



SIMULASI UJI IMPACT PADA DESAIN VELG BERBAHAN ASTM A299 DIAMETER 15 INCH DENGAN STANDARD UJI SAE J175

SIMULATION OF IMPACT TEST ON THE DESIGN OF ASTM A299 MATERIALS 15 INCH VELG WITH SAE J175 STANDARD TEST

Dedi Sofyan¹⁾, Adhes Gamayel²⁾, M Zaenudin³⁾*

^{1,2,3}Jurusan Teknik Mesin Universitas Global Jakarta, Depok, Indonesia
email: dedisofyan48@gmail.com¹⁾, adhes@jgu.ac.id²⁾, mzaenudin@jgu.ac.id³⁾*

Received:
25 Mei 2023

Accepted:
28 Juni 2023

Published:
30 Juni 2023



Abstrak

Velg mobil memiliki peranan penting dalam menopang beban dari kendaraan, sehingga velg diharuskan memiliki kekuatan dan desain yang mampu menahan beban kendaraan. Velg yang baik harus mampu menahan beban kendaraan juga benturan yang terjadi selama penggunaan. Benturan yang terjadi akan menimbulkan tegangan pada material velg. Besarnya tegangan dapat disimulasikan menggunakan perangkat lunak berbasis *computer aided engineering* (CAE). Penelitian mensimulasikan tumbukan pada uji impact dengan standar SAE 175, dengan impact 3200 Newton dan material velg menggunakan ASTM A299 yang memiliki modulus elastisitas sebesar 200 GPa dan *yield strength* sebesar 275 MPa. Desain velg memiliki perbedaan desain yang terletak pada jari-jarinya berbentuk V dengan besaran sudut V velg model 1 sebesar 22°, velg model 2 sebesar 50°, dan velg model 3 sebesar 90°. Hasil simulasi pada nilai tegangan dan regangan menunjukkan bahwa semakin besar nilai sudut V velg, maka semakin kecil nilai tegangan dan regangan yang dihasilkan akibat tumbukan yang dikenakan pada velg. Hal ini disebabkan oleh kemampuan yang lebih baik dari desain velg dengan nilai sudut V velg yang lebih besar untuk menyebarkan tegangan dan tidak terakumulasi pada suatu titik kritis.

Kata Kunci: simulasi velg, desain mekanikal, uji impact, SAE J175

Abstract

Car wheels have an important role in supporting the load of the vehicle, so the wheels are required to have the strength and design that can withstand the weight of the vehicle. Good wheels must be able to withstand the weight of the vehicle as well as the collisions that occur during the use period. The collision that occurs will cause stress on the wheel material. The magnitude of the stress can be simulated using computer-aided engineering (CAE)-based software. This study simulated collisions in the case of an impact test with the SAE 175 standard, with an impact of 3200 Newton, and the wheel material used was ASTM A299, which has an elastic modulus of 200 GPa and a yield strength of 275 MPa. The wheel design has a design difference that lies in the V-shaped spokes, with the V angle for the model 1 wheel being 22°, the model 2 wheel being 50°, and the model 3 wheel being 90°. The simulation results on the values

of stress and strain show that the greater the value of the V angle of the wheel, the smaller the value of the stress and strain produced due to the collisions imposed on the wheel. This is due to the better ability of the wheel design with a larger wheel V angle value to spread the stress and not accumulate at a critical point.

Keywords: *velg simulation, mechanical design, impact test, SAE J175*

DOI:10.20527/sjmekinematika.v8i1.255

How to cite: Sofyan, D., Gamayel, A., & Zaenudin, M., "Simulasi Uji Impact Pada Desain Velg Berbahan ASTM A299 dengan Diameter 15 Inch dengan Standard Uji SAE J175". *Scientific Journal of Mechanical Engineering Kinematika*, 8(1), 67- 75, 2023.

PENDAHULUAN

Velg memiliki peranan penting dalam sebuah kendaraan yaitu sebagai penerus putaran mesin ke roda sehingga dapat menggerakkan kendaraan. Selain sebagai penggerak kendaraan, velg juga berfungsi sebagai tumpuan dari beban kendaraan. Sehingga dibutuhkan velg yang mampu menahan beban kendaraan. Untuk itu dilakukan pengujian sebelum velg diproduksi secara masal. Akan tetapi dalam proses pengujian velg secara nyata membutuhkan biaya yang sangat mahal. Biaya yang mahal tersebut berasal dari proses pembuatan *prototype* untuk bahan pengujian dan juga penyediaan alat uji *impact*.

