

Rancang Bangun Prototipe Mobil Listrik Berbasis Motor Listrik BLDC dengan Sistem Transmisi dan Suspensi Efisien

Duddy Arisandi ^{(1)*}, Abdul Tahir ⁽²⁾

^(1,2) Perbaikan dan Perawatan Mesin, Akademi Teknik Soroako, Soroako, Indonesia

Email: ^(1*)duddy@ ats-sorowako.ac.id, ⁽²⁾abdultahir0101@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini berfokus pada rancang bangun prototipe mobil listrik berbasis motor listrik BLDC dengan sistem transmisi dan suspensi yang efisien. Penelitian ini mendukung upaya transisi menuju transportasi ramah lingkungan yang berkelanjutan. Prototipe dirancang menggunakan rangka berbahan ringan namun kuat, sistem transmisi untuk mengoptimalkan penyaluran daya, serta suspensi yang memberikan kenyamanan dan stabilitas berkendara. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kendaraan dapat bergerak dengan stabil, mencapai kecepatan konstan, dan sistem transmisi serta suspensi bekerja secara optimal. Sistem transmisi mampu mentransfer daya secara efisien, sementara suspensi memberikan keseimbangan dan kenyamanan selama berkendara di berbagai kondisi medan. Kesimpulan dari penelitian ini adalah bahwa prototipe mobil listrik yang dirancang telah memenuhi standar dasar fungsional. Namun, untuk meningkatkan performa kendaraan, diperlukan optimasi pada desain mekanis, sistem penggerak, dan aspek aerodinamik. Penelitian ini diharapkan menjadi dasar bagi pengembangan kendaraan listrik berkelanjutan di Indonesia.

Kata kunci: Mobil, listrik, transmisi, suspensi, transportasi

ABSTRACT

This study focuses on the design and development of a prototype electric vehicle powered by a BLDC motor with an efficient transmission and suspension system. The research supports the transition towards sustainable and environmentally friendly transportation. The prototype was designed using a lightweight yet strong frame, a transmission system to optimize power delivery, and a suspension system that ensures comfort and stability during driving. Testing results indicate that the vehicle operates stably, achieves a constant speed, and that both the transmission and suspension systems function optimally. The transmission system efficiently transfers power, while the suspension ensures balance and comfort under various road conditions. The study concludes that the designed electric vehicle prototype meets basic functional standards. However, to further enhance vehicle performance, optimization of mechanical design, drivetrain systems, and aerodynamics is recommended. This research is expected to provide a foundation for sustainable electric vehicle development in Indonesia.

Keywords: *Electric, vehicle, transmission, suspension, transportation.*

Submit:
09.07.2024

Revised:
28.07.2024

Accepted:
15.08.2024

Available online:
31.10.2024

PENDAHULUAN

Mobil listrik pertama kali diperkenalkan oleh Robert Anderson pada abad ke-19 sebagai inovasi awal dalam dunia otomotif (Mesin et al., 1839). Namun, saat itu, harga bahan bakar fosil yang murah dan ketersediaannya yang melimpah membuat masyarakat lebih memilih motor berbahan bakar fosil daripada kendaraan listrik (Efendi, 2020). Situasi ini menyebabkan perkembangan mobil listrik terhambat hingga akhirnya muncul kebutuhan baru di era modern. Meningkatnya harga bahan bakar fosil, isu keterbatasan cadangan minyak bumi, dan perhatian global terhadap masalah lingkungan mendorong pengembangan mobil listrik kembali menjadi relevan (Hakim et al., 2022). Energi listrik, yang dapat diperoleh dari sumber daya terbarukan seperti tenaga surya, angin, dan air, menawarkan solusi alternatif yang lebih ramah lingkungan dibandingkan energi berbasis bahan bakar fosil (Adriana et al., 2017).

Komitmen pemerintah Indonesia untuk menurunkan emisi gas rumah kaca sebesar 26–41% pada tahun 2020, sebagaimana disampaikan pada COP 15 di Kopenhagen, memberikan dorongan besar terhadap upaya transisi energi ini (Hakim et al., 2022). Mobil listrik menjadi salah satu inovasi utama untuk mendukung komitmen ini, mengingat kendaraan berbasis listrik memiliki potensi signifikan untuk mengurangi polusi udara dan ketergantungan terhadap bahan bakar fosil. Namun, meskipun teknologi mobil listrik terus berkembang, tantangan besar masih dihadapi, seperti biaya produksi yang tinggi, keterbatasan infrastruktur pendukung, dan desain kendaraan yang harus memenuhi standar efisiensi dan kenyamanan (Isworo et al., 2019).

Pengembangan sistem transmisi dan suspensi yang efisien menjadi elemen penting dalam perancangan mobil listrik. Sistem transmisi, seperti CVT dan rantai sproket, memainkan peran vital dalam pengaturan torsi dan kecepatan kendaraan. Sistem ini memungkinkan mobil listrik untuk beradaptasi dengan berbagai kondisi jalan dan beban, yang sangat penting untuk meningkatkan performa dan kenyamanan berkendara (Subagio, 2011). Selain itu, pemilihan material untuk rangka mobil juga menjadi aspek penting yang harus diperhatikan. Material yang ringan namun kuat, seperti besi hollow dan plat besi, memberikan kontribusi besar dalam meningkatkan efisiensi energi kendaraan (Adriana et al., 2017). Kombinasi antara desain yang tepat dan pemilihan material yang optimal akan menghasilkan kendaraan yang tidak hanya efisien tetapi juga ekonomis dan kompetitif di pasar.

