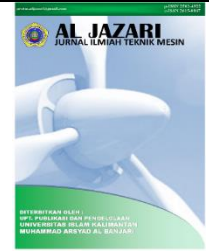




Al Jazari Jurnal Ilmiah Teknik Mesin

Journal homepage:
<https://ojs.uniska-bjm.ac.id/index.php/JZR/index>
 p-ISSN 2502-4922, e-ISSN 2615-0867



Rancang Bangun Poros *Back Wheel* Pada Prototipe Mobil Listrik Heulang Galunggung

Aqil Muhaimin ^{a*}, Widyantoro ^b

^{a,b} Program Studi Teknik Mesin, Universitas Mayasari Bakti

^a aqilmuhaimin26@gmail.com, ^b widyawidyantoro517@gmail.com

Info Artikel

Riwayat Artikel:
 Diterima: 8 Mei 2024
 Diterima dalam bentuk revisi: 9
 September 2024
 Diteima/publis: 5 Nopember
 2024

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk merancang poros *back wheel* dan mengetahui kekuatan poros terhadap momen puntir dan lentur pada Prototipe Mobil Listrik Heulang Galunggung secara numerik. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode prototipe dan eksperimen pembuatan prototipe fisik dari poros rodabelakang yang dirancang. Prototipe tersebut kemudian diuji melalui tes kinerja, tes reliabilitas, dan tes penelitian lainnya ketika dalam kondisi yang sesuai baik di lingkungan laboratorium maupun di uji coba di lapangan. Hasil yang didapat dari penelitian ini yaitu perancangan poros *back wheel* pada Prototipe Mobil Listrik Heulang Galunggung dilakukan dengan pembuatan poros roda belakang dandudukan gear yang berjalan dengan lancar, meskipun terdapat kendala pada pemotongan komponennya. Namun, kendala tersebut tidak menjadi penghambat dari segi kegunaannya pada Prototipe Mobil Listrik Heulang Galunggung. Selain kendala tersebut, terdapat kendala yang muncul ketika pengujian Prototipe Mobil Listrik Heulang Galunggung berlangsung yaitu adanya suara bising yang disebabkan dari putaran poros roda belakang. Hasil perhitungan numerik momen puntir dan lentur poros roda belakangdidapatkan bahwa analisis yang dilakukan secara numerik menjelaskan bahwa poros roda belakang pada Prototipe Mobil Listrik Heulang Galunggung dinyatakan aman digunakan.Berdasarkan hasil penelitian, berikut ini merupakan beberapa saranyang diberikan sebagai bahan pertimbangan untuk perbaikan rancang bangun poros *back wheel* pada Prototipe Mobil Listrik Heulang Galunggung yaitu rancang bangun poros lebih baik menggunakan tipe tunggal daripada tipe ganda karena kinerja yang dihasilkan kurang maksimal. Rancang bangun poros dengan tipe ganda sebaiknya menggunakan gear differensial karena penggunaanroda gigi lebih baik daripada dudukan penghubung.

Kata Kunci:

Poros roda belakang, Momen puntir, Momen Lentur

Abstract

This research aims to design the back wheel axle and determine the strength of the axle against twisting and bending moments on the Heulang Galunggung Electric Car Prototype numerically. The method used in this research is the prototype method and experiments in making a physical prototype of the designed rear wheel axle. The prototype is then tested through performance tests, reliability tests, and other research tests when under appropriate conditions both in a laboratory environment and in field trials. The results obtained from this research are that the design of the back wheel axle on the Heulang Galunggung Electric Car Prototype was carried out by making the rear wheel axle and gear holder which ran smoothly, even though there were obstacles in cutting the components. However, this obstacle is not an obstacle in terms of its use in the Heulang Galunggung Electric Car Prototype. Apart from these problems, there was another problem that arose when testing the Heulang Galunggung Electric Car Prototype took place, namely the noise caused by the rotation of the rear wheel axle. The results of numerical calculations of the twisting and bending moments of the rear wheel axle showed that the analysis carried out numerically explained that the rear wheel axle on the Heulang Galunggung Electric Car Prototype was declared safe to use. Based on the research results, the following are some suggestions given as consideration for improving the design of the back wheel axle on the Heulang Galunggung Electric Car Prototype, namely that the axle design is better to use a single type rather than a double type because the resulting performance is less than optimal. The double type shaft design should use differential gears because the use of gears is better than connecting mounts.

