

Analisis Distribusi Beban Velg Sepeda Motor Listrik Dengan Variasi Motif Spoke Menggunakan Metode Elemen Hingga

Putra Kurnia Illahi, I Made Gatot Karohika, I Made Parwata
Jurusan Teknik Mesin Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran Bali

Abstrak

Sepeda motor merupakan salah satu benda yang sudah menjadi kebutuhan dari setiap orang. Jenis dari sepeda motor juga semakin bervariasi yang salah satunya adalah sepeda motor listrik. Komponen yang penting dari sepeda motor listrik adalah velg. Velg memiliki peranan yang cukup penting sebagai melekatnya ban dan juga menyalurkan daya yang dihasilkan oleh mesin. Velg didesain memiliki kekuatan yang tinggi untuk menahan beban yang diberikan. Dengan semakin berkembangnya teknologi komputer, memungkinkan kita melakukan simulasi atau pengujian terhadap kekuatan dan nilai keamanan dari velg untuk menghindari kegagalan dari velg. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kekuatan dan nilai keamanan velg dengan variasi model spoke melalui simulasi yang dilakukan. Simulasi yang dilakukan menggunakan software Autodesk Inventor 2021. Pembebanan yang diberikan berupa tekanan sebesar 0,05 MPa dan momen sebesar 4000 N.mm. Dari simulasi yang dilakukan didapatkan hasil velg dengan type A memiliki tegangan von mises sebesar 3,034 MPa, displacement sebesar 0,002255 mm, dan safety factor sebesar 15. Velg dengan type B memiliki tegangan von mises sebesar 2,613 MPa, displacement sebesar 0,002229 mm, dan safety factor sebesar 15. Sedangkan velg dengan type C memiliki tegangan von mises sebesar 1,807 MPa, displacement sebesar 0,002099 mm, dan safety factor sebesar 15.

Kata kunci: Velg, Simulasi, Faktor keamanan

Abstract

Motorcycles are something that everyone needs. The types of motorbikes are also increasingly varied, one of which is an electric motorbike. An important component of an electric motorcycle is the wheels. Wheels have an important role as attachment to the tire and also distribute the power generated by the engine. Wheels are designed to have high strength to withstand a given load. With the development of computer technology, it allows us to do simulations or tests of the strength and safety values of wheels to avoid wheel failure. This study aims to determine the strength and safety value of the wheels with variations in the spoke model through the simulations carried out. The simulation was carried out using the Autodesk Inventor 2021 software. The load given was in the form of a pressure of 0.05 MPa and a moment of 4000 N.mm. From the simulations carried out, it was found that type A wheels have a von mises stress of 3.034 MPa, a displacement of 0.002255 mm, and a safety factor of 15. Wheels with type B have a von mises stress of 2.613 MPa, a displacement of 0.002229 mm, and a safety factor of 15. While velg with type C has a von mises stress of 1.807 MPa, a displacement of 0.002099 mm, and a safety factor of 15.

Keywords: Wheels, Simulation, Safety factor

1. Pendahuluan

Sepeda motor merupakan salah satu benda yang sudah menjadi kebutuhan dari setiap orang. Jenis dari sepeda motor juga semakin bervariasi yang salah satunya adalah sepeda motor listrik. Sepeda listrik bergerak akibat putaran dari motor listrik yang kemudian disalurkan melalui belt ke roda belakang. Sepeda motor listrik tidak memerlukan akselerasi dan kecepatan yang tinggi seperti sepeda motor konvensional.

Komponen yang penting dari sepeda motor listrik adalah velg. Velg memiliki peranan yang cukup penting sebagai melekatnya ban dan juga menyalurkan daya yang dihasilkan oleh mesin [1]. Velg yang terdapat di pasaran terbuat dari material

campuran aluminium dengan magnesium. Saat beroperasi, velg menerima beban statis dan dinamis yang disebabkan oleh berat dari kendaraan dan juga momen yang diakibatkan oleh motor listrik.

