



## Simulasi Pengaruh Jumlah Palang Rim Sepeda Motor Terhadap Equivalent von Mises stress dan Safety Factor Menggunakan Software Ansys

*Simulation of the Effect of Number of Motorcycle Rim Spokes on Equivalent von Mises Stress and Safety Factor Using Ansys Software*

S. Sugiman<sup>1\*</sup>, A. D. Catur<sup>2</sup>, I. Dwilingga<sup>3</sup>

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mataram, Jl. Majapahitno.62, Mataram, NTB, 83125, Indonesia.

\*E-mail: mmirmanto@gmail.com\*

### ARTICLE INFO

### ABSTRACT

#### Article History:

Received 28 June 2022

Accepted 26 September 2022

Available online 01 October 2022

#### Keywords:

Motorcycle rim

Aluminium 6061 T6

Impact test

Finite Element Method

Ansys Mechanical

Rim or wheels have various types of model designs and the number of spokes. This also makes a different response on each rim model when subjected to loads such as impact loads. In this simulation, impact load testing is carried out on the rim, with variations of 4 types of geometry where this geometry only differs in the design of the number of spokes. By finding the Safety Factor value on each rim, it is expected to be able to determine the most optimal rim design. Explicit Dynamics can solve this problem because the impact on the simulation occurs in a very short time. In this study, the design of a cast wheel type motorcycle rim with spokes totaling 5, 6, 10 and 12 with a uniformly applied impact speed of 10 km/h. The rim material used is aluminum 6061 T6 and the projectile material uses aluminum alloy. The designed rim has a diameter of 35.56 cm and a width of 4.01 cm and a mass of 2415 grams. Solidworks and Ansys software based on the finite element method are used to make it easier to design cast wheel rims. By using this software, the rim can be designed so that it can be analyzed for stresses and strains that occur when simulating impact loads on the rim plane. The simulation results show that rims with spoke 10 and 12 are categorized as safe because they have a lower average stress value than rims 5 and 6 and have a Safety Factor value above 1. In other words, rims with 10 and 12 number of spokes are the optimal design in terms of cost and strength.



*Dinamika Teknik Mesin, Vol. 12, No. 2, Maret 2023, p. ISSN: 2088-088X, e. ISSN: 2502-1729*

### 1. PENDAHULUAN

Di dunia otomotif aspek keselamatan sangatlah diperhitungkan, karena bidang keselamatan selalu mengedepankan kenyamanan konsumen. Salah satunya adalah rim sepeda motor. Pemakaian bahan baku yang berkualitas tinggi tentu saja sangat diperlukan dalam membuat rim sepeda motor. Penggunaan Aluminium dan baja paduan sangat bagus untuk digunakan dalam pembuatan rim sepeda motor.

*Cast wheel* merupakan salah satu jenis proses pembuatan dari sebuah rim, dimana rim *cast wheel* banyak sekali dipakai oleh konsumen. Rim *cast wheel* terkesan lebih solid sebab pembuatannya dengan proses cor (pencetakan logam). Pada umumnya, rim *cast wheel* yang sering mengalami kerusakan terdapat di bibir rim atau

<https://doi.org/10.29303/dtm.v12i2.573>

pecahnya palang rim jika menopang beban berlebih pada rim *cast wheel*. Dalam proses pembuatan desain suatu rim motor terdapat uji tumbukan yang harus dilakukan agar memenuhi syarat SNI untuk bisa digunakan oleh konsumen (Trimulya, 2020). Standar Nasional Indonesia (SNI) mengatur standarisasi rim kendaraan. Rim yang memenuhi standar SNI harus memiliki logo SNI di dalamnya yang mengindikasikan produk ini sudah lulus uji SNI. Standar rim kendaraan bermotor diatur dalam SNI 1896:2008 yang mengacu pada JASO C 614-87 Disc Wheel for Automobile, JIS D 4103-1998 Disc Wheel for Automobile (Pris, F. R. dkk 2019).

*Impact test* ialah pengujian yang bertujuan untuk mengetahui kekuatan, tegangan dan regangan rim terhadap beban impact yang diterima. Uji ini mengukur dampak energi, atau energi yang diserap sesaat sebelum fraktur. Pada impact test, rim dipasang pada wheel mount yang membentuk sudut tertentu dari bidang vertikal. Kemudian beban diatur ketinggiannya yang sesuai dengan standar pengujian. Setelah itu, beban dijatuhkan secara bebas dengan kecepatan gravitasi hingga mengenai rim (Kurniawan, 2017).

Salah satu metode yang sudah banyak digunakan untuk menganalisa karakteristik rim adalah metode elemen hingga, Finite Element Method (FEM) atau Finite Element Analysis (FEA). Metode FEA dapat menyelesaikan masalah struktur kompleks pada mekanika benda padat untuk menghasilkan solusi berupa tegangan, regangan, defleksi hingga masa pakai umur benda. Keunggulan dari metode FEA adalah penggunaan waktu dan biaya yang minimum, bahkan metode ini dapat digunakan sebelum prototype yang sebenarnya dibuat. Disamping itu metode ini juga telah didukung oleh perangkat lunak berbasis CAE seperti program Ansys.

Penelitian sebelumnya dilakukan analisis structural pada rim sepeda motor oleh Karteek, dkk (2021). Dalam penelitiannya diterapkan 4 geometri berbeda pada rim dengan pembebanan impact. Hasil dari penelitiannya, didapatkan kesimpulan bahwa tegangan yang diinduksi dalam keempat model rim lebih kecil dari kekuatan luluh material, menunjukkan empat model rim aman dalam hal kekuatan.

