



DECIDING THE OPTIMUM SPOKE ANGLE OF MOTORCYCLE CAST WHEEL USING FINITE ELEMENT APPLICATION AND PUGH'S CONCEPT SELECTION METHOD

Case study: Sustainable Product Development for Motorcycle Cast Wheel

Willyanto Anggono¹⁾, Ivano Pratikto²⁾, Heru Suryato³⁾, Sugeng Hadi Susilo⁴⁾, Suprihanto⁵⁾

Mechanical Engineering Department Petra Christian University Surabaya^{1,2)}

Mechanical Engineering Department State University of Malang³⁾

Mechanical Engineering Department State Polytechnic of Malang⁴⁾

Sentosa Alloy Industri Sidoarjo⁵⁾

E mail : willy@petra.ac.id¹⁾

ABSTRAK

Cast wheel sepeda motor adalah kerangka ban yang berfungsi untuk menahan beban dan tegangan yang diakibatkan oleh berat kendaraan, berat penumpang dan dampak yang diakibatkan oleh permukaan jalan yang dilalui oleh sepeda motor. Dampak dari permukaan jalan terhadap cast wheel sepeda motor dapat mengakibatkan terjadinya kerusakan cast wheel karena tegangan dan deformasi yang terjadi. Sudut kemiringan spoke pada cast wheel sangat mempengaruhi kekuatan cast wheel. Pada penelitian ini dilakukan analisa pengaruh sudut kemiringan spoke pada cast wheel untuk menentukan desain optimum cast wheel sepeda motor berdasar kekuatan tekan dan kekuatan dampak serta analisa tegangan dan deformasi yang terjadi pada cast wheel dengan menggunakan Finite Element Application (ANSYS Software) dan Pugh's concept selection method. Penggunaan Finite Element Application (ANSYS Software) dan Pugh's concept selection method dalam penentuan desain optimum cast wheel sepeda motor sangat sesuai dengan prinsip-prinsip sustainable product development yang menghemat waktu, biaya, material dan tenaga manusia serta tidak melakukan trial and error dalam melakukan pengembangan produk. Dari hasil penelitian dengan pembebanan statis dan pembebanan dampak pada variasi sudut kemiringan spoke cast wheel sepeda motor mulai dari sudut kemiringan 0 derajat sampai 90 derajat diperoleh hasil bahwa sudut kemiringan spoke 0 derajat mempunyai tegangan maksimum dan deformasi maksimum terkecil dibandingkan dengan sudut kemiringan spoke lainnya. Sudut kemiringan spoke 0 derajat pada cast wheel sepeda motor adalah desain optimum cast wheel sepeda motor dengan tegangan maksimum adalah 232.27 Mpa dan deformasi maksimum adalah 1.2722 mm untuk pembebanan statis serta tegangan maksimum adalah 4560.7 Mpa dan deformasi maksimum adalah 12.218 mm untuk pembebanan dampak. Cast wheel sepeda motor dengan sudut kemiringan spoke 0 derajat adalah desain optimum terbaik berdasar pemilihan desain dengan menggunakan sustainable product design using Finite Element Application (ANSYS Software) dan Pugh's concept selection method.

Kata kunci: Sustainable product design, Finite Element Application, Spoke angle, Motor cycle cast wheel, Pugh's concept selection.

1. Pendahuluan

Cast wheel (velg) sepeda motor adalah kerangka ban yang berfungsi untuk menahan beban dan tegangan yang diakibatkan oleh berat kendaraan, berat penumpang dan dampak yang diakibatkan oleh permukaan jalan yang dilalui oleh sepeda motor. Dampak dari permukaan jalan terhadap cast wheel sepeda motor dapat mengakibatkan terjadinya kerusakan cast wheel karena tegangan dan deformasi yang terjadi. Sudut kemiringan spoke pada cast wheel sangat mempengaruhi kekuatan cast wheel. Cast wheel sepeda motor merupakan salah satu komponen otomotif yang terus mengalami kemajuan desain, banyak mengutamakan penampilan dan merupakan salah satu bagian dari kendaraan yang menerima tegangan dan beban. Banyaknya variasi model cast wheel sepeda motor saat ini sangat mempengaruhi kekuatan dan ketahanan dari cast wheel sepeda motor, khususnya dipakai di jalan raya di Indonesia yang bergelombang. Cast wheel sepeda motor yang dijual di pasaran mempunyai banyak model sehingga perlu diketahui pengaruh design cast wheel sepeda motor terhadap tegangan dan deformasi yang terjadi pada cast wheel sepeda motor, agar cast wheel sepeda motor tersebut mempunyai kekuatan maksimal.