PENDAHULUAN

Mobil listrik merupakan salah satu sarana transportasi yang bisa memenuhi kebutuhan mobilitas masyarakat namun tetap ramah lingkungan karena tidak memiliki polusi atau emisi gas buang. Banyak sekali dampak negatif dari polusi atau emisi gas buang yang dihasilkan dari pembakaran mesin mobil konvensional.[1]

Mobil Prototipe adalah kendaraan masa depan dengan desain khusus yang memaksimalkan efisiensi. Bagian yang penting pada kendaraan salah satunya *chassis* berfungsi menopang penumpang, mesin, body dan berat chassis itu sendiri maka perlu diadakannya pendesainan chassis yang ringan dan kuat. Tujuan dilakukan penelitian ini untuk mengetahui optimalisasi dan mempelajari tegangan, regangan, displacement dan faktor keamanan yang terjadi pada chassis mobil listrik tipe prototipe yang dirancang.[2]

Pencemaran emisi karbon monoksida (CO) dari kendaraan tidak hanya disebabkan oleh penggunaan kendaraan tersebut, tetapi emisi karbon tercipta selama proses bahan baku, manufaktur, distribusi dan penggunaan hingga menjadi barang yang tidak terpakai. Hal ini tentu menjadi tantangan bagi industri otomotif untuk mengurangi emisi karbon

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perencanaan poros yang aman dan baik, distribusi tegangan [3] untuk menguji kinerja dan keandalan desain poros roda ketika diberikan beban tertentu dan untuk menentukan apakah poros roda tersebut mampu menahan beban yang telah ditetapkan dengan menganalisis struktur poros roda menggunakan metode komputasi.[4]

Roda gigi diferensial adalah salah satu sistem transmisi pada mobil, di mana motor listrik adalah penggerak utama dari mobil listrik yang terintegrasi dengan gigi diferensial sehingga rotasi motor listrik langsung ditransmisikan ke gigi diferensial penggerak belakang [5]

Peneliti dilakukan menggunakan metode *Research Development* dengan bantuan perangkat lunak (*software*) yang mampu untuk pembuatan suatu model dalam bentuk gambar 3 dimensi.[6] Penelitian dilakukan melalui metode penelitian dan pengembangan dengan menggunakan perangkat lunak yang dapat membuat model 3 dimensi berupa gambar [7]

TINJAUAN PUSTAKA

Pengertian Umum Gokart

Gokart adalah kendaraan ringan bertenaga yang dirancang untuk balapan di sirkuit tertutup. Kendaraan ini pertama kali diperkenalkan pada tahun 1956 oleh Art Ingels, yang kemudian dikenal sebagai "bapak gokart." Gokart pertama ini ditenagai oleh motor bensin dan menjadi populer sebagai bentuk balapan yang lebih terjangkau [8]. Seiring berjalannya waktu, gokart

berkembang menjadi berbagai jenis, termasuk gokart listrik yang semakin populer dalam beberapa tahun terakhir

Poros Penggerak Belakang

1. Poros Penggerak Belakang dalam Mobil Listrik
Poros penggerak belakang (*rear-wheel drive axle*) adalah komponen utama dalam sistem penggerak belakang kendaraan, termasuk mobil listrik tipe gokart. Fungsi utamanya adalah mentransfer tenaga dari motor listrik ke roda belakang, yang menghasilkan gerakan kendaraan
2. Desain Poros Penggerak Belakang
Untuk meningkatkan kinerja gokart listrik, diperlukan perancangan yang tepat dari segi desainnya. Desain dalam poros penggerak belakang yang sering digunakan terdiri dari:
 - a. Tipe Poros Penggerak
Poros penggerak belakang pada mobil listrik gokart dapat berupa poros tunggal (*single axle*) atau poros ganda (*dual axle*). Poros tunggal menggerakkan satu roda belakang, sedangkan poros ganda menggerakkan kedua roda belakang. Pemilihan tipe poros penggerak harus mempertimbangkan stabilitas dan manuverabilitas kendaraan.
 - b. Material Poros
Material yang digunakan dalam pembuatan poros penggerak belakang mempengaruhi berat, kekuatan, dan tahan lama komponen tersebut. Bahan seperti baja tahan karat atau aluminium sering digunakan untuk meminimalkan berat dan korosi.
3. Perbandingan Gigi
Perbandingan gigi pada poros penggerak belakang memengaruhi percepatan, kecepatan maksimum, dan efisiensi energi kendaraan.
 - a. Sistem Penggerak Belakang pada Mobil Listrik
Sistem penggerak belakang mobil listrik terdiri dari: Motor listrik, merupakan sumber utama tenaga dalam gokart listrik. Motor ini biasanya dipasang di dekat poros penggerak belakang untuk mengoptimalkan distribusi berat.
 - b. Baterai, merupakan bagian yang berfungsi untuk menyimpan energi pada gokart listrik. Baterai memberikan daya pada motor listrik melalui poros penggerak belakang. Kapasitas baterai, tegangan, dan manajemen energi yang efisien sangat penting.