Sistem suspensi pada mobil listrik juga tidak kalah pentingnya, karena berfungsi untuk meningkatkan stabilitas, kenyamanan, dan keselamatan kendaraan (Purboputro et al., 2018). Komponen seperti pegas dan peredam kejut (shock absorber) dirancang untuk menyerap getaran dari permukaan jalan, sehingga memberikan pengalaman berkendara yang lebih halus dan nyaman. Selain itu, motor BLDC (Brushless Direct Current) merupakan pilihan utama untuk kendaraan listrik karena efisiensinya yang tinggi, umur pakai yang panjang, dan kebutuhan perawatan yang minim (Adam et al., 2022). Motor ini memungkinkan mobil listrik untuk mengubah energi listrik menjadi mekanik secara lebih efisien dibandingkan motor konvensional, sehingga dapat meningkatkan daya tahan baterai dan mengurangi biaya operasional.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang prototipe mobil listrik yang mengintegrasikan berbagai komponen penting, seperti sistem transmisi, suspensi, rangka, dan motor BLDC, ke dalam desain kendaraan yang efisien dan ramah lingkungan. Dengan penelitian ini, diharapkan dapat dihasilkan kendaraan yang mampu menjawab kebutuhan transportasi modern, khususnya dalam menghadapi tantangan global terkait perubahan iklim dan keberlanjutan energi. Selain itu, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata terhadap pengembangan teknologi otomotif di Indonesia, mendukung terciptanya kendaraan listrik lokal yang kompetitif, serta mengurangi ketergantungan terhadap impor teknologi otomotif.

Ruang lingkup penelitian mencakup analisis teknis, desain, dan pengembangan prototipe mobil listrik. Penelitian ini akan mengeksplorasi berbagai aspek penting, seperti pemilihan sistem transmisi yang efisien, pemilihan material rangka yang kuat namun ringan, serta integrasi teknologi motor BLDC untuk mendukung performa kendaraan secara keseluruhan. Hasil penelitian ini

diharapkan dapat memberikan panduan teknis untuk pengembangan kendaraan listrik yang lebih baik di masa depan.

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini mencakup tiga aspek utama: (1) bagaimana merancang dan membangun sistem transmisi serta suspensi yang efisien untuk mendukung performa mobil listrik; (2) bagaimana memilih material yang optimal untuk rangka mobil listrik yang mampu memberikan kekuatan sekaligus efisiensi energi; dan (3) bagaimana mengintegrasikan motor BLDC untuk meningkatkan efisiensi daya serta kinerja kendaraan. Penelitian ini juga diawali dengan hipotesis bahwa desain prototipe mobil listrik yang mengintegrasikan teknologi transmisi efisien, motor BLDC, dan rangka berbahan ringan akan menghasilkan kendaraan yang memiliki efisiensi daya tinggi, ramah lingkungan, dan sesuai dengan kebutuhan transportasi masa kini (Adriana et al., 2017; Mukhtar dkk, 2020).

Dengan pendekatan desain dan pengujian yang holistik, penelitian ini tidak hanya berfokus pada aspek teknis tetapi juga pada signifikansi lingkungan dan ekonomi dari kendaraan listrik. Penelitian ini diharapkan menjadi langkah awal dalam memperkuat ekosistem kendaraan listrik di Indonesia serta mendukung tercapainya target global terkait pengurangan emisi karbon dan penggunaan energi terbarukan.

METODE PENELITIAN

1. Tahapan-Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian merupakan langkah-langkah sistematis yang dilakukan untuk memastikan penelitian ini dapat diselesaikan secara terstruktur dan terarah. Dalam penelitian ini, tahapan-tahapan tersebut mencakup berbagai proses mulai dari perumusan masalah hingga evaluasi hasil. Penyajian alur tahapan penelitian dalam bentuk diagram alir bertujuan untuk memberikan gambaran yang jelas mengenai langkah-langkah yang dilakukan selama penelitian.

