Nusantara PGRI Kediri.
4. Ah. Sulhan Fauzi, M.Si. dan Yasinta Sindy Pramesti, M.Pd. Selaku Dosen pembimbing yang selalu memberikan ilmu pengetahuan, semangat , motivasi, sehingga penulisan skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
5. Segenap Bapak/Ibu Dosen Jurusan Teknik Mesin yang telah memberikan ilmunya dengan penuh kesabaran, Insya Allah penulis akan selalu mengamalkan apa yang Bapak/Ibu Dosen berikan selama ini.
6. Ucapan terima kasih juga di sampaikan kepada pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu persatu, yang telah banyak membantu menyelesaikan skripsi ini.

Disadari bahwa proposal ini masih banyak kekurangan, maka diharapkan tegur, sapa kritik dan saran saran, dari berbagai pihak sangat diharapkan.

Kediri, 19 Juni 2023

SINGGIH DANU CAHYO

NPM: 19.1.03.01.0083

DAFTAR ISI

| | |
|--|------|
| MOTTO | v |
| ABSTRAK | vi |
| ABSTRACT | vii |
| KATA PENGANTAR | viii |
| DAFTAR ISI | x |
| DAFTAR GAMBAR | xii |
| DAFTAR TABEL | xiii |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| A. Latar Belakang | 1 |
| B. Batasan Masalah | 2 |
| C. Rumusan Masalah | 2 |
| D. Tujuan Perancangan | 3 |
| E. Manfaat Perancangan | 3 |
| BAB II KAJIAN PUSTAKA | 4 |
| A. Kajian Penelitian Terdahulu | 4 |
| B. Kajian Teori | 6 |
| C. Kerangka Berfikir | 16 |
| BAB III METODOLOGI PENELITIAN | 17 |
| A. Pendekatan Perancangan | 17 |
| B. Prosedur Perancangan | 17 |
| C. Desain Perancangan | 20 |
| D. Tempat dan Waktu Perancangan | 23 |
| E. Metode Uji Coba Produk | 25 |
| F. Metode Validasi Produk | 25 |
| BAB IV HASIL PERANCANGAN DAN PEMBAHASAN..... | 27 |
| A. Spesifikasi Produk | 27 |
| B. Fungsi dan Cara Kerja | 28 |
| C. Hasil Uji Coba Produk | 28 |
| D. Hasil Validasi | 39 |
| E. Keunggulan dan Kelemahan Produk | 43 |
| BAB V PENUTUP | 44 |

| | |
|----------------------|----|
| A. Kesimpulan | 44 |
| B. Saran | 44 |
| DAFTAR PUSTAKA | 46 |
| LAMPIRAN | 48 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| Gambar 2.1 Desain sistem kemudi mobil listrik garuda unesa (Garnesa) | 6 |
| Gambar 2.2 Sudut Belok | 8 |
| Gambar 2.3 Grafik Hasil Simulasi <i>Buckling Tie Rod</i> | 12 |
| Gambar 2.4 Tampak atas dari ban dan pengukuran <i>slip angle</i> ban | 12 |
| Gambar 2.5 <i>Slip angle</i> terhadap koefisien <i>rolling resistance</i> | 13 |
| Gambar 2.6 Kerangka Berfikir | 16 |
| Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> Prosedur Perancangan | 18 |
| Gambar 3.2 Mobil Listrik Prototipe | 20 |
| Gambar 3.3 Desain sistem kemudi | 21 |
| Gambar 3.4 Sistem Kemudi Mobil Listrik Prototipe tampak samping | 22 |
| Gambar 3.5 Sistem Kemudi Mobil Listrik Prototipe tampak atas | 22 |
| Gambar 3.6 Sistem Kemudi Mobil Listrik Prototipe tampak depan | 22 |
| Gambar 4.1 Spesifikasi dan Dimensi Sistem Kemudi | 27 |
| Gambar 4.2 Uji coba belokan dengan radius 10° | 32 |
| Gambar 4.3 Uji coba belokan dengan radius 15° | 33 |
| Gambar 4.4 Uji coba belokan dengan radius 20° | 34 |
| Gambar 4.5 Analisis <i>Stress</i> pada <i>Buckling Tie Rod</i> | 35 |
| Gambar 4.6 Analisis <i>Displacement</i> pada <i>Buckling Tie Rod</i> | 36 |
| Gambar 4.7 Analisis <i>Strain</i> pada <i>Buckling Tie Rod</i> | 37 |
| Gambar 4.8 Analisis <i>Factor of Safety</i> pada <i>Buckling Tie Rod</i> | 39 |