Sistem pengendalian, berfungsi memantau dan mengontrol operasi Sistem pengendalian, berfungsi memantau dan mengontrol operasi motor listrik serta sistem poros penggerak belakang. Ini termasuk pengendali kecepatan, pengereman regeneratif, dan sistem keamanan.

Sistem penggerak belakang mobil listrik terdiri dari: [9]

- Motor listrik, merupakan sumber utama tenaga dalam gokart listrik. Motor ini biasanya dipasang di dekat poros penggerak belakang untuk mengoptimalkan distribusi berat.
- Baterai, merupakan bagian yang berfungsi untuk penyimpanan energi pada gokart listrik. Baterai memberikan daya pada motor listrik melalui poros penggerak belakang. Kapasitas baterai, tegangan, dan manajemen energi yang efisien sangat penting.

Sistem pengendalian, berfungsi memantau dan mengontrol operasi motor listrik serta sistem poros penggerak belakang. Ini termasuk pengendali kecepatan, pengereman regeneratif, dan sistem keamanan Pengembangan poros penggerak belakang untuk gokart listrik terus berlanjut dengan perkembangan teknologi. Penelitian oleh Zhang et al. (2021) mengeksplorasi penggunaan sistem motor-gearbox terintegrasi untuk meningkatkan efisiensi poros penggerak belakang.[10]

Pemilihan Bahan Poros

Poros merupakan sebuah komponen dari Prototipe Mobil Listrik Heulang Galunggung yang berperan penting dalam sistem transmisi. Poros ini berfungsi sebagai pemutar roda gigi, selain itu poros juga berfungsi sebagai tempat dudukan gear dan roda. Poros penggerak ini berbentuk silinder dengan ukuran :

$$T = \frac{P \cdot 60}{2 \cdot \pi \cdot n}$$

Dimana:

T = Torsi pada poros (N.m) P = Daya (Watt)
n = Putaran poros (rpm)

Momen yang terjadi pada poros: $M = F \cdot L$

Dimana:

M = Momen (Kg.mm)

F = Gaya yang terjadi (kg)

L = Jarak terhadap gaya (mm)

Torsi Equivalen:

$$T_e = \sqrt{M^2 + T^2}$$

Dimana:

Te = Torsi Equivalen (Kg.mm)

M = Momen bending (Kg.mm)

T = Torsi (Kg.mm)

diameter 25 mm dan panjang 890 mm. Poros penggerak ini ditempatkan pada dua bearing yang simetris. Poros jenis ASTM-A36 memiliki kekuatan tarik sebesar 36 kg/mm² atau sekitar 350-360 N/mm². Bahan poros ini tergolong keras, ulet, tangguh, mampu las dan mudah dikerjakan dengan mesin.

Perhitungan poros dapat diketahui dengan melihat dari pembebanan sebagai berikut:

- Torsi yang terjadi pada poros:

Dimana:

D = Diameter poros (mm)