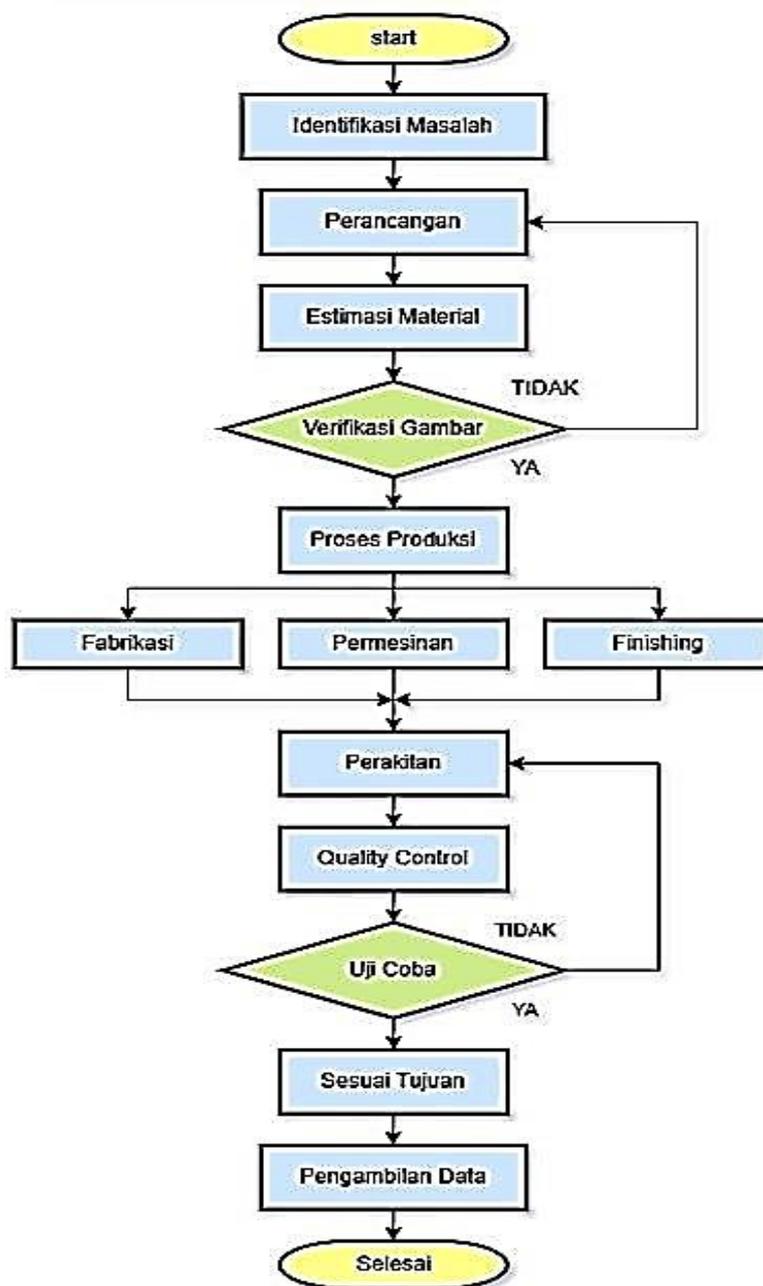
Tahapan awal dimulai dengan identifikasi dan perumusan masalah, di mana permasalahan utama dalam desain dan pengembangan prototipe mobil listrik diidentifikasi secara rinci. Setelah itu, dilakukan studi literatur untuk memahami penelitian sebelumnya yang relevan, terutama terkait sistem transmisi, suspensi, rangka, dan motor BLDC. Studi literatur ini memberikan dasar teori yang kuat untuk merancang prototipe.

Tahap berikutnya adalah desain prototipe, yang mencakup perancangan sistem transmisi, suspensi, rangka, dan integrasi motor BLDC. Desain ini didasarkan pada analisis teknis, termasuk pemilihan material, perhitungan beban, dan simulasi desain menggunakan perangkat lunak teknik.

Setelah desain selesai, dilakukan proses fabrikasi dan perakitan prototipe. Pada tahap ini, komponen-komponen utama dirakit sesuai dengan desain yang telah disusun. Kemudian dilakukan pengujian dan evaluasi prototipe, yang mencakup pengujian efisiensi daya, performa kendaraan, stabilitas, dan kenyamanan berkendara. Hasil pengujian ini dianalisis untuk menentukan apakah prototipe memenuhi kriteria yang telah ditentukan.

Tahapan terakhir adalah penyusunan laporan dan kesimpulan, di mana semua hasil penelitian dan analisis disusun dalam bentuk dokumen akhir. Jika ditemukan kekurangan pada prototipe, rekomendasi perbaikan juga disertakan sebagai panduan untuk pengembangan lebih lanjut.

Seluruh tahapan penelitian ini digambarkan secara terstruktur dalam bentuk diagram alir, yang memberikan visualisasi alur penelitian mulai dari identifikasi masalah hingga evaluasi akhir. Diagram ini membantu memahami proses penelitian secara menyeluruh dan memastikan tidak ada langkah yang terlewat selama penelitian berlangsung. Berikut diagram alir yang digunakan pada perancangan ini :



Gambar 1 Diagram alir penelitian

2. Teknik Pengumpulan Data dan Analisis Data

Teknik pengumpulan data adalah langkah awal yang penting dalam proses perancangan sistem transmisi dan suspensi pada mobil listrik. Data dikumpulkan dari berbagai sumber, termasuk buku, jurnal ilmiah, situs web terpercaya, serta diskusi dengan pembimbing dan anggota kelompok. Proses ini bertujuan untuk mendapatkan informasi yang relevan dalam menyelesaikan masalah mahasiswa ATS terkait perancangan mesin yang akan dikembangkan. Selain itu, data yang diperoleh akan menjadi dasar dalam melakukan analisis teknis dan perancangan sistem yang sesuai dengan kebutuhan penelitian. Analisis data dilakukan dengan mengevaluasi dan membandingkan

informasi dari berbagai sumber untuk memastikan bahwa desain yang dihasilkan memenuhi kriteria efisiensi, fungsionalitas, dan keamanan.