2. Metode Penelitian

Langkah utama dalam penelitian ini dilakukan pengujian real experiment dan simulasi dalam *Finite Element Application software* (ANSYS). Dengan bantuan software ANSYS bisa didapatkan tegangan dan deformasi yang terjadi pada cast wheel sepeda motor. Dengan Finite Element Application, model yang telah dibuat dalam software CAD di meshing dan dilakukan solusi di ANSYS sehingga didapatkan tegangan maksimum dan deformasi maksimum pada setiap

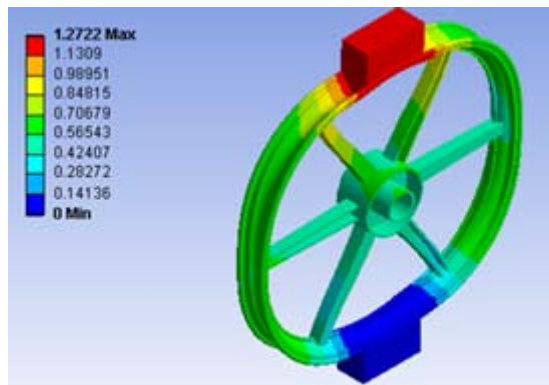
bagian pada cast wheel sepeda motor. Metode penelitian yang akan dilakukan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

3. Hasil dan Analisa

Sebelum melakukan penelitian ini dilakukan pengujian real experiment dan simulasi statis uji tekan awal untuk membuktikan bahwa software yang dipergunakan memiliki keakuratan yang baik dalam melakukan pengujian secara pemodelan atau simulasi. Pengujian ini dilakukan dengan cara melakukan pengujian tekan pada velg secara statis, untuk dapat diketahui deformasi yang terjadi pada velg. Pengujian real experiment dilakukan dengan menggunakan mesin uji tekan. Velg yang akan dilakukan uji tekan, dengan gaya sebesar 15000 N pada range antar spoke seperti yang terjadi pada pemodelan di software ANSYS. Pada pemodelan dengan software ANSYS menunjukkan bahwa dengan gaya sebesar 15000 N ke range antar spoke menghasilkan deformasi sebesar 1.2722 mm. Gambar simulasi deformasi total pada pengujian awal uji tekan dapat dilihat pada Gambar 2. Sedangkan uji statis real experiment dengan menggunakan mesin uji tekan dengan pemberian gaya sebesar 15000 N ke range antar spoke dihasilkan deformasi sebesar 1.2 mm. Gambar real experiment pengukuran deformasi total pada pengujian awal uji tekan dapat dilihat pada Gambar 3. Dari hasil pengujian tersebut, kesalahan yang dihasilkan ternyata relatif kecil (6,01%) sehingga hasil simulasi yang cukup teliti tersebut dapat digunakan untuk melakukan pendekatan penelitian simulasi velg cast wheel yang dilakukan uji tekan.

