

Implementasi Metode Elemen Hingga Menggunakan Solidworks untuk Mengoptimalkan Desain Pelek Depan Sepeda Motor Tipe *Casting Wheel*

Rizki Nur Afami Kurniawan¹, Dedik Romahadi¹, Muhamad Fitri¹

¹ Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana Jakarta
Jl. Meruya Selatan No. 1, Kembangan, Jakarta Barat 11650, Indonesia

E-mail: rizkinurafami@gmail.com

Abstrak-- Pelek casting wheel sering mengalami kerusakan yang menyebabkan rusaknya pada bagian bibir pelek atau pecahnya spoke jika menopang beban berlebih. Aspek keselamatan sangat penting diperhatikan dalam industri otomotif karena menyangkut nyawa penumpang. Optimalisasi struktural berbagai komponen kendaraan telah menunjukkan bahwa kinerja kendaraan sangat dipengaruhi oleh berat komponen. Berdasarkan permasalahan tersebut maka tujuan dibuatnya penelitian ini untuk merancang model desain pelek casting wheel yang ringan namun mampu menahan beban sebesar 503 N. Sehingga perlu dibuat analisis perbandingan model desain dan variasi material, menggunakan Metode Elemen Hingga dan simulasi statis menggunakan software Solidworks 2018. Hasil yang dicari adalah von mises, displacement, strain, factor of safety, dan menghasilkan desain yang ringan. Hasil simulasi pada ketiga model masih aman dalam menahan beban 503 N, karena nilai factor of safety tidak kurang dari 1. Diperoleh desain A merupakan desain yang memiliki massa paling ringan dengan variasi material Magnesium Alloy ZK60A, yaitu sebesar 3,36 kg. Modifikasi geometri dan material pelek berhasil menurunkan massa pelek menjadi lebih ringan namun tetap kuat menahan beban yang diberikan.

Kata kunci: Desain Pelek, Analisis Elemen Hingga, Von-Mises Stress, Safety Factor

Abstract-- Casting wheel rims often experience damage that causes damage to the lip of the rim or the spokes rupture if it supports an excessive load. The safety aspect is very important to be considered in the automotive industry because it involves the lives of passengers. Structural optimization of various vehicle components has shown that vehicle performance is strongly influenced by component weight. Based on these problems, the purpose of this research is to design a casting wheel rim design model that is lightweight but able to withstand a load of 503 N. So, it is necessary to make a comparison analysis of the design model and material variations, using the Finite Element Method and static simulation using the Solidworks 2018 software. sought are von mises, displacement, strain, factor of safety, and produce a lightweight design. The simulation results on the three models are still safe to withstand a load of 503 N, because the value of the factor of safety is not less than 1. It is obtained that design A is the design that has the lightest mass with a variation of Magnesium Alloy ZK60A material, which is 3.36 kg. Modification of the geometry and material of the rim has succeeded in reducing the mass of the rim to be lighter but still strong to withstand the given load.

Keywords: Rim Design; Finite Element Analysis; Von mises stress; Safety Factor

1. PENDAHULUAN

Indonesia memiliki perkembangan yang pesat di dunia otomotif. Hal ini dinyatakan oleh para peneliti yang melakukan analisis terhadap perkembangan otomotif di Indonesia [1]. Banyaknya komponen sepeda motor dari berbagai pabrikan yang diproduksi, salah satunya adalah komponen pelek [2].

Pelek merupakan komponen yang ada pada kendaraan dan berfungsi menopang berat kendaraan. Letaknya yang berada di bagian bawah sebagai penopang sering kali mendapatkan beban kejut secara tiba-tiba [3]. Pada umumnya orang lebih memilih menggunakan pelek *casting wheel* dibandingkan

dengan pelek jari-jari, karena banyak yang menganggap pelek *casting wheel* lebih kuat, ringan, memiliki desain yang sporty dan perawatannya lebih mudah. Berbeda halnya dengan pelek jari-jari yang tidak mudah dalam perawatan dan memiliki penampilan model yang lama [4]. Pada pelek casting wheel masih memiliki kekurangan yaitu sering penyok dan pecah karena kerusakan yang disebabkan adanya benturan saat kecelakaan atau menahan beban berlebih [5].

Komponen dari suatu pelek sangat diperhitungkan untuk kenyamanan dan keselamatan pengemudi. Hal yang perlu dipertimbangkan massa pelek, tingkat kemampuan proses manufaktur, dan performa

dari pelek merupakan hal pokok dari optimalisasi desain pelek. Pemilihan material pelek sepeda motor sangat berpengaruh dari tingkat kekuatannya. Ada berbagai jenis pelek sepeda motor, yaitu pelek jari-jari dan pelek *casting wheel* [6].

Metode Elemen Hingga adalah metode numerik yang dipakai untuk menyelesaikan masalah-masalah dalam bidang rekayasa (*engineering*), seperti analisis tegangan pada struktur, frekuensi pribadi dan *mode shape*-nya, perpindahan panas, elektromagnetik, dan aliran fluida. Inti dari Metode Elemen Hingga adalah membagi suatu benda yang akan dianalisis, menjadi beberapa bagian dengan jumlah hingga (*finite*). Bagian-bagian ini disebut elemen yang tiap elemen satu dengan elemen lainnya dihubungkan dengan nodal (*node*), proses pembagian benda menjadi beberapa bagian disebut *meshing* [7]. Metode elemen hingga merupakan metode untuk memecahkan suatu permasalahan dengan menggunakan persamaan rumus integral dalam sistem aljabar linear dan non-linear yang memiliki ketelitian cukup akurat. Keunggulan dari penggunaan metode elemen hingga adalah elemen-elemen yang terbentuk akan mendekati nilai elemen sebenarnya [8]. Meski berupa pendekatan, metode ini dikenal cukup efektif memecahkan struktur-struktur yang kompleks dalam analisis mekanika benda padat (*solid mechanics*) dan perpindahan panas (*heat transfer*) [9]–[11]. Disamping itu metode ini dimiliki oleh salah satu *software* Solidworks [12].