3. Rancangan Bentuk

3.1 Daftar Tuntutan

Daftar tuntutan dalam perancangan sistem transmisi dan suspensi mobil listrik disusun untuk memastikan bahwa desain yang dihasilkan memenuhi kebutuhan teknis, operasional, dan ekonomis. Tuntutan ini mencakup aspek desain, proses manufaktur, perakitan, pengoperasian, perawatan, dan keamanan, sebagai berikut:

1. Desain:
 - Konstruksi mesin tidak rumit.
 - Komponen mudah didapatkan di pasaran.
 - Dimensi tidak banyak memakan ruang.
 - Tidak terlalu banyak menggunakan komponen mesin.
2. Proses Manufaktur:
 - Bagian yang dibuat disesuaikan dengan fasilitas yang tersedia di ATS.
 - Penggunaan material dioptimalkan.
 - Proses pengerjaan tidak rumit dan tidak memerlukan waktu lama.
3. Perakitan:
 - Proses perakitan mudah dilakukan.
 - Tidak memerlukan alat khusus.
 - Menggunakan peralatan yang tersedia.
 - Tidak membutuhkan banyak tenaga kerja atau waktu yang lama.
4. Pengoperasian:
 - Tidak membutuhkan banyak operator.
 - Mudah dioperasikan dan disetel.
 - Tidak memerlukan operator dengan keahlian khusus.
5. Proses Perawatan:
 - Mudah dilakukan tanpa memerlukan perawatan khusus.
 - Tidak membutuhkan pelumasan rutin.
 - Tidak memerlukan biaya perawatan yang tinggi.
6. Keamanan:
 - Aman untuk operator, lingkungan, dan proses troubleshooting.
 - Aman selama pengoperasian.

3.2 Pembagian Fungsi Komponen

Komponen utama dalam sistem transmisi dan suspensi mobil listrik serta fungsinya adalah sebagai berikut:

1. Motor Listrik: Sebagai elemen penggerak utama.
2. Transmisi: Mengatur kecepatan putar motor dan meneruskan putaran ke roda.
3. Differensial: Membagi putaran dari transmisi ke roda kiri dan kanan sesuai kondisi belok kendaraan.
4. Poros AS: Meneruskan putaran dari diferensial ke roda.
5. Suspensi: Meredam hentakan dan getaran, serta menopang beban rangka.
6. Rangka Casis: Sebagaiudukan untuk komponen mesin dan elemen kendaraan.
7. Piringan Cakram: Sebagai media pengereman.
8. Kaliper & Kanvas Rem: Menghimpit kanvas rem pada piringan untuk pengereman.
9. Roda: Menopang berat mobil dan menjalankan fungsi pengereman.

3.3 Alternatif Fungsi Bagian Komponen

Proses rancang bangun ini melibatkan evaluasi alternatif fungsi komponen untuk mencapai desain konstruksi yang optimal. Alternatif ini dinilai berdasarkan tingkat pemenuhan kriteria sebagai berikut:

- **2:** Sangat kurang (tidak memenuhi kriteria).
- **4:** Kurang (memenuhi dua kriteria).
- **6:** Baik (memenuhi tiga kriteria).
- **8:** Sangat baik (memenuhi semua kriteria).

Penilaian alternatif dilakukan untuk memilih komponen terbaik yang dapat meningkatkan efisiensi, keandalan, dan performa sistem transmisi serta suspensi mobil listrik. Evaluasi ini memastikan bahwa desain akhir memenuhi kebutuhan operasional, teknis, dan ekonomis yang telah ditentukan.

4. Metode dan Tahapan Pembuatan Produk

Dalam proses rancang bangun sistem transmisi dan suspensi mobil listrik, beberapa teknik manufaktur digunakan untuk memastikan setiap komponen dibuat dengan presisi dan memenuhi standar kualitas. Teknik-teknik tersebut meliputi:

1. **Marking:** Teknik ini digunakan untuk menandai bahan yang akan dipotong atau dibentuk. Penandaan dapat berupa garis, angka, atau huruf sebagai panduan dalam proses berikutnya.
2. **Cutting:** Proses pemotongan bahan menjadi bentuk yang diinginkan, menggunakan alat seperti gergaji, mesin bubut, atau mesin milling.
3. **Assembly:** Teknik ini digunakan untuk menyambungkan beberapa bagian menjadi satu produk utuh. Prosesnya dapat melibatkan pengelasan, penyolderan, atau perakitan manual.
4. **Welding (Arc Welding):** Proses penyambungan bahan logam dengan teknik pengelasan busur listrik, yang sering digunakan dalam manufaktur otomotif.
5. **Boring:** Teknik ini dilakukan untuk membuat lubang pada bahan logam menggunakan mesin bor.
6. **Quality Control (QC):** Proses pemeriksaan produk akhir untuk memastikan bahwa setiap komponen memenuhi standar kualitas yang telah ditentukan.

