



Perancangan Rangka dan Analisis Beban Mobil Listrik Sula Menggunakan Software Autodeks Inventor

Adhan Efendi^{1*}, Yohanes Sinung Nugroho², Muhammad Fahmi³

^{1,3}Jurusan Pemeliharaan Mesin, Politeknik Negeri Subang, Subang, Indonesia, 41211

²Jurusan Teknik Aeronautika, Politeknik Negeri Bandung, Bandung Barat, Indonesia, 40559

*E-mail : adhan@polsub.ac.id

Doi : <https://doi.org/10.37339/e-komtek.v4i1.219>

Diterbitkan oleh Politeknik Dharma Patria Kebumen

Info Artikel

Diterima :

29-04-2020

Diperbaiki :

26-05-2020

Disetujui :

17-06-2020

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini untuk mendapatkan sebuah rancangan rangka mobil listrik ringan, memberikan rasa aman dan kenyamanan dengan maksud menjadi dasar penempatan kemudi, mesin, baterai, bodi kendaraan, dan komponen lainnya. Peneliti dilakukan menggunakan metode Research Development dengan bantuan perangkat lunak (software) yang mampu untuk pembuatan suatu model dalam bentuk gambar 3 dimensi, dalam hal ini software yang digunakan adalah software autodeks inventor. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa: (1) Desain rangka mobil menggunakan perangkat lunak komputer berupa CAD (Computer Aided Design). Jenis CAD yang digunakan adalah produk dari Autodesk Corp, yaitu Autodesk Inventor Profesional 2051; (2) Desain rangka mobil dengan spesifikasi motor penggerak BLDC disk motor Hi Grade Daya 800 wat dengan material rangka Pipa Besi Hitam 1 inch; (3) Analisis tinggi rangka saat menerima beban 100 kg yaitu 18,87 cm dengan Rasio rantai 401 rpm.

Kata Kunci: Analisis Beban; Autodeks Inventor; Perancangan Rangka

ABSTRACT

The purpose of this study is to obtain an electric car frame design that provides a sense of security and comfort with the intention of being the basis of the placement of the steering wheel, engine, battery, vehicle body, and other components. Researchers conducted using the Research Development method with the help of software (software) that is capable of making a model in the form of 3-dimensional images, in this case the software used is the Inventor Autodext software. Based on the results of the study it can be concluded that: (1) The design of the car frame uses computer software in the form of CAD (Computer Aided Design). The CAD types used are products from Autodesk Corp, namely Autodesk Inventor Professional 2051; (2) Car frame design with BLDC disk motor Hi Grade Power 800Wat motor drive specifications with 1 inch Black Iron Pipe frame material; (3) Analysis of frame height when receiving a load of 100 kg that is 18.87 cm with a chain ratio of 401 rpm.

Keywords: Load Analysis; Inventory Autodex; Frame Design

Alamat Korespondensi : Jl. Letnan Jenderal Suprpto No.73 Kebumen, Jawa Tengah, Indonesia 55431



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

1. PENDAHULUAN

Kompetisi Mobil Listrik Indonesia (KMLI) merupakan salah satu ajang bergensi yang menampilkan berbagai modifikasi mobil listrik hasil karya mahasiswa dari Perguruan Tinggi Se-Indonesia. Dibutuhkan mobil listrik yang memiliki kecepatan dan akselerasi yang baik untuk menjadi pemenang dalam kompetensi tersebut. Permasalahan yang terjadi adalah tidak mudah untuk membuat mobil listrik yang memiliki kecepatan, beberapa kendala yang dikeluhkan para mahasiswa adalah berat mobil yang berlebihan sehingga mempengaruhi gaya dorong kendaraan. Selain berat dibutuhkan juga desain mobil yang ergonomis untuk mengurangi gaya hambat akibat bentuk kendaraan yang terlalu lebar. Penelitian oleh Hendrawan dkk [1] menyatakan dibutuhkan desain chasis kendaraan yang sederhana agar beban kendaraan tidak terlalu berat. Penelitian lain oleh Adriana [2] pemilihan bahan rangka kendaraan mobil listrik sangat penting, karena rangka sebagai penahan beban kendaraan, sehingga dibutuhkan rangka yang ringan tetapi kuat. Sedangkan Putra [3] berpendapat mobil listrik juga memiliki kendaraan dibagian baterai, sehingga jenis, kapasitas, dan berat baterai sangat mempengaruhi performa mobil listrik.