Velg didesain untuk memiliki kekuatan yang tinggi untuk menahan beban yang diberikan. Kegagalan yang terjadi pada velg adalah pecahnya spoke akibat gaya dan tegangan yang melebihi tegangan maksimum yang diizinkan[2]. Dengan semakin berkembangnya teknologi komputer, memungkinkan kita melakukan simulasi atau pengujian terhadap kekuatan dan nilai keamanan dari velg untuk menghindari kegagalan dari velg.

Simulasi yang dilakukan menggunakan metode elemen hingga dengan membagi menjadi bagian –

bagian kecil dengan bantuan komputer. Simulasi ini memiliki banyak keuntungan dari segi waktu, tenaga, maupun biaya. Maka dari itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kekuatan dan nilai keamanan velg dengan variasi model spoke melalui simulasi yang dilakukan.

2. Dasar Teori

1. Tegangan *Von Misses*

Teori kegagalan ini memprediksi bahwa keadaan tegangan multiaksial terjadi ketika energi deformasi per-satuan volume sama dengan atau lebih besar daripada uji tegangan uniaksial sederhana pada benda uji dari bahan yang sama. Tegangan *von misses* juga digunakan untuk memprediksi kekuatan dan daya tahan suatu material. Apabila tegangan *von misses* melebihi kekuatan material, maka material tersebut akan mengalami kegagalan.

2. Metode Elemen Hingga

Metode elemen hingga adalah rekayasa komputasi yang digunakan untuk memprediksi dan mensimulasikan perilaku dari suatu sistem rekayasa yang kompleks. Pada dasarnya metode elemen hingga membagi bagian kompleks menjadi bagian atau unit yang lebih kecil dan dapat dengan mudah menghasilkan solusi yang sederhana. Elemen – elemen tersebut saling berhubungan melalui node yang terletak di sepanjang batas elemen. Setiap node menentukan koordinat lokasi dimana gaya berada.

3. Faktor Keamanan

Faktor keamanan merupakan salah satu faktor yang digunakan untuk mengevaluasi tingkat keamanan dari suatu material saat menerima gaya dari luar. Faktor keamanan didefinisikan sebagai suatu nilai dari perhitungan tetangan sebenarnya terhadap tegangan yang diijinkan.

Untuk menghindari suatu kegagalan struktur terjadi besar nilai dari faktor keamanan harus lebih dari 1,0. Oleh karena itu nilai dari tegangan sebenarnya harus lebih besar dari tegangan yang diijinkan agar material tersebut bisa disebut aman.

Faktor keamanan dari suatu struktur dapat dinilai dengan menggunakan aturan sebagai berikut :

- a. Bahan – bahan ulet
 1. $(n) = 1,25 - 2,00$ untuk perancangan struktur yang menerima beban secara statis dengan kepercayaan yang tinggi untuk data perancangan.
 2. $(n) = 2,00 - 2,5$ untuk perancangan elemen suatu mesin yang menerima beban dinamis dengan tingkat kepercayaan rata – rata untuk data perancangan.
 3. $(n) = 2,5 - 4,00$ untuk perancangan struktur statis ataupun elemen mesin yang menerima beban dinamis dengan ketidak pastian beban, sifat bahan, analisis tegangan, dan juga lingkungan.