5. Metode Pengujian dan Pengoperasian

Pengujian sistem transmisi dan suspensi pada mobil listrik adalah tahap akhir yang krusial untuk memastikan seluruh komponen berfungsi sesuai rencana. Metode pengujian melibatkan evaluasi fisik dan teknis untuk menilai kinerja, efisiensi, dan keselamatan. Beberapa aspek utama yang diuji adalah:

1. **Kinerja Transmisi:** Menguji kemampuan transmisi dalam mentransfer daya secara optimal, termasuk kecepatan maksimum, percepatan, dan perpindahan gigi yang mulus.
2. **Kemampuan Traksi:** Evaluasi dilakukan untuk mengukur traksi kendaraan pada berbagai jenis permukaan jalan dan kondisi cuaca.
3. **Kestabilan dan Keseimbangan:** Menguji efektivitas sistem suspensi dalam memberikan stabilitas dan keseimbangan, terutama selama pengereman dan belokan.
4. **Kenyamanan Berkendara:** Mengukur kemampuan sistem suspensi dalam meredam guncangan dan getaran dari jalan, sehingga memberikan kenyamanan bagi pengemudi dan penumpang.
5. **Efisiensi Energi:** Mengukur seberapa efisien energi digunakan oleh sistem transmisi dan suspensi selama operasi.

- Keamanan: Memastikan bahwa sistem transmisi dan suspensi mampu menahan beban dan tekanan tanpa risiko kerusakan atau kecelakaan.

Pengujian dilakukan menggunakan metode pengujian fisik di lapangan, termasuk simulasi kondisi jalan nyata. Data hasil pengujian digunakan untuk menganalisis performa dan mengidentifikasi potensi perbaikan. Hasil evaluasi ini akan menjadi dasar untuk menyempurnakan desain, memastikan produk akhir memiliki performa optimal, efisiensi tinggi, dan aman digunakan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Rancangan dan Manufaktur

1.1 Hasil Rancangan

Hasil dari rancang bangun sistem transmisi dan suspensi mobil listrik mencakup dua bentuk representasi visual utama: gambar susunan tiga dimensi dan gambar bagian dua dimensi.

- Gambar Susunan (Tiga Dimensi):**

Gambar ini memberikan pandangan keseluruhan dari sistem transmisi dan suspensi yang telah dirancang. Representasi tiga dimensi memperlihatkan bagaimana komponen-komponen saling berhubungan, seperti motor listrik, transmisi, suspensi, rangka chasis, dan roda. Visualisasi ini membantu memahami interaksi antar-komponen dan memastikan bahwa desain memenuhi kebutuhan fungsional serta estetika yang direncanakan.

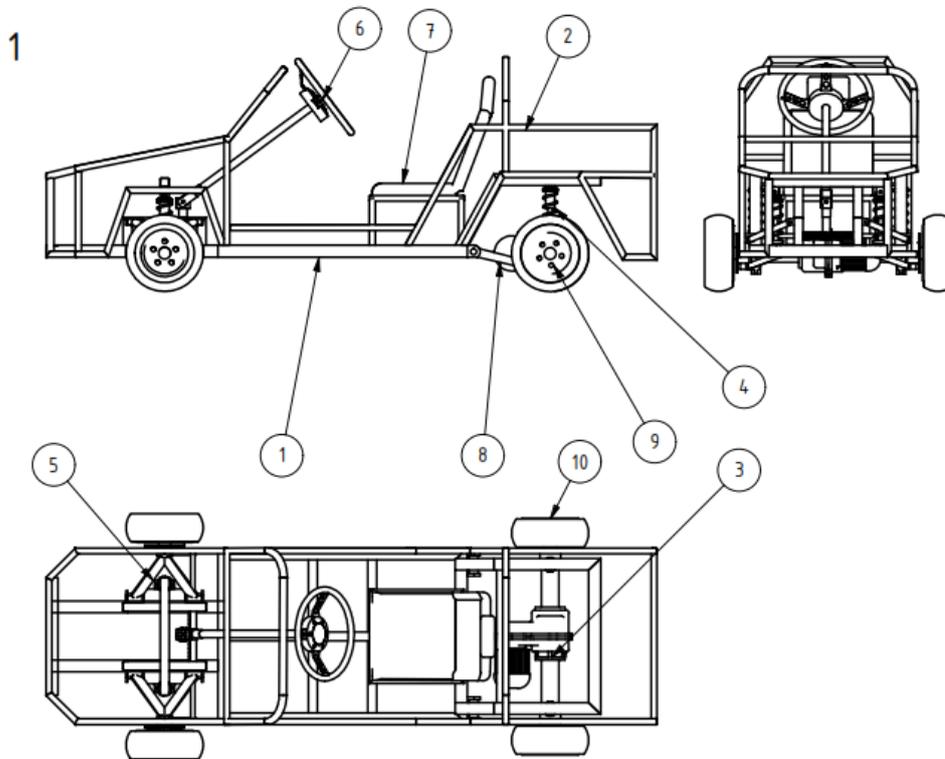


Gambar 2 Bentuk gambar 3D mobil listrik

- Gambar Bagian (Dua Dimensi):**

Gambar dua dimensi menampilkan detail struktur setiap komponen secara lebih spesifik, seperti dimensi, posisi, dan hubungan antarbagian. Gambar ini dirancang untuk mendukung proses

manufaktur dengan memberikan panduan yang presisi, sehingga meminimalkan kesalahan selama pembuatan dan perakitan komponen. Dengan kedua jenis gambar ini, proses manufaktur dapat dilakukan dengan lebih efisien dan akurat, karena setiap detail komponen dan keseluruhan sistem telah direncanakan dengan baik. Gambar susunan memberikan panduan untuk pemasangan, sedangkan gambar bagian memastikan setiap elemen dibuat sesuai spesifikasi.