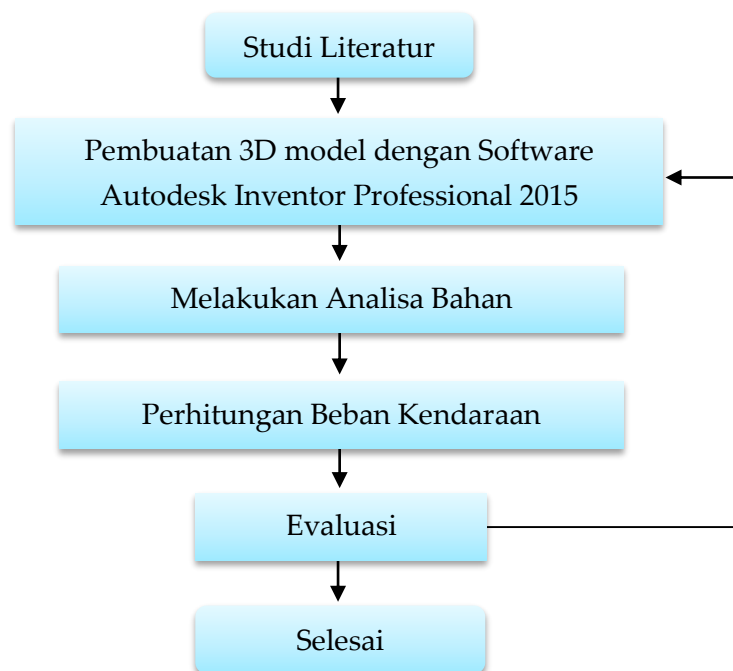
Hasil penelitian Izaz dkk [4] pemilihan bahan material komposit dengan pengisi berupa serat kaca maupun serat karbon menjadi solusi untuk menghasilkan bodi kendaraan yang kuat. Pendapat berbeda disampaikan oleh Susanto [5] hal utama yang harus dilakukan untuk mempersiapkan mobil listrik yang baik adalah dengan membuat desain dasar mobil menggunakan aplikasi 3D. Pembuatan desain 3D itu telah dilakukan oleh Sadikin [6] yang membahas mengenai pembuatan desain dengan aplikasi Siemens NX8. Yang dapat menguji konstruksi rangka chasis bertujuan untuk mengetahui structural performance, displacement, stresses dan kekuatan bahan pada konstruksi frame mobil listrik. Ditambahkan oleh Yudi Prihadnyana dkk [7] bahwa untuk menganalisis bentuk bodi kendaraan menggunakan bantuan sebuah perangkat lunak CFD (Computation Fluid Dynamics) yaitu salah satunya Ansys. 14.5. Berdasarkan penelitian terdahulu, dapat disimpulkan bahwa solusi dasar untuk membuat kendaraan mobil listrik lebih ringan adalah dengan mengurangi berat bodi kendaraan dan memilih komponen yang ringan namun memiliki kekuatan yang stabil. Ditambahkan oleh Efendi [8] bahwa dibutuhkan desain yang lulus uji coba dan proses manufaktur yang baik dalam upaya menciptakan kendaraan yang layak uji.

Ada beberapa hal yang bentuk mendapat perhatian dari penelitian sebelumnya mengenai

desain mobil listrik. Yaitu gagasan untuk membuat desain mobil yang lebih ramping melalui aplikasi desain 3D. Aplikasi ini juga dapat menganalisis berat kendaraan serta daya turbulensi terhadap hantaman angin oleh bodi kendaraan. Selain itu, dibutuhkan pemilihan bahan material yang sesuai agar berat kendaraan tidak melebihi beban yang dianjurkan yaitu dibawah 150 kg. Tim peneliti tertarik untuk melakukan sebuah rancangan rangka mobil listrik ringan, memberikan rasa aman dan kenyamanan dengan maksud menjadi dasar penempatan kemudi, mesin, baterai, bodi kendaraan, dan komponen lainnya.

