

# ***SUSTAINABLE PRODUCT DESIGN FOR MOTOR CYCLE CAST WHEEL USING FINITE ELEMENT APPLICATION AND PUGH'S CONCEPT SELECTION METHOD***

## ***Case Study: Deciding the Optimum Spoke Number of Motor Cycle Cast Wheel***

Willyanto Anggono<sup>1)</sup>, Billy Fernando Pisa<sup>2)</sup>, Sugeng Hadi Susilo<sup>3)</sup>

Mechanical Engineering Department Petra Christian University Surabaya<sup>1,2)</sup>

Mechanical Engineering Department State Polytechnic of Malang<sup>3)</sup>

Mechanical Engineering Department Brawijaya University Malang<sup>1,3)</sup>

E-mail : [willy@petra.ac.id](mailto:willy@petra.ac.id)<sup>1)</sup>

### **Abstrak**

*Cast wheel pada sepeda motor adalah kerangka dari sebuah ban yang menahan gaya dan tegangan akibat dari berat kendaraan dan dampak atau pukulan dari permukaan jalan. Pukulan dari permukaan jalan tersebut dapat mengakibatkan terjadinya tegangan dan deformasi pada cast wheel. Kekuatan cast wheel dalam menerima tegangan dipengaruhi oleh jumlah spoke. Untuk mengatasi permasalahan tersebut dibutuhkan suatu analisa jumlah spoke pada motor cycle cast wheel. Dalam penelitian dilakukan analisa pengaruh jumlah spoke 3, 5, dan 7 pada motor cycle cast wheel. Tegangan maksimum dan deformasi yang terjadi pada cast wheel dapat diketahui dengan menggunakan bantuan software ANSYS yang berbasis finite element method. Dalam proses pengembangan motor cycle cast wheel jika tidak disertai dengan analisa desain yang baik untuk mendapatkan suatu desain akhir yang optimal, maka proses desain menjadi berkepanjangan. Industri motor cycle cast wheel lokal lebih banyak menggunakan trial and error dalam pengembangan desain produknya (Zuliantoni, 2007). Trial and error ini mengakibatkan penambahan material uji, biaya dan tenaga yang seharusnya tidak perlu dikeluarkan. Cara trial and error dalam pengembangan motor cycle cast wheel adalah cara yang bertentangan dengan prinsip-prinsip sustainable product design. Untuk melakukan pengembangan desain baru motor cycle cast wheel tidak dapat lagi menggunakan cara trial and error karena memerlukan waktu, biaya dan tenaga manusia yang banyak dan sangat tidak produktif. Untuk memudahkan proses desain dan pengujian, digunakan software ANSYS yang berbasis finite element method untuk menganalisa struktur motor cycle cast wheel. Pada penelitian kekuatan dan deformasi pada motor cycle cast wheel ini telah berhasil ditemukan tegangan maksimum dan deformasi maksimum yang terjadi dari spoke number 3, 5, dan 7 yaitu tegangan maksimum sebesar  $1.43 \times 10^8$  Pa dan deformasi maksimum yang terjadi sebesar 0.0010939 m. Motor cycle cast wheel dengan spoke number 7 adalah desain yang paling baik dan optimal berdasar pemilihan desain dengan menggunakan sustainable product design using finite element application and Pugh's concept selection method.*

Kata kunci : *Sustainable Product Design, Finite Element Application, Pugh's Concept Selection Method, Spoke, motor cycle cast wheel.*

### **1. PENDAHULUAN**

Aspek keselamatan merupakan hal yang paling wajib diperhitungkan dalam dunia otomotif karena berhubungan erat dengan nyawa dari penumpang. Sehingga dalam pemodifikasian setiap komponennya haruslah dipertimbangkan secara matang, tepat dalam pemilihan material, melalui perhitungan yang benar dan desain yang baik. Dalam dunia otomotif telah banyak kecelakaan yang disebabkan oleh velg sepeda

motor (*motor cycle cast wheel*) yang pecah. Dengan mempertimbangkan aspek keselamatan tersebut, maka masalah yang dibahas dalam penelitian ini adalah tentang pengaruh jumlah spoke pada *velg cast wheel* pada sepeda motor (*motor cycle*) terhadap tegangan dan deformasi yang terjadi.