Pengujian *impact* dengan standar SAE J-175 yang sebelumnya telah diteliti yaitu velg berbahan aluminium alloy AL H5083H116 dengan beban 480 kg didapatkan tegangan maksimum sebesar 319.2 MPa [1]. Sedangkan pada pengujian lainnya dengan menggunakan material aluminium yang memiliki *tensile strength* sebesar 225 MPa dengan beban *impact* sebesar 660 kg didapatkan hasil regangan maksimum sebesar 2% [2]. Pada pengujian velg dengan menggunakan beban 572 kg didapatkan hasil regangan sebesar 7,2% pada pengujian pertama dan 6,53% pada pengujian kedua [3]. Pada pengujian dengan material velg aluminium dan *forged steel* yang dikenai beban melingkar sebesar 200 KPa didapatkan regangan pada material aluminium sebesar 152,092 MPa dan pada material *forged steel* sebesar 162,957 MPa [4]. Ada pula yang melakukan pengujian dengan menggunakan velg truk dengan material SS400, AISI 1018, dan ASTM A299 yang menyatakan bahwa material ASTM A299 adalah yang paling aman [5]. Untuk pengujian yang lainnya dengan menggunakan material yang memiliki modulus elastisitas sebesar 72 GPa dengan dua variasi beban penumbuk didapatkan hasil tegangan dengan beban tumbuk 690 kg adalah sebesar 226 MPa dan dengan beban tumbuk 850 kg didapatkan tegangan sebesar 236 MPa [6].

Sebagaimana permasalahan dan langkah penyelesaiannya melalui uji simulasi untuk menjadi penilaian awal uji impak, penelitian ini bertujuan untuk mendesain sebuah model dan mensimulasikan uji impak pada velg mobil dengan variasi sudut jari-jari velg untuk mendapatkan nilai kritis dari tegangan dan regangan terhadap pembebanan yang dilakukan yang mengacu pada uji impak.

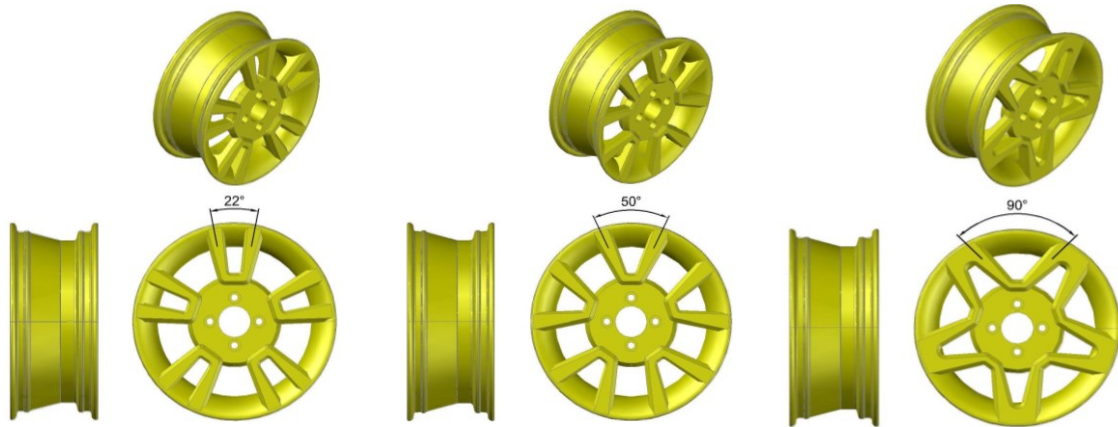
METODE PENELITIAN

Proses simulasi uji *impact* dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak Ansys 2021 R2 versi *student*, dengan metode uji sesuai dengan standar uji *impact* SAE J-175, yang menerapkan pengujian dengan velg diletakkan dengan kemiringan 13°. Gambar 1 memperlihatkan velg mobil yang diuji memiliki ukuran diameter sebesar 15 *inch* dan lebar 6 *inch*, sedangkan *mounting* velg memiliki ukuran *offset* sebesar 40 mm dengan empat buah lubang baut yang memiliki PCD sebesar 100 mm, serta skematik uji impak dengan standar SAE 175. Sedangkan velg yang diuji berjumlah sebanyak tiga model dengan perbedaan terletak pada sudut jari-jari yang berbentuk V, dengan velg model 1 memiliki sudut 22°, velg

model 2 memiliki sudut 50° , dan velg model 3 dengan sudut 90° . Seperti ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 1. (a) dimensi dan geometri penampang velg, dan (b) skematik uji impak standar SAE J175 [7].