Penelitian yang pernah dilakukan oleh Dalimunthe, dkk (2016) dengan judul "Analisa Pengaruh Jumlah Spoke dan Ketebalan Flange terhadap Kekuatan Velg Mobil Berbasis Aluminium alloy menggunakan Simulasi Numerik", peneliti menganalisis pengaruh jumlah spoke dan ketebalan flange terhadap kekakuan pelek dimana metode yang digunakan yaitu metode simulasi numerik menggunakan software Ansys 14.0. Dalam penelitian ini bahan yang digunakan adalah rim mobil Toyota Corolla Altis berbasis logam paduan Aluminium dengan diameter inci (444,5 mm) dan lebar 7 inci (177,8 mm), dengan variasi jumlah palang sebanyak 10, 12, dan 14 dan disertai penambahan ketebalan pada daerah flange sebesar 3 mm. Setelah itu, hasil simulasi masing-masing rim tersebut dibandingkan dengan hasil simulasi rim standar. Dalam simulasi, rim di beri fixed support di 4 lubang baut, supaya saat diberi gaya, rim tidak berpindah tempat tapi dalam keadaan diam ditempat. Dalam penelitian masing-masing rim akan diberi gaya sebesar 6.500 N (Dalimunthe dkk, 2016).

Penelitian selanjutnya yang dilakukan oleh Mubarak, dkk (2021) berjudul "Analisis Kekuatan Velg Cast Wheel Sepeda Motor Berdasarkan Beban Penumpang dan Kondisi Jalan Berlubang". Dalam penelitian tersebut analisis variasi pembebanan dilakukan terhadap palang rim berjumlah 5 dengan material rim casting wheel sepeda motor dengan variasi 3 jenis pembebanan yakni beban pertama sebesar 1898 N, beban kedua sebesar 2095,1 N dan beban ketiga sebesar 2390 N. Tegangan dan deformasi yang terjadi pada rim casting wheel dapat diketahui menggunakan bantuan software Solidwork 2018, yang berbasis elemen hingga. Pada penelitian ini telah didapatkan tegangan dan deformasi maksimum yang terjadi pada rim casting wheel lima palang dengan variasi beban pertama 1898 N, nilai tegangan maksimum 1,312.107 N/m<sup>2</sup>, dan deformasi maksimum 6,915.10-2 mm, variasi beban kedua 2095,1 N, nilai tegangan maksimum 1,448.107 N/m<sup>2</sup>, dan deformasi maksimum 7,633.107 mm, dan variasi beban ketiga 2390 N, nilai tegangan maksimum 1,652.107 N/m<sup>2</sup>, deformasi maksimum 8,707.10-2 mm (Mubarak dkk, 2021).

Faktor Keamanan atau (Factor of Safety) biasanya mengacu pada salah satu dari dua hal: 1) kapasitas penahan beban aktual dari suatu struktur atau komponen, atau 2) batas keamanan yang diperlukan untuk suatu struktur atau komponen menurut persyaratan kode, hukum, atau desain. Persamaan yang sangat mendasar untuk menghitung FoS adalah membagi tegangan ultimate (atau maksimum) dengan tegangan tipikal (atau kerja). FoS 1 berarti struktur atau komponen akan gagal tepat saat mencapai beban desain, dan tidak dapat mendukung beban tambahan apa pun. Struktur atau komponen dengan FoS < 1 tidak layak; pada dasarnya, 1 adalah minimum. Dengan persamaan di atas, FoS 2 berarti komponen akan gagal ketika dikenai dua kali beban desain, dan seterusnya. Pada umumnya kekuatan suatu struktur akan mengacu pada beban ultimate dari material pembentuk struktur tersebut. Tetapi dalam hal ini tidak terdapat batasan yang jelas (Staff, C. M., 2016).

Pada karakteristik mekanis jika suatu material mengenai beban, maka beban yield dapat diasumsikan sebagai beban maksimum yang dapat diterima oleh suatu struktur sehingga mencapai kondisi kritis yang besarnya tergantung kepada material pembentuk struktur. Dengan adanya suatu tuntutan yang mengharuskan suatu desain struktur rim cast wheel memiliki jaminan bahwa tidak akan terjadi suatu kegagalan struktural selama struktur tersebut menerima beban, maka diperlukan suatu metode yang handal yang dapat digunakan untuk menentukan kekuatan struktur secara aman. Berbagai macam teori mengenai struktur telah banyak dikembangkan dan telah banyak diterapkan sehingga dapat menentukan secara akurat kekuatan struktur dalam menerima suatu jenis pembebanan.

Ditinjau dari faktor keamanan pada material yang digunakan struktur rim cast wheel sepeda motor haruslah lebih besar dari pada 1,0 jika harus dihindari kegagalan. Bergantung pada keadaan, maka faktor

keamanan yang harganya sedikit diatas 1,0 hingga 14 yang dipergunakan. Faktor keamanan yang digunakan pada rim cast wheel dihitung berdasarkan perbandingan tegangan luluh pada material yang digunakan dengan hasil analisis tegangan Von Mises maksimum seperti dibawah ini (Irawan dkk, 2016).

$$Factor\ of\ Safety = \frac{yield\ strength}{equivalent\ von\ Mises\ stress}$$

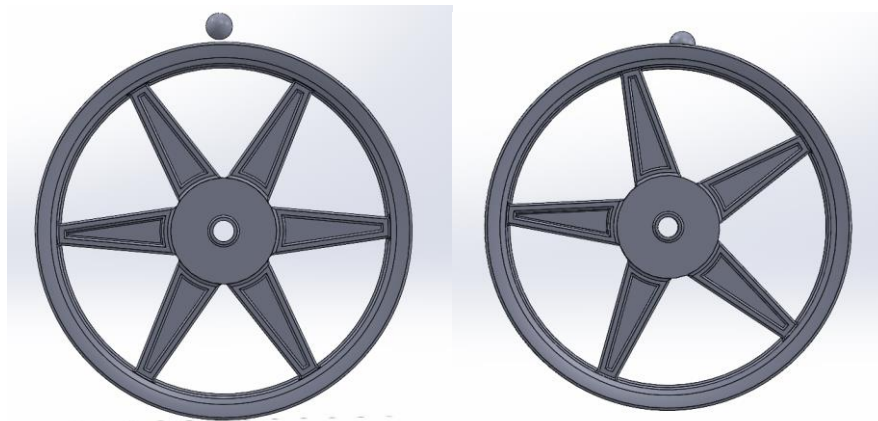
## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1. Geometri Penelitian