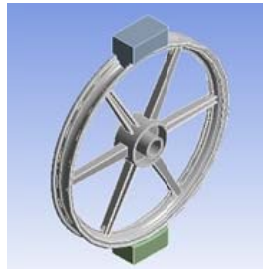


Gambar 2. Simulasi Pengujian Awal Uji Tekan



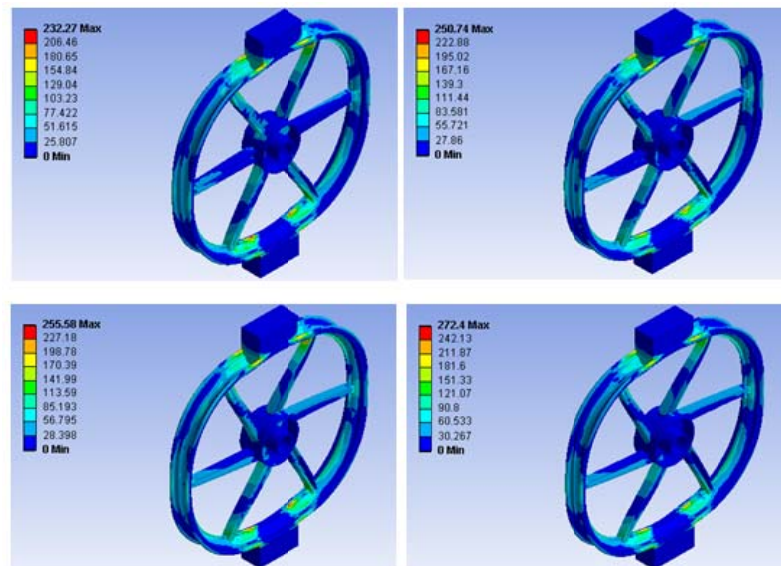
Gambar 3. Real Experiment Pengujian Uji Tekan

Pada pengujian statis, velg cast wheel yang di uji simulasi adalah velg cast wheel dengan kemiringan spoke 0° , 30° , 60° , dan 90° . Dalam penelitian ini, masing–masing velg cast wheel akan dibebani, kemudian di plot ke dalam grafik. Dalam penelitian masing–masing velg akan diberi gaya sebesar yang sama pada setiap pemodelan yaitu dengan gaya 10000 N dengan material velg yang digunakan adalah Aluminum Alloy. Permodelan uji Tekan dapat di lihat Gambar 4.

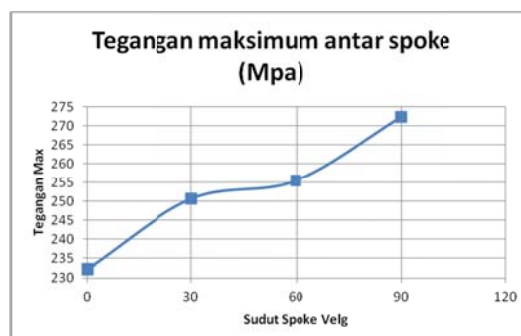


Gambar 4. Permodelan Velg Cast Wheel pada Uji Tekan

Efek pemberian gaya pada cast wheel mengakibatkan tegangan maksimum dan deformasi maksimum terbesar terjadi pada pemberian gaya antar spoke dibandingkan dengan pemberian gaya pada spoke (Anggono, 2011) sehingga pada penelitian ini dilakukan pemberian pembebanan antar spoke. Gambar 5 berikut adalah hasil penelitian dengan menggunakan ANSYS software pada pemberian gaya antar spoke.

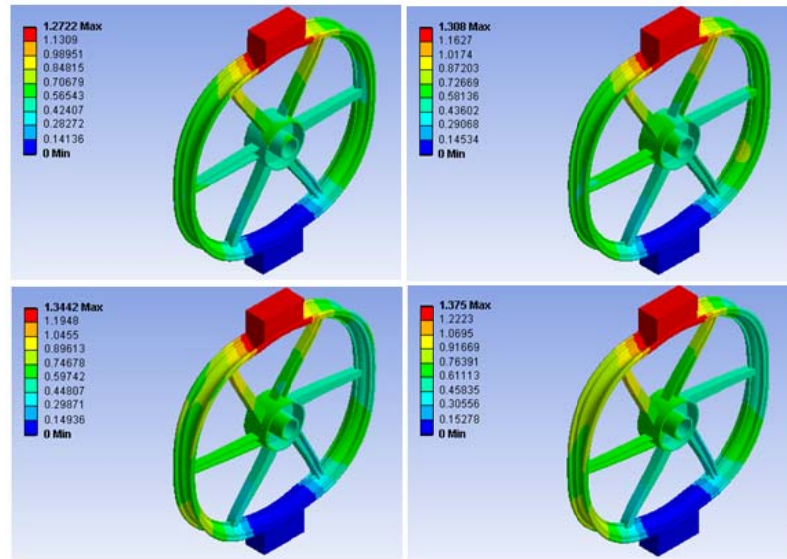


Gambar 5. Distribusi Tegangan pada Cast Wheel Berbagai Variasi Sudut Spoke pada Uji Tekan