Gambar 3. Gambar 2 disemnsi prototype mobil listrik

2. Hasil Manufaktur

Hasil manufaktur dari sistem transmisi dan suspensi mobil listrik mencakup komponen-komponen utama yang telah dibuat dan dirakit sesuai dengan desain yang telah direncanakan. Proses manufaktur ini memastikan bahwa semua komponen memenuhi spesifikasi teknis dan standar kualitas yang telah ditetapkan.

Berikut adalah gambar hasil manufaktur sistem transmisi dan suspensi mobil listrik yang telah selesai dibuat dan dirakit.



Gambar 4. hasil manufaktur

2.1 Proses Manufaktur Rangka Chassis

Proses manufaktur rangka chassis dimulai dengan penandaan (marking) untuk menentukan dimensi dan letak material yang akan dipotong. Setelah itu, material dipotong sesuai tanda (cutting) dan disusun (assembly) untuk membentuk kerangka dasar. Penyambungan dilakukan dengan metode pengelasan (arc welding) untuk memastikan kekuatan dan kestabilan struktur. Tahap terakhir adalah quality control (pengendalian mutu) untuk memeriksa hasil manufaktur sesuai dengan desain dan memastikan rangka kuat serta aman digunakan.

2.2 Proses Manufaktur Landasan Suspensi Belakang

Proses manufaktur landasan suspensi belakang melibatkan tahapan serupa dengan rangka chassis, ditambah dengan proses pembuatan lubang (boring) untuk memasang komponen suspensi. Proses ini dimulai dengan marking, diikuti oleh cutting, assembly, pengelasan, dan boring. Tahap terakhir adalah quality control untuk memastikan landasan suspensi belakang memenuhi standar kualitas yang diperlukan untuk performa dan stabilitas kendaraan.



Gambar 5. bentuk landasan suspensi belakang

2.3 Proses Manufaktur Landasan Suspensi Depan

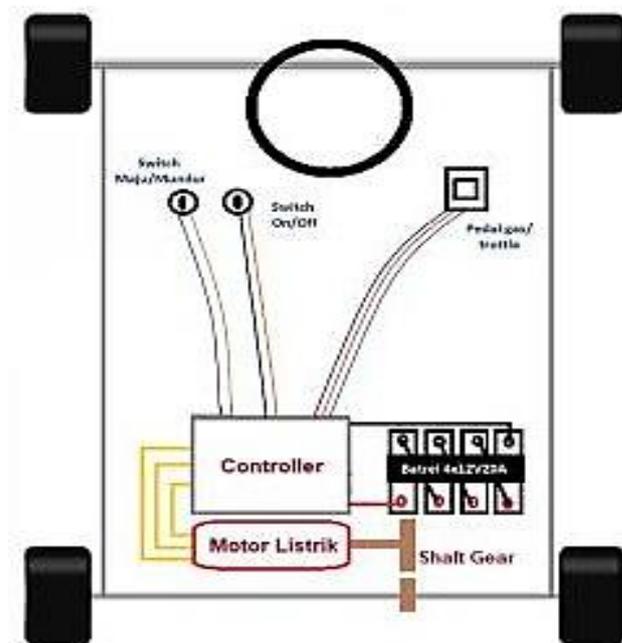
Landasan suspensi depan dibuat melalui tahapan yang mencakup marking, cutting, assembly, pengelasan, boring, dan quality control. Tahapan ini dirancang untuk menghasilkan landasan suspensi depan yang kokoh dan sesuai dengan kebutuhan performa kendaraan. Proses ini memastikan bahwa suspensi depan mampu menopang beban serta memberikan stabilitas yang optimal saat berkendara.



Gambar 7. bentuk landasan suspensi depan

2.4 Sistem Kontrol Mobil Listrik

Sistem kontrol mobil listrik dirancang untuk mengendalikan berbagai fungsi kendaraan, seperti pasokan daya dari baterai, fungsi maju-mundur, dan pengaturan kecepatan melalui throttle. Sistem ini menggunakan kontroler yang dihubungkan dengan rangkaian seri. Ketika kunci kontak dinyalakan, energi dari baterai akan mengalir ke sistem, dan sebaliknya, saat kunci kontak dimatikan, aliran energi akan terputus. Sistem ini dirancang untuk memastikan mobil listrik berfungsi dengan efisien dan aman.