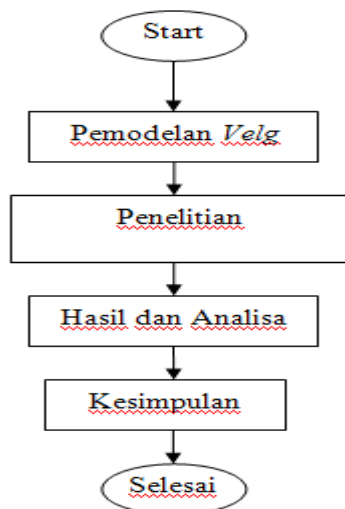
*Cast wheel* pada sepeda motor adalah kerangka dari sebuah ban yang menahan gaya dan tegangan akibat dari berat kendaraan dan dampak atau pukulan dari permukaan jalan. Pukulan dari

permukaan jalan tersebut dapat mengakibatkan terjadinya tegangan dan deformasi pada cast wheel.

Kerusakan yang terjadi pada *velg cast wheel* (*motor cycle cast wheel*) adalah pecahnya bibir velg atau pecahnya *spoke* pada *velg cast wheel* akibat gaya dan tegangan yang terjadi melebihi tegangan maksimum yang diijinkan. Dengan mempertimbangkan masalah ini maka perlu dilakukan penelitian mengenai pengaruh jumlah *spoke* terhadap tegangan dan deformasi dengan menggunakan Metode Elemen Hingga berbasis komputer yaitu *ANSYS software*, untuk mempermudah proses desain.

*Velg* adalah komponen utama dalam sebuah kendaraan. Tanpa *velg*, kendaraan sepeda motor tidak akan dapat berjalan. *Velg* ada dua jenis yang dikenal di kalangan masyarakat yaitu *velg ruji* dan *velg cast wheel*. *Velg ruji* tidak banyak disukai karena beberapa alasan, salah satunya adalah tidak sesuai perkembangan jaman (kuno). Oleh karena itu banyak yang menggantinya dengan *velg* yang lebih gaya atau yang di sebut dengan *velg cast wheel*.

## 2. METODE PENELITIAN



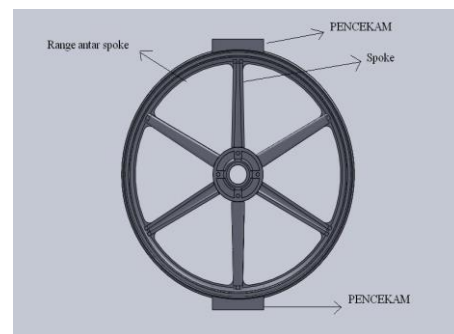
Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Pemodelan dalam penelitian ini meliputi pemodelan dengan penerapan metode elemen hingga dengan bantuan *software ANSYS*, yang bertujuan untuk melakukan analisa tegangan dan deformasi yang terjadi pada *velg*. Dengan Metode Elemen Hingga, model yang telah dibuat di *meshing* dan disolusikan untuk mendapat tegangan maksimum dan deformasi maksimum pada setiap bagian pada *velg*.

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.

## 3. HASIL DAN ANALISA

*Velg* yang di uji simulasi adalah *velg cast wheel* dengan jumlah *spoke* 3, 5, dan 7. Dalam penelitian ini, masing-masing *velg cast wheel* memiliki massa 3.05 Kg. Dalam pengujian, *velg cast wheel* di *assembly* (dirakit) dengan pencekam (lihat Gambar 2).



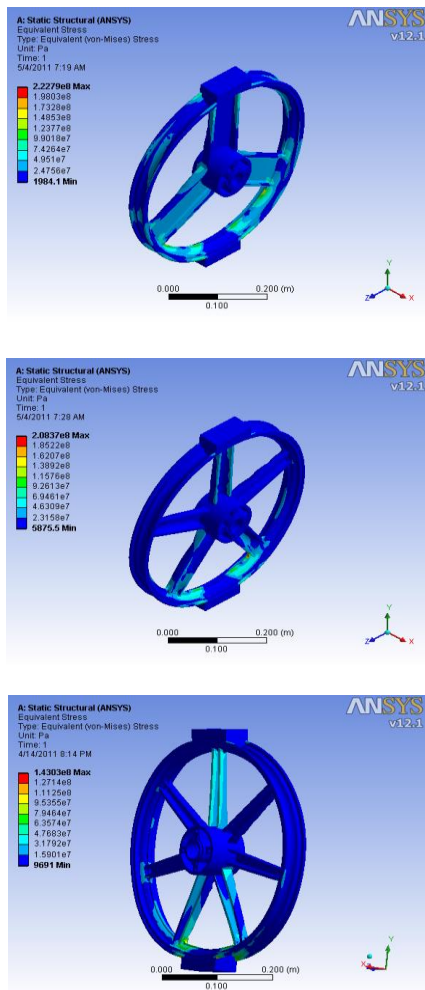
Gambar 2. *Velg Cast Wheel* dan Pencekam