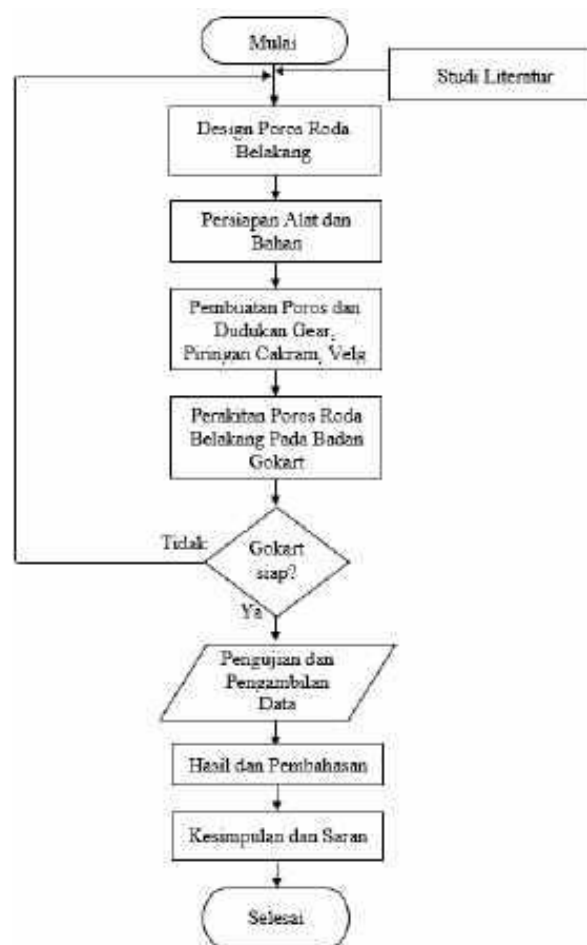
T = Tegangan geser (kg/mm²)

Simulasi Komputer

Pada saat ini, banyak penelitian kekuatan pada komponen kendaraan, termasuk poros roda belakang, menggunakan simulasi komputer. Simulasi ini memungkinkan untuk memodelkan beban yang berbeda dan melihat bagaimana poros akan merespons di bawah kondisi tertentu. Hal ini memungkinkan pengembangan yang lebih cepat dan efisien dalam merancang komponen kendaraan

METODE PENILAIAN

Diagram Alir untuk Perancangan Poros



Alat dan Bahan Penelitian

1. Alat

Benda-benda yang dipakai dalam pelaksanaan pembuatan dan perakitan poros roda belakang pada prototipe mobil listrik heulang galunggung tipe gokart ini terdiri dari:

a. Alat Ukur Meteran Tangan

Alat ukur atau meteran tangan digunakan untuk mengukur bahan atau komponen yang akan digunakan dalam proses penelitian sebelum di potong.



Gambar 1 Alat Ukur Meteran Tangan

Sumber : Diolah Penulis, 2023

b. Alat Ukur Vernier Caliper

Alat ukur vernier caliper atau jangka sorong atau sigmat digunakan untuk mengukur suatu komponen atau bahan dengan kelebihan ketelitian satuan milimeter.



Gambar 2 Alat Ukur Vernier Caliper

Sumber : Diolah penulis, 2023

c. Gerinda Duduk

Gerinda duduk digunakan untuk memotong suatu bahan atau komponen besi atau baja yang sudah diukur sebelumnya untuk bahan penelitian selanjutnya



Gambar 3 Gerinda Duduk

Sumber : Diolah Penulis, 2023

d. Mesin Las Listrik dan Mig

Mesin las listrik dan mig digunakan untuk menghubungkan beberapa komponen besi untuk dibentuk sesuai yang direncanakan dalam penelitian.



Gambar 5 Mesin Las Listrik dan Mig

Sumber : Diolah Penulis, 2023

e. Mesin Bubut

Mesin bubut digunakan untuk membubut atau membentuk suatu komponen besi solid agar menjadi bentuk komponen baru sesuai yang diinginkan.



Gambar 6 Mesin Bubut

Sumber : Diolah Penulis, 2023

f. Mesin Bor Duduk

Mesin bor duduk digunakan untuk membuat lubang pada komponen besi solid dan juga membuat ulir pada lubang besi untuk keperluan dalam penelitian.



Gambar 7 Mesin Bor Duduk

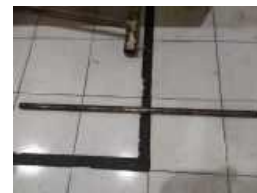
Sumber : Diolah Penulis, 2023

2. Bahan

Bahan yang dipakai dalam pelaksanaan pembuatan dan perakitan roda poros belakang pada mobil gokart ini terdiri dari:

a. Besi Solid ASTM A36

Besi solid ASTM A36 digunakan untuk membuat poros roda belakang yang akan digunakan pada prototipe mobil listrik tipe gokart.



Gambar 8 Besi solid ASTM A36

Sumber : Diolah Penulis, 2023

b. Besi Solid Plange

Besi solid plange digunakan untuk membuat dudukan gear dan piringan cakram yang akan dihubungkan pada poros roda belakang.