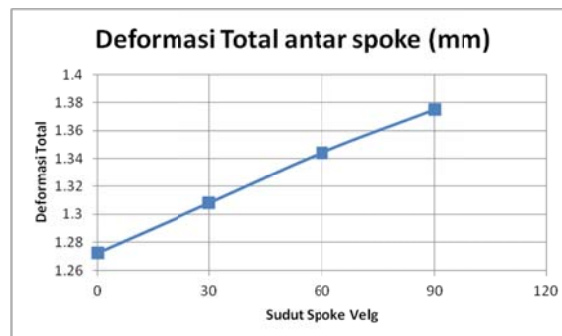


Gambar 6. Tegangan Maksimum Berbagai Variasi Sudut Spoke pada Uji Tekan

Pada Gambar 5 dan Gambar 6, dapat dilihat tegangan maksimum terkecil dimiliki oleh spoke miring 0° . Semakin besar sudut spoke, tegangan maksimum yang terjadi pada velg semakin besar. Spoke dengan sudut kemiringan 0° mempunyai kekuatan untuk menahan beban (gaya dari luar) paling baik dibandingkan dengan spoke dengan sudut kemiringan 30° , 60° dan 90° . Hal ini disebabkan semakin besar sudut kemiringan spoke menyebabkan panjang spoke juga semakin besar sehingga tegangan yang terjadi pada cast wheel semakin besar.



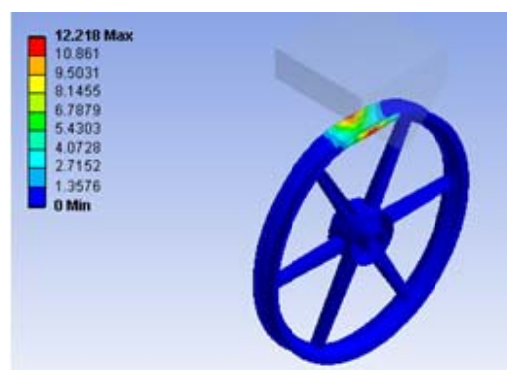
Gambar 7. Deformasi pada Cast Wheel Berbagai Variasi Sudut Spoke pada Uji Tekan



Gambar 8. Deformasi Maksimum Berbagai Variasi Sudut Spoke pada Uji Tekan

Pada Gambar 7 dan Gambar 8 dapat dilihat bahwa deformasi terkecil dimiliki oleh spoke dengan sudut miring 0° . Semakin besar sudut spoke deformasi maksimum yang terjadi pada velg semakin besar. Spoke dengan sudut kemiringan 0° mempunyai kekuatan untuk menahan beban (gaya dari luar) terhadap efek deformasi yang terjadi pada cast wheel paling baik dibandingkan dengan spoke dengan sudut kemiringan 30° , 60° dan 90° . Hal ini disebabkan semakin besar sudut kemiringan spoke menyebabkan panjang spoke juga semakin besar sehingga deformasi yang terjadi pada cast wheel semakin besar.

Sebelum melakukan penelitian uji impak, dilakukan pengujian real experiment dan simulasi uji impak awal untuk membuktikan bahwa software yang dipergunakan memiliki keakuratan yang baik dalam melakukan pengujian secara pemodelan atau simulasi. Pada uji impak ini, velg cast wheel dilakukan pembebanan impak dengan beban 150 kg pada jarak 75 mm pada range antar spoke. Perlakuan tersebut dilakukan baik pada real experiment maupun simulasi dengan software ANSYS. Pada software ANSYS deformasi total terjadi sebesar 12.218 mm. Sedangkan pada uji real experiment yang dilakukan, deformasi yang terjadi sebesar 11 mm.