Gambar 6. Sistem Kontrol Mobil Listrik

2.5 Kebutuhan Energi Baterai

Berdasarkan spesifikasi motor penggerak yang digunakan, yaitu 48V dengan daya 500W, maka kebutuhan energi baterai dihitung sebagai berikut:

1. Penyusunan Baterai:

Untuk mencapai tegangan total sebesar 48V, diperlukan empat buah baterai dengan tegangan masing-masing 12V. Baterai tersebut disusun secara seri, sehingga:
 $12V+12V+12V+12V=48V$
 $12V + 12V + 12V + 12V = 48V$.

2. Perhitungan Arus Baterai yang Dibutuhkan:

Kebutuhan arus dapat dihitung menggunakan rumus:

$$I = \frac{P}{V}$$

Di mana:

- P adalah daya motor 500W, dan
- V adalah tegangan total 48V.

Dengan demikian:

$$I = \frac{500}{48} = 10,4 \text{ A}$$

3. Spesifikasi Baterai yang Dibutuhkan:

Berdasarkan kebutuhan tegangan dan arus, baterai yang digunakan harus memiliki kapasitas yang memadai. Untuk memenuhi kebutuhan ini, dipilih empat buah baterai dengan spesifikasi masing-masing 12V20Ah.

Kapasitas 20Ah dipilih untuk memastikan baterai memiliki cukup cadangan energi untuk menggerakkan motor dengan stabil dan memberikan durasi operasional yang optimal. Penyusunan baterai secara seri juga memastikan tegangan yang dibutuhkan tercapai tanpa mengurangi kapasitas arus yang disediakan.

3. Pengoperasian Mesin dan Hasil Pengujian

3.1 Pengoperasian Mesin

Mobil listrik ini dioperasikan dengan langkah-langkah berikut:

- Mengaktifkan Mesin: Pengemudi menyalakan saklar ON untuk mengaktifkan sistem mesin.
- Mengontrol Daya Listrik: Saat pedal gas ditekan, controller akan mengatur daya listrik dari baterai traksi melalui inverter.
- Pengaliran Energi ke Motor Listrik: Inverter mengalirkan energi listrik ke motor listrik sesuai dengan tekanan pada pedal gas.
- Konversi Energi: Motor listrik mengubah energi listrik menjadi energi mekanik untuk menggerakkan roda melalui sistem transmisi.
- Mobil Bergerak: Mobil listrik mulai bergerak dengan lancar sesuai kontrol pengemudi.

3.2 Hasil Pengujian

Pengujian dilakukan untuk mengevaluasi kinerja mobil listrik berdasarkan berbagai kriteria. Berikut adalah hasil pengujian:

1. Kemampuan Traksi:

- Hasil: Sangat Baik
- Keterangan: Mobil dapat bergerak dengan baik saat start dan mencapai kecepatan maksimal tanpa kendala.

2. Kinerja Transmisi:

- Hasil: Sangat Baik
- Keterangan: Transmisi bekerja secara optimal tanpa gangguan selama pengoperasian.

3. Kestabilan dan Keseimbangan:

- Hasil: Sangat Baik

- Keterangan: Suspensi memberikan keseimbangan dan stabilitas saat pengereman, termasuk ketika mobil berbelok.
4. Kenyamanan Berkendara:
- Hasil: Sangat Baik
 - Keterangan: Sistem pegas berfungsi dengan baik, memberikan kenyamanan saat melewati medan bergelombang.
5. Efisiensi Energi:
- Hasil: Sangat Baik
 - Keterangan: Mobil listrik ini tidak menghasilkan emisi dan ramah lingkungan.
6. Keamanan:
- Hasil: Sangat Baik
 - Keterangan: Transmisi dan suspensi bekerja aman, bahkan saat diberi beban atau tekanan tambahan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, berikut kesimpulan yang dapat diambil:

1. **Pengembangan Mobil Listrik Sebagai Solusi Keberlanjutan:**
Mobil listrik yang dirancang dalam penelitian ini merupakan langkah nyata dalam mendukung transisi energi dan keberlanjutan lingkungan. Dengan menggunakan sistem transmisi dan suspensi yang efisien, serta motor BLDC yang hemat energi, mobil ini menjadi alternatif yang ramah lingkungan dibandingkan kendaraan berbahan bakar fosil.
2. **Efisiensi Sistem Transmisi dan Suspensi:**
Penelitian ini berhasil merancang sistem transmisi yang optimal untuk menyalurkan tenaga dari motor BLDC ke roda penggerak. Sistem suspensi juga dirancang untuk memberikan stabilitas, kenyamanan, dan keamanan berkendara di berbagai kondisi jalan, menjadikan mobil ini sesuai untuk kebutuhan transportasi modern.
3. **Desain Material yang Efisien:**
Pemilihan material yang ringan namun kuat, seperti besi hollow dan plat besi, memberikan kontribusi besar terhadap efisiensi energi kendaraan. Desain ini memastikan bahwa mobil memiliki struktur yang kokoh tanpa mengorbankan performa dan konsumsi daya.
4. **Kinerja Motor BLDC:**
Motor BLDC yang digunakan terbukti mampu mengubah energi listrik menjadi mekanik secara efisien. Meskipun daya motor perlu ditingkatkan untuk mencapai performa yang lebih baik, desain ini telah memberikan dasar yang kuat untuk pengembangan lebih lanjut.
5. **Komitmen terhadap Pengurangan Emisi:**
Mobil listrik ini tidak menghasilkan emisi gas rumah kaca selama operasionalnya, sejalan dengan komitmen global dan nasional untuk mengurangi dampak perubahan iklim. Hal ini menjadikan kendaraan ini tidak hanya solusi teknis tetapi juga simbol keberlanjutan.