Geometri ini adalah dasar dalam pengujian impak kali ini. Geometri ini berasal dari kondisi nyata bentuk rim sepeda motor skuter dalam 3D desain menggunakan software Solidworks. Material rim dipilih Aluminium 6061 T6 dengan diameter rim sebesar 35,56 cm. Massa setiap rim bernilai sama sebesar 2,4 kg. Berikut bentuk geometri rim yang digunakan pada penelitian ini:



Gambar 1. Desain rim palang 12 (kiri) dan rim palang 10 (kanan)



Gambar 2. Desain rim tipe rim palang 10 (kiri) dan rim palang 5 (kanan)

### 2.2. Material Penelitian

Dalam pengujian kali ini material rim yang digunakan adalah material Aluminium 6061 T6 yang berasal dari Engineering Data Ansys, data material dapat dilihat dalam Tabel 3.1. Kemudian material proyektil yang digunakan adalah material Aluminium alloy yang didapat dari penelitian sebelumnya oleh Trimulya dkk, (2016) yang datanya ada pada tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi Material Penelitian

Jenis Benda	Massa (kg)	Material	Densitas	Modulus Elastisitas	Poisson Ratio
Rim	2,4	Aluminium 6061 T6	2703 kg/m <sup>3</sup>	68,3 GPa	0,33
Proyektil	0,2	Aluminium alloy	2770 kg/m <sup>3</sup>	71 GPa	0,33

### 2.3 Meshing

Meshing adalah melakukan pembagian benda menjadi elemen – elemen yang lebih kecil yang nantinya akan dilakukan pemodelan simulasi impak dan akan terjadi kontak anatara dua material yang bertumbukan. Meshing yang digunakan dalam penelitian ini berukuran 10 mm dengan metode tetrahedron dan elemen order linear.

Menurut Rugiero, A., dkk (2019), FEM membutuhkan rasio aspek moderat secara berurutan untuk mengoptimalkan akurasi dan kondisi batas (Rice, J.R., 1985). Dalam kasus mesh dengan tetrahedral elemen, menunjukkan bahwa nilai rasio aspek antara satu sampai empat dapat diterima. Pada permodelan meshing ini, masing-masing rim memiliki nilai rasio aspek rata-rata sebesar 2,02 pada rim palang 5, sebesar 1,94 pada rim palang 6, sebesar 2,09 pada rim palang 10, dan sebesar 2,12 pada rim palang 12.

### 2.4 Kondisi Batas Simulasi

Kondisi Batas Simulasi adalah kondisi dimana kontrol – kontrol perhitungan didefinisikan sebagai definisi awal yang akan dilibatkan ke kontrol – kontrol perhitungan yang berdekatan dengannya melalui persamaan-persamaan yang terlibat. Dalam penelitian ini diterapkan beberapa kondisi batas sebagai berikut:

1. *Stiffnes behavior impactor* dibuat sebagai benda *rigid* dan rim dibuat benda *flexible*
2. *Meshing* dengan elemen *tetrahedron linear* dengan ukuran 10 mm.
3. *Step control* di set *program controlled* dengan *end time* 0,004 s = 4 ms
4. Kecepatan *impactor* di set sama pada tiap pengujian sebesar 10 km/h = 2777,8 mm/s
5. *Fixed support* diterapkan pada poros rim

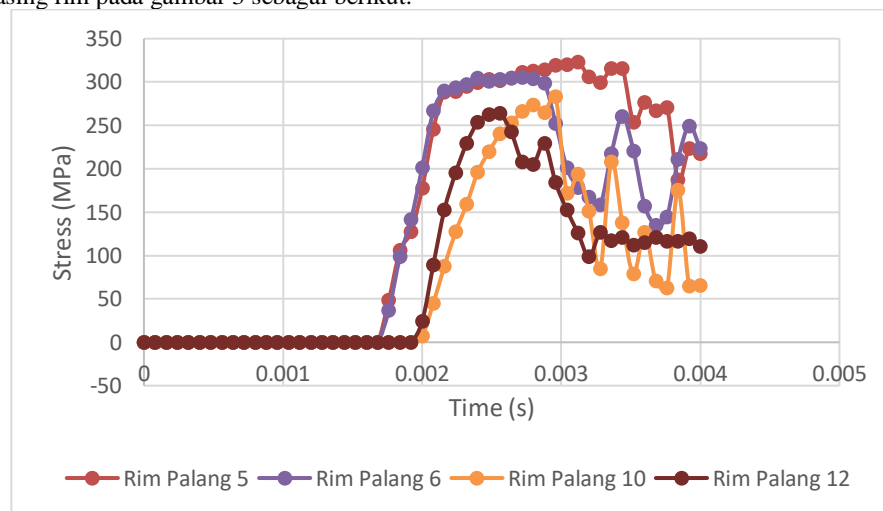
## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian yang akan ditampilkan pertama adalah hasil nilai deformasi total dari masing-masing rim yang telah didapatkan dari hasil pengujian Impak dengan Ansys Mechanical Explicit Dynamics, yang dapat dilihat dalam Tabel 4.1.