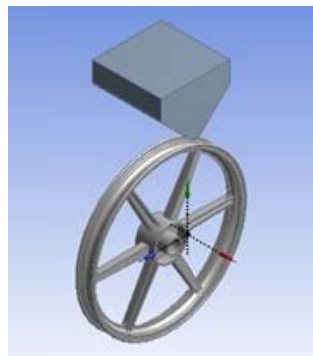


Gambar 9. Simulasi Awal Uji Impak

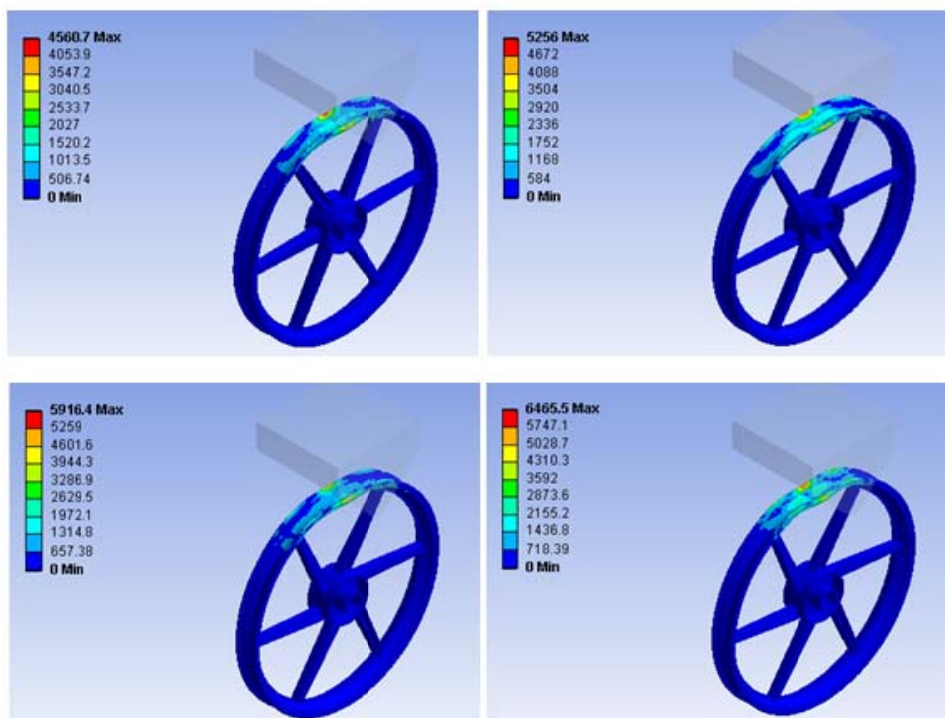


Gambar 10. Real Experiment Uji Impak

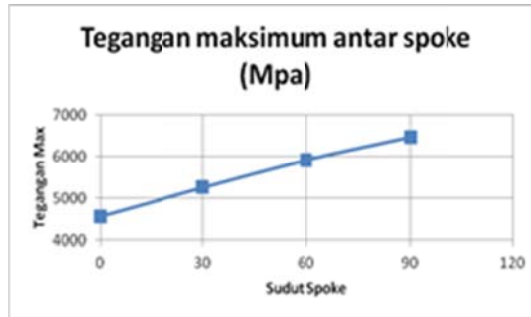
Gambar 9 dan Gambar 10 menunjukkan pengujian real experiment dan simulasi uji impak velg cast wheel. Dari hasil pengujian tersebut, perbedaan yang dihasilkan ternyata relatif kecil (9,96%) sehingga hasil simulasi yang cukup teliti tersebut dapat digunakan untuk melakukan pendekatan penelitian simulasi impak yang terjadi pada velg cast wheel. Pada pengujian impak, velg cast wheel yang di uji simulasi adalah velg cast wheel dengan kemiringan spoke 0° , 30° , 60° , dan 90° . Pada penelitian simulasi uji impak pada cast wheel, velg cast wheel diberikan beban 150 kg berjarak 75 mm. Material velg yang digunakan sama dengan uji tekan diatas yaitu Aluminum Alloy sedangkan material penghantamnya adalah steel.



