

# Pemodelan Rangka Pada Kendaraan *Prototype City Car Velotaxi*

Yoga Ahdiat Fakhruddi

Teknik Mesin Otomotif  
Politeknik Negeri Madiun  
Madiun, Indonesia  
yoga\_sumonggo@yahoo.com

Indarto Yuwono

Teknik Mesin Otomotif  
Politeknik Negeri Madiun  
Madiun, Indonesia  
indarto@pnm.ac.id

Arya Aprialdi

Teknik Mesin Otomotif  
Politeknik Negeri Madiun  
Madiun, Indonesia  
aryaaprialdi@yahoo.co.id

**Abstrak**— Rangka merupakan bagian utama pada kendaraan yang berfungsi untuk menopang seluruh beban kendaraan serta melindungi pengemudi dari benturan. Pembuatan rangka kendaraan harus melalui perancangan serta perhitungan yang terperinci. Proses perancangan rangka kendaraan dilakukan menggunakan aplikasi Solidworks 2014. Pada aplikasi Solidworks 2014 dapat dilakukan simulasi untuk mengetahui bagian kendaraan yang mengalami *stress* dan *displacement* terbesar.

Beban yang diterima oleh roda depan dan belakang pada kendaraan akan berbeda sesuai dengan desain dari rangka kendaraan tersebut. Velotaxi merupakan *prototype city car* dengan target perbandingan pendistribusian bobot yang diterima oleh roda depan : roda belakang sebesar 60% : 40%. Velotaxi didesain memiliki sebuah *rollbar* sebagai perlindungan untuk pengemudi dari benturan atas. Proses rancang bangun *prototype* Velotaxi melalui dua pengujian, yaitu pengujian pembebanan *rollbar* dan juga penimbangan distribusi bobot. Pengujian *rollbar* dilakukan dengan cara memberikan beban dari arah normal pada *rollbar* dengan beban minimum berat total kendaraan atau tanpa pengemudi. Pengujian distribusi bobot dilakukan dengan cara menimbang setiap bagian roda kendaraan ketika rangka diberi beban pengemudi dan penumpang.

Distribusi bobot *prototype* Velotaxi dihitung menggunakan perhitungan batang statis dengan hasil hitungan 49,53% : 50,47%. Hasil pengujian menunjukkan hasil pendistribusian bobot 128 kg : 124 kg atau 50,8 % : 49,2%. Hasil perhitungan tidak terpaut jauh dari hasil pengujian. Perhitungan angka keamanan menunjukkan hasil akhir 16,44 yang berarti bahwa rangka *prototype* Velotaxi aman untuk digunakan.

**Kata kunci**— *Prototype*; *Simulasi*; *Rollbar*; *Distribusi Bobot*.

## I. PENDAHULUAN

Kemajuan dan perkembangan transportasi di Indonesia semakin pesat, ditunjukkan dengan meningkatnya kuantitas dan kualitas produk kendaraan. Kualitas kendaraan pada era dahulu dapat dilihat pada sumber informasi dari motorek.wordpress.com menerangkan bahwa mobil pertama di Indonesia yang dimiliki oleh Pakubuwono ke X tahun 1894 bermerk Benz dengan tipe Carl Benz, beroda empat, menyandang mesin satu silinder, 2.0 Liter dan bertenaga 5 *Horse Power* (HP). Kualitas produk kendaraan pada tahun 1894 berbeda dengan kualitas kendaraan masa kini yang sudah menggunakan teknologi yang canggih. Satu contoh

kualitas produk kendaraan merk Toyota Fortuner yang sudah menggunakan mesin empat silinder, 2.7 Liter, Dual VVT-i dan mampu menghasilkan tenaga sebesar 160 HP (semisena.com/2016).

Kemajuan teknologi kendaraan tidak lepas dari peran negara lain yang memproduksi dan memasarkan berbagai jenis produk kendaraan di pasar otomotif Indonesia. Pabrik dari negara luar contohnya Toyota, Isuzu, Honda, Suzuki, Hyundai, KIA dan Ford yang telah berinovasi menciptakan sarana transportasi untuk masyarakat dunia termasuk Indonesia. Sumber informasi dari Gabungan Industri Kendaraan Bermotor Indonesia (GAIKINDO) menjelaskan bahwa produksi kendaraan bermotor dalam negeri terus mengalami peningkatan. Produksi kendaraan bermotor jenis mobil di Indonesia pada tahun 2016 mencapai 1.177.797 unit kendaraan, yang mengalami peningkatan sebesar 7,19 % dari tahun 2015 yang berjumlah 1.098.780.