2. MATERIAL DAN METODE

Pada proses pembuatan desain rangka mobil listrik ini dimulai dari studi literatur dan pengumpulan data, dilanjutkan melakukan observasi lapangan, setelah itu membuat desain rangka mobil menggunakan perangkat lunak komputer berupa CAD (Computer Aided Design). Jenis CAD yang digunakan adalah produk dari Autodesk Corp, yaitu Autodesk Inventor Profesional 2015. Langkah selanjutnya adalah melakukan perhitungan dasar seperti berat rangka, kekuatan sambungan las, penentuan titik berat, sudut belok roda, gaya traksi, beban pengereman, perhitungan kekuatan rangka serta perhitungan mengenai rantai dan roda gigi. Bahan atau material yang digunakan pada proses pembuatan mobil listrik antara lain yaitu pipa besi 1 dan 1/2 inch, besi siku 4x4 cm, besi kotak 4x2 dan 3x3 cm, plat besi 1 & 5 mm, besi poros 1 inch, dan besi dural. Adapun tahapan penelitian disajikan pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pembahasan

a. Analisis Bahan

1) Pipa Besi Hitam 1 Inch

Pemilihan pipa besi hitam berukuran 1 *inch* untuk proses pembuatan rangka mobil listrik dilakukan karena pipa besi jenis ini mudah didapatkan di daerah Subang dibandingkan dengan pipa dengan tipe JIS G3345 yang sering digunakan dalam pembuatan rangka oleh tim-tim mobil listrik di Indonesia tapi sulit didapatkan di Kota Subang. Jika ingin tetap memilih pipa tipe JIS G3345 ini harus memesan terlebih dahulu, dan itu pastinya akan membutuhkan waktu yang lama yang akan mengakibatkan mundurnya jadwal proses pengerjaan Mobil Listrik SULA'16 1.0. Oleh karena itu, untuk mengefisienkan waktu, akhirnya dipilih pipa besi hitam ukuran 1 *inch* untuk bahan utama pembuatan rangka.

2) Pipa Besi ½ Inch

Pipa besi ½ *inch* digunakan pada pembuatan sistem kemudi. Pemilihan pipa jenis ini dilakukan karena ukurannya yang kecil dan ringan sehingga dapat memudahkan pengemudi dalam menggerakkan stir pada saat menjalankan mobil listrik. Berbeda jika menggunakan besi poros, pengemudi pasti akan membutuhkan tenaga yang lebih besar untuk menggerakkan stir karena lebih berat.

Kelebihan pipa besi hitam adalah sebagai berikut :

a) Lebih Kuat

Dengan karakteristiknya yang lebih kuat, maka pipa besi hitam ini dapat digunakan untuk waktu yang lebih lama untuk suatu proyek.

b) Daya Tahan Lebih Baik

Kelebihan lain dari pipa besi adalah daya tahan yang lebih baik. Biasanya, dalam pemakaian beberapa waktu, pipa akan pecah dan rusak. Namun berbeda dengan pipa besi hitam, dimana jenis pipa ini hampir tidak berubah karena perubahan cuaca atau hal lainnya.

c) Tersedia Dalam Berbagai Ukuran

Ukuran yang bervariasi dapat memudahkan konsumen untuk memilih ukuran pipa besi hitam sesuai dengan kebutuhan.

Pipa besi $\frac{1}{2}$ inch disajikan pada **Gambar 2**.



Gambar 2. Pipa Besi $\frac{1}{2}$ inch

3) Besi Siku 4x4 cm

Besi siku 4x4 cm digunakan pada pembuatanudukan baterai atau *accu*. Pemilihan besi jenis ini dilakukan karena karakteristik besi yang menyiku dengan sudut 90 derajat dapat memudahkan pembuatanudukan disesuaikan dengan ukuran baterai yang digunakan dan juga dapat memudahkan saat memasukkan dan mengeluarkan baterai tersebut. Pipa siku 4x4 cm disajikan pada **Gambar 3**.



Gambar 3. Besi Siku

Kelebihan menggunakan besi siku antara lain adalah :

- a) Ringan dan kuat. Dibandingkan dengan produk baja lainnya, besi siku dapat dikatakan memiliki beban yang lebih ringan dalam berbagai dimensinya. Penampang yang berbentuk L (*L-bracket*) dan membentuk sudut 90 derajat menjadikan besi siku kokoh seperti halnya segitiga.
- b) Dimensi yang variatif. Produk besi siku sangat variatif sehingga memungkinkan konsumen untuk memilih sesuai dengan proyek masing-masing. Besi siku memiliki ketebalan 1,4 mm – 3,4 mm dan penampang L yang berukuran 2 mm - 5 mm.
- c) Mudah dibentuk. Besi siku mudah dikerjakan untuk menghasilkan ukuran dan konstruksi tertentu sesuai dengan kebutuhan.
- d) Serbaguna. Besi siku dapat digunakan pada berbagai macam proyek, seperti rangka atap, tangga, menara, lemari, meja, kursi, dan lainnya.