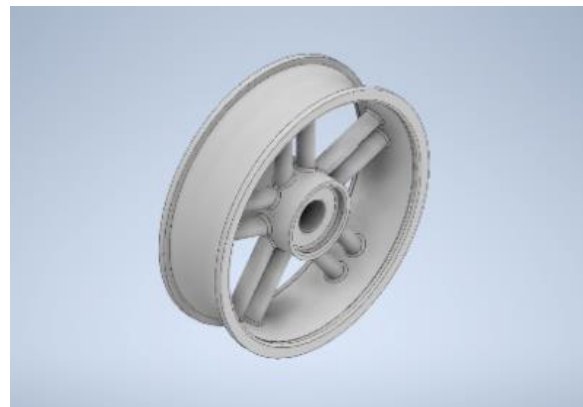
4. $(n) = 4,00$ atau lebih untuk perancangan struktur statis atau elemen mesin yang menerima beban dinamis dengan ketidak pastian campuran bahan, sifat bahan, analisa tegangan, dan juga lingkungan.
 - b. Bahan – bahan getas
 1. $(n) = 3,00 - 4,00$ untuk perancangan struktur yang menerima beban secara statis dengan kepercayaan yang tinggi untuk data perancangan.
 2. $(n) = 4,00 - 8,00$ untuk perancangan struktur statis ataupun elemen mesin yang menerima beban dinamis dengan ketidak pastian beban, sifat bahan, analisis tegangan, dan juga lingkungan.

3. Metode Penelitian

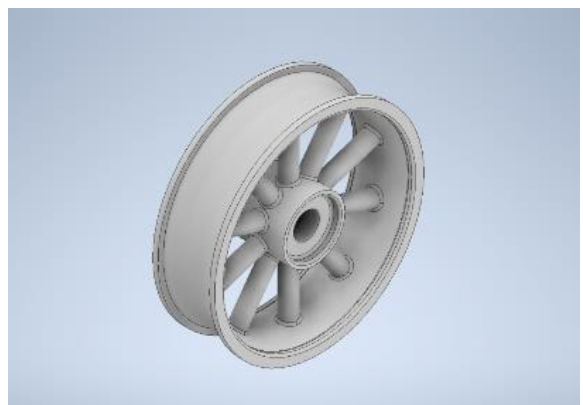
Alat dan bahan yang digunakan pada pengujian ini adalah :

- 1) *Autodesk Inventor Professional 2021 Student Version.*
- 2) Material Aluminium 6061 yang ada pada *library Autodesk Inventor Professional 2021 Student Version.*

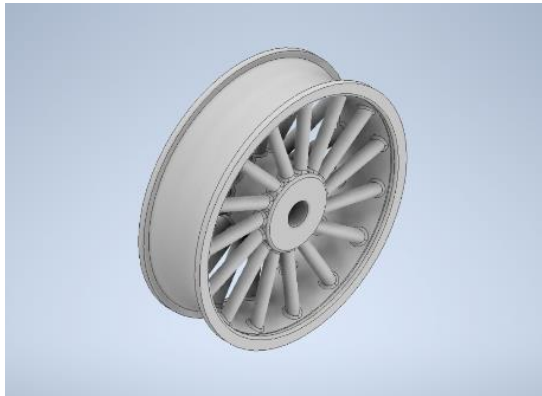
Adapun desain velg yang digunakan untuk simulasi memiliki diameter sebesar 202,12 mm yang dapat dilihat pada gambar dibawah berikut.



Gambar 1. Desain velg type A



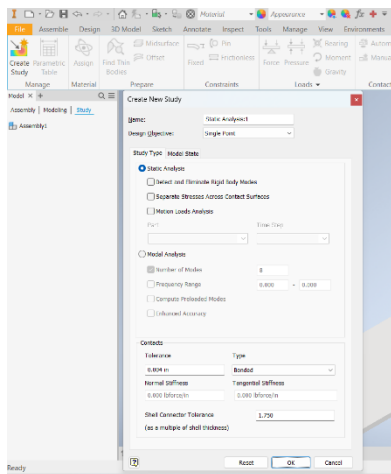
Gambar 2. Desain velg type B



Gambar 3. Desain velg type C

1. Tahapan Simulasi

Simulasi dilakukan pada menu *static analysis* kemudian klik *create study* dan klik “Ok” seperti gambar dibawah ini.



Gambar 4. Menu *static analysis*

Kemudian mengatur material yang digunakan untuk simulasi yaitu aluminium 6061. Simulasi dilakukan dengan memberikan beban dengan jenis *pressure* dan *momen load*.

