



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

I. Dwilingga, S. Sugiman*, A.D. Catur

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

*E-mail: s.sugiman@unram.ac.id

ARTICLE INFO

ABSTRACT

Article History:

Received 20 January 2024

Accepted 11 February 2024

Available online 01 April 2024

Keywords:

Break pad

Teak wood

Rice husk



Rim or wheels have various types of model designs and the number of spokes. Therefore, those wheels can have 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 differs in the design of the number of spokes. By finding the safety factor value on each rim, the most optimal rim design can be determined. 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 number of 5, 6, 10 and 12 with a uniformly applied impact speed of 10 km/h. The rim material used was aluminum 6061 T6 and the projectile material used was aluminum alloy. The designed rim has a diameter of 35.56 cm and a width of 4.01 cm and a mass of 2415 gram. Solidworks and Ansys software based on the finite element method were 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. 14, No. 1, April 2024, 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. Pada umumnya, rim *cast wheel* yang sering mengalami kerusakan terdapat di bibir rim atau 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 dkk, 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 dkk, 2019).

Salah satu metode yang sudah banyak digunakan untuk menganalisa karakteristik rim adalah metode elemen hingga (MEH). Metode elemen hingga 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 Computer Aided Engineering (CAE) seperti program Ansys.

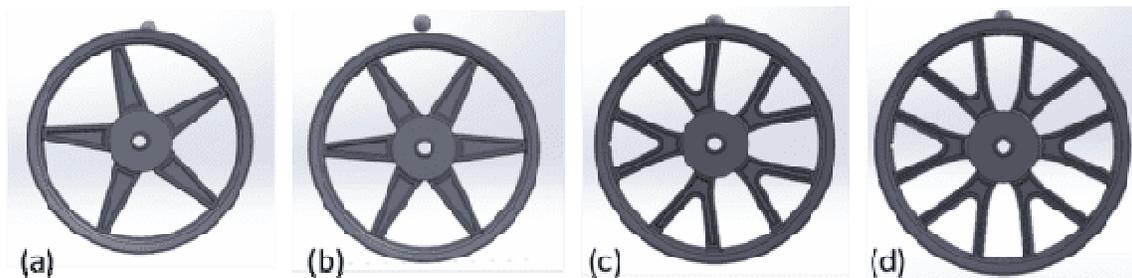
Kemudian, Dalimunthe dkk (2016) meneliti pengaruh jumlah spoke dan ketebalan flange terhadap kekakuan pelek dimana metode yang digunakan yaitu metode simulasi numerik menggunakan software Ansys 14.0. Dalam penelitian ini bahan yang digunakan adalah rim mobil Toyota Corolla Altis berbasis logam paduan 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. Hasil simulasi masing-masing rim tersebut dibandingkan dengan hasil simulasi rim standar. Hasilnya menunjukkan bahwa velg mobil dengan jumlah spoke 10 disertai penambahan ketebalan pada daerah flange sebesar 3 mm adalah desain yang paling baik dan optimal dibandingkan dengan desain lainnya (Dalimunthe dkk, 2016). Penelitian yang lain, Mubarak dkk (2021) menganalisa variasi pembebanan pada palang rim berjumlah 5 dengan material rim casting wheel sepeda motor dengan variasi 3 jenis pembebanan sebesar 1898, 2095 dan 2390 N. Analisa dilakukan dengan software Solidwork 2018, yang berbasis elemen hingga. Hasilnya menunjukkan bahwa tegangan dan deformasi maksimum terjadi meningkat dengan meningkatnya pembebanan. Berkaitan dengan pengembangan rim sepeda motor, penelitian sebelumnya telah dilakukan oleh Karteek dkk (2021) mengenai pengaruh geometri terhadap pembebanan *impact* rim sepeda motor. Dalam penelitian tersebut, ada 4 geometri berbeda dengan 3 dan 5 spoke masing-masing dengan bentuk spoke yang berbeda dikenai pembebanan *impact* sebesar 5655.076 N. Hasil dari penelitiannya diperoleh kesimpulan bahwa tegangan yang diinduksi dalam keempat model rim lebih kecil dari kekuatan luluh material, menunjukkan empat model rim aman dalam hal kekuatan.

Namun demikian masih banyak geometri yang dapat dikembangkan untuk optimalisasi geometric dan jenis pembebanan. Penelitian ini bertujuan untuk menyelidiki pengaruh jumlah dan bentuk rim terhadap tegangan dan regangan maksimum rim dan faktor keselamatan (*safety factor*) akibat beban impact. Analisa menggunakan MEH dengan kode Ansys student.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Geometri penelitian

Geometri ini adalah dasar dalam pengujian impact 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. Gambar 1 memunjukkan bentuk geometri rim yang digunakan pada penelitian ini.