Gambar 11. Permodelan Velg Cast Wheel pada Uji Impak

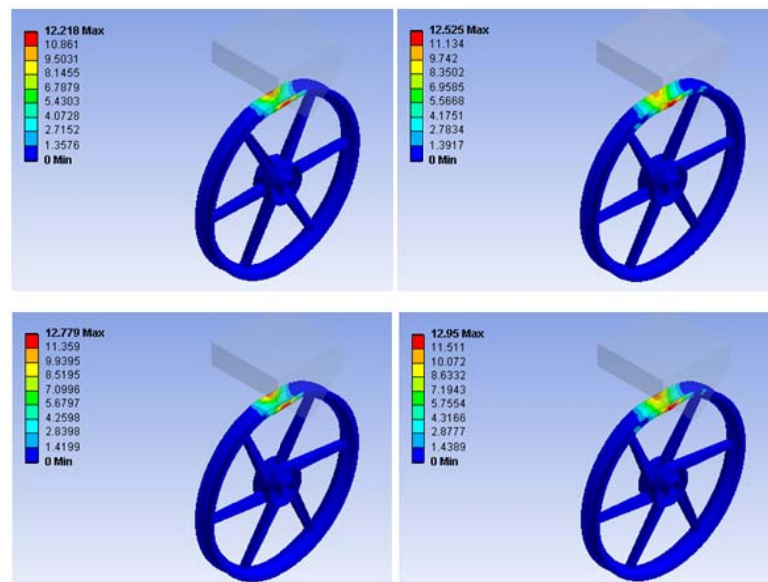


Gambar 12. Distribusi Tegangan pada Velg Cast Wheel Berbagai Variasi Sudut Spoke pada Uji Impak

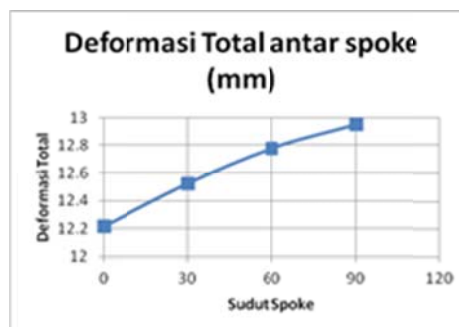


Gambar 13. Tegangan Maksimum Berbagai variasi sudut Spoke pada Uji Impak

Pada Gambar 12 dan Gambar 13 dapat dilihat bahwa tegangan terkecil dimiliki oleh spoke dengan sudut miring 0° . Semakin besar sudut spoke tegangan maksimum yang terjadi pada velg semakin besar. Spoke dengan sudut kemiringan 0° mempunyai kekuatan untuk menahan beban impact dari luar terhadap efek tegangan yang terjadi pada cast wheel paling baik dibandingkan dengan spoke dengan sudut kemiringan 30° , 60° dan 90° . Hal ini disebabkan semakin besar sudut kemiringan spoke menyebabkan panjang spoke juga semakin besar sehingga tegangan yang terjadi pada cast wheel semakin besar.



Gambar 14. Deformasi pada Cast Wheel Berbagai Variasi sudut Spoke pada Uji Impak



Gambar 15. Deformasi Maksimum Berbagai Jumlah Spoke pada Uji Impak

Pada Gambar 14 dan Gambar 15 dapat dilihat bahwa deformasi terkecil dimiliki oleh spoke dengan sudut miring 0° . Semakin besar sudut spoke, deformasi maksimum yang terjadi akibat impact pada velg semakin besar. Spoke dengan sudut kemiringan 0° mempunyai kekuatan untuk menahan beban impact dari luar terhadap efek deformasi yang terjadi pada cast wheel paling baik dibandingkan dengan spoke dengan sudut kemiringan 30° , 60° dan 90° . Hal ini disebabkan semakin besar sudut kemiringan spoke menyebabkan panjang spoke juga semakin besar sehingga deformasi yang terjadi pada cast wheel semakin besar.



Tabel 1. Pugh's Concept Selection Method Pemilihan Velg Cast Wheel

Model		Kemiringan Spoke 0°		Kemiringan Spoke 30°		Kemiringan Spoke 60°		Kemiringan Spoke 90°	
Kriteria	Weighing Factor	Individual Value	Weighing Value	Individual Value	Weighing Value	Individual Value	Weighing Value	Individual Value	Weighing Value
Tegangan Maksimum	5	5	25	4	20	3	15	2	10
Deformasi Maksimum	5	5	25	4	20	3	15	2	10
Material yang dibutuhkan	4	5	20	4	16	3	12	2	8
Proses Produksi	4	5	20	4	16	3	12	2	8
Total Weighing Value			90		72		54		36