Solidworks merupakan perangkat lunak desain yang digunakan untuk melakukan pekerjaan struktural [13]. Perangkat lunak Solidworks dilengkapi dengan alat untuk menghitung dan menganalisis hasil desain seperti tegangan, regangan dan efek suhu, antara lain [14]. Simulasi statis adalah model analisis struktur suatu bagian yang menentukan batas kemampuan bagian bahan tertentu untuk menahan beban statis yang bekerja padanya, antara lain beban tekan, tarik, dan aksial, berat puntir. Simulasi statis merupakan salah satu jenis simulasi yang biasa digunakan pada *software* CAD, khususnya *software* Solidworks. Di Solidworks, simulasi statis adalah metode menempatkan beban pada suatu objek yang mengubah bentuk objek dan mendistribusikan efek beban pada benda kerja [15].

Berdasarkan permasalahan latar belakang di atas, pelek *casting wheel* dapat mengalami pecah dikarenakan menahan beban berlebih. Penelitian ini akan merancang model desain

pelek *casting wheel* dengan variasi model *spoke* yang akan dilakukan pengujian simulasi statis pada *software* Solidworks 2018 untuk mengetahui tegangan, deformasi, dan regangan yang terjadi serta mendapatkan nilai faktor keamanan desain. Desain yang dirancang akan dibuat lebih ringan dengan membandingkan hasil dari material yang dipilih.

2. METODE PENELITIAN

Merancang model desain pelek dengan variasi model *spoke* dengan pengujian simulasi statis pada *software* Solidworks 2018 untuk mengetahui nilai faktor keamanan desain, dan memperoleh desain pelek ringan dari pelek aslinya, berat pelek asli memiliki sebesar 3,61 Kg pada kendaraan sepeda motor kelas 150 cc [16].

Dalam menentukan desain pelek diperlukan sebuah faktor penentu yang dapat dijadikan sebagai acuan. Faktor tersebut merupakan faktor keamanan pelek yang telah dilakukan pengujian. Ditinjau dari faktor keamanan beban statis untuk pelek sepeda motor syarat minimal beban statis mendapatkan nilai 1 untuk menghindari kegagalan desain [17].

2.1 Alat Yang Digunakan

Dalam penelitian ini penulis akan menggunakan beberapa alat penunjang yang terkait dengan proses pembuatan dan simulasi desain, sebagai berikut;

1. Komputer

Komputer berperan sebagai media untuk menjalankan *software* Solidworks sehingga dapat digunakan dalam pembuatan desain dan simulasi. Untuk menjalankan *software* Solidworks sebuah komputer memiliki spesifikasi yang cukup, pada penelitian kali ini menggunakan spesifikasi berikut:

- Intel core i5-8250U CPU @ 1.60GHz.
- Random Access Memory (RAM) 8GB.
- System type 64-bit.

2. Software Solidworks 2018

Software Solidworks merupakan aplikasi untuk mendesain sebuah *part* mesin dan dapat dilakukan simulasi untuk mengetahui hasil desain. Desain yang dibuat dalam penelitian ini adalah model desain pelek depan *casting wheel* kendaraan sepeda motor. Simulasi desain menggunakan *static simulation* yang ada pada *software* Solidworks [18].

Dalam simulasi ini model desain dalam keadaan tetap atau tidak bergerak. Pengujian yang dilakukan untuk mengetahui kekuatan desain pelek pada bidang dasar *spoke* dan

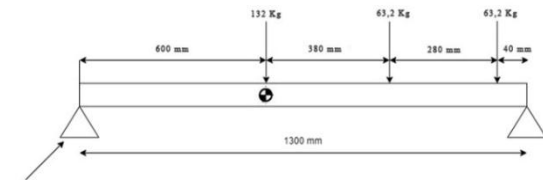
bidang antar *spoke* dalam menahan beban statis Gambar 1.



Gambar 1. Tampilan Software Solidworks 2018

2.2 Perhitungan Distribusi Beban

Dalam pengujian desain ini akan dilakukan pembebanan statis dari besar gaya yang diberikan oleh berat beban sepeda motor secara keseluruhan dan beserta dua orang penumpang (termasuk pengemudi) [19]. Nilai beban pelek casting wheel menggunakan beban sepeda motor dari tipe motor Vixion dengan beban kendaraan sebesar 132 kg dan ditambah dua orang penumpang (termasuk pengemudi), berat orang dewasa diasumsikan rata-rata yaitu 63,2 kg untuk satu orang, sehingga total beban pelek 132 Kg + (63,2 Kg x 2) = 258,4 Kg. Pada Gambar 2 menunjukkan ukuran jarak poros roda depan ke *center gravity* kendaraan dan seterusnya *center gravity* ke tempat duduk pengemudi hingga ke penumpang [20].



Gambar 2. Ilustrasi ukuran jarak dan beban pada kendaraan

Diketahui :

- Berat kendaraan: 132 Kg ≈ 1320 N
- Berat orang dewasa: 63,2 Kg ≈ 632 N

Perhitungan :

$$\sum MB = 0$$

$$R_{VA} \cdot (1.300) - 1.320(700) - 632(320) - 632(40) = 0$$

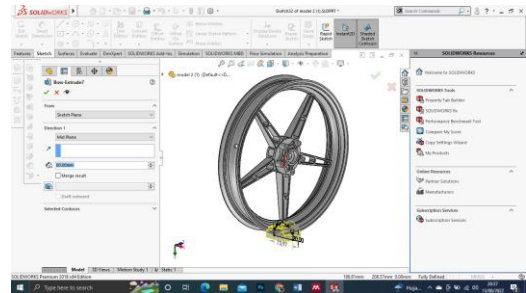
$$R_{VA} = \frac{1.320(700) - 632(320) - 632(40)}{1.300} = 535 \text{ N}$$

2.3 Tahap Simulasi

Simulasi desain menggunakan *static simulation* yang ada pada *software* Solidworks. Dalam simulasi ini model desain dalam keadaan tetap atau tidak bergerak. Pengujian yang dilakukan

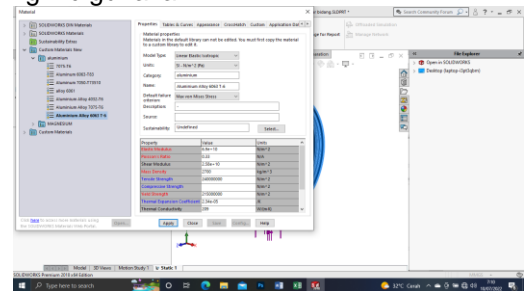
untuk mengetahui kekuatan desain pelek pada bidang dasar *spoke* dan bidang antar *spoke*, tahap simulasi dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Tahap pertama peneliti membuat *part* bidang dasar pengujian pada desain pelek, Gambar 3. adalah bentuk bidang dasar pengujian yang dibuat dengan panjang 60 mm, lebar 73,97 mm, dan tinggi 20 mm.