Gambar 2. Perbedaan sudut jari-jari velg uji.

Untuk bentuk dari penumbuk dibuat dengan dimensi panjang 375 mm, dengan lebar 125 mm, dan tinggi 100 mm. Ukuran dari penumbuk tersebut diberi gaya sebesar 3200 Newton dengan arah gaya searah sumbu Y yang ditunjukkan dengan anak panah berwarna merah pada Gambar 3. Bentuk pengujian seperti ini untuk velg mobil dianggap akan mampu mendeskripsikan dan mengestimasi efek pembebanan tersebut terhadap velg sebagaimana pada standar uji impak SAE 175 pada Gambar 1(b). Dengan pengujian seperti ini, data yang nantinya dihasilkan yaitu berupa nilai tegangan dan regangan hasil pengujian. Secara umum, tegangan didefinisikan sebagai:

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad (1)$$

dimana σ adalah nilai tegangan dalam satuan Pascal, F adalah gaya yang dikenakan pada spesimen dalam satuan Newton, sedangkan A adalah nilai luas penampang pada spesimen yang digunakan dalam satuan m^2 . Sementara, nilai regangan dideskripsikan sebagai

$$\epsilon = \frac{l_i - l_0}{l_0} = \frac{\Delta l}{l_0} \quad (2)$$

dimana ϵ adalah regangan yang merupakan nilai rasio, sehingga tidak memiliki satuan. Sedangkan, l_0 adalah panjang awal spesimen, l_i adalah panjang setelah dikenakan gaya, sehingga nilai $\Delta l = l_i - l_0$ merupakan nilai perpanjangan yang terjadi akibat gaya yang dikenakan, seluruhnya dalam satuan meter [9].

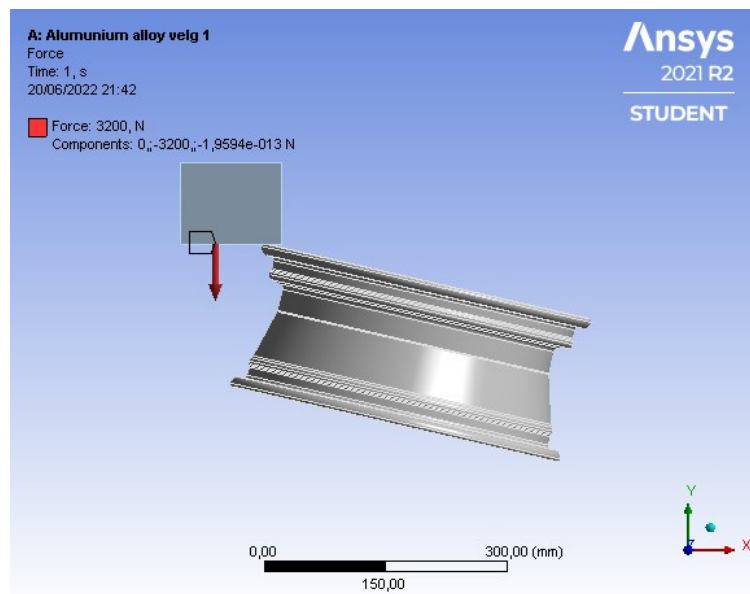
Selanjutnya, pada analisis elemen hingga, *meshing* merupakan salah satu tahap penting. *Meshing* atau diskritisasi dalam suatu analisis struktur dengan metode elemen hingga adalah membagi sedemikian rupa suatu struktur tertentu menjadi beberapa elemen yang lebih kecil (semakin kecil semakin baik untuk hasil yang lebih akurat) [8]. Dalam perangkat lunak yang digunakan, terdapat dua metode diskritisasi, yaitu *tetrahedral* dan *hexahedral*, serta gabungan kedua metode tersebut. Dalam penelitian ini, gabungan dua metode tersebut digunakan untuk menghasilkan bentuk dan jumlah elemen yang efektif dan efisien, baik dari segi keakuratan simulasi maupun dari segi efisiensi komputasi. Metode ini dikenal sebagai metode *hybrid* dalam perangkat lunak Ansys®, dan merupakan salah satu metode yang sudah termasuk *native* atau merupakan metode yang secara bawaan akan digunakan saat menggunakan perangkat lunak Ansys® [10]. Sementara, untuk solusinya, perangkat lunak ini menggunakan metode elemen hingga, yang secara umum menghitung