5.2 Saran

Untuk mendukung pengembangan mobil listrik yang lebih baik di masa depan, beberapa saran berikut diajukan:

1. **Peningkatan Daya Motor Listrik:**
Menggunakan motor BLDC dengan daya yang lebih besar, seperti **1000 watt**, akan meningkatkan kecepatan rata-rata dan kemampuan traksi mobil sehingga lebih kompetitif dalam memenuhi kebutuhan pengguna.
2. **Optimalisasi Desain Sistem Transmisi dan Suspensi:**
Posisi pemasangan komponen, seperti transmisi, swing arm, dan suspensi, harus dirancang lebih presisi untuk meningkatkan efisiensi daya dan stabilitas kendaraan.

3. **Pengelolaan Sumber Daya yang Efisien:**
Anggaran yang tersedia harus dikelola dengan baik untuk memastikan setiap tahap pembuatan dan pengembangan prototipe dapat berjalan maksimal, mengingat bahwa pembuatan mobil listrik membutuhkan biaya signifikan.
4. **Fokus pada Inovasi Teknologi:**
Penelitian lebih lanjut perlu difokuskan pada pengembangan baterai yang lebih efisien, sistem kontrol kendaraan yang lebih cerdas, dan desain aerodinamika untuk meningkatkan efisiensi dan kenyamanan berkendara.
5. **Penguatan Ekosistem Kendaraan Listrik:**
Mendukung pengembangan infrastruktur pendukung, seperti stasiun pengisian daya, akan menjadi langkah strategis untuk memastikan keberhasilan implementasi mobil listrik di Indonesia.

REFERENSI

- Adam, M. T., Prasetya, S., Nursanto, D., & Suhandi, A. (2022). Rancang Bangun Sistem Mekanik 3D Printer Mortar 1x1x1 m. *Jurnal Mekanik Terapan*, 3(1), 34–43. <https://doi.org/10.32722/jmt.v3i1.4547>
- Adriana, M., B. P., A. A., & Masrianor, M. (2017). Rancang Bangun Rangka (Chasis) Mobil Listrik Roda Tiga Kapasitas Satu Orang. *Jurnal Elemen*, 4(2), 129. <https://doi.org/10.34128/je.v4i2.64>
- Efendi, A. (2020). Perancangan dan Analisis Perhitungan Rangka Mesin Mobil Listrik Sula Politeknik Negeri Subang. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 15(2), 107. <https://doi.org/10.32497/jrm.v15i2.1843>
- Hakim, M. A., Heriana, E., Hakim, M. A., Sukmara, S., & Susanto, D. (2022). Perancangan kendaraan kampus dengan penggerak motor listrik. *Technoma*, 01(02), 60–66.
- Isworo, H., Ghofur, A., Cahyono, G. R., & Riadi, J. (2019). Analisis Displacement Pada Chassis Mobil Listrik Wasaka. *Elemen: Jurnal Teknik Mesin*, 6(2), 94. <http://je.politala.ac.id/index.php/JE/article/view/103>
- Mesin, D. T., Teknik, F., Surabaya, U. N., Mesin, D. T., Teknik, F., & Surabaya, U. N. (1839). Rancang Bangun Sistem Kemudi Manual Pada Mobil Listrik. *GARUDA UNESA*, 187–195.
- Mukhtar, S., Syahputra, A., Purba, E., & Zakaria, Y. (2020). Rancang Bangun Gearbox untuk Turbin Angin Savonius Vertikal (TASV) Menggunakan Metode FEA. *Jurnal Teknik Mesin*, 7(2), 128–137.
- Pambudi, T. A., Pramono, G. E., & Yuliaji, D. (2019). Analisa Sistem Roda Gigi Diferensial Penggerak Roda Belakang. *Alimkanika*, 1(1), 27–34.
- Purboputro, P. I., Hakim, M. A., Saputro, M. A., & Setiyadi, W. (2018). Uji Kemampuan Rancangan Sistem Kemudi, Transmisi, dan Pengereman pada Mobil Listrik Prototype “Ababil”. *Proceeding of The URECOL: Bidang Teknik dan Rekayasa*, 118–127. <http://repository.urecol.org/index.php/proceeding/article/view/24>
- Subagio, D. G. (2011). Rancang Bangun Sistem Transmisi untuk Mobil Listrik dan Mobil Hybrid. *Jurnal Teknologi Bahan dan Barang Teknik*, 1(1), 31. <https://doi.org/10.37209/jtbtt.v1i1.15>
- Supply. (2010). Perancangan dan Pemasangan Sistem Transmisi dan Pengereman Mobil Berbahan Bakar Etanol.