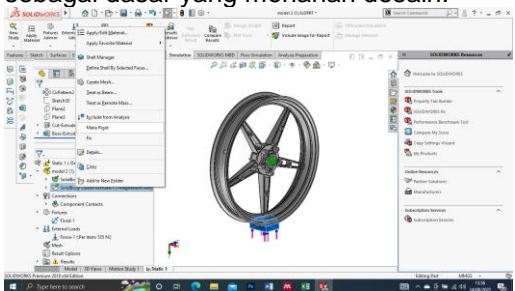
Gambar 3. Bidang dasar pengujian

2. Langkah selanjutnya *menu Tools Apply Material* untuk pemilihan material yang akan diaplikasikan pada model desain. Dalam *Tools* tersebut peneliti bisa memilih material yang telah disediakan pada *software* tersebut atau bisa *custom* material yang ingin digunakan.



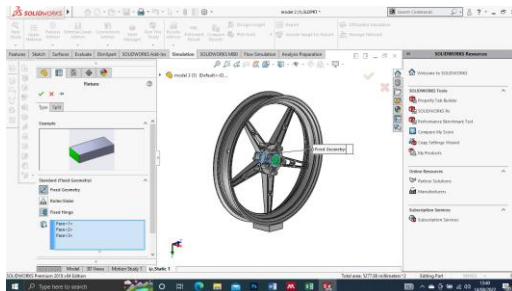
Gambar 4. Menu tools apply material

3. Pada model bidang dasar pengujian dibuat *rigid*, karena pada bidang pengujian tersebut sebagai dasar yang menahan desain.



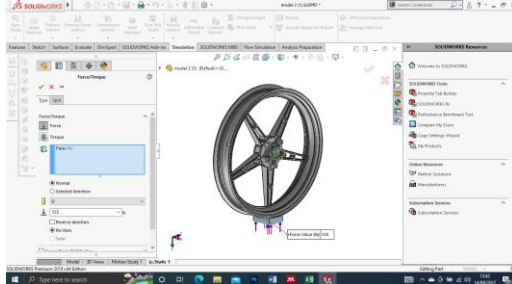
Gambar 5. Make rigid pada model bidang dasar pengujian

4. Selanjutnya adalah membuat geometri tetap atau *fix geometry* pada poros pelek.



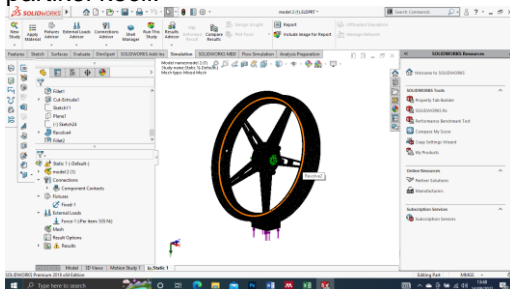
Gambar 6. Fix geometry pada poros pelek

5. Tahap *force* memberikan besar gaya yang diterima pada desain pelek. Pemberian beban *force* pada bidang dasar pengujian.



Gambar 7. Force pada bidang dasar pengujian

6. Dilakukan proses *Meshing* yang dimana proses pembagian komponen menjadi partikel kecil.



Gambar 8. Hasil *meshing*

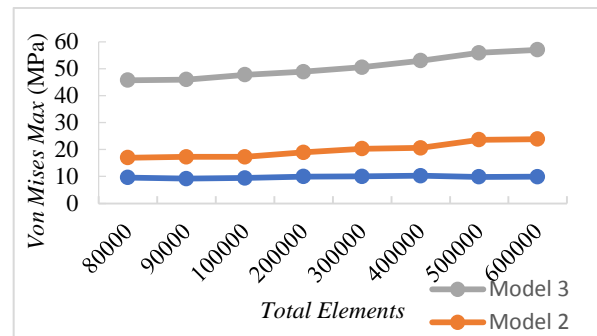
7. selanjutnya menjalankan simulasi dengan memilih *Tools Run This Study*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil simulasi yang membahas mengenai pengaruh jumlah elemen atau bisa disebut *meshing independence study* dan melihat distribusi *von mises stress*, *displacement*, *strain*. Analisis simulasi yang digunakan yaitu *static simulation* dengan diberikan beban statis sebesar 535 N. Pengujian desain yang dilakukan pada bidang dasar *spoke* dan bidang antar *spoke*, untuk mengetahui tingkat keamanan dan massa desain.

3.1. Hasil *Meshing Independence Study*

Dalam analisis *mesh* yang digunakan adalah elemen tetrahedral. *Meshing Independence Study* yang dilakukan dengan menentukan jumlah elemen yang paling sedikit hingga dengan jumlah yang banyak. Hasil tegangan yang didapat akan dibuat grafik untuk mengetahui pengaruh dari jumlah elemen. Pada Gambar 9 merupakan hasil grafik tegangan *von mises stress* yang terjadi pada model desain. Penelitian kali ini menggunakan jumlah elemen dari 80.000 hingga 600.000. Dari hasil yang didapatkan peneliti menggunakan jumlah elemen 600.000, karena semakin kecil ukuran *mesh* yang digunakan pada model, maka hasil yang didapat akan semakin teliti [21].