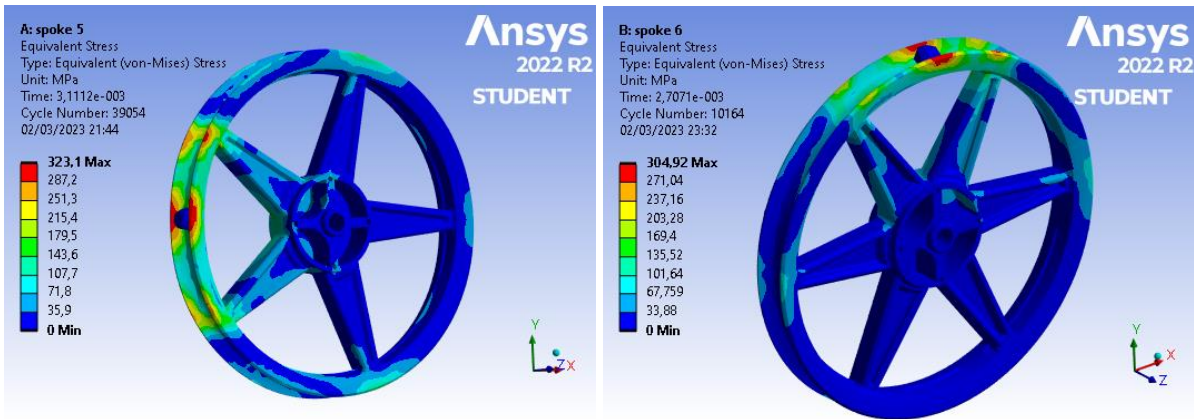
Tabel 2. Hasil tegangan untuk simulasi tiap rim

Tipe rim	<i>Equivalent von Mises Stress</i> (MPa)
Rim Palang 5	323,1
Rim Palang 6	304,92
Rim Palang 10	282,7
Rim Palang 12	263,67

Berdasarkan hasil tabel 2 di atas, diketahui bahwa nilai *Equivalent von Mises Stress* paling tinggi adalah milik rim palang 5 dengan nilai 323,1 MPa, lalu untuk rim palang 6 dengan nilai 304,92 MPa, lalu pada rim palang 10 dengan nilai 282,7 MPa dan yang paling rendah adalah rim palang 12 dengan nilai 263,67 MPa. Dalam proses penelitian, didapatkan grafik yang menunjukkan bagaimana respon rim saat *impactor* menghantam rim. Untuk memudahkan analisa maka ditampilkan dalam gambar hasil dan grafik tegangan equivalen terhadap waktu pada masing - masing rim pada gambar 3 sebagai berikut.

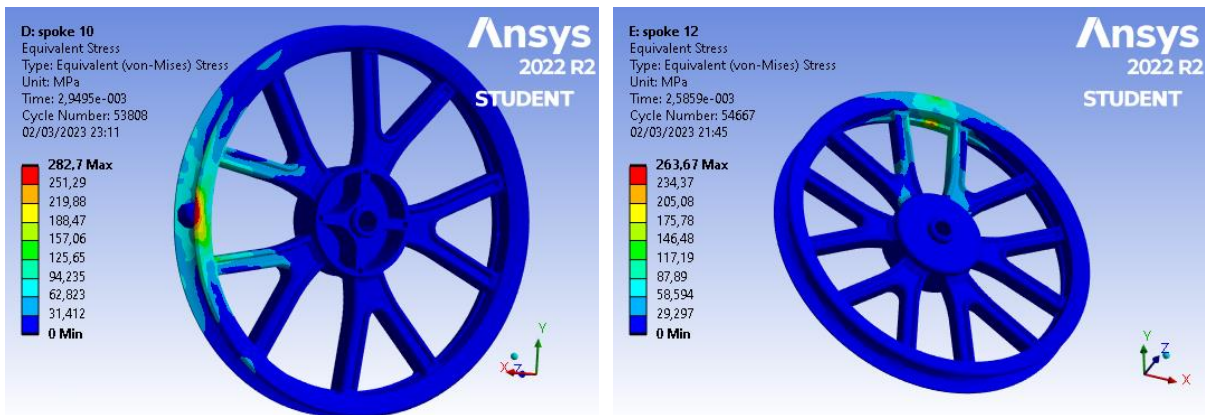


Gambar 3. Hasil simulasi tegangan vs waktu



Gambar 4. *Equivalent stress* pada rim palang 5 (kiri) dan rim palang 6 (kanan)

Berdasarkan grafik dan hasil simulasi di atas, dapat diketahui tegangan maksimum pada rim palang 5 yang terjadi adalah sebesar 323,1 MPa. Pada grafik menunjukkan *peak* pada waktu  $3,1112 \times 10^{-3}$  detik, sesaat setelah terjadi tumbukan. Sedangkan pada rim palang 6, dapat diketahui tegangan maksimum yang terjadi adalah sebesar 304,92 MPa. Pada grafik menunjukkan *peak* pada waktu  $2,7071 \times 10^{-3}$  detik, sesaat setelah terjadi tumbukan.



Gambar 5. *Equivalent stress* pada rim palang 10 (kiri) dan rim palang 12 (kanan)