Gambar 1. Desain rim tipe rim palang 5 (a), 6 (b), 10 (c), 12 (d).

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 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 ³	68,3 GPa	0,33
Proyektil	0,2	Aluminium alloy	2770 kg/m ³	71 GPa	0,33

2.3 Meshing

Meshing adalah melakukan pembagian benda menjadi elemen – elemen yang lebih kecil yang nantinya akan dilakukan pemodelan simulasi dampak dan akan terjadi kontak antara dua material yang bertumbukan. Meshing yang digunakan dalam penelitian ini berukuran 10 mm dengan metode tetrahedron dan elemen order linear. Menurut Rugiero dkk (2019), MEH membutuhkan rasio aspek moderat secara berurutan untuk mengoptimalkan akurasi dan kondisi batas. 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 melalui persamaan-persamaan yang terlibat. Dalam penelitian ini diterapkan beberapa kondisi batas sebagai berikut:

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

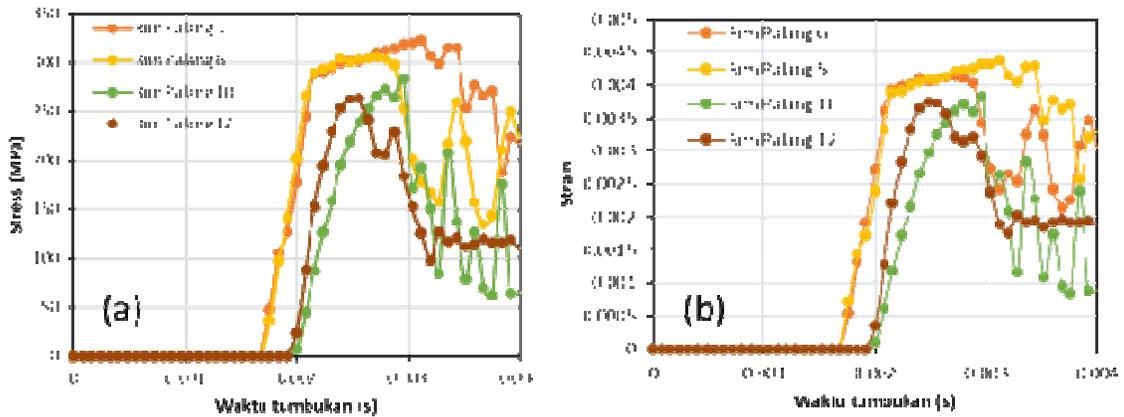
2.5 Penentuan faktor keselamatan

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).

$$\text{Factor of Safety} = \frac{\text{yield strength}}{\text{equivalent von Mises stress}} \quad (1)$$

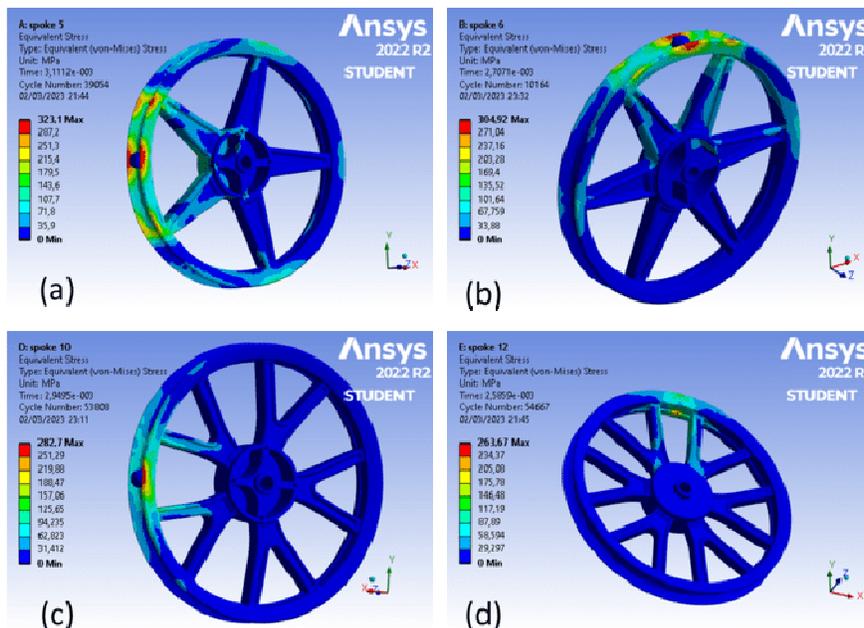
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