Pressure yang bekerja diasumsikan berdasarkan berat dari sepeda motor listrik dan pengendara melalui perhitungan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 M &= 50 \text{ kg (berat sepeda motor listrik)} + 110 \text{ kg (berat maksimal pengendara)} = 160 \text{ kg} \\
 F &= m \times g \text{ (9,81 m/s}^2\text{)} \\
 &= 160 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2 \\
 &= 1569,6 \text{ N} \\
 &= \text{dibulatkan menjadi } 1600 \text{ N}
 \end{aligned}$$

Luas penampang yang terkena gaya yaitu sebesar 31.732,81 mm². Maka besar *pressure* yang diterima adalah sebesar :

$$\begin{aligned}
 \text{Pressure} &= \frac{F}{A} = \frac{m \times g}{A} \\
 &= \frac{160 \text{ Kg} \times 10 \text{ m/s}^2}{31.732,84 \text{ mm}^2} = 0,05 \text{ Mpa}
 \end{aligned}$$

Momen load didapatkan dari kecepatan maksimum dari sepeda motor listrik. Kecepatan

maksimum yang dapat dilakukan mulai dari 50 km/jam dengan daya motor 500 watt [3].

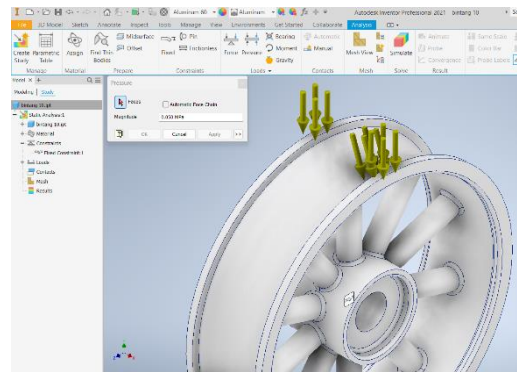
$$V = 50 \text{ km/jam} = 13,8 \text{ m/s}$$

$$\omega = \frac{v}{r} = \frac{13,8}{0,10106} = 136,55 \pi \text{ rad/s}$$

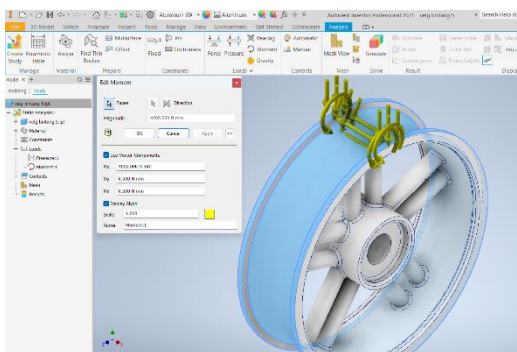
$$\text{Momen } T = \frac{P}{\omega} = \frac{500}{136,55} = 3,66 \text{ N.m}$$

Dibulatkan menjadi 4 N.m = 4000 N.mm.

Kemudian untuk letak dari *pressure* dan *momen load* dapat dilihat seperti gambar dibawah ini.