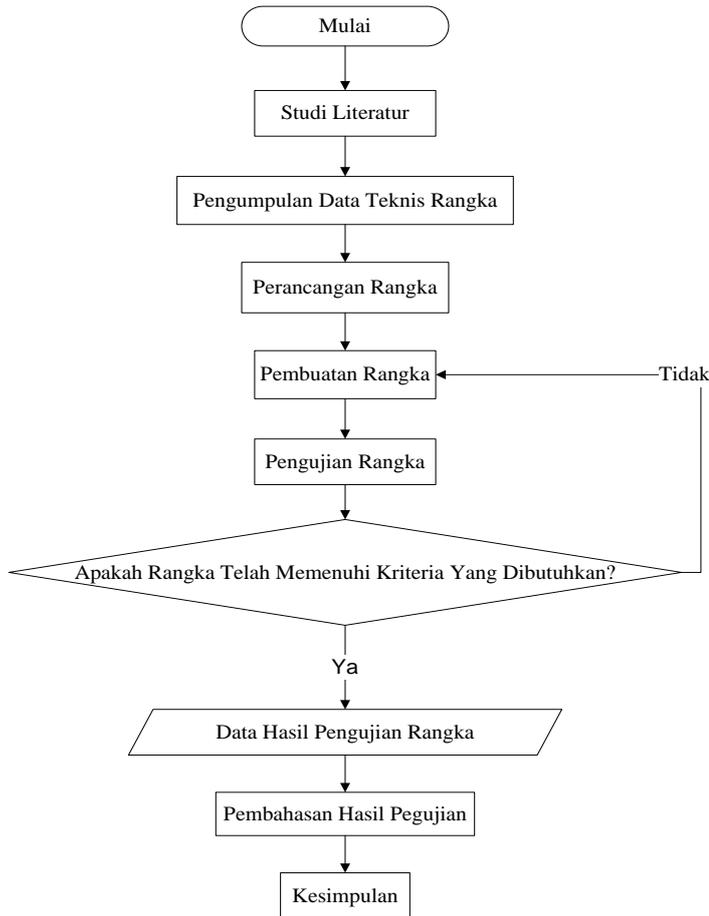
Peningkatan kuantitas produk kendaraan jenis mobil dari negara lain yang dipasarkan di Indonesia, mengakibatkan masyarakat Indonesia lebih memilih produk luar negeri daripada karya anak bangsa. Kendaraan hasil karya anak bangsa kurang mendapat apresiasi masyarakat Indonesia, sehingga banyak kendaraan karya anak bangsa yang terbengkalai.

Velotaxi diharapkan mampu menarik perhatian masyarakat Indonesia pada salah satu hal kecil di dunia otomotif yaitu jenis kendaraan perkotaan (*city car*). Velotaxi merupakan sebuah *prototype city car* yang kecil karena didesain hanya untuk digunakan oleh dua orang saja, namun kuat dan mudah untuk dikemudikan. *Prototype* Velotaxi merupakan sebuah sistem kendaraan yang diharapkan dapat menjadi sistem kendaraan yang efisien dan digunakan pada kendaraan berbahan bakar listrik di masa depan sehingga dapat menjadi solusi masalah keterbatasan bahan bakar gas di dunia.

Rangka merupakan salah satu bagian penting pada suatu kendaraan yang harus mampu menopang massa dari kendaraan, melindungi pengemudi dan dapat mendistribusikan bobot secara tepat. Oleh karena itu perancangannya harus dilakukan dengan matang dan proses pembuatannya harus dilakukan secara seksama dengan mengutamakan keamanan dari pengemudi. Maka dari itu

penulis menyusun Penelitian yang berjudul “Perencanaan Dan Analisa Numerik Sistem Rangka Pada Kendaraan Prototype Velotaxi *Prototype City Car “Velotaxi”*”.