penyelesaian secara numerik dan membagi-baginya ke dalam elemen-elemen yang lebih kecil, sebelum akhirnya diakumulasikan untuk mendapatkan estimasi secara keseluruhan. Teknik ini menggunakan persamaan diferensial parsial dalam bentuk:

$$u''(x) = f(x) \quad (3)$$

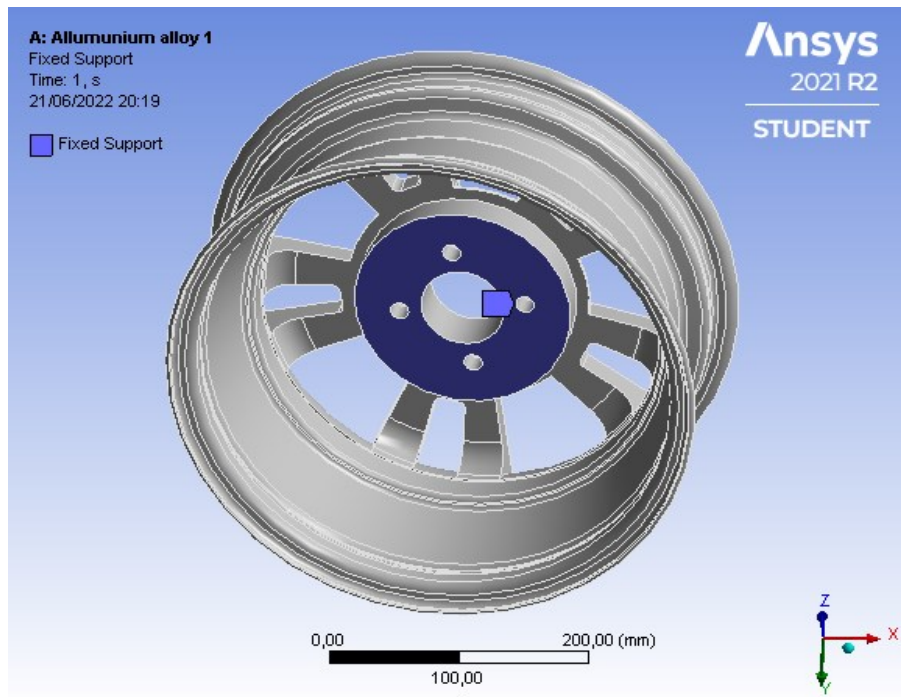
$$\int u''(x) v(x) = \int f(x) v(x)$$

Persamaan 3 digunakan sebagai dasar untuk penggunaan fungsi-fungsi terkait (misalnya yang ada pada Pers. 1 dan 2), kemudian diterapkan dan dihitung pada seluruh elemen yang sudah didiskritisasi yang dalam bentuk matematikanya direpresentasikan dalam matriks.



Gambar 3. Gaya 3200 Newton menumbuk velg searah sumbu Y.

Sedangkan *boundary condition* dilakukan dengan memberikan *fixed support* pada area *mounting wheel* dari velg yang terlihat dengan warna biru pada Gambar 4. Bagian lain pada velg dibiarkan bergerak secara bebas sedemikian rupa agar velg dapat bereaksi terhadap gaya yang nantinya diberikan pada saat uji impak. Material yang digunakan dalam proses simulasi menggunakan material ASTM A299 untuk material velg dan *structural steel* untuk material penumbuk. Sifat dari material-material tersebut dapat dilihat pada Tabel 1 *properties* material ASTM A299 dan *structural steel*.



Gambar 4. Pemberian *fixed support* pada *mounting wheel*.