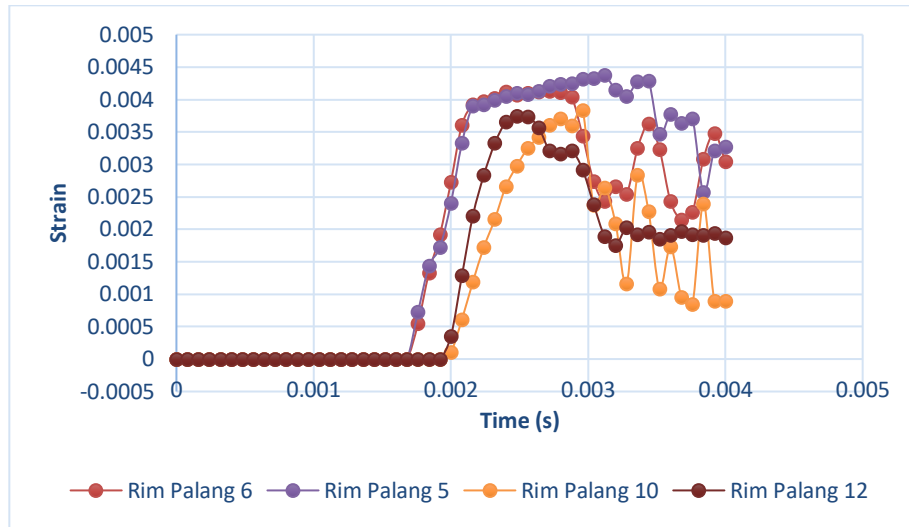
Berdasarkan grafik dan hasil simulasi di atas, dapat diketahui tegangan maksimum pada rim palang 10 yang terjadi adalah sebesar 282,7 MPa. Pada grafik menunjukkan *peak* pada waktu  $2,9495 \times 10^{-3}$  detik, sesaat setelah terjadi tumbukan. Sedangkan pada rim palang 12, dapat diketahui tegangan maksimum yang terjadi adalah sebesar 263,67 MPa. Pada grafik menunjukkan *peak* pada waktu  $2,5859 \times 10^{-3}$  detik, sesaat setelah terjadi tumbukan.

Berdasarkan grafik pada gambar 3 di atas, dapat diketahui bahwa tegangan *impact* terjadi sangat cepat dimana ditandai oleh *peak* pada grafik yang naik kemudian turun dengan cepat, yang dapat dilihat dari kurva tegangan von Mises terhadap waktu. Hal ini dikarenakan *impactor* yang menabrak rim akan terpental setelah bertumbukan dengan rim, dan secara teori disebutkan bahwa pembebanan *impact* terjadi ketika gaya yang besar bertumbukan diantara dua material pada waktu yang singkat (Akbar, M.N., 2017).

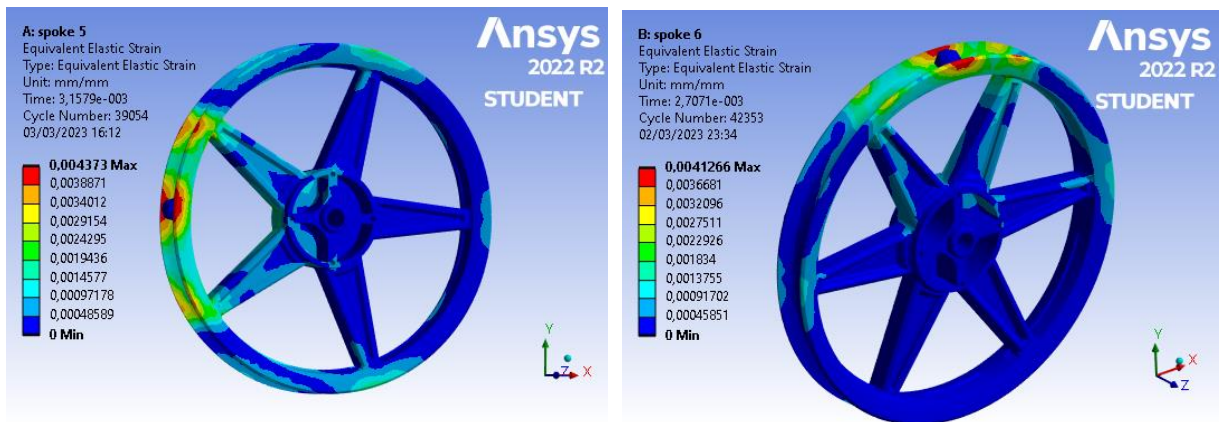
Dari hasil simulasi pada gambar and gambar 5 seperti yang telah disebutkan di atas bahwa rim palang 5 memiliki hasil tegangan yang paling besar dibandingkan keempat rim yang lain. Hal ini juga dipengaruhi oleh kondisi geometri yang dapat dilihat dari masing – masing material. Hal ini selaras dengan penelitian yang dilakukan oleh Karteeek dkk, (2021) dimana hasil pengujian *impact load* pada rim model palang yang paling sedikit yang memiliki nilai tegangan rata-rata yang tertinggi. Sedangkan nilai tegangan rata-rata terendah terdapat pada rim dengan palang yang paling banyak. Secara teori, dapat diketahui bahwa nilai modulus elastisitas adalah perbandingan antara tegangan dan regangan pada pengujian tarik di daerah elastisnya. Untuk memberikan penjelasan lebih lengkap akan ditampilkan hasil simulasi nilai regangan yang ada pada setiap material pada tabel 3:

Tabel 3. Hasil regangan pada simulasi tiap rim

Tipe rim	<i>Equivalent strain</i>
Rim Palang 5	0,004373
Rim Palang 6	0,0041266
Rim Palang 10	0,0038323
Rim Palang 12	0,0037471