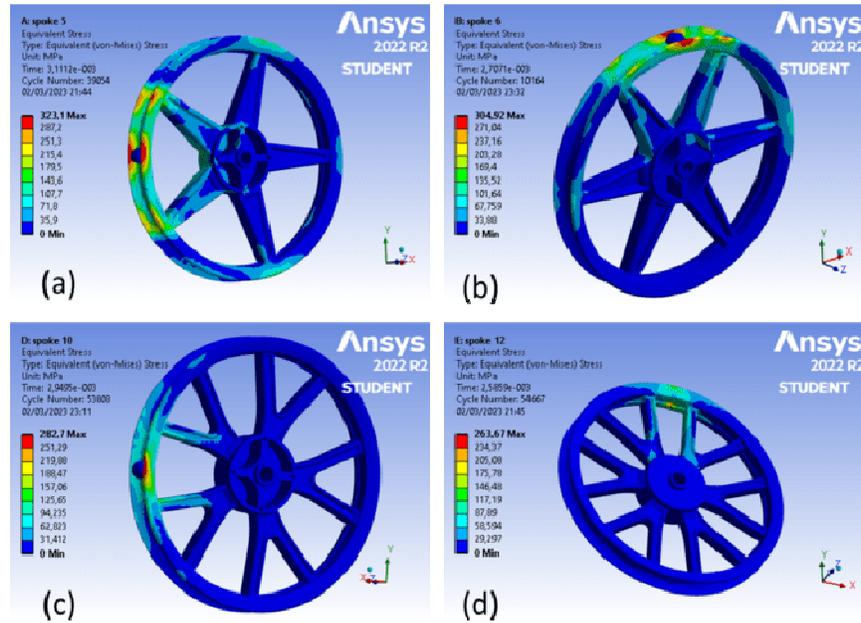
Dalam proses penelitian, didapatkan grafik yang menunjukkan bagaimana respon rim saat *impactor* menghantam rim seperti ditunjukkan pada Gambar 2. Berdasarkan grafik dan hasil simulasi di atas, tegangan dan maksimum pada rim palang 5, 6, 10 dan 12 terjadi masing-masing terjadi pada *peak* waktu $3,1112 \times 10^{-3}$, $2,7071 \times 10^{-3}$, $2,9495 \times 10^{-3}$, dan $2,5859 \times 10^{-3}$ detik, sesaat setelah terjadi tumbukan. Hal sesuai seperti yang ditunjukkan oleh Akbar (2017). Untuk palang 10 dan 12, terjadi delay waktu untuk terjadi peningkatan tegangan yang mungkin karena perbedaan penyerapan energi. Pada palang 10 dan 12, palang lebih rapat sehingga lebih rigid dan konstruksi lebih sudah mengalami deformasi.



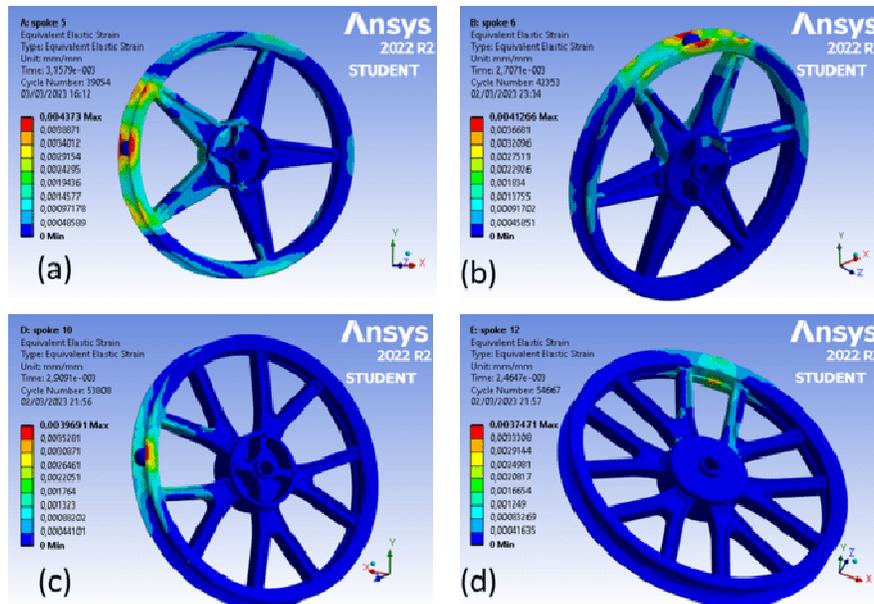
Gambar 2. Hasil simulasi tegangan vs waktu (a) tegangan maksimum, (b) regangan maksimum.