4) Besi *Hollow*

a) Besi *Hollow* 4x2 cm

Pemilihan pipa besi hitam berukuran 1 *inch* untuk proses pembuatan rangka mobil listrik dilakukan karena pipa besi jenis ini mudah didapatkan di daerah Subang dibandingkan dengan pipa dengan tipe JIS G3345 yang sering digunakan dalam pembuatan rangka oleh tim-tim mobil listrik di Indonesia tapi sulit didapatkan di Kota Subang. Jika ingin tetap memilih pipa tipe JIS G3445 ini harus memesan terlebih dahulu, dan itu pastinya akan membutuhkan waktu yang lama yang akan mengakibatkan mundurnya jadwal proses pengerjaan Mobil Listrik SULA'16 1.0. Oleh karena itu, untuk mengefisienkan waktu, akhirnya dipilih pipa besi hitam ukuran 1 *inch* untuk bahan utama pembuatan rangka. Besi Kotak 4x2 cm disajikan pada [Gambar 4](#).



[Gambar 4](#). Besi Kotak 4x2 cm

b) Besi *Hollow* 3x3 cm

Besi *hollow* 3x3 cm digunakan pada pembuatan dudukan suspensi. Pemilihan besi jenis ini untuk dudukan suspensi belakang dikarenakan besi *hollow* jenis ini memiliki 4 sisi yang sama besar yang akan memungkinkan untuk menahan beban pada saat mobil dijalankan di jalan yang tidak rata / berlubang. Besi kotak 3x3 cm disajikan pada [Gambar 5](#).



[Gambar 5](#). Besi Kotak 3x3 cm

Kelebihan dari besi *hollow* adalah sebagai berikut :

- 1) Tahan berbagai cuaca. Salah satu keuntungan dari besi hollow ini adalah ketahanannya terhadap cuaca panas maupun hujan, serta tidak mudah memuai.
- 2) Tahan lama. Jenis besi *hollow* ini juga awet dan tahan lama, tahan akan rayap dan binatang pengerat lainnya.
- 3) Mempunyai tampilan yang menarik, serta pemasangannya yang tergolong mudah karena tidak perlu memiliki keahlian khusus.
- 4) Tidak menghantarkan api, sehingga aman dari kebakaran.

5) Plat Besi

a) Plat Besi 5 mm

Plat besi 5 mm digunakan pada pembuatan dudukan bearing pada *arm* belakang. Pemilihan plat besi jenis ini dikarenakan ukuran besi yang tidak terlalu tipis dan tidak terlalu tebal dapat digunakan untuk menahan *bearing* yang gerakannya relatif sedikit, tidak berputar melainkan hanya untuk menggerakkan *arm* secara naik-turun saja. Besi hitam ukuran 1 *inch* untuk bahan utama pembuatan rangka. Plat besi ukuran 5 mm disajikan pada [Gambar 6](#) dan [Gambar 7](#).



[Gambar 6](#). Plat Besi 5 mm



[Gambar 7](#). Plat Besi 5 mm

b) Plat Besi 1 mm

Plat besi 1 mm digunakan pada pembuatan dudukan kaki pengemudi. Pemilihan plat besi jenis ini dilakukan karena digunakan hanya sebagai dudukan kaki untuk pengemudi pada saat sedang menjalankan mobil listrik sehingga tidak membutuhkan plat yang berukuran lebih tebal. Selain itu, plat besi ini juga berfungsi sebagai pengaman pada saat mengemudi agar kaki tidak menyentuh tanah / aspal. Plat besi 1 mm disajikan pada **Gambar 8**.



Gambar 8. Plat Besi 1 mm

Kelebihan menggunakan plat besi adalah sebagai berikut :

- 1) Produk plat besi memegang peran yang sangat penting dalam bidang konstruksi maupun di dalam bidang industri lain karena kekuatannya yang sangat tinggi.
- 2) Ukuran yang bervariasi. Banyaknya ragam plat besi yang diproduksi memudahkan konsumen untuk memilih ukuran yang sesuai dengan kebutuhannya.
- 3) Serbaguna. Plat besi banyak digunakan pada aplikasi konstruksi yang banyak membutuhkan kekuatan dan ketahanan yang tinggi. Selain itu, plat besi juga banyak digunakan sebagai bahan dasar untuk kendaraan, seperti mobil, truk, kapal, dan lain sebagainya.