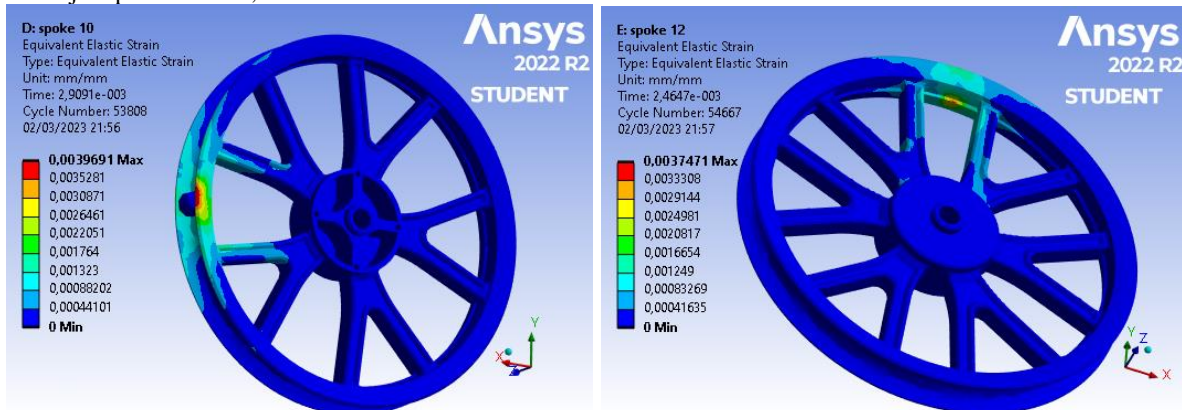


Gambar 6. Hasil simulasi regangan vs waktu



Gambar 7. *Equivalent elastic strain* pada rim palang 5 (kiri) dan rim palang 6 (kanan)

Pada tabel 3 dan gambar 7 dapat diketahui bahwa regangan maksimum yang diplot dengan waktu pada rim palang 5 adalah 0,004373 dan grafik yang terjadi hampir sama seperti tegangan naik ketika menumbuk dan mulai bergerak pergi setelah menumbuk rim. *Peak* regangan terjadi pada waktu  $3,1579 \times 10^{-3}$  detik. Sedangkan pada rim palang 6 dapat diketahui bahwa regangan maksimum yang terjadi adalah 0,004373 dan grafik yang terjadi hampir sama seperti tegangan naik ketika menumbuk dan mulai bergerak pergi setelah menumbuk rim. *Peak* regangan terjadi pada waktu  $2,7071 \times 10^{-3}$  detik.



Gambar 8. *Equivalent elastic strain* pada rim palang 10 (kiri) dan rim palang 12 (kanan)

Pada tabel 3 dan gambar 8 dapat diketahui bahwa regangan maksimum yang diplot dengan waktu pada rim palang 10 adalah 0,0039691 dan grafik yang terjadi hampir sama seperti tegangan naik ketika menumbuk dan mulai bergerak menjauh setelah menumbuk rim. *Peak* regangan terjadi pada waktu  $2,9091 \times 10^{-3}$  detik. Sedangkan pada rim palang 12, dapat diketahui bahwa regangan maksimum yang terjadi adalah 0,0037471 dan grafik yang terjadi

hampir sama seperti tegangan naik ketika menumbuk dan mulai bergerak pergi setelah menumbuk rim. *Peak* regangan terjadi pada waktu  $2,4647 \times 10^{-3}$  detik.

Setelah hasil tegangan didapat, selanjutnya dilakukan perhitungan *Safety Factor* dari masing-masing rim dengan cara membagi nilai *Yield Strength* dari Aluminium 6061 T6 dengan tegangan maksimal yang terjadi selama impact terjadi. Pada material Aluminium 6061 T6 memiliki nilai *Yield Strength* sebesar 290 MPa. Nilai ini diambil dari *engineering material data* dari *software* Ansys.

$$\text{Factor of Safety} = \frac{\text{yield strength}}{\text{max. equivalent stress}}$$

Maka hasil dari *Safety Factor* dari masing-masing rim dapat dihitung, berikut nilai *Safety Factor* pada masing-masing rim dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Nilai *safety factor* pada tiap rim

Tipe rim	<i>Yield Strength</i> (MPa)	<i>Equivalent von Mises stress</i> (MPa)	<i>Safety Factor</i>
Rim Palang 5	290	323,1	0,89 (tidak aman)
Rim Palang 6	290	304,92	0,95 (tidak aman)
Rim Palang 10	290	282,7	1,02 (aman)
Rim Palang 12	290	263,67	1,09 (aman)

Dari Tabel 4. tersebut dapat diketahui nilai *Safety Factor* pada masing - masing rim. Berdasarkan teori yang ada, dikatakan bahwa jika  $SF < 1$  maka desain dikategorikan tidak aman, nilai  $SF = 1$  adalah nilai minimum suatu benda/bahan dalam menerima pembebanan, dan jika  $SF > 1$  maka desain dikategorikan aman (Staff, C. M., 2016). Dalam penelitian ini, rim dengan jumlah palang 10 dan 12 yang dikategorikan aman karena memiliki nilai  $SF > 1$ . Hal ini sesuai dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Karteeq, dkk (2021) dimana pada pengujian impact, semakin banyak jumlah palang rim maka tegangan yang diterima akan semakin berkurang. Hal ini dikarenakan pembebanan yang terjadi pada rim dapat terdistribusi secara merata seiring pertambahan jumlah palang rim.

### 3.1 Perbandingan Penelitian

Setiap simulasi yang digunakan dalam proses menemukan data, harus mempunyai data primer dari pengujian aktual. Data primer dari pengujian *impact drop-test* aktual diperoleh ketika rim yang diuji menghasilkan data tegangan dan regangan dari proses pengujian aktual. Data primer yang dihasilkan harus dibandingkan dengan data hasil simulasi untuk memvalidasi hasil data simulasi pengujian. Karena desain rim yang dipakai adalah desain rim yang masih dalam proses desain dan belum sampai pada proses produksi secara komersil, maka data primer pada pengujian *impact drop-test* desain rim tersebut belum dapat dibandingkan antara data primer dan hasil data simulasi. Oleh karena itu metode yang dilakukan pada penelitian kali ini lebih bersifat komparasi hasil simulasi.