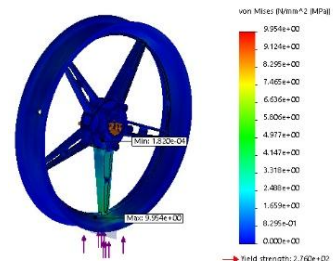


Gambar 9. Grafik *von mises stress max* pada ketiga model

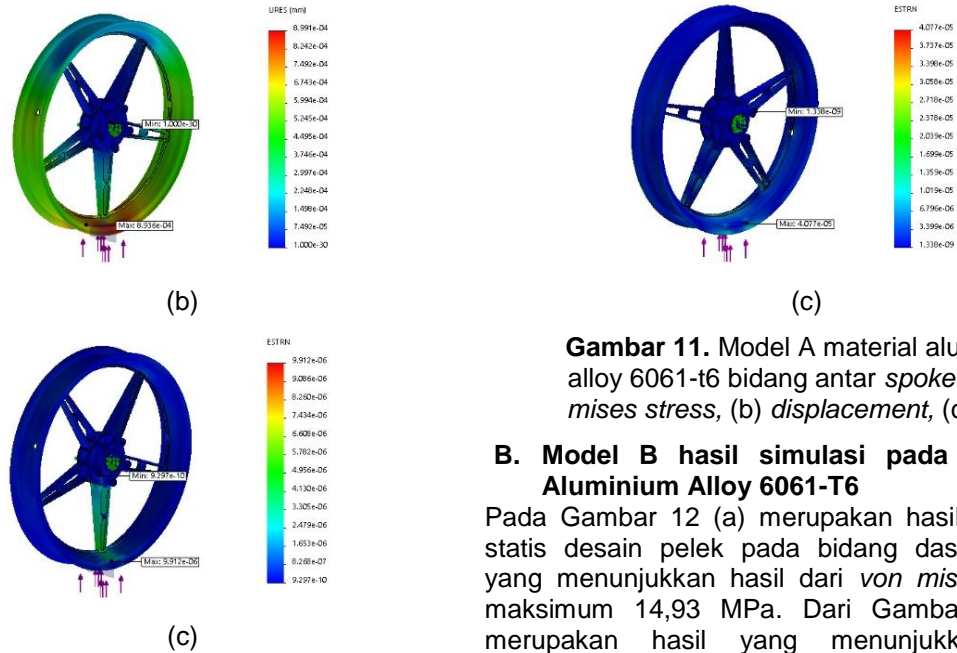
3.2. Simulasi Desain Pelek Material Aluminium Alloy 6061-T6

A. Model A hasil simulasi pada bidang dasar *spoke* dan bidang antar *spoke*

Pada Gambar 10 (a) merupakan hasil simulasi statis desain pelek pada bidang dasar *spoke* yang menunjukkan hasil dari *von mises stress* maksimum 9,954 MPa. Dari Gambar 10 (b) merupakan hasil yang menunjukkan nilai *displacement* maksimum 0,0008936 mm. Gambar 10 (c) menunjukkan hasil nilai *strain* maksimum 0,000009912.

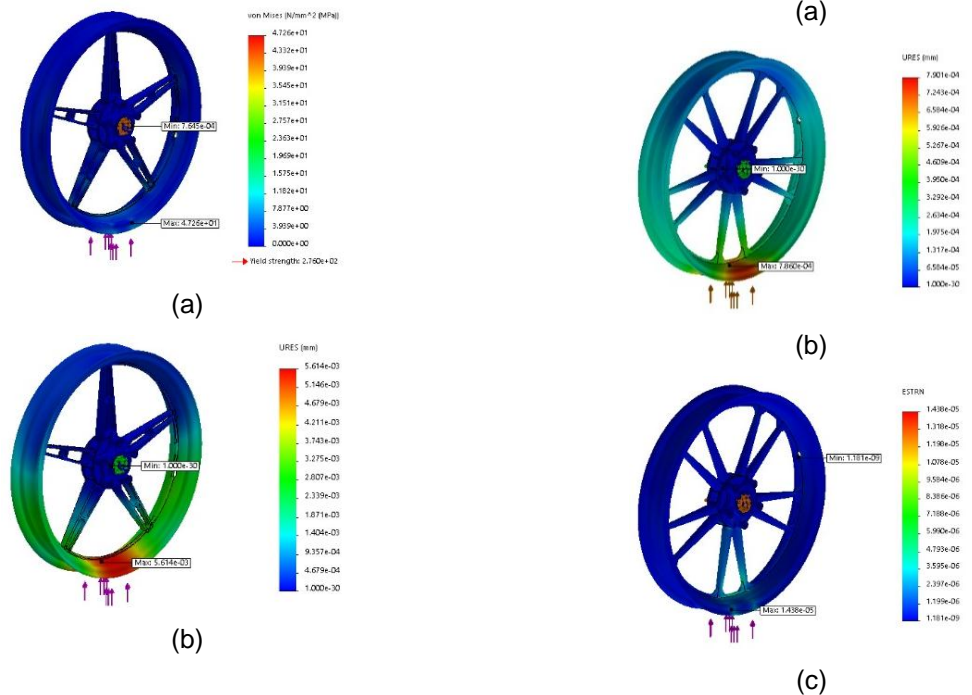


(a)



Gambar 10. Model A material aluminium alloy 6061-t6 bidang dasar *spoke* (a) *von mises stress*, (b) *displacement*, (c) *strain*

Pada Gambar 11 (a) merupakan hasil simulasi statis desain pelek pada bidang antar *spoke* yang menunjukkan hasil dari *von mises stress* maksimum 47,26 MPa. Dari Gambar 11 (b) merupakan hasil yang menunjukkan nilai *displacement* maksimum 0,0007860 mm. Gambar 11 (c) menunjukkan hasil nilai *strain* maksimum 0,00001438.



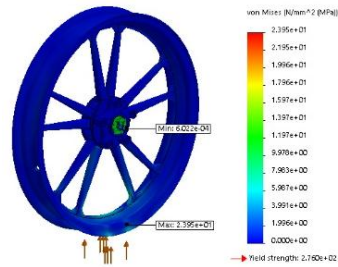
Gambar 11. Model A material aluminium alloy 6061-t6 bidang antar *spoke* (a) *von mises stress*, (b) *displacement*, (c) *strain*

B. Model B hasil simulasi pada material Aluminium Alloy 6061-T6

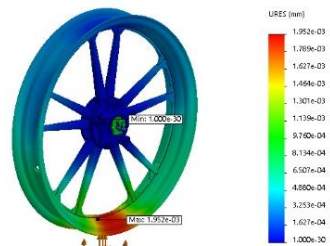
Pada Gambar 12 (a) merupakan hasil simulasi statis desain pelek pada bidang dasar *spoke* yang menunjukkan hasil dari *von mises stress* maksimum 14,93 MPa. Dari Gambar 12 (b) merupakan hasil yang menunjukkan nilai *displacement* maksimum 0,0007860 mm. Gambar 12 (c) menunjukkan hasil nilai *strain* maksimum 0,00001438.