II. METODOLOGI



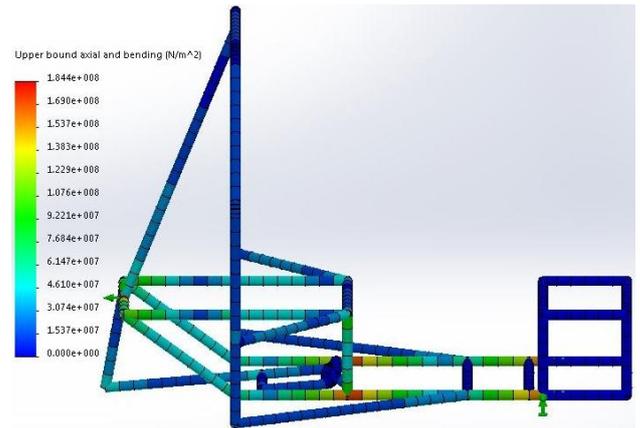
Gambar 1. Flow chart proses perancangan dan pembuatan rangka.

Untuk memperoleh hasil yang maksimal diperlukan tahapan-tahapan sebagai acuan untuk pembuatan tugas akhir. Tahapan-tahapan tersebut diantaranya studi literatur, pengumpulan data teknis, proses perencanaan, proses pembuatan, pengujian, pengolahan data, pembahasan dan kesimpulan.

Proses perancangan mengikuti langkah-langkah berikut: Pemilihan jenis frame, Pemilihan jenis bahan frame, pembuatan desain serta simulasi menggunakan aplikasi Solidworks 2014. Langkah berikutnya adalah langkah pembuatan dan pengujian. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian penimbangan distribusi bobot dan pengujian kekuatan rollbar. Langkah yang terakhir adalah Proses analisa, dimana proses ini dilakukan dengan membandingkan data hasil pengujian secara teoritis dan aktual.

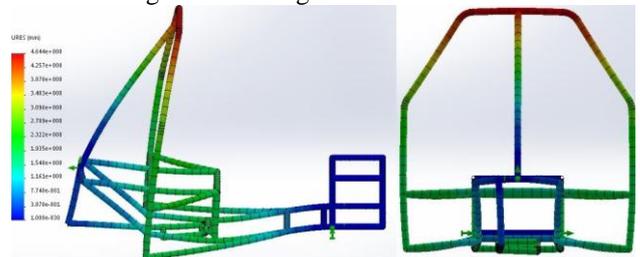
III. HASIL DAN ANALISA

1. Hasil Simulasi Desain Rangka Menggunakan Aplikasi Solidworks 2014



Gambar 2. Simulasi stress pada aplikasi Solidworks 2014

Dari data dapat disimpulkan bahwa bagian rangka yang mengalami beban paling besar adalah pada bagian di bawah tempat duduk pengemudi. Simulasi perubahan bentuk juga dilakukan dengan hasil sebagai berikut:



Gambar 3. Simulasi perubahan bentuk pada aplikasi Solidworks 2014

Dari data diperoleh kesimpulan bahwa bagian rangka yang mengalami perubahan bentuk terbesar dialami bagian yang berwarna merah yaitu sebesar 4,6 mm.

2. Analisa dan Pembahasan

Rangka merupakan bagian utama dari kendaraan yang berfungsi untuk menopang beban. Beban yang diterima rangka kendaraan *prototype* velotaxi adalah sebagai berikut :

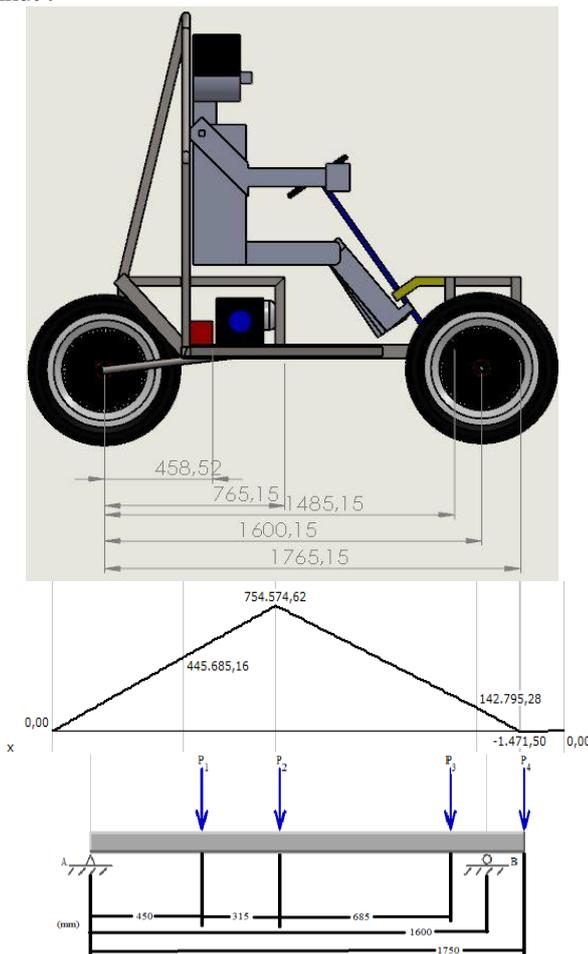
Tabel 1. Beban yang Diterima Rangka *Prototype* Velotaxi