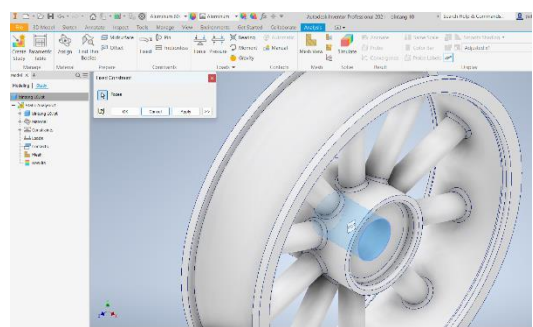


Gambar 5. *Pressure*



Gambar 6. *Momen load*

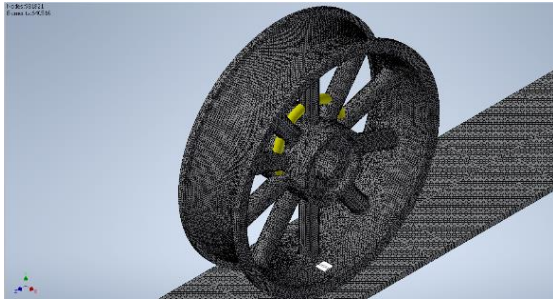
Kemudian diberikan *constraints* dengan jenis *fixed support* yang diletakkan pada plat untuk jalur dari velg yang ditunjukkan pada gambar dibawah ini.



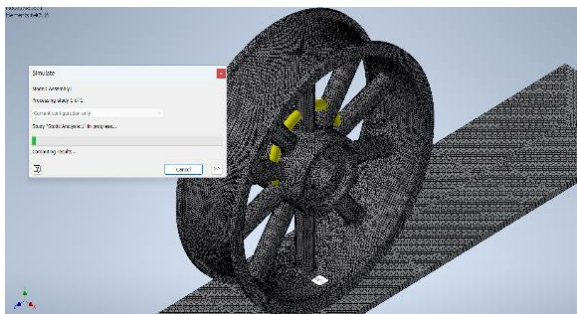
Gambar 7. *Fixed support*

Kemudian melakukan meshing dengan ukuran average element size 0,01 dan minimum

element size 0,02. Meshing digunakan untuk mendapatkan hasil perhitungan yang akurat. Selanjutnya dilakukan simulasi. Klik menu *simulate* kemudian *run* untuk mendapatkan hasil dari simulasi yang dilakukan.



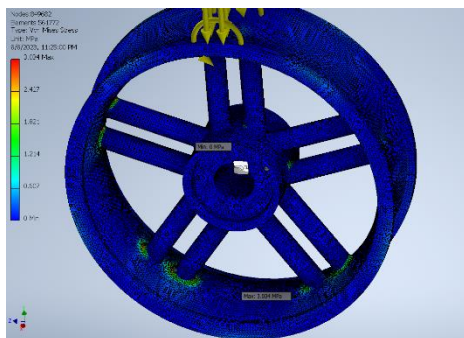
Gambar 8. Mesh view



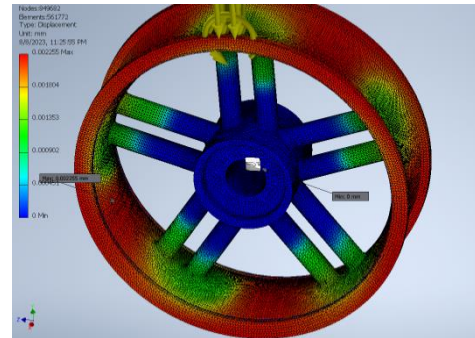
Gambar 9. Simulasi pengujian

4. Hasil dan Pembahasan

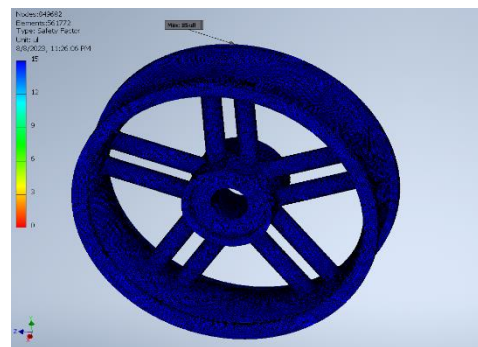
Berdasarkan dengan tahapan simulasi yang dilakukan seperti pada bab 3, maka akan didapatkan hasil dari simulasi. Hasil yang didapatkan dari simulasi yaitu tegangan *von misses*, *displacement*, dan *safety factor* dari setiap variasi model spoke yang ditunjukkan seperti gambar berikut.