Metode yang pertama yaitu komparasi antara hasil dari penelitian yang dilakukan penulis dengan penelitian yang dilakukan oleh Navuri Karteeq, dkk. Pada hasil simulasi penelitian didapatkan bahwa nilai *maximum equivalent stress* pada rim palang 5 yang memiliki nilai tegangan tertinggi. Lalu pada penelitian yang dilakukan oleh Navuri Karteeq, dkk bahwa nilai *equivalent stress* yang terjadi pada saat simulasi adalah pada rim palang 3 yang memiliki nilai tegangan tertinggi. Penerapan pembebanan dan kondisi batas pada penelitian ini diambil dari standar *Automotive Industry Standard* (AIS). Hasilnya, pada kasus beban *impact* yang terjadi disimpulkan bahwa rim yang didesain dapat dikategorikan aman.

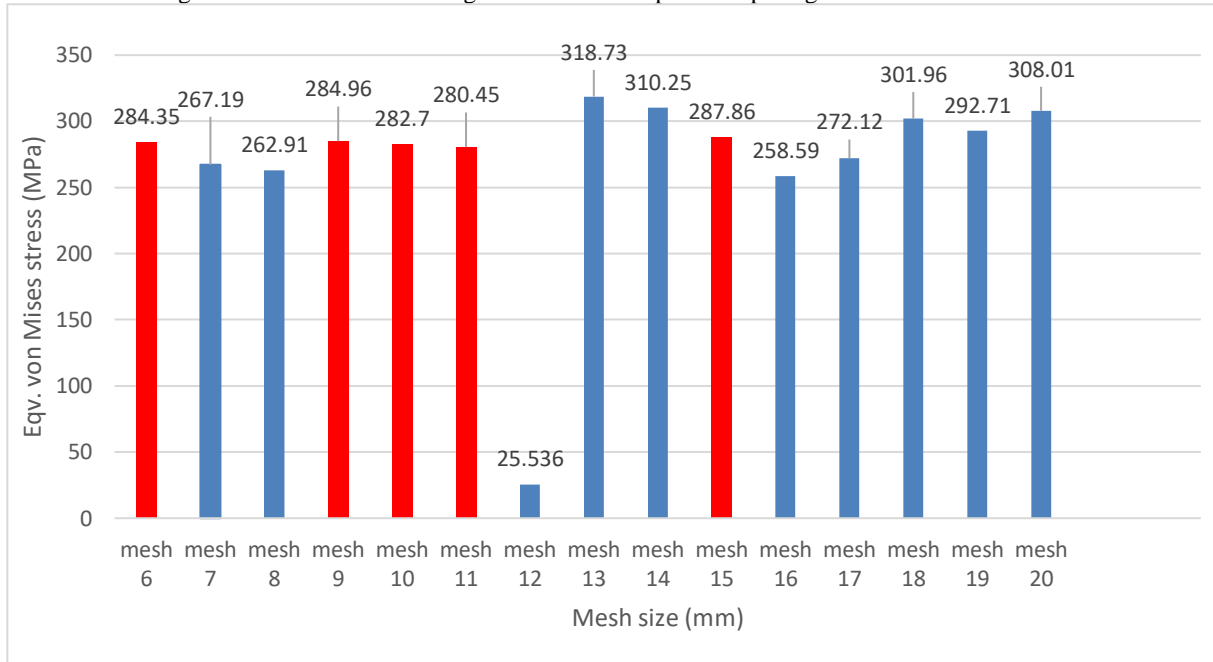
Metode kedua yaitu validasi secara numerik dengan cara konvergensi mesh. Metode ini dilakukan dengan cara memvariasikan ukuran mesh dari terkecil hingga terbesar lalu dilihat pada salah satu parameter apakah memiliki kemiripan atau tidak. Pada simulasi ini, diterapkan variasi mesh dengan ukuran 6 mm, 7 mm, 8 mm, 9 mm, 10 mm, 11 mm, 12 mm, 13 mm, 14 mm, dan 15 mm. Dipilih mesh dengan ukuran 10 mm dikarenakan hasil parameter *equivalent stress* yang didapat memiliki kemiripan dengan ukuran 6 mm, 9 mm, 10 mm, 11 mm dan 15 mm. Berikut penjelasan mengenai hasil konvergensi mesh pada masing-masing ukuran pada tabel

Tabel 5. Hasil konvergensi mesh

Ukuran mesh rim palang 10	<i>Aspect Ratio</i>	Durasi rendering solution	Parameter <i>Equivalent stress</i>
Mesh 6 mm	1,74	50 menit	284,35 MPa
Mesh 7 mm	1,77	40 menit	267,19 MPa
Mesh 8 mm	1,89	30,5 menit	262,91 MPa
Mesh 9 mm	2,00	27 menit	284,96 MPa
Mesh 10 mm	2,09	25 menit	282,7 MPa
Mesh 11 mm	2,25	17 menit	280,45 MPa
Mesh 12 mm	2,37	15 menit	25,536 MPa
Mesh 13 mm	2,34	12 menit	318,73 MPa
Mesh 14 mm	2,39	10,5 menit	310,25 MPa
Mesh 15 mm	2,42	8 menit	287,86 MPa

Mesh 16 mm	2,35	5,1 menit	258,59 MPa
Mesh 17 mm	2,44	5 menit	272,12 MPa
Mesh 18 mm	2,43	5 menit	301,96 MPa
Mesh 19 mm	2,46	4,2 menit	292,71 MPa
Mesh 20 mm	2,44	3,3 menit	308,01 MPa

Berikut grafik dari data hasil konvergensi mesh dari tiap ukuran pada gambar 4.



Gambar 9. Hasil konvergensi mesh

Berdasarkan grafik diatas pada grafik berwarna merah, dapat dilihat bahwa pada mesh ukuran 6 mm, 9 mm, 10 mm, 11 mm, dan 15 mm memiliki hasil data yang mirip dimana selisih nilai tegangan maksimumnya cenderung kecil. Oleh karena itu, dalam penelitian ini apabila menggunakan mesh dengan ukuran seperti pada grafik yang warna merah di atas, bisa dikatakan simulasi sudah valid secara numerik. Dalam penelitian ini, penulis menggunakan mesh ukuran 10 mm dengan pertimbangan akurasi perhitungan dan beban komputasi (durasi *rendering solver*).