Gambar 12. Model B material aluminium alloy 6061-t6 bidang dasar *spoke* (a) *von mises stress* (b) *displacement* (c) *strain*

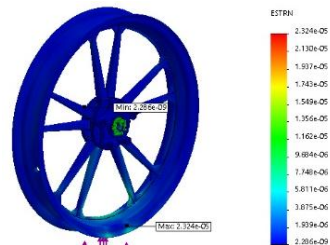
Pada Gambar 13 (a) merupakan hasil simulasi statis desain pelek pada bidang antar spoke yang menunjukkan hasil dari *von mises stress* maksimum 23,95 MPa. Dari Gambar 13 (b) merupakan hasil yang menunjukkan nilai *displacement* maksimum 0,001952 mm. Gambar 13 (c) menunjukkan hasil nilai *strain* maksimum 0,00002324.



(a)



(b)



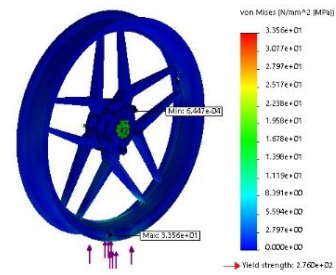
(c)

Gambar 13. Model B material aluminium alloy 6061-t6 bidang antar *spoke* (a) *von mises stress* (b) *displacement* (c) *strain*

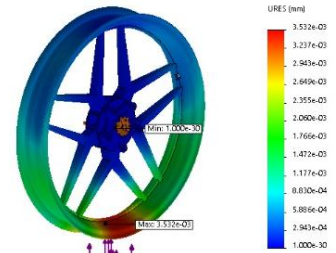
C. Model C hasil simulasi pada material Aluminium Alloy 6061-T6

Pada Gambar 14 (a) merupakan hasil simulasi statis desain pelek pada bidang dasar spoke yang menunjukkan hasil dari *von mises stress* maksimum 33,56 MPa. Dari Gambar 14 (b) merupakan hasil yang menunjukkan nilai *displacement* maksimum 0,003532 mm. Gambar

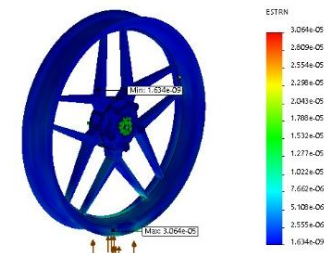
14 (c) menunjukkan hasil nilai *strain* maksimum 0,00003064.



(a)



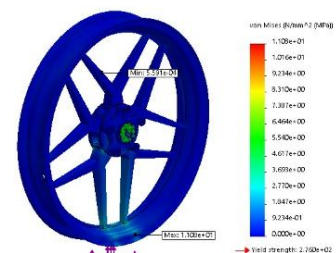
(b)



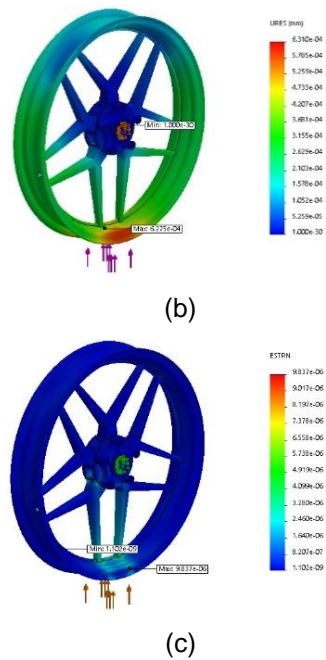
(c)

Gambar 14. Model C material aluminium alloy 6061-t6 bidang dasar *spoke* (a) *von mises stress* (b) *displacement* (c) *strain*

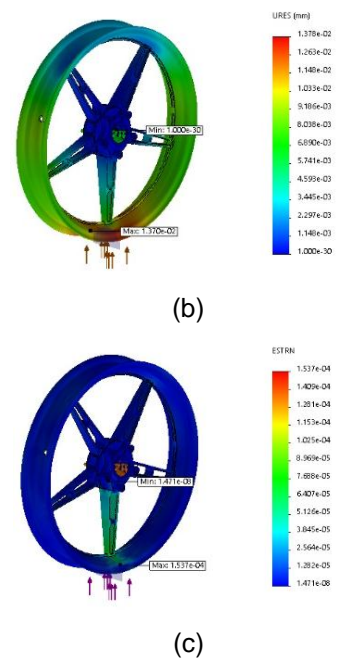
Pada Gambar 15 (a) merupakan hasil simulasi statis desain pelek pada bidang antar spoke yang menunjukkan hasil dari *von mises stress* maksimum 11,08 MPa. Dari Gambar 15 (b) merupakan hasil yang menunjukkan nilai *displacement* maksimum 0,0006275 mm. Gambar 15 (c) menunjukkan hasil nilai *strain* maksimum 0,000009837.



(a)



Gambar 15. Model C material aluminium alloy 6061-t6 bidang antar *spoke* (a) *von mises stress* (b) *displacement* (c) *strain*

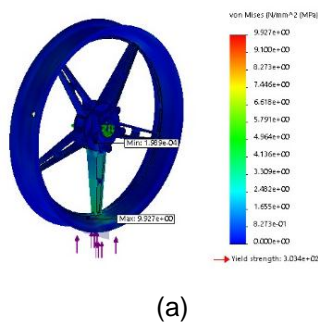


Gambar 16. Model A material magnesium alloy zk60a bidang dasar *spoke* (a) *von mises stress* (b) *displacement* (c) *strain*

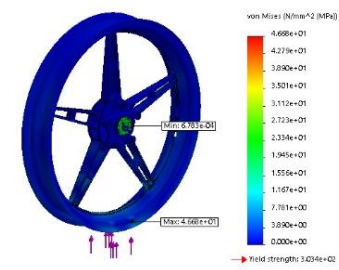
3.3. Simulasi Desain Pelek Material Material Magnesium Alloy ZK60A

A. Model A hasil simulasi pada material Magnesium Alloy ZK60A.

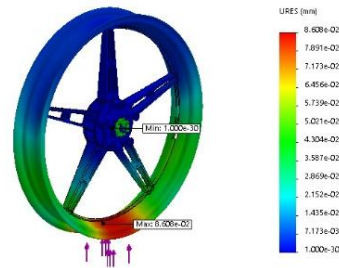
Pada Gambar 16 (a) merupakan hasil simulasi statis desain pelek pada bidang dasar spoke yang menunjukkan hasil dari *von mises stress* maksimum 9,927 MPa. Dari Gambar 16 (b) merupakan hasil yang menunjukkan nilai displacement maksimum 0,01370 mm. Gambar 16 (c) menunjukkan hasil nilai strain maksimum 0,0001537.