(a)

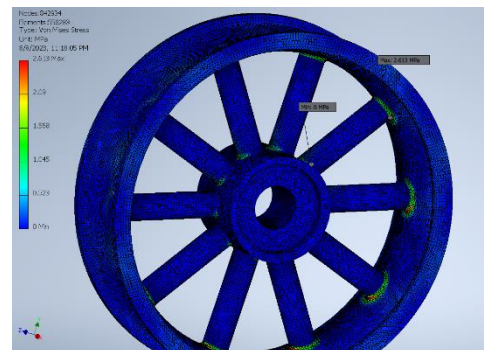


(b)

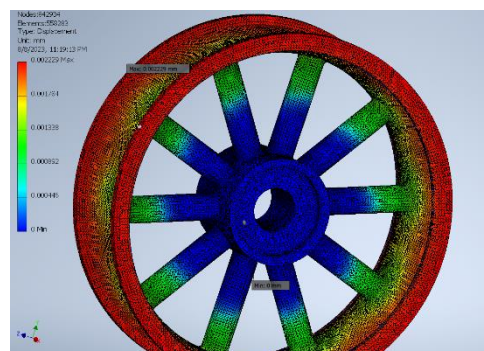


(c)

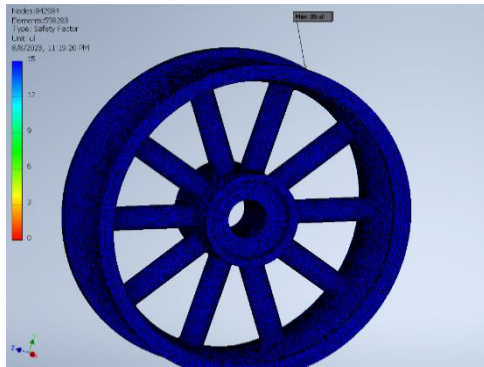
Gambar 10. (a) Tegangan *von misses* type A, (b) *Displacement* type A, (c) *Safety factor* type A



(a)

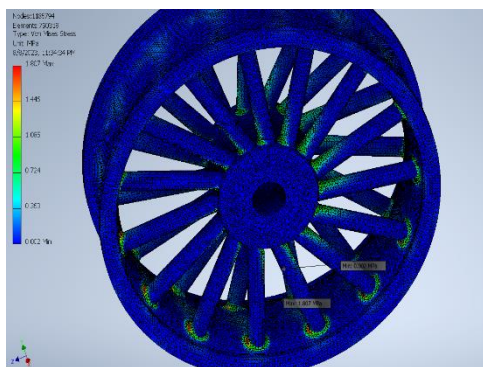


(b)

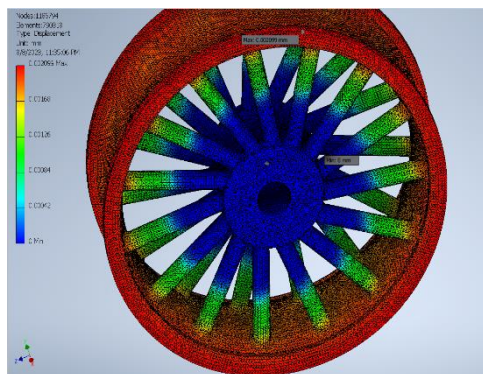


(c)

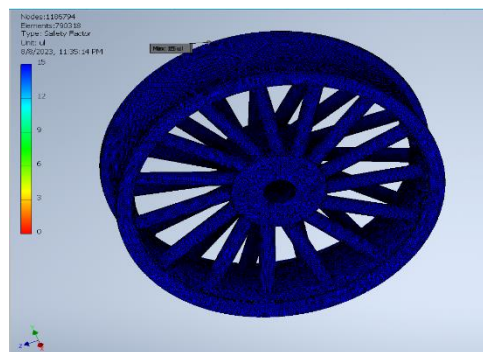
Gambar 11. (a) Tegangan von mises type B, (b) Displacement type B, (c) Safety factor type B



(a)



(b)