#### 4. KESIMPULAN

Hasil penelitian menyimpulkan bahwa hasil simulasi pengujian impact menghasilkan nilai *equivalent von Mises stress* tertinggi terjadi pada rim palang 5 sebesar 323,1 MPa dan nilai terendahnya pada rim palang 12 sebesar 263,67 MPa. Hasil simulasi pengujian impact menghasilkan nilai *equivalent strain* tertinggi terjadi pada rim palang 5 sebesar 0,004373 dan nilai *equivalent strain* terendah pada rim palang 12 sebesar 0,0037471. Berdasarkan Analisa nilai Safety Factor, didapatkan bahwa pada rim palang 10 dan 12 dikategorikan aman karena nilai Safety Factor pada rim palang 10 adalah 1,02 dan 1,09 pada rim palang 12, sedangkan pada rim palang 5 dan 6 dikategorikan tidak aman karena nilai Safety Factor yang dibawah 1. Berdasarkan komposisi bahan dan kekuatannya, rim palang 12 merupakan rim dengan desain paling optimal.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, M. N. (2017). Simulasi Pengujian Impact Drop-Test Berdasarkan Standarisasi SNI dan Analisa Perubahan Desain Rim Mobil Penumpang Dengan Metode Elemen Hingga. Skripsi, Teknik Mesin Institut Teknologi Sepuluh November. Repositori Institut Teknologi Sepuluh November.
- Bhandari, V.B. (1994). Design of Machine Elements. Tata McGraw-Hill, New Delhi.
- Dalimunthe, H. R., Syam, B., Sabri, M., Isranuni, I., & Mahadi. (2016). Analisa Pengaruh Jumlah Spoke dan Ketebalan Flange Terhadap Kekuatan Rim Mobil Berbasis Aluminium Alloy Menggunakan Simulasi Numerik. Jurnal Dinamis, Vol.4, No. 1, p. 1-8.
- Dieter, G. E. (1998). Mechanical Metallurgy. McGraw-Hill Book Company. University of Maryland.
- Irawan, A. H., Majanasastra, R. B., & Rahmanto, R. H. (2016). Analisis Kekuatan Rim Cast Wheel Sepeda Motor Dengan Perangkat Lunak Berbasis Metode Elemen Hingga. Jurnal Imiah Teknik Mesin, Vol. 4, No.2, p. 57-66.
- Karteek, N., Rao, P. K. V., Babu, K. R. P., Rao, D. M. (2021). Stress Analysis of Motorcycle Alloy Wheel. E3S Web of Conferences 309, 01158. doi: 10.1051/e3sconf/202130901158.

<https://doi.org/10.29303/dtm.v12i2.573>



- Kurniawan, F. (2017). Simulasi Dan Analisis Tegangan Impak Pada Rim Rim Truk Dengan Metode Elemen Hingga. Skripsi, Teknik Metalurgi Institut Teknologi Sepuluh November. Repositori Institut Teknologi Sepuluh November.
- Moaveni, S. (1999). Finite Element Analysis: Theory and Application with ANSYS, Prentice Hall.
- Mubarok, M. Z., Anwar, C., & Heryadi, Y. (2021). Analisis Kekuatan Rim Casting Wheel Sepeda Motor Berdasarkan Beban Penumpang dan Jalan Berlubang, *Jurnal Teknologika*, Vol.11, No. 2, p. 44-56.
- Mufti, A. A., Budiarto, U., Hadi, E. S., (2021). Analisis Pengaruh Variasi Sudut Kampuh Single V dan Variasi Posisi Las dengan Sambungan MIG pada Aluminium 6061 terhadap Kekuatan Impak sebagai Material Kapal. *Jurnal Teknik Perkapalan*, Vol. 9 , No. 1.
- Pratowo, B. (2018). Analisa Kekuatan Material Velg Sepeda Motor Jenis Cast Wheel dan Spoke Wheel Terhadap Pengujian Impact. Universitas Bandar Lampung.
- Pris, F. R., Suyitno, B. M., & Suhadi, A. (2019). Analisis Kekuatan Rim Aluminium Alloy 17 Inch Dari Berbagai Desain Menggunakan Metode Finite Element Analysis (FEA), *Jurnal Ilmiah Teknobiz*, Vol. 9 No.2, p. 33-39.
- Ruggiero, A., Amato, R. D., Affatato, S. (2019). Comparison of Meshing Strategies in THR Finite Element Modelling. *Materials*, doi: 10.3390/ma12142332.
- Reddy, J.N. (1993). An Introduction to Finite Element Method, McGraw-Hill, New York.
- Rice, J.R. (1985). The Aspect Ratio Significant for Finite Element Problems, Purdue University. P. 85-535, West Lafayette, IN, U.S.A
- Staff, C. M. (2016). Factor of Safety in Design and Engineering: The Basics, <https://www.creativemechanisms.com/blog/factor-of-safety-in-design-and-engineering-the-basics>, diakses 29-12-2022.
- Syaefudin, E. A., & Basori, I. (2013). Perancangan Desain Rim Sepeda Motor Hybrid Dan Pengujian Distribusi Beban Dengan Software Autodesk Inventor, *Jurnal Konversi Energi dan Manufaktur*, p. 22-31.
- Sugiyono. (2009). Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D. Bandung: Alfabeta.
- Trimulya, C. T., Cholis, N., Pradana, S., & Wahyuni, F. (2019). Analisis Produk Pelek Motor Tipe Cast Wheel Paduan Aluminium, *Jurnal Ilmiah Bina Teknik*, Vol.16, No. 2, p. 79-84.
- Yijun, L., (2003), Lecture Notes: Introduction to the Finite Element Method, University of Cincinnati