b. Perhitungan Beban

Perhitungan ini dilakukan dengan menggunakan permisalan beberapa beban agar mengetahui beban maksimum yang dapat ditopang oleh rangka. Beban yang akan digunakan yaitu 40 kg, 70 kg, dan 100 kg. setelah melakukan uji beban, akan didapat hasil dengan cara melihat perubahan tinggi rangka. Dengan batas tinggi minimal sama dengan tinggi *knuckle* dengan tanah. Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$W_n = W$$

Dengan data :

$$\text{Beban rangka kosong (W)} = 64.452 \text{ kg}$$

$$\text{Beban rangka kosong + 40 kg (W}_1) = 104,452 \text{ kg}$$

$$\text{Beban rangka kosong} + 70 \text{ kg} \quad (W_1) = 134,452 \text{ kg}$$

$$\text{Beban rangka kosong} + 100 \text{ kg} \quad (W_3) = 164,452 \text{ kg}$$

$$\text{Tinggi rangka} (h_1) = 30 \text{ cm}$$

$$\text{Tinggi } knuckle (h_0) = 13 \text{ cm}$$

$$\text{Gravitasi bumi} = 9,81 \text{ N}$$

$$\text{Tinggi minimum rangka} = 30 - 13 = 17 \text{ cm}$$

Jadi, tinggi rangka yang diberi beban tidak boleh kurang dari 17 cm

1) Pada Saat beban 40 kg

$$h_1 = h - h_x$$

$$W_1 = W$$

$$m_1 \cdot g \cdot h_x = m \cdot g \cdot h$$

$$104,452 \times 9,81 \times h_x = 64,452 \cdot 9,81 \cdot 0,3$$

$$h_x = \frac{104,452}{19,3}$$

$$h_x = 5,4$$

$$h_1 = 30 - 5,4$$

$$h_1 = 24,6 \text{ cm}$$

Jadi, tinggi rangka saat menerima beban 100 kg yaitu 24,6 cm

2) Pada Saat beban 70 kg

$$h_2 = h - h_x$$

$$W_2 = W$$

$$m_2 \cdot g \cdot h_x = m \cdot g \cdot h$$

$$134,452 \times 9,81 \times h_x = 64,452 \cdot 9,81 \cdot 0,3$$

$$h_x = \frac{134,452}{19,3}$$

$$h_2 = 30 - 11,83$$

$$h_2 = 23,1 \text{ cm}$$

Jadi, tinggi rangka saat menerima beban 100 kg yaitu 23,1 cm

3) Pada Saat beban 100 kg

$$h_3 = h - h_x$$

$$W_3 = W$$

$$m_3 \cdot g \cdot h_x = m \cdot g \cdot h$$

$$164,452 \times 9,81 \times h_x = 64,452 \cdot 9,81 \cdot 0,3$$

$$h_x = \frac{164,452}{19,3}$$

$$h_2 = 30 - 11,83$$

$$h_2 = 18,87 \text{ cm}$$

Jadi, tinggi rangka saat menerima beban 100 kg yaitu 18,87 cm.

c. Perhitungan Rantai

1) Rasio

$$R = \frac{N_1}{N_2} = \frac{T_2}{T_1}$$

$$R = \frac{575}{N_2} = \frac{43}{30}$$

$$N_2 = \frac{575,30}{43}$$

$$N_2 = 401 \text{ rpm}$$

Jadi, putaran yang terjadi pada sprocket besar adalah 401 rpm.

2) Diameter Roda Rantai

$$D_{\tau 1} = \frac{\tau}{\sin \frac{180}{z_1}}$$

$$D_{\tau 1} = \frac{19,05}{\sin \frac{180}{30}}$$

$$D_{\tau 1} = 182,24 \text{ mm}$$

Jadi, diameter roda rantai kecil adalah sebesar 182,24 mm.

$$D_{\tau 2} = \frac{\tau}{\sin \frac{180}{z_2}}$$

$$D_{\tau 1} = \frac{19,05}{\sin \frac{180}{43}}$$

$$D_{\tau 1} = 260,97 \text{ mm}$$

Jadi, diameter roda rantai besar adalah sebesar 260,97 mm.