Supaya saat diberi gaya, *velg* tidak berpindah tempat tapi dalam keadaan diam ditempat. Dalam penelitian masing-masing *velg* akan diberi gaya sebesar 10000 N. Material *velg* yang digunakan adalah *Aluminum Alloy* dengan sifat fisik dapat dilihat pada Tabel 1.

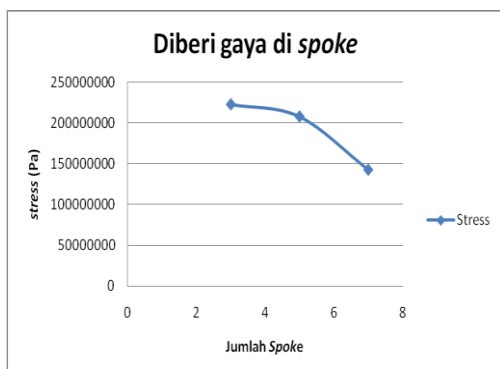
Tabel 1. *Physical Properties of Aluminum Alloy for Motor Cycle Cast Wheel*

<i>Physical Properties</i>	<i>Value</i>
<i>Density</i>	2780 kg/m <sup>3</sup>
<i>Ultimate Tensile Strength</i>	415 Mpa
<i>Yield Strength</i>	315 Mpa
<i>Modulus of Elasticity</i>	72.4 Gpa
<i>Poisson Ratio</i>	0.33

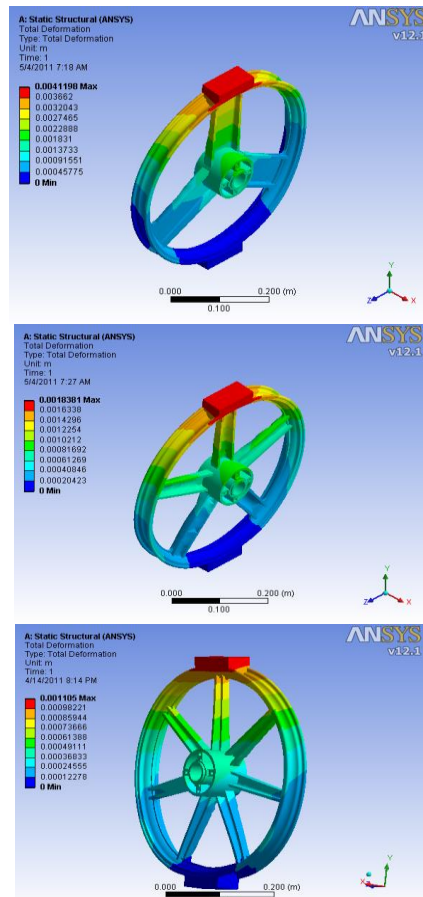
Penelitian akan dilakukan dengan 2 variasi arah pemberian gaya, yaitu dengan diberi gaya di *spoke* dan diberi gaya di range antar *spoke*. Berikut adalah hasil penelitian dengan menggunakan *ANSYS software* pada pemberian gaya di *spoke*. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 3.



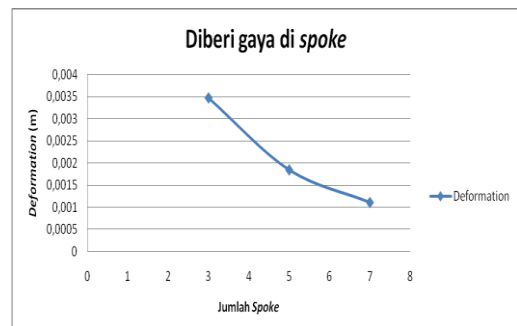
Gambar 3. Distribusi Tegangan pada Cast Wheel Berbagai Variasi Jumlah Spoke dengan Pemberian Gaya pada Spoke



Gambar 4. Tegangan Maksimum Berbagai Variasi Jumlah Spoke dengan Pemberian Gaya pada Spoke