Gambar 9 Besi solid Plange

Sumber : Diolah Penulis, 2023

c. Gear Set

Gear set digunakan untuk penghubung penggerak antara poros roda belakang dengan motor listrik



Gambar 10 Gear Set

Sumber : Diolah Penulis, 2023

Proses Pengujian

Setelah pembuatan poros belakang sudah selesai, selanjutnya diadakan proses pengujian guna mengetahui kekuatan poros belakang. Proses pengujian poros belakang pada mobil gokart sangat penting untuk memastikan kinerja dan keamanan kendaraan. Beberapa fungsi utama dari pengujian poros belakang termasuk:

1. Keandalan dan Kekuatan, yaitu pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa poros belakang dapat menangani beban dan tekanan yang diberikan saat kendaraan digunakan. Ini termasuk pengujian kekuatan untuk memastikan bahwa poros tidak patah atau mengalami kerusakan saat berada di bawah tekanan.
2. Keseimbangan dan Kestabilan, yaitu pengujian juga dilakukan untuk memeriksa keseimbangan poros belakang. Hal ini penting untuk memastikan kendaraan memiliki handling yang baik, terutama saat melewati tikungan atau dalam kondisi kecepatan tinggi.
3. Uji Torsi dan Rotasi, yaitu proses pengujian dapat melibatkan pengukuran torsi yang diterapkan pada poros belakang dan kemampuannya untuk berputar tanpa hambatan yang tidak diinginkan. Ini membantu memastikan bahwa daya yang dihasilkan dari mesin dapat ditransmisikan ke roda belakang secara efisien.
4. Pemeriksaan Sistem Transmisi, yaitu poros belakang merupakan bagian penting dari sistem transmisi kendaraan. Pengujian dilakukan untuk memeriksa apakah semua komponen terhubung dengan baik dan berfungsi sesuai yang diharapkan.

Selain itu, pengujian juga merupakan bagian penting dalam proses pengembangan dan perbaikan gokart, memungkinkan untuk meningkatkan desain dan performanya.

HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar 11 Rangkaian Poros Back Wheel

Sumber : Diolah Penulis, 2024



Gambar 12 Rangkaian Dudukan gear, piringan cakram, dan tromol

Sumber : Diolah Penulis, 2024

Rangkaian poros *back wheel* pada prototipe mobil listrik heulang galunggung telah dibuat sesuai rancangan meliputi proses pengerjaan poros roda belakang dan dudukan penghubung. Berdasarkan rancangan yang telah dibuat proses pengerjaan poros rodabelakang dilakukan seperti tahapan berikut ini :

1. Mempersiapkan besi sepanjang 90 cm / 900 mm
2. Membubut bertingkat sepanjang 89 cm / 890 mm dari ujung benda kerja dengan diameter 25 mm pada batang utama dan 12 mm pada batang kedua ujungnya
3. Kemudian dari ujung benda kerja dibuat ulir
4. Setelah itu membuat lubang pasak pada poros untuk memasang dudukan atau penghubung gear, piringan cakram, dan tromol

Selama proses pengerjaan poros roda belakang dilakukan, ditemukan kendala adanya ketidaksesuaian dalam proses pemotongan komponen besi untuk poros. Namun kendala tersebut tidak terlalu berpengaruh terhadap kegunaan poros roda belakang pada Prototipe Mobil Listrik Heulang Galunggung.

Pembuatan poros roda belakang dilakukan dengan menambahkan pembuatan rangkaian komponen penghubung yang harus terpasang pada poros roda belakang. Proses pembuatan dudukan

gear, piringan cakram, dan tromol dapat dijelaskan sebagai berikut :

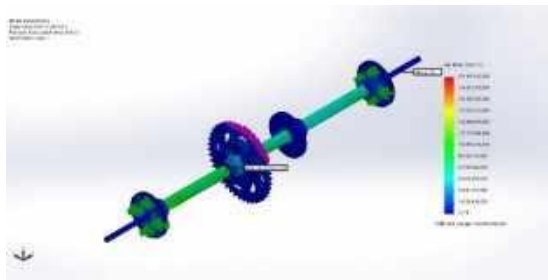
1. Mempersiapkan besi plat berbentuk lingkaran
2. Memotong plat dengan ukuran diameter 100 mm
3. Mengebor dengan diameter 8,20 mm secara tembus di empat bagian
4. Mengelas besi penahan dengan dukungan untuk pemasangan terhadap poros

Selama proses pengerjaan dukungan penghubung dilakukan, ditemukan kendala adanya ketidaksesuaian dalam proses pemotongan komponen besi untuk dukungan penghubung. Namun kendala tersebut tidak terlalu berpengaruh terhadap kegunaan dukungan penghubung pada Prototipe Mobil Listrik Heulang Galunggung.