No	Nama Komponen	Berat	Jumlah Komponen	Berat Total
1	Baterai	1 kg	1	1 kg
2.1	Mesin	31 kg	1	31 kg
2.2	Pengemudi	80 kg	2	160 kg
3	Komponen Kemudi	7 kg	1	7 kg
4	Komponen rem	1 kg	1	1 kg
<b>Total</b>				<b>200 kg</b>

Untuk merubah menjadi satuan gaya, maka dikalikan resultan  $g$  (gaya) =  $9,81m/s^2$ . Untuk memudahkan perhitungan, maka perlu dikelompokkan terlebih dahulu beban-beban yang terletak pada satu titik pusat. Pengelompokannya adalah sebagai berikut :

- P1 = Baterai  
= 1 kg = 9,81 N
- P2 = Mesin + Pengemudi  
= 31 kg + 160 kg = 304,11 N + 1569,6 N  
= 1873,71 N
- P3 = Komponen kemudi  
= 7 kg = 7 x 9,81 = 68,67 N
- P4 = Komponen rem  
= 1 kg = 9,81 N

Jika diilustrasikan, maka pembebanan yang diterima oleh rangka kendaraan *prototype* Velotaxi adalah sebagai berikut :



Gambar 4. Ilustrasi Pembebanan

Dari gambar di atas dapat dihitung reaksi pembebanan pada titik A ( $F_{Ay}$ ) dan titik B ( $F_{By}$ ) hingga *safety factor* sebagai berikut:

$$F_{Ay} + F_{By} - P1 - P2 - P3 - P4 = 0$$

$$F_{Ay} + F_{By} - 9,81 - 1873,71 - 68,67 - 9,81 = 0$$

$$F_{Ay} + F_{By} = 1962 N$$

$$F_{Ay} \rightarrow \Sigma M_B = 0$$

$$F_{Ay} = \frac{(P1 \times l1) + (P2 \times l2) + (P3 \times l3) + (P4 \times l4)}{l_{AB}}$$

$$F_{Ay} = \frac{(9,81 \times 1150) + (1873,71 \times 835) + (68,67 \times 150) - (9,81 \times 150)}{1600}$$

$$F_{Ay} = \frac{1584658,35}{1600} = 990,41 N$$

$$F_{By} \rightarrow \Sigma M_A = 0$$

$$F_{By} = \frac{(P1 \times l1) + (P2 \times l2) + (P3 \times l3) + (P4 \times l4)}{l_{AB}}$$

$$F_{By} = \frac{(9,81 \times 450) + (1873,71 \times 765) + (68,67 \times 1450) + (9,81 \times 1750)}{1600}$$

$$F_{By} = \frac{1554541,65}{1600} = 971,58 N$$

$$F_{Ay} + F_{By} = 1962 N$$

$$990,41 + 971,58 = 1962 N$$

$$1962 N = 1962 N \text{ (terbukti)}$$

$$F_{Ay} : F_{By} = 990,41 : 971,58$$

$$F_{Ay} : F_{By} = 50,47\% : 49,53\%$$

Luas Penampang (A)

$$A = A_1 - A_2$$

$$A = (40 \times 40) - (37,8 \times 37,8)$$

$$A = 1600 - 1428,84 = 171,16 \text{ mm}^2$$

Keterangan : A = Luas Penampang

A1 = Luas penampang diameter luar bahan

A2 = Luas penampang diameter dalam bahan

Dari data di atas, dapat dicari tegangan lentur maksimum yang terjadi :