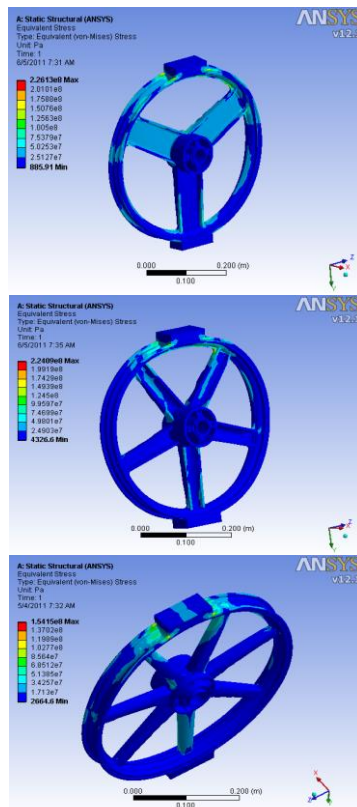
Gambar 5. Deformasi pada Cast Wheel Berbagai Variasi Jumlah Spoke dengan Pemberian Gaya pada Spoke



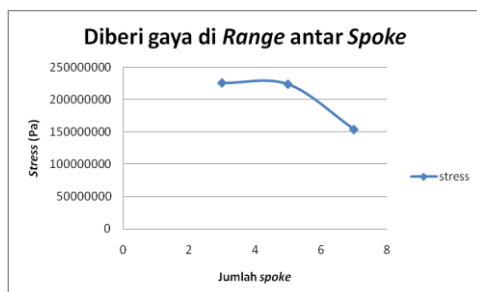
Gambar 6. Deformasi Maksimum Berbagai Jumlah Spoke dengan Pemberian Gaya pada Spoke

Pada Gambar 5 dan Gambar 6 dapat dilihat deformasi maksimum terendah dimiliki oleh *spoke* 7. Semakin banyak jumlah *spoke*, deformasi maksimum yang terjadi pada *velg* semakin kecil.

Penelitian berikutnya, *velg* akan diberi gaya di *range* antar *spoke* atau jarak antar *spoke*. Dalam penelitian ini *stress* maksimum tertinggi dimiliki oleh *spoke* 3 dan *stress* maksimum terendah dimiliki oleh *spoke* 7.

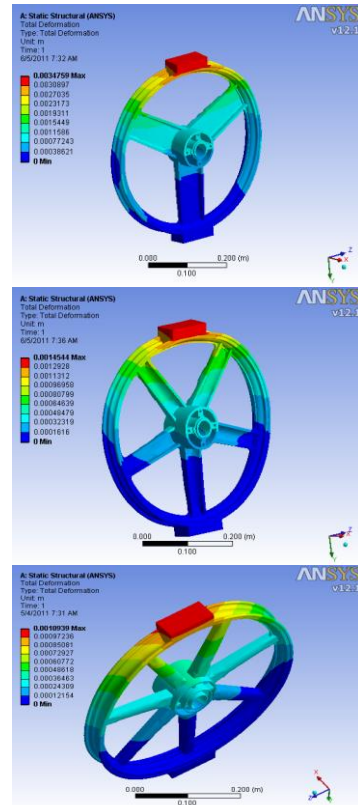


Gambar 7. Distribusi Tegangan Cast Wheel Berbagai Jumlah dengan Pemberian Gaya Antar *Spoke*

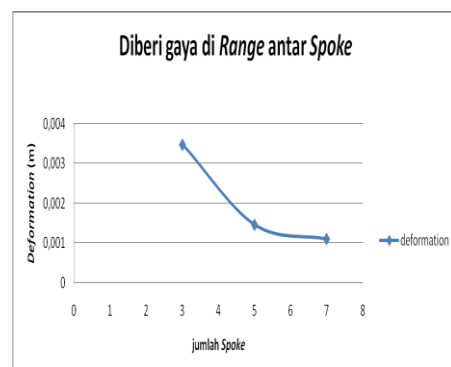


Gambar 8. Tegangan Maksimum Berbagai Variasi Jumlah *Spoke* dengan Pemberian Gaya pada Daerah Antar *Spoke*

Pada grafik *stress* maksimum diatas mengalami penurunan *stress* dari *spoke* 3 ke *spoke* 7, maka deformasi maksimum juga mengalami penurunan deformasi.