Dalam menentukan desain yang paling optimum digunakan Pugh's Concept Selection Method dengan perbandingan absolute comparison seperti dapat dilihat pada Tabel 1. Berdasarkan hasil penelitian dengan menggunakan Finite Element Application (ANSYS Software) dapat diketahui bahwa velg dengan spoke dengan kemiringan 0° merupakan velg yang paling baik menahan beban, hal ini dikarenakan spoke dengan kemiringan 0° memiliki tegangan maksimum dan deformasi maksimum yang paling kecil diantara spoke dengan kemiringan yang lain nya. Spoke dengan kemiringan 0° merupakan velg cast wheel yang paling baik dari sisi penggunaan material karena penggunaan material yang lebih sedikit dibandingkan dengan spoke dengan kemiringan yang lain nya. Spoke dengan kemiringan 0° juga merupakan velg cast wheel yang paling baik dari sisi penggunaan proses produksi cast wheel karena spoke dengan kemiringan 0° (spoke lurus) relatif lebih sederhana dibandingkan dengan spoke dengan kemiringan yang lain nya (spoke dengan sudut kemiringan). Cast wheel sepeda motor dengan sudut kemiringan spoke 0° adalah desain optimum terbaik berdasar pemilihan desain dengan menggunakan sustainable product design using Finite Element Application (ANSYS Software) dan Pugh's concept selection method.

4. Kesimpulan

Penggunaan Finite Element Application (ANSYS Software) dan Pugh's concept selection method dalam penentuan desain optimum cast wheel sepeda motor sangat sesuai dengan prinsip-prinsip sustainable product development yang menghemat waktu, biaya, material dan tenaga manusia serta tidak melakukan trial and error dalam melakukan pengembangan produk. Dari hasil penelitian dengan pembebanan statis dan pembebanan impak pada variasi sudut kemiringan spoke cast wheel sepeda motor mulai dari sudut kemiringan 0 derajat sampai 90 derajat diperoleh hasil bahwa sudut kemiringan spoke 0 derajat mempunyai tegangan maksimum dan deformasi maksimum terkecil dibandingkan dengan sudut kemiringan spoke lainnya. Sudut kemiringan spoke 0 derajat pada cast wheel sepeda motor adalah desain optimum cast wheel sepeda motor dengan tegangan maksimum adalah 232.27 Mpa dan deformasi maksimum adalah 1.2722 mm untuk pembebanan statis serta tegangan maksimum adalah 4560.7 Mpa dan deformasi maksimum adalah 12.218 mm untuk pembebanan impak. Cast wheel sepeda motor dengan sudut kemiringan spoke 0 derajat adalah desain optimum terbaik berdasar pemilihan desain dengan menggunakan sustainable product design using Finite Element Application (ANSYS Software) dan Pugh's concept selection method.

Daftar Pustaka

1. Anggono, W., Pisa, B. F., Susilo, S. H., Sustainable Product Design for Motor Cycle Cast Wheel using Finite Element Application and Pugh's Concept Selection Method, Seminar Nasional Teknik Mesin 6, 2011.
2. Anggono, W., "Peningkatan Unjuk Kerja Desain Flexible Shield untuk Pompa Sabun dengan Menggunakan Metode Elemen Hingga", Jurnal Teknik Mesin, 2004, Vol. 6, hal. 57-64.
3. Budinski, K.G., Engineering Materials Properties and Selection, Prentice Hall, USA, 2002.
4. Budynas, Richard, G., Advanced Strength and Applied Stress Analysis, McGraw-Hill Book Company, Singapore, 1999.
5. Deutschman, A. D., Machine Design Theory and Practice, Macmillan Publishing Co, Inc, New York, 1975.
6. Hertzberg, W.R., Deformation and Fracture Mechanics of Engineering Materials, third edition, John Wiley and Sons, 1986.
7. Pratikto, I., Analisa Sudut Kemiringan Spoke Velg Cast Wheel Sepeda Motor Terhadap Kekuatan Tekan dan Impak, Tugas Akhir Teknik Mesin Universitas Kristen Petra, 2012.
8. Logan, D.L., A First Course in The Finite Element Method, PWS Publishing Company, Boston, 1996.
9. Pugh, S., Creating Innovative Products Using Total Design, Addison-Wesley Publishing Company, Inc., USA, 1996.
10. Pugh, S., Total Design: Integrated Methods for Successful Product Engineering, Addison-Wesley Publishing Company, Inc., USA, 1991.