(c)

Gambar 12. (a) Tegangan von mises type C, (b) Displacement type C, (c) Safety factor type C

Tabel 1. Hasil Simulasi

Berdasarkan tabel diatas velg dengan *type A* memiliki tegangan *von mises* sebesar 3,034 MPa, *displacement* sebesar 0,002255 mm, dan *safety factor* sebesar 15. Velg dengan *type B* memiliki tegangan *von mises* sebesar 2,613 MPa, *displacement* sebesar 0,002229 mm, dan *safety factor* sebesar 15. Sedangkan velg dengan *type C* memiliki tegangan *von mises* sebesar 1,807 MPa, *displacement* sebesar 0,002099 mm, dan *safety factor* sebesar 15.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil simulasi yang dilakukan velg


Jenis Velg	Tegangan Von Mises (MPa)	Displacement Max. (mm)	Safety Factor
Type A	3,034	0,002255	15
Type B	2,613	0,002229	15
Type C	1,807	0,002099	15

dengan *type C* memiliki kekuatan yang terbaik dilihat dari nilai tegangan *von mises* dan *safety factor* yang di dapatkan. Tegangan *von mises* dari velg *type C* sebesar 1,807 MPa yang nilainya paling kecil diantara variasi *type spoke* dan *safety factor* sebesar 15.

Daftar Pustaka

- [1] Bahri, Moch., 2015, **Analisa Kekuatan Velg Mobil Penumpang pada Simulasi Pengujian Dynamic Radial Fatigue dengan Metode Elemen Hingga**, JURNAL TEKNIK ITS Vol. 4, No. 1, pp. 1-5.
- [2] Irawan, A. H., 2016, **Analisis Kekuatan Velg Cast Wheel Sepeda Motor dengan Perangkat Lunak Berbasis Metode Elemen Hingga**, Jurnal Ilmiah Teknik Mesin, vol. 4, no. 2, pp. 57-66.
- [3] Syaefudin, E.A., 2013, **Perancangan Desain Velg Sepeda Motor Hybrid dan Pengujian Distribusi Beban dengan Software Autodesk Inventor**, Jurnal Konversi Energi dan Manufaktur UNJ, Edisi terbit I, pp. 22-31.
- [4] Wijianto, A.S., 2022, **Simulasi Numerik Velg After Market Untuk Mendapatkan Nilai Tegangan dan Deformasi Maksimum**, R.E.M. (Rekayasa Energi Manufaktur) Jurnal, vol. 07, no. 2, pp. 63-68.
- [5] Pris, F. R., **Analisis Kekuatan Velg Aluminium Alloy 17 Inc Dari Berbagai Desain Menggunakan Metode Finite Element Analysis (FEA)**, Jurnal Ilmiah TEKNOBIZ, vol. 09, no. 2, pp. 33-39.

- [6] Budiarsa I.N., 2015, *Characterization of Material Parameters by Reverse Finite Element Modelling Based on Dual Indenters Vickers and Spherical Indentation*, *Procedia Manufacturing*, vol. 2, pp. 12-129.
- [7] Budiarsa I.N., 2019, *Indentation Size Effect of the Vickers Indentation to Improve the Accuracy of Inverse Materials Properties Modelling Based on Hardness Value*, *IOP Conference Series : Earth and Environmental Science*, vol. 248, no. 1, p. 012009, 2019.
- [8] Widhiada, W., 2019, *Temperature Stability and Humidity on Infant Incubator Based on Fuzzy Logic Control*, *Proceedings of the 2019 5th International Conference on Computing and Artificial Intelligence*, pp. 155-159.

	<p>Putra Kurnia Illahi menyelesaikan program studi teknik mesin pada tahun 2023.</p>
<p>Foto close-up Judul Tugas akhir : Analisis Distribusi Beban Velg Sepeda Motor Listrik dengan Variasi Motif Spoke Menggunakan Metode Elemen Hingga</p>	