3) Jumlah Mata Rantai yang Dibutuhkan

$$z = \frac{2L}{t} + \frac{Z_1+Z_2}{2} + \frac{t(Z_1+Z_2)^2}{39,5 \cdot L}$$

$$z = \frac{2,38}{19,05} + \frac{30+43}{2} + \frac{19,05(43+30)^2}{39,5 \cdot 38}$$

$$z = 3,98 + 36,5 + 2,144$$

$$z = 42,624 \text{ buah}$$

Jadi, jumlah rantai yang dibutuhkan adalah sebanyak 42,624 atau dibulatkan menjadi 43 buah.

d. Perhitungan Roda Gigi Bevel / Kerucut / Payung

1) Jarak Bagi

$$Pd = \frac{NP}{d} = \frac{NG}{D}$$

$$Pd = \frac{11}{40} = \frac{16}{56}$$

$$Pd = \frac{11 \cdot 56}{40 \cdot 16}$$

$$Pd = 0,96 \text{ mm}$$

Jadi, jarak bagi roda gigi kerucut ini adalah 0,96 mm

2) Jarak Bagi

$$Mg = \frac{NG}{NP}$$

$$Mg = \frac{16}{11}$$

$$Mg = 1,454$$

$$Pd = 0,96 \text{ mm}$$

Jadi, rasio roda gigi sebesar 1,454.

3) Diameter Lingkaran Jarak Bagi Pinyon

$$D = \frac{NP}{Pd}$$

$$D = \frac{11}{0,96}$$

$$D = 10,56 \text{ mm}$$

Jadi, diameter lingkaran jarak bagi pinyon adalah sebesar 10,56 mm.

4) Diameter Lingkaran Jarak Bagi Roda Gigi

$$D = \frac{NG}{Pd}$$

$$D = \frac{16}{0,96}$$

$$D = 15,36 \text{ mm}$$

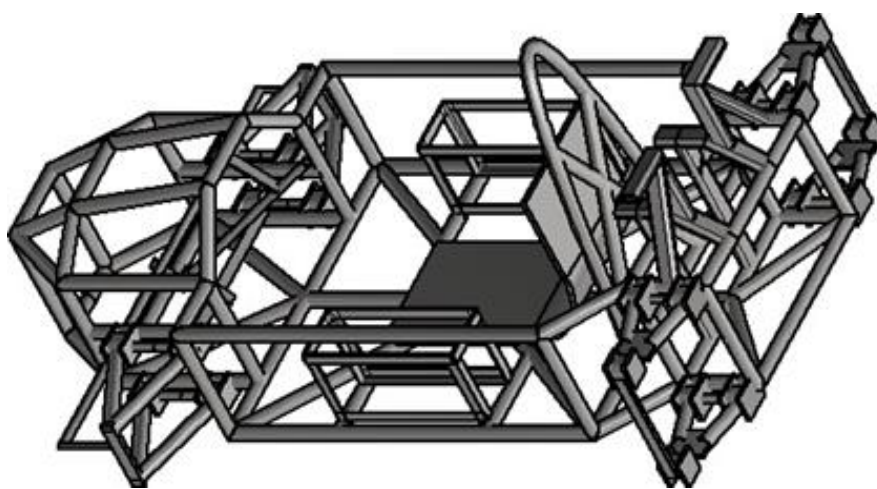
Jadi, diameter lingkaran jarak bagi roda gigi adalah sebesar 15,36 mm.

3.2 Hasil

a. Hasil Perancangan

Proses yang dilakukan tim peneliti adalah mencari data desain mengenai beberapa kendaraan yang pernah dibuat menggunakan aplikasi 3 D. berdasarkan data tersebut

dibutuhkan desain depan kendaraan yang tidak terlalu lebar. Hal tersebut bertujuan untuk mengurangi benturan terhadap angin yang mempengaruhi laju kendaraan. Desain yang kami buat memiliki keunikan berupa letak baterai yang dibuat disamping kendaraan agar beban dari baterai yang digunakan dapat menyebabkan keseimbangan bagi kendaraan. Dari segi kenyamanan rangka ini memiliki kelebihan dari sisi peletakan kemudi kendaraan yang tidak terlalu dekat dengan tempat duduk *driver*. Hal tersebut dilakukan untuk memberikan rasa aman dan nyaman saat mengenai kendaraan tersebut. Hasil perancangan disajikan pada **Gambar 9**.