$$\sigma_{max} = \frac{F_{max}}{A}$$

$$\sigma_{max} = \frac{1.873,71}{171,16} = 10,95 \text{ N/mm}^2$$

Keterangan :  $\sigma_{max}$  = Tegangan lentur maksimum

$F_{max}$  = Gaya paling besar

A = Luas penampang

$$\text{safety factor} = \frac{\sigma_{bahan}}{\sigma_{max}}$$

$$\text{safety factor} = \frac{18000000}{10950000} = 16,44$$

Dari hasil perhitungan *safety factor* dapat diketahui bahwa *safety factor* > 4, dan dapat disimpulkan bahwa rangka kendaraan *Prototype* Velotaxi aman untuk dikemudikan.

### 3. Hasil Pengujian Penimbangan Distribusi Bobot



Gambar 5. Pengujian Distribusi Bobot

Hasil dari pengujian distribusi bobot kendaraan *prototype* velotaxi adalah sebagai berikut:

- Roda depan kiri : 59 kg
- Roda depan kanan : 69 kg
- Roda Belakang : 124 kg

Dari data di atas maka beban depan dan belakang dapat diperbandingkan dengan hasil perbandingan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Roda depan} : \text{Roda Belakang} \\ &= 59 + 69 : 128 \\ &= 128 : 124 \\ &= 50,8 \% : 49,2\% \end{aligned}$$

### 4. Pengujian Rollbar



Gambar 6. Pengujian Rollbar

Dengan hasil ini maka membuktikan bahwa *rollbar* mampu menahan beban melebihi kriteria minimum yaitu 117 kg dan akan mampu menahan beban kendaraan apabila terjadi gulingan.

## IV. KESIMPULAN

Kesimpulan yang diambil dari hasil pengujian rangka *prototype* Velotaxi adalah sebagai berikut:

1. Rangka *prototype* Velotaxi mampu menahan beban yang diberikan setelah hasil perhitungan akhir menunjukkan angka faktor keamanan lebih dari 4 yaitu 16,44. Berdasarkan angka *safety factor* tersebut, Velotaxi mampu menahan beban statis empat kali lebih besar dari target. Rangka *prototype* Velotaxi mampu melindungi pengemudi dari gulingan karena mempunyai *rollbar* yang telah memenuhi kriteria pembebanan setelah melewati pengujian pembebanan dengan menerima beban sebesar 150 kg.
2. Rangka *prototype* Velotaxi menghasilkan distribusi bobot antara roda belakang: roda depan dalam perhitungan sebesar 49,53% : 50,47%. Hasil dari pengujian menunjukkan bahwa rangka Velotaxi mampu menghasilkan distribusi bobot 49,2% : 50,8%. Terpaut 10% dari target yaitu 60% : 40% dikarenakan letak mesin dan roda belakang yang terlalu masuk ke dalam.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Astamar, Zainul. 1996. *Mekanika Teknik (Mechanics of Materials)*. Jakarta: Erlangga.
- [2] Fauzi, Helmi. 2013. *Analisis Tegangan Pada Frame Mobil Listrik Sinosi Menggunakan Metode Elemen Hingga*. Universitas Jember.
- [3] Irawan, Agustinus Purna. 2009. *Diktat Elemen Mesin*. Universitas Tarumanagara.
- [4] Sadikin, Ali. 2013. *Perancangan Rangka Chasis Mobil Listrik Untuk 4 Penumpang Menggunakan Software 3d Siemens Nx8*. Universitas Negeri Semarang.
- [5] Singh Abhishek, dkk. 2014. *Structural Analysis of Ladder Chassis for Higher Strength. International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*. Vol. 4, Issue 2.
- [6] Wahyudi, Noorsakti., dan Yoga Ahdiat Fahrudi. 2016. *Studi Eksperimen Rancang Bangun Rangka Jenis Ladder Frame pada Kendaraan Sport. Journal of Electrical Electronic Control and Automotive Engineering (JEECAE)*. Vol. 1, No. 1.
- [7] Wakeham, Keith J. 2009. *Introduction To Chassis Design Revision 1.0*. University of Newfoundland And Labrador.
- [8] Widyawaty, Oktavianny. 2016. *Analisis Perhitungan Gaya Internal Rangka Ruang Dengan Menggunakan Metode Elemen Hingga*. Universitas Lampung