Gambar 3 menunjukkan kontur tegangan von Mises untuk rim 5, 6, 10 dan 12, sedangkan Gambar 4 menunjukkan kontur regangannya. Berdasarkan grafik pada gambar 3 di atas, 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 (lihat Gambar 2). Hal ini dikarenakan *impactor* yang menabrak rim akan terpental setelah bertumbukan dengan rim. Tegangan terbesar terjadi di tempat tumbukan yang terjadi pada tepi rim. Walau massa total rim sama, namun semakin banyak palang rim, tegangan maksimum hasil tumbukan semakin mengecil dengan semakin banyaknya palang rim. Hal ini selaras dengan penelitian yang dilakukan oleh Karteek 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. Tegangan menjadi lebih terlokasilir dengan meningkatnya jumlah palang rim. Hal yang sama terjadi juga pada kontur regangannya. Nilai hasil tegangan dan regangan maksimum dirangkum dalam Tabel 2.





Gambar 3. *Equivalent stress* pada rim palang 5 (a) dan rim palang 6 (b), rim palang 10 (c) dan rim palang 12 (d)



Gambar 4. *Equivalent elastic strain* pada rim palang 5 (a) dan rim palang 6 (b), rim palang 10 (c) dan rim palang 12 (d).

Tabel 2. Hasil tegangan dan regangan maksimum untuk simulasi tiap rim.

Tipe rim	<i>Equivalent von Mises Stress (MPa)</i>	<i>Equivalent strain</i>
Rim palang 5	323,1	0,004373
Rim palang 6	304,92	0,0041266
Rim palang 10	282,7	0,0038323
Rim palang 12	263,67	0,0037471

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 (lihat Pers. (1)). Pada material aluminium 6061 T6 memiliki nilai *yield strength* sebesar 290 MPa. Nilai ini diambil dari *engineering material data* dari software Ansys. Hasil dari *safety factor* dari masing-masing rim pada masing-masing rim dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. 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)

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 (Carvill, 1994). 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 Karteek 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.

4. KESIMPULAN

Hasil penelitian dapat disimpulkan 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., Simulasi pengujian impact drop-test berdasarkan standarisasi SNI dan analisa perubahan desain rim mobil penumpang dengan metode elemen hingga, Skripsi, Departemen Teknik Mesin, Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya, 2017.
- Dalimunthe, H.R., Syam, B., Sabri, M., Isranuni, I., Mahadi, Analisa pengaruh jumlah spoke dan ketebalan flange terhadap kekuatan rim mobil berbasis aluminium alloy menggunakan simulasi numerik, Jurnal Dinamis, 4(1), 1-8, 2016.
- Irawan, A.H., Majanasastra, R.B., Rahmanto, R.H., Analisis kekuatan rim cast wheel sepeda motor dengan perangkat lunak berbasis metode elemen hingga, Jurnal Ilmiah Teknik Mesin, 4(2), 57-66, 2016.
- Karteek, N., Rao, P.K.V., Babu, K.R.P., Rao, D.M., Stress analysis of motorcycle alloy wheel, E3S Web of Conferences 309, 01158, 2021. doi: 10.1051/e3sconf/202130901158
- Mubarok, M.Z., Anwar, C., Heryadi, Y., Analisis kekuatan rim casting wheel sepeda motor berdasarkan beban penumpang dan jalan berlubang, Jurnal Teknologika, 11(2), 44-56, 2021.
- Pris, F.R., Suyitno, B.M., Suhadi, A., Analisis kekuatan rim aluminium alloy 17 inch dari berbagai desain menggunakan metode finite element analysis (FEA), Jurnal Ilmiah Teknobiz, 9(2), 33-39, 2019.
- Ruggiero, A., Amato, R.D., Affatato, S., Comparison of meshing strategies in the finite element modelling. Materials, 12(14), 2332, 2019. doi: 10.3390/ma12142332
- Carvill, J., General data, in: Mechanical engineer's data handbook, Butterworth-Heinemann, Elsevier, Amsterdam, 1994.
- Trimulya, C.T., Cholís, N., Pradana, S., Wahyuni, F., Analisis produk pelek motor tipe cast wheel paduan aluminium, Jurnal Ilmiah Bina Teknika, 16(2), 79-84, 2019.