Gambar 9. Hasil Perancangan

b. Spesifikasi

Spesifikasi Mobil Listrik SULA'16 1.0 disajikan pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Spesifikasi Kendaraan

Motor Penggerak	: BLDC <i>disk motor</i> Hi Grade Daya 800 watt
Kecepatan	: 40-50 km/jam
Putaran Motor	: 575 rpm
Torsi Motor	: 30 - 50 Nm
Accu	: 4 buah
Voltage	: 48 Volt, 32 Ampere
Waktu Pengisian	: 4 jam
Transmisi	: <i>Sprocket</i> dan <i>gear differential</i>
Rem	: Cakram / <i>disk brake</i>
Suspensi	: <i>Swing Arm Rear Suspension</i>
Roda Depan	: R 14, 70/90
Roda Belakang	: R 14, 80/90
Material Rangka	: Pipa Besi Hitam 1 <i>inch</i>

c. Analisis Hasil Rancangan

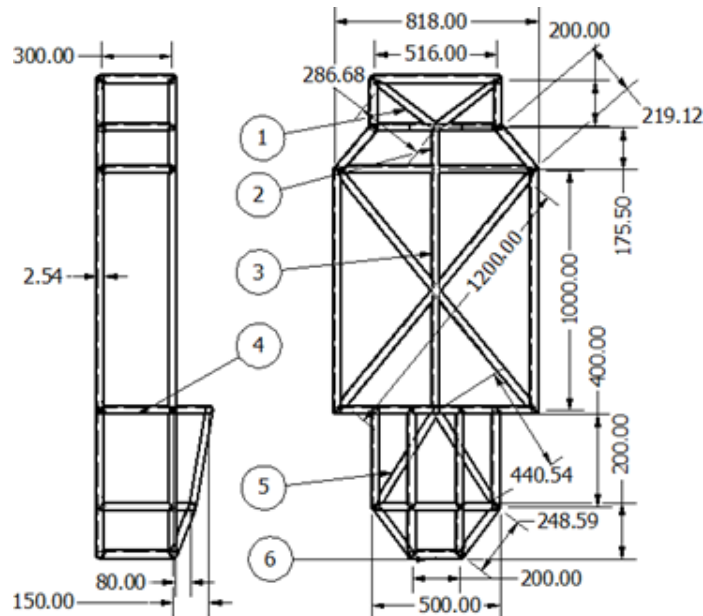
1) Rangka

Rangka adalah bagian utama tempat melekatnya komponen-komponen agar dapat membentuk suatu mesin atau suatu alat. Begitu juga pada mobil listrik ini, rangka berfungsi untuk tempat melekatnya komponen-komponen utama maupun komponen pendukung lainnya. Material rangka yang digunakan adalah menggunakan bahan pipa besi hitam berukuran 1 *inch* dengan ketebalan 3 mm. Berikut ini merupakan alasan pembuatan desain rangka :

- a) Bagian belakang dibuat dengan ukuran 516 x 200 mm dan bagian bawahnya dibuat menyilang agar kuat menahan beban putaran dari motor listrik yang diteruskan ke *sprocket* yang diletakkan bersama dengan komponen lainnya. Selain itu berfungsi sebagaiudukan poros belakang yang tersambung ke roda, serta berfungsi juga sebagai penopangudukan rem cakram, *sprocket* & rantai, dan roda gigi diferensial.
- b) Dibuat dengan jarak 175,7 mm karena berfungsi sebagai tempat berdirinya *safety drive* untuk melindungi tubuh pengemudi dari putaran motor pada saat sedang beroperasi. Selain itu berfungsi juga untuk menyimpan komponen kelistrikan.
- c) Bagian tengah dibuat dengan ukuran 1000 x 818 mm dan terbagi menjadi 3 bagian yaitu bagian kiri, tengah, dan kanan. Bagian tengah tepat diantara pipa yang menyilang sebagaiudukan jok/kursi pengemudi dan berfungsi sebagai titik tumpu beban utama agar pada saat mobil listrik dioperasikan, tekanan akibat beban menjadi seimbang. Bagian kiri dan kanan berfungsi sebagai tempatudukan *accu* atau baterai yang masing-masing berjumlah 2 buah. Baterai diletakan di bagian samping untuk mengefisiensikan tempat dengan lebar 818 mm.
- d) Tinggi rangka dibuat 300 mm disesuaikan dengan tinggi rata-rata pengemudi agar memudahkan pengemudi pada saat akan naik atau turun dari mobil. Serta sesuai peraturan dari Kompetisi Mobil Listrik Indonesia yang dikeluarkan oleh Kemenristek Dikti, bahwa tinggi dari rangka mobil tidak boleh melebihi bahu pengemudi untuk alasan keselamatan.
- e) Bagian leher mobil dibuat dengan ukuran 500 x 400 mm disesuaikan juga dengan tinggi rata-rata pengemudi agar memudahkan pengemudi pada saat sedang mengemudikan mobil, serta untuk memberikan ruang gerak bebas pada kaki pengemudi pada saat sedang

menginjak pedal gas dan pedal rem. Bagian leher dibuat menyilang bertujuan untuk menahan beban kaki pengemudi dan sebagai dudukan untuk sistem kemudi pada mobil.