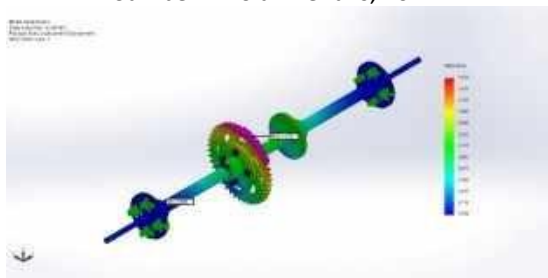
Setelah proses pengujian poros roda belakang pada Prototipe Mobil Listrik Heulang Galunggung dilakukan ditemukan hasil bahwa poros dengan tipe ganda memiliki kekurangan pada kinerjanya yaitu terdengar suara bising saat Prototipe Mobil Listrik Heulang Galunggung digerakan. Suara tersebut berasal dari tidak presisinya pemotongan besi penghubung gear, cakram, dan tromol. Sehingga dalam proses pembuatan poros roda belakang lebih baik menggunakan poros tipe tunggal.

Kekuatan Poros terhadap Momen Puntir dan Lentur pada Prototipe Mobil Listrik Heulang Galunggung

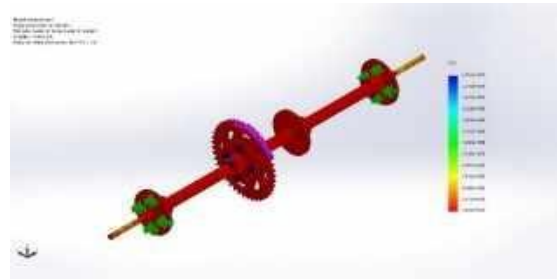
1. Hasil



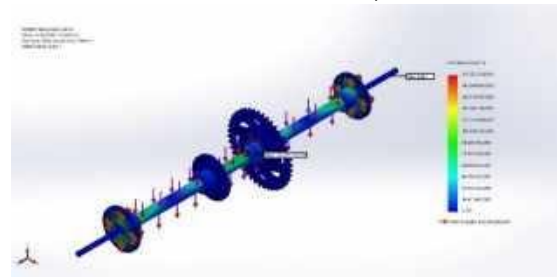
Gambar 13 Tegangan Momen Puntir
Sumber : Diolah Penulis, 2024



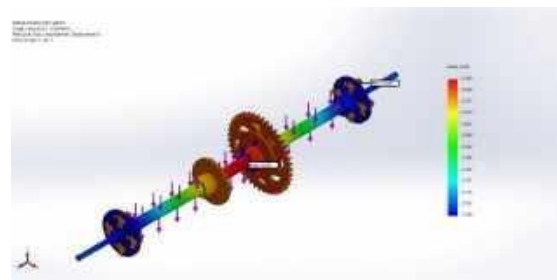
Gambar 14 Regangan Momen Puntir
Sumber : Diolah Penulis, 2024



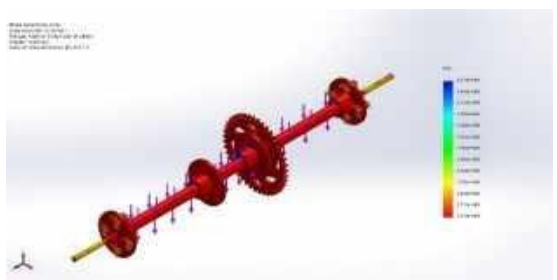
Gambar 15 Factor of Safety Momen Puntir
Sumber : Diolah Penulis, 2024



Gambar 16 Tegangan Momen Lentur
Sumber : Diolah Penulis, 2024



Gambar 17 Regangan Momen Lentur
Sumber : Diolah Penulis, 2024



Gambar 18 Factor of Safety Momen Lentur
Sumber : Diolah Penulis, 2024

2. Pembahasan

Berdasarkan hasil perhitungan numerik momen puntir dan lentur di atas, didapatkan hasil bahwa :

1. Momen Puntir
 - a. Tegangan maksimal yang terjadi adalah 530 N/m^2 sedangkan Tegangan luluh yang terjadi adalah 201 N/m^2 Maka Kesimpulannya adalah $T_t < T_L = \text{Aman}$.
 - b. Regangan yang terjadi masih dalam batas aman yaitu 1.420 mm .
 - c. *Factor of Safety* yang terjadi adalah 2.6 , artinya

rancangan ini masih dapat menerima beban 2.6 kalinya, Aman.