(a)

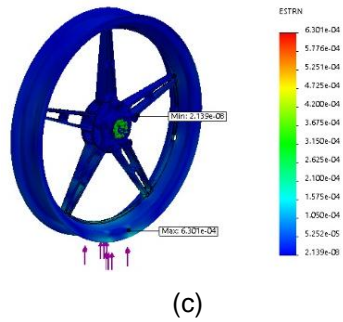


(a)



(b)

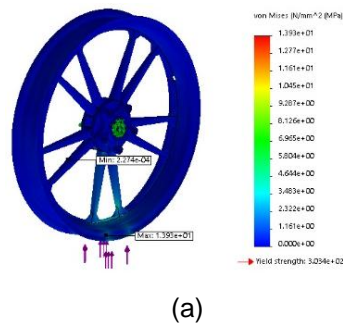
Pada Gambar 17 (a) merupakan hasil simulasi statis desain pelek pada bidang antar spoke yang menunjukkan hasil dari *von mises stress* maksimum 46,68 MPa. Dari Gambar 17 (b) merupakan hasil yang menunjukkan nilai displacement maksimum 0,08608 mm. Gambar 17 (c) menunjukkan hasil nilai strain maksimum 0,0006301.



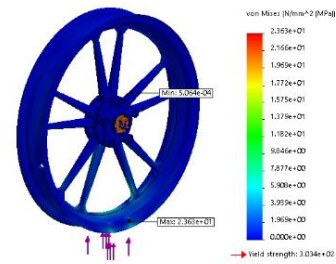
Gambar 17. Model A material magnesium alloy zk60a bidang antar spoke (a) von mises stress (b) displacement (c) strain

B. Model B hasil simulasi pada material Magnesium Alloy ZK60A

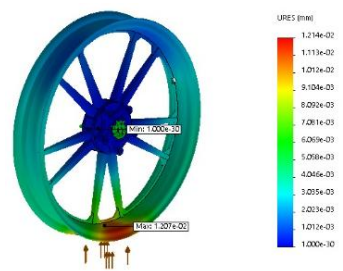
Pada Gambar 18 (a) merupakan hasil simulasi statis desain pelek pada bidang antar spoke yang menunjukkan hasil dari *von mises stress* maksimum 13,93 MPa. Dari Gambar 18 (b) merupakan hasil yang menunjukkan nilai displacement maksimum 0,01207 mm. Gambar 18 (c) menunjukkan hasil nilai strain maksimum 0,0002198.



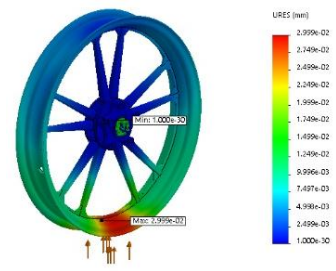
(a)



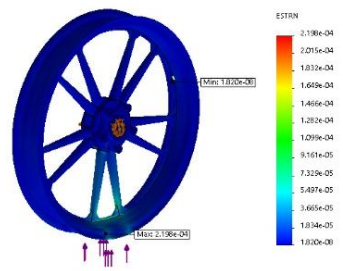
(a)



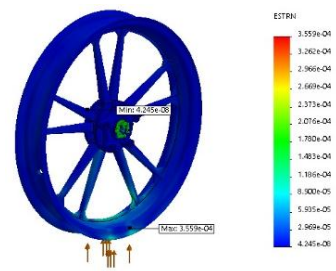
(b)



(b)



(c)



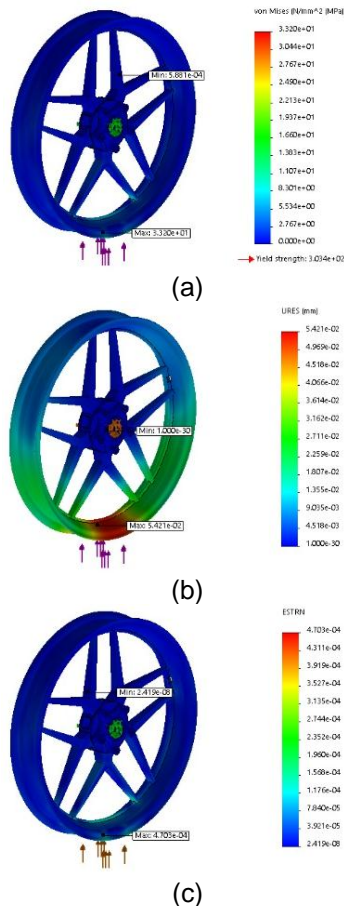
(c)

Gambar 19. Model B material magnesium alloy zk60a bidang antar spoke (a) von mises stress (b) displacement (c) strain

C. Model C hasil simulasi pada material Magnesium Alloy ZK60A

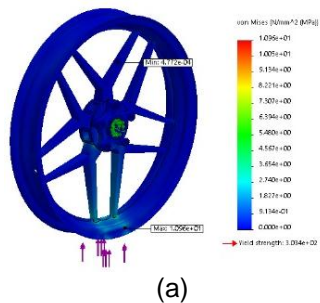
Pada Gambar 20 (a) merupakan hasil simulasi statis desain pelek pada bidang dasar spoke yang menunjukkan hasil dari *von mises stress* maksimum 33,2 MPa. Dari Gambar 20 (b) merupakan hasil yang menunjukkan nilai

displacement maksimum 0,05421 mm. Gambar 20 (c) menunjukkan hasil nilai strain maksimum 0,0004703.