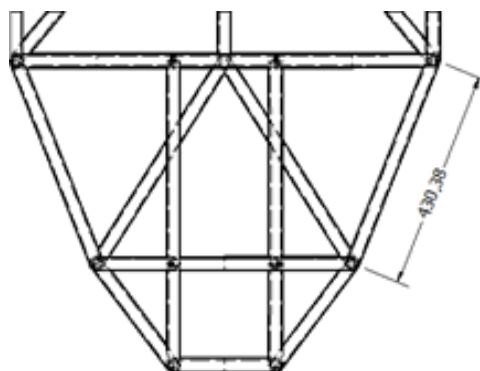
- f) Bagian depan mobil dibuat menyudut dan di desain aerodinamis bertujuan untuk meminimalisir gesekan dengan udara agar mobil dapat melaju kencang. Rangka disajikan pada **Gambar 10**.



Gambar 10. Rangka

d. Perubahan Desain

Perubahan desain dilakukan karena bagian depan sisi samping yang awalnya menyudut ternyata setelah dicoba memperkirakan menggunakan roda, sudut belok roda tidak sempurna karena roda terbentur bagian rangka yang menyudut. Apabila desain tetap seperti awal tetapi lebar *arm* ditambah akan menyebabkan mobil akan semakin lebar dan melewati batas maksimal lebar mobil menurut peraturan Kompetisi Mobil Listrik Indonesia yang dikeluarkan oleh Ristekdikti. Rangka sebelumnya disajikan pada **Gambar 11**.



Gambar 11. Rangka Sebelumnya

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa: (1) Desain rangka mobil menggunakan perangkat lunak komputer berupa CAD (Computer Aided Design). Jenis CAD yang digunakan adalah produk dari Autodesk Corp, yaitu Autodesk Inventor Profesional 2051; (2) Desain rangka mobil dengan spesifikasi motor penggerak BLDC disk motor Hi Grade Daya 800 wat dengan material rangka Pipa Besi Hitam 1 inch; (3) Analisis tinggi rangka saat menerima beban 100 kg yaitu 18,87 cm dengan Rasio rantai 401 rpm

REFERENSI

- [1] M. A. Hendrawan, P. I. Purboputro, M. A. Saputro, and W. Setiyadi, "Perancangan chassis Mobil Listrik Prototype ' Ababil ' dan Simulasi Pembebanan Statik dengan Menggunakan Solidworks Premium 2016," pp. 96–105, 2018.
- [2] M. Adriana, "Rancang Bangun Rangka (Chasis) Mobil Listrik Roda Tiga Kapasitas Satu Orang," vol. 4, pp. 129–133, 2017.
- [3] B. S. Putra *et al.*, "Desain dan Implementasi Sistem Monitoring dan Manajemen Baterai Mobil Listrik Design and Implementation Of Electric Car Battery," vol. 2, no. 2, pp. 1909–1916, 2015.
- [4] A. Izaz, A. Saputra, S. J. Purnomo, and M. Listrik, "Rancang Bangun Bodi Mobil Listrik Urban Concept Berbahan Fibercarbon," vol. 2, 2019.
- [5] H. Susanto, "Desain Dasar Dan Pembuatan Mobil Listrik," vol. 2, no. 1, pp. 91–96, 2016.
- [6] A. Sadikin, "Perancangan Rangka Chasis Mobil Listrik untuk 4 Penumpang Menggunakan Software 3D Siemens NX8."
- [7] K. R. D. Yudi Prihadnyana, G. Widayana, "Analisis Aerodinamika pada Permukaan Bodi Kendaraan Mobil Listrik Gaski (Ganesha Sakti) dengan Perangkat Lunak ANSYS 14 . 5." Universitas Pendidikan Ganesha, Singaraja, 2017.
- [8] A. Efendi, "Rancang Bangun Mobil Listrik Sula Politeknik Negeri," vol. 17, no. 1, pp. 75–84, 2020.