2. Momen Lentur

- a. Tegangan maksimal yang terjadi adalah 530 N/m² sedangkan Tegangan luluh yang terjadi adalah 176 N/m² Maka Kesimpulannya adalah $T_t < T_L =$ Aman.
- b. Regangan yang terjadi masih dalam batas aman yaitu 0.685 mm.
- c. *Factor of Safety* yang terjadi adalah 3, artinya rancangan ini masih dapat menerima beban 3 kalinya, Aman.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan terhadap perancangan poros back wheel dan perhitungan numerik terhadap momen puntiran lentur pada Prototipe Mobil Listrik Heulang Galunggung, didapatkan hasil yaitu:

1. Perancangan poros *back wheel* pada Prototipe Mobil Listrik Heulang Galunggung dilakukan dengan pembuatan poros roda belakang dan dudukan gear yang berjalan dengan lancar, meskipun terdapat kendala pada pemotongan komponennya. Namun, kendala tersebut tidak menjadi penghambat dari segi kegunaannya pada Prototipe Mobil Listrik Heulang Galunggung. Selain kendala tersebut, terdapat kendala yang muncul ketika pengujian Prototipe Mobil Listrik Heulang Galunggung berlangsung yaitu adanya suara bising yang disebabkan dari putaran poros roda belakang.
2. Hasil perhitungan numerik momen puntiran lentur poros roda belakang didapatkan bahwa analisis yang dilakukan secara numerik menjelaskan bahwa poros roda belakang pada Prototipe Mobil Listrik Heulang Galunggung dinyatakan aman digunakan.

REFERENSI

- [1] M. Aziz, Y. Marcellino, I. A. Rizki, S. A. Ikhwanuddin, and J. W. Simatupang, "Studi Analisis Perkembangan Teknologi Dan Dukungan Pemerintah Indonesia Terkait Mobil Listrik," *TESLA J. Tek. Elektro*, vol. 22, no. 1, p. 45, 2020, doi: 10.24912/tesla.v22i1.7898.
- [2] M. Fredyansah, Y. Gunawan, and R. R. Sisworo, "Optimalisasi Perancangan Chassis Mobil Listrik Tipe Prototype Menggunakan Autodeks Inventor," *Enthalpy J. Ilm. Mhs. Tek. Mesin*, vol. 7, no. 2, p. 57, 2022, doi: 10.55679/enthalpy.v7i2.25521.
- [3] S. Misar, Sudarsono, "Misar, Sudarsono, Samhuddin," *ENTHALPY-Jurnal Ilm. Mhs. Tek. Mesin*, vol. 3, no. 4, pp. 1–8, 2018.
- [4] A. Tujuan *et al.*, "ANALISA PERANCANGAN POROS RODA PENGGERAK MOBIL EMISIA BORNEO MENGGUNAKAN FINITE ELEMENT METHOD," vol. 19, no. 1, pp. 33–37, 2023.
- [5] T. A. Pambudi, G. E. Pramono, and D. Yuliaji, "Analisa Sistem Roda Gigi Diferensial Penggerak Roda Belakang," *Alimkanika*, vol. 1, no. 1, pp. 27–34, 2019.
- [6] A. Efendi, Y. Sinung Nugroho, and M. Fahmi, "Perancangan Rangka dan Analisis Beban Mobil Listrik Sula Menggunakan Software Autodeks Inventor," *J. E-Komtek*, vol. 4, no. 1, pp. 100–114, 2020, doi: 10.37339/e-komtek.v4i1.219.
- [7] David Tremayne, Karting: "*The Ultimate Guide to the Sport*", 2007.
- [8] Suhadi, Achadiat Asiandi. 2023. *Mengenal Baterai Mobil Listrik*. Jakarta: Penerbit Pustaka Mandiri.
- [9] Zhang *et al.* "*Experimental Investigation of an Integrated Motor-Gearbox System for Rear Axle Drive Efficiency Improvement*", 2021
- [10] Chen *et al.* "*A Survey on Regenerative Braking Systems in Electric Vehicles*" dalam jurnal IEEE Access, 2020