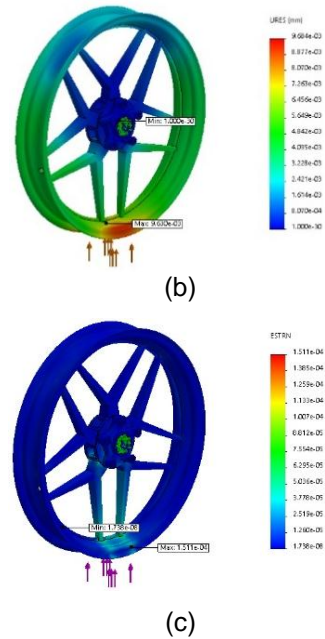


Gambar 20. Model C material magnesium alloy zk60a bidang dasar spoke (a) von mises stress (b) displacement (c) strain

Pada Gambar 21 (a) merupakan hasil simulasi statis desain pelek pada bidang antar spoke yang menunjukkan hasil dari *von mises stress* maksimum 10,96 MPa. Dari Gambar 21 (b) merupakan hasil yang menunjukkan nilai displacement maksimum 0,009630 mm. Gambar 21 (c) menunjukkan hasil nilai strain maksimum 0,0001511.



(a)



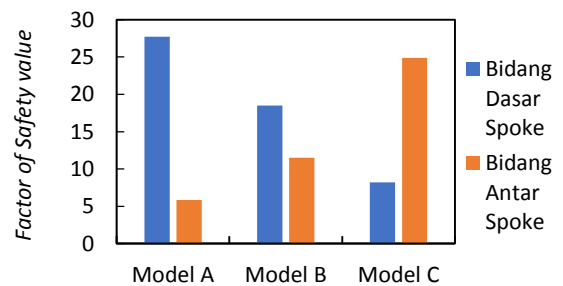
(b)

(c)

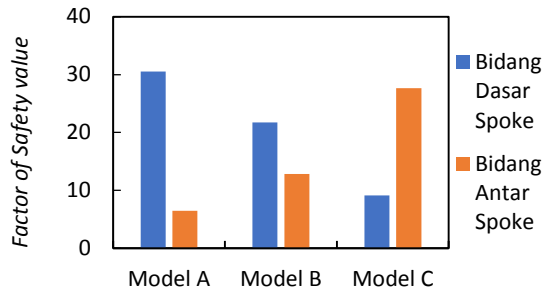
Gambar 21. Model C material magnesium alloy zk60a bidang antar spoke (a) von mises stress (b) displacement (c) strain

3.4. Pengolahan Data Simulasi Desain

Berdasarkan Gambar 22 dan Gambar 23 menunjukkan hasil simulasi desain pelek *von mises stress* dan *factor of safety*. Hasil dari desain dan material yang digunakan masuk kedalam kategori aman dalam menahan beban 535 N, hal ini dikarenakan hasil *factor of safety* tidak kurang dari 1 (syarat minimum beban statis).



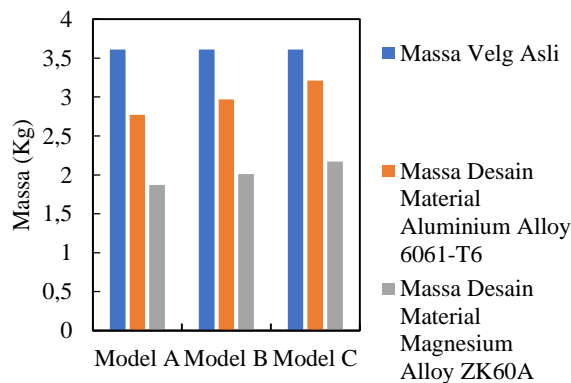
Gambar 22. Grafik nilai *factor of safety* material aluminium alloy 6061-t6



Gambar 23. Grafik nilai *factor of safety* material aluminium alloy 6061-t6

3.5. Perbandingan Massa Pelek Asli Dengan Massa Desain

Pelek asli memiliki massa sebesar 3,61 Kg, pada hasil ketiga model desain tersebut akan dibandingkan massa desain untuk mengetahui apakah desain yang dibuat lebih ringan dari massa pelek asli. Hasil massa desain dapat dilihat pada Gambar 24.



Gambar 24. Perbandingan massa pelek asli dengan massa desain

Jika dilihat dari Gambar 24 menunjukkan desain pelek yang telah dimodifikasi memiliki massa desain yang lebih ringan dari pelek aslinya. Pada Model A memiliki massa yang ringan karena jumlah *spoke* yang lebih sedikit dari Model B dan Model C, banyaknya jumlah *spoke* mempengaruhi massa desain. Jika dibandingkan kedua material tersebut, pada material jenis Magnesium Alloy ZK60A memiliki hasil yang sangat ringan dikarenakan memiliki *mass density* 1.830 Kg/m³, sedangkan pada material Aluminium Alloy 6061-T6 memiliki *mass density* 2.700 Kg/m³.

4. KESIMPULAN

Adapun kesimpulan yang dapat ditarik dari hasil simulasi desain pelek depan tipe *casting wheel* sepeda motor sebagai berikut:

1. Jika dilihat dari hasil faktor keamanan pada ketiga model dan variasi material yang digunakan masih masuk ke kategori aman, karena hasil perhitungan *factor of safety* telah memenuhi syarat minimal beban statis yaitu tidak kurang dari nilai 1. Untuk hasil faktor keamanan tertinggi ada pada material Magnesium Alloy ZK60A karena material tersebut memiliki *yield strength* sebesar 303 MPa dan pada material Aluminium Alloy 6061-T6 memiliki *yield strength* sebesar 276 MPa.
2. Hasil massa desain pelek yang dimodifikasi lebih ringan dari pelek asli berbobot 3,36 kg. Untuk desain teringan pada material Magnesium Alloy ZK60A, karena memiliki *mass density* 1.830 Kg/m³ dan pada Aluminium Alloy 6061-T6 memiliki *mass density* 2.700 Kg/m³.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. A. Sorongan, "Pengaruh Return on Assets, Return on Equity, Earning Per Share Terhadap Harga Saham Pada Perusahaan Otomotif Yang Terdaftar Bei," *JMBI UNSRAT (Jurnal Ilm. Manaj. Bisnis dan Inov. Univ. Sam Ratulangi)*, vol. 6, no. 2, pp. 106–114, 2019, doi: 10.35794/jmbi.v6i2.26287.
- [2] A. Iskandar, A. Sulaeman, Rofiroh, and P. Rizky, "Analisis performance pelek Vrossi Honda Scoopy dengan Finite Element Analysis Method (FEAM) menggunakan Solidworks," *J. Tek. Mesin Univ. Muhammadiyah Tangerang*, vol. 5, no. 1, pp. 1–8, 2021.
- [3] M. Widyantoro, S. Solihin, R. I. Rosihan, and I. Fajar, "Peningkatan efisiensi pada lini proses machining pelek motor dengan metode Line Balancing PT. XYZ," *J. Penelit. dan Apl. Sist. Tek. Ind.*, vol. 14, no. 1, pp. 54–64, 2020, doi: 10.22441/pasti.2020.v14i1.006.
- [4] Qamaruddin and M. Zuli, "Analisis sifat mekanik dan struktur mikro pelek sepeda motor spoke wheel dan cast wheel," *J. Ilmu dan Apl. Tek.*, vol. 1, no. 1, pp. 18–20, 2016.
- [5] A. Dahlan and Rusiyanto, "Pengaruh penambahan unsur aluminium murni pada bahan aluminium scrap terhadap ketangguhan impak dan struktur mikro hasil pengecoran pelek motor honda," *Din. Vokasional Tek. Mesin*, vol. 6, no. 1, pp. 58–68, 2021.
- [6] C. T. Trimulya, N. Cholis, S. Pradana, and F. Wahyuni, "Analisis produk pelek motor

- tipe cast wheel berbahan paduan alumunium,” *Bina Tek.*, vol. 16, no. 2, pp. 79–84, 2020.
- [7] E. T. F. Santoso, C. Anwar, and G. Heryana, “Analisis kegagalan produk Presered Concrete Girder I akibat deformasi cetakan dengan menggunakan Metode Elemen Hingga,” *J. Teknol.*, vol. 10, no. 2, pp. 27–36, 2020.
- [8] S. A. Kain, A. Warsito, M. Bukit, and A. Z. Johannes, “Analisis sifat mekanik modifikasi kemiringan mercu spillway tipe ogee bendungan menggunakan metode elemen hingga software Elmer,” *J. Fis. Fis. Sains dan Apl.*, vol. 7, no. 1, pp. 69–74, 2022.
- [9] S. Lubis, “Analisis pengaruh besar gesekan terhadap tegangan thermal pada sepatu rem mobil ketebalan 2 mm menggunakan perangkat lunak Msc. Nastran V.9,” *J. Rekayasa Mater. Manufaktur dan Energi*, vol. 2, no. 2, pp. 104–114, 2019.
- [10] D. Romahadi, N. Ruhyat, and L. B. D. Dorion, “Condensor design analysis with Kays and London surface dimensions,” *SINERGI*, vol. 24, pp. 81–86, 2020, doi: 10.22441/sinerji.2020.2.001.
- [11] F. Anggara, D. Romahadi, A. L. Avicenna, and Y. H. Irawan, “Numerical analysis of the vortex flow effect on the thermal-hydraulic performance of spray dryer,” *SINERGI*, vol. 26, no. 1, pp. 23–30, Feb. 2022, doi: 10.22441/SINERGI.2022.1.004.
- [12] M. K. Rasyid, “Analisa bentuk penampang batang engkol menggunakan metode elemen hingga,” *J. Tek. Mesin ITI*, vol. 2, no. 1, pp. 12–15, 2018, doi: 10.31543/jtm.v2i1.55.
- [13] G. Anjasmoro, N. Robbi, and I. Choirotin, “Analisis kekuatan pembebanan rangka pada perancangan mesin pencetak pelet menggunakan simulasi Solidworks,” *J. Sains dan Teknol. Tek. Mesin Unisma*, vol. 18, no. 2, pp. 195–201, 2022.
- [14] I. N. A. A. Saputra, K. R. Dantes, and I. N. P. Nugraha, “Analisis Tegangan Statik Pada Rancangan Frame Mobil Listrik Ganesha Sakti (Gaski) Menggunakan Software Solidworks 2014,” *J. Pendidik. Tek. Mesin Undiksha*, vol. 6, no. 2, pp. 113–120, 2018, doi: 10.23887/jjtm.v6i2.13046.
- [15] Randis, N. Maulana, and H. Hermansyah, *Perancangan dan simulasi struktur rangka overhaul stand untuk penggunaan assembly dan diassembly hydraulic cylinder menggunakan software Solidwork*, vol. 10, no. 1. 2021.
- [16] H. Joshi, A. Powar, S. Khuley, and D. P. Yesane, “Analysis and topological optimization of motorcycle front wheel,” *Int. J. Curr. Eng. Technol.*, vol. 6, no. 6, pp. 265–269, 2016.
- [17] E. A. Syaefudin and I. Basori, “Perancangan desain pelek sepeda motor hybrid dan pengujian distribusi beban dengan software Autodesk Inventor,” *J. Konversi Energi dan Manufaktur*, vol. 1, no. 1, pp. 22–31, 2013, doi: 10.21009/jkem.1.1.3.
- [18] Solidworks, “Solidworks Communities,” 2022. .
- [19] Yamaha Motor Co, “Yamaha Vixion R Spesifikasi,” 2022. .
- [20] A. Syahputri and I. Karjadidjaja, “Hubungan pola aktivitas fisik dengan indeks massa tubuh (IMT) dan lingkaran pinggang pengunjung usia dewasa di Puskesmas Kecamatan Kalideres Jakarta Barat,” *Tarumanagara Med. J.*, vol. 4, no. 2, pp. 187–193, 2022.
- [21] C. Hendriarto, A. Jati, D. Misesha, B. K. Permata, and L. Risma, “Analisis Statis Struktur Rangka Untuk Carrier Positioning Unit Pada Handling System Training Unit,” *LPPM-Politeknik ATMI Surakarta*, pp. 1–5, 2020.