DAFTAR TABEL

| | |
|--|----|
| Tabel 2.1 Hasil Simulasi <i>Buckling Tie Rod</i> | 10 |
| Tabel 3.1 Spesifikasi dan Dimensi Sistem Kemudi | 21 |
| Tabel 3.2 Jadwal Penelitian | 23 |
| Tabel 3.3 Data Teori dan Percobaan Radius dan Belokan Roda | 24 |
| Tabel 4.1 Data Teori dan Percobaan Radius 10° dan Belokan Roda | 29 |
| Tabel 4.2 Data Teori dan Percobaan Radius 15° dan Belokan Roda | 30 |
| Tabel 4.3 Data Teori dan Percobaan Radius 20° dan Belokan Roda | 31 |
| Tabel 4.4 Data Hasil Analisis <i>Stress</i> | 35 |
| Tabel 4.5 Ddata Hasil Analisis <i>Displacement</i> | 36 |
| Tabel 4.6 Data Hasil Analisis <i>Strain</i> | 37 |
| Tabel 4.7 Data Hasil Analisis <i>Factor of Safety</i> | 39 |

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kendaraan otomotif di Indonesia dari tahun ke tahun selalu mengalami kemajuan seiring dengan meningkatnya jumlah pembelian atau penggunaan sepeda motor maupun mobil. Saat ini harga Bahan Bakar Subsidi tergolong mahal dan untuk cadangannya terbatas serta sulit untuk diperbarui pada waktu mendatang. Terdapat isu lingkungan yang mungkin menjadi perhatian global pada masa datang sebagaimana tertuang dalam jurnal (EfSD) (Suyono, 2013). Berkembangnya penggunaan energi listrik pada sistem transportasi sebagai pengganti bahan bakar fosil, karena listrik mudah dihasilkan dari berbagai macam sumber, termasuk dari sumber energi yang dapat diperbarui, misalnya menggunakan energi panas matahari yang diubah menjadi energi listrik. Penerapan dan pembuatan mobil listrik akan mengurangi dampak dari polusi udara karena mobil listrik tidak mengeluarkan gas buang dan juga memberikan ide baru untuk transportasi masa yang akan datang dimana bahan bakar pada mobil bensin dan solar akan habis dan berkurang (Artika et al., 2017).

Mobil listrik merupakan mobil yang bergerak menggunakan motor listrik yang bersumber dari energi listrik yang tersimpan di dalam baterai. Mobil listrik ini tidak mengeluarkan gas buang yang menjadi penyebab polusi udara. Namun, mobil listrik ini memiliki kendala jarak tempuh yang pendek karena disebabkan oleh kapasitas baterai yang terbatas sehingga membutuhkan waktu untuk isi ulang baterai tersebut (Rizki et al., 2019). Mobil listrik mempunyai dua sistem utama, yaitu mekanik dan elektronik. Sistem mekanik merupakan sistem yang berhubungan dengan sistem akselerator, sasis, dan sistem kemudi. Sistem elektronik merupakan sistem yang berhubungan mengenai motor listrik, sensor pemantau, pengisian pada mobil listrik dan pengukuran kecepatan (Artika et al., 2017).

Dunia otomotif yang berkembang cepat menuntut para ilmuwan untuk meningkatkan performa dari segala aspek seperti stabilitas, kenyamanan, dan keamanan. Komponen yang paling penting dalam perancangan kendaraan untuk

mempengaruhi gerak kemudi terhadap input roda disebut sistem kemudi. Untuk itu diperlukan perancangan sistem kemudi yang aman dan nyaman guna menunjang kesempurnaan kendaraan itu sendiri (Fajar, 2015).

Perancangan kali ini menggunakan sistem kemudi *tie rod* sederhana untuk menyempurnakan desain sistem kemudi mobil listrik dengan memvariasikan tiga variasi jarak sumbu roda yaitu 1200 mm, 1300 mm, dan 1400 mm serta material *tie rod alloy steel* dan *plain carbon steel*. Sistem kemudi ini, terdapat pengaruh yang paling berbahaya untuk pengemudi jika komponen sistem kemudi terjadi kegagalan sehingga bisa berakibat kecelakaan (Rahim et al., 2022).

Untuk mendapatkan kontruksi sistem kemudi yang minimalis, nyaman, dan efisien saat di pakai berkendara, pada penelitian ini menggunakan sistem kemudi berbentuk huruf T yang dimana nanti dalam pembuatan sistem kemudi yang terbaru untuk tombol-tombol dan material lainnya jauh lebih lengkap dan bisa di gunakan dalam jangka panjang. Hal ini yang menjadi asal usul judul skripsi saya yaitu “**Rancang Bangun Sitem Kemudi Prototipe Mobil Listrik**”.

B. Batasan Masalah

Menghindari kesalahan penyusunan Skripsi ini, penulis hanya membahas perancangan sistem kemudi mobil listrik yang bertujuan agar proses penulisan sesuai dengan yang diharapkan. Oleh itu, penulis perlu membatasi masalah yang akan dibahas sebagai berikut:

1. Perancangan ini dibatasi dengan pembuatan desain sistem kemudi.
2. Perancangan sistem kemudi mobil listrik ini di batasi dengan perhitungan berapa derajat sudut belok dan analisis kekuatan *tie rod*.
3. Perancangan sistem kemudi mobil listrik ini di batasi dengan pengujian radius belok dengan variasi 10° , 15° , 20° .

C. Rumusan Masalah

Dari uraian latar belakan di atas, maka dapat tersusun rumusan masalahnya sebagai berikut:

1. Bagaimana desain kontruksi sistem kemudi pada mobil listik tersebut?
2. Bagaimana cara untuk mengetahui nilai derajat sudut belok dan analisis

kekuatan tie rod terhadap sistem kemudi prototipe mobil listrik?