Gambar 9. Deformasi Cast Wheel Berbagai Jumlah *Spoke* dengan Pemberian Gaya Antar *Spoke*



Gambar 10. Deformasi Maksimum Berbagai Jumlah *Spoke* dengan Pemberian Gaya Antar *Spoke*

Pada gambar 10, dapat dilihat deformasi maksimum terendah dimiliki oleh *spoke* 7. Semakin banyak jumlah *spoke*, deformasi

maksimum yang terjadi pada *velg* semakin kecil.

Dari penjelasan yang telah dijelaskan menunjukkan bahwa dari *spoke* 3 ke *spoke* 7 terjadi penurunan *stress* (tegangan) dan deformasi maksimum. Berdasarkan hasil penelitian dengan menggunakan metode elemen hingga (*software* ANSYS) dapat diketahui bahwa *velg* dengan jumlah *spoke* 7 merupakan *velg* yang paling baik, hal ini dikarenakan *spoke* 7 memiliki tegangan maksimum dan deformasi maksimum yang paling kecil diantara *velg* dengan jumlah *spoke* 3 dan 5. Jika ditinjau dari, arah pemberian gaya untuk *velg* dengan jumlah *spoke* 7, maka tegangan maksimum terkecil (143000000 Pa) terjadi pada pemberian gaya di *spoke* dan deformasi maksimum terkecil (0.0010939 m) terjadi pada pemberian gaya di *range* antar *spoke*.

Tabel 3. *Pugh's Concept Selection Method*  
Pemilihan *Velg Cast Wheel*

Model		Spoke 3		Spoke 5		Spoke 7	
Criteria	Weighting Factor	Individual Value	Weighting Value	Individual Value	Weighting Value	Individual Value	Weighting Value
Tegangan Maksimum	5	3	15	4	20	5	25
Deformasi Maksimum	5	3	15	4	20	5	25
Material yang dibutuhkan	4	5	20	5	20	5	20
Proses Produksi	4	5	20	5	20	5	20
Total Weighting Value			70		80		90

Dalam menentukan desain yang paling optimum dapat digunakan *Pugh's Concept Selection Method* dengan perbandingan *absolute comparison* seperti dapat dilihat pada tabel 3. *Motor cycle cast wheel* dengan *spoke number* 7 adalah desain yang paling baik dan optimal berdasar pemilihan desain dengan menggunakan *sustainable product design using finite element application and Pugh's concept selection method* (Total weighing value terbesar).

#### 4. KESIMPULAN

Pengembangan desain baru *motor cycle cast wheel* tidak dapat lagi menggunakan cara *trial and error* karena memerlukan waktu, biaya dan tenaga manusia yang banyak dan sangat tidak produktif. Untuk memudahkan proses desain

dan pengujian, digunakan ANSYS *software* yang berbasis *finite element method* untuk menganalisa struktur *motor cycle cast wheel*. Pada penelitian kekuatan dan deformasi pada *motor cycle cast wheel* ini telah berhasil ditemukan tegangan maksimum dan deformasi maksimum yang terjadi dari *spoke* number 3, 5, dan 7 yaitu tegangan maksimum sebesar  $1.43 \times 10^8$  Pa dan deformasi maksimum sebesar 0.0010939 m. *Motor cycle cast wheel* dengan *spoke number* 7 adalah desain yang paling baik dan optimal berdasar pemilihan desain dengan menggunakan *sustainable product design using finite element application and Pugh's concept selection method*.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Beer, Ferdinand P. and Johnston, E Russel., Mekanika untuk Insinyur : Statika edisi keempat Penerbit Erlangga, Jakarta (1991)
- [2] Logan. Daryl L, A First Course in The Finite Element Method, PWS Publishing Company, Boston, (1996)
- [3] Deutschman, Aaron D, Machine Design Theory and Practice, Macmillan Publishing Co, Inc, New York, (1975)
- [4] Dobrovolsky. V, Zablonsky. K, Mak. S, Radchik. A and Erlikh. L, Machine Elements A Text Book, translated from the Russian by Troitsky. A, second printing, Peace Publishers, Moscow, (1982)
- [5] Hertzberg. W Richard, Deformation and Fracture Mechanics of Engineering Materials, third edition, John Wiley and Sons<sup>st</sup>, (1986)
- [6] Singer Ferdinand. L; Strength of Materials, second edition, Harper and Row Publisher; New York, Evanston, and London, (1962)
- [7] Zuliantoni; Prediksi Kegagalan Fatik Velg Bintang Sepeda Motor menggunakan Metode Elemen Hingga; Surabaya, (2007).