3. Bagaimana cara pengujian radius belok dengan variasi 10° , 15° , 20° terhadap sistem kemudi prototipe mobil listrik?

D. Tujuan Perancangan

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah di atas, dapat diuraikan tujuan perancangan sebagai berikut:

1. Mengetahui desain pada konstruksi sistem kemudi pada mobil listrik tersebut.
2. Mengetahui nilai derajat sudut belok dan analisis kekuatan tie rod terhadap sistem kemudi prototipe mobil listrik.
3. Mengetahui hasil dari pengujian radius belok terhadap sistem kemudi prototipe mobil listrik.

E. Manfaat Perancangan

Perancangan ini diharapkan dapat memberikan manfaat:

1. Akademis
 - a. Mengembangkan inovasi dan ide-ide kreatif mahasiswa teknik mesin dalam membuat mobil listrik tipe prototipe.
 - b. Memberikan informasi inovasi terbaru khususnya Mahasiswa Teknik Mesin Universitas Nusantara PGRI Kediri dan instansi lainnya dalam berinovasi.
2. Praktisi
 - a. Diharapkan dengan adanya mobil listrik ini akan lebih mudah dalam memperkecil penggunaan bahan bakar fosil yang banyak.
 - b. Menjadikan mobil listrik masa depan yang khususnya dari segi harga sangat terjangkau, dibanding harga mobil konvensional.

DAFTAR PUSTAKA

- Didi Widya Utama, J. A. D. R. D. a. S. (2014). Perancangan Prototipe Kendaraan Listrik Beroda Tiga. 12(November), 144–152.
- Artika, K. D., Syahyuniar, R., & Priono, N. (2017). Perancangan Sistem Kemudi Manual Pada Mobil Listrik. *Jurnal Elemen*, 4(1), 01.
- Fajar, D. I. (2015). Analisa Sistem Kemudi Mobil Listrik Brajawahana Its Terhadap Konsdisi.
- Rahim, A., Sujana, I., & Kurniawan, E. (2022). Analisis Sistem Kemudi untuk Perbaikan Rancangan Mobil Listrik Kapuas I Fakultas Teknik UNTAN. 3(1), 1–10.
- Rizki, A., Sutisna, S. P., Sutoyo, E., Ibn, U., & Bogor, K. (2019). Sistem Pengendalian Kecepatan Mobil Listrik Otonom 1. 1(2), 36–44.
- Yusuf, M. R. (2013). PERANCANGAN BODY DAN KERANGKA PROTOTIPE MOBIL TENAGA SURYA Mochamad Ridwan Yusuf. 01.
- Setyono, B., & Setiawan, Y. (2015). Rancang Bangun Sistem Transmisi, Kemudi dan Pengereman Mobil Listrik “Semut Abang.” Seminar *Nasional Sains Dan Teknologi Terapan III 2015*, 89–96.
- Suyono, A. (2013). Rancang Bangun Sistem Kemudi Manual Pada Mobil Listrik Garuda Unesa. *Jurnal Teknik Mesin*, 187-195.
- Artika, K. D., Syahyuniar, R., & Priono, N. (2017). Perancangan Sistem Kemudi Manual Pada Mobil Listrik. *Elemen: Jurnal Teknik Mesin*, 4(1), 01-06.
- Azis, N., Pribadi, G., & Nurcahya, M. S. (2020). Analisa dan Perancangan Aplikasi Pembelajaran Bahasa Inggris Dasar Berbasis Android. *IKRA-ITH INFORMATIKA: Jurnal Komputer Dan Informatika*, 4(3), 1-5.
- Setiawan, Ricky, Didik Sugiyanto, and Asyari Dariyus. "Analisis Simulasi Kekuatan dan Pembuatan Rangka Kendaraan Sepeda Motor Listrik." *Jurnal Konversi Energi dan Manufaktur* 8.1 (2023): 58-66.
- Budiman, Febrian Arif, et al. "Analisis Tegangan von Mises dan Safety Factor pada Chassis Kendaraan Listrik Tipe In-Wheel." *Jurnal Rekayasa Mesin* 16.1 (2021): 100-108.
- Toteles, Aris. "Analisis Material Kontruksi Chasis Mobil Listrik Laksamana V2 Menggunakan Software Autodesk Inventor." *Machine: Jurnal Teknik Mesin*

7.1 (2021): 30-37.

Ellianto, Mario Sariski Dwi, and Yusuf Eko Nurcahyo. "Rancang bangun dan simulasi pembebanan statik pada sasis mobil hemat energi kategori prototype." *Jurnal Engine: Energi, Manufaktur, dan Material* 4.2 (2020): 53-58.

Isworo, Hajar, et al. "Analisis Displacement pada Chassis Mobil Listrik Wasaka." *Jurnal Elemen* 6.2 (2019): 94-104.

Firmansyah, Bayu Azis. "Perancangan Sistem Kemudi Tipe Rack And Pinion Pada Mobil Hemat Energi "Haizum"." (2020).