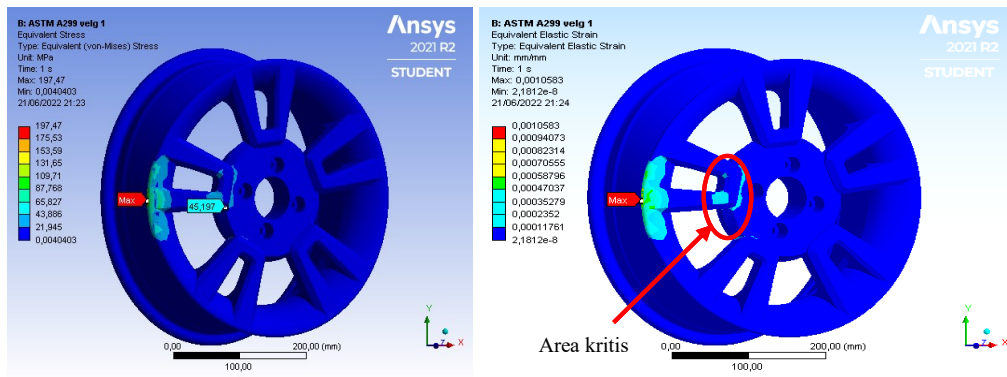
Tabel 1. Sifat material ASTM A299 dan *structural steel*.

No.	Material	Density (kg/m ³)	Yield strenght (MPa)	Modulus elastisitas (GPa)
1	ASTM A299	7800	275	200
2	<i>Structural Steel</i>	7850	250	200

Data-data yang dicari dalam simulasi uji *impact* ini adalah tegangan. Dimana hasil dari tegangan dapat digunakan untuk mengetahui tingkat *safety factor* yang berfungsi sebagai acuan kelayakan kekuatan material velg. Ukuran nilai *safety factor* adalah nilai tegangan dari velg tidak boleh melebihi nilai *yield strength* dari material, dengan begitu maka velg bisa dikategorikan aman.

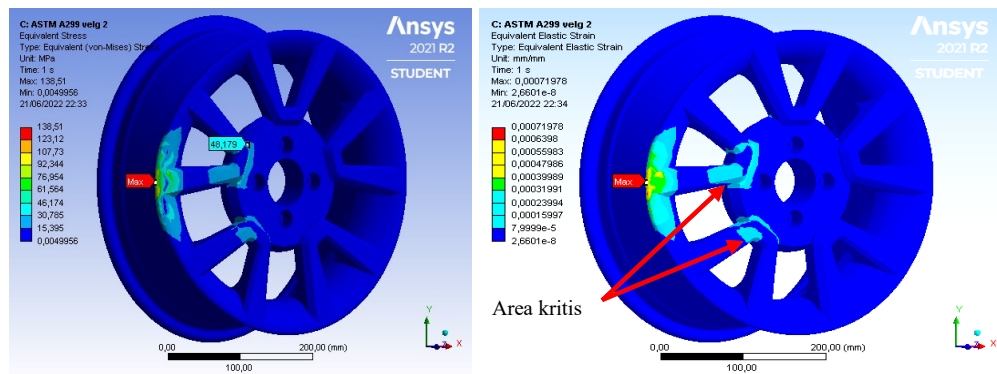
HASIL DAN PEMBAHASAN

Simulasi uji impak sebagaimana tertera pada metode sudah berhasil dilakukan. Secara umum, nilai sudut yang lebih besar pada desain velg menghasilkan nilai tegangan dan regangan yang lebih rendah (detailnya dapat dilihat di bagian selanjutnya), yang mana dalam simulasi mekanika struktural lebih baik. Hal ini menandakan bahwa diperlukan pemberlakuan sudut yang lebih besar pada suatu desain yang mengizinkan pelebaran area kritis tegangan dan regangan, yang selanjutnya akan menyebabkan risiko terjadinya patahan (*fracture*) lebih kecil. Hasil simulasi tiap model velg dapat dilihat pada Gambar 5, Gambar 6, dan Gambar 7. Hasil simulasi didapatkan melalui *screen capture* dari antarmuka perangkat lunak Ansys® yang diwarnai berdasarkan tingkatannya. Nilai warna yang terkait dengan nilai tegangan/regangannya sudah tertera pada bagian samping kiri hasil simulasi. Skala dimensi tertera dibawah masing-masing model, serta letak model dan arahnya terhadap koordinat kartesian dapat dilihat pada sisi kanan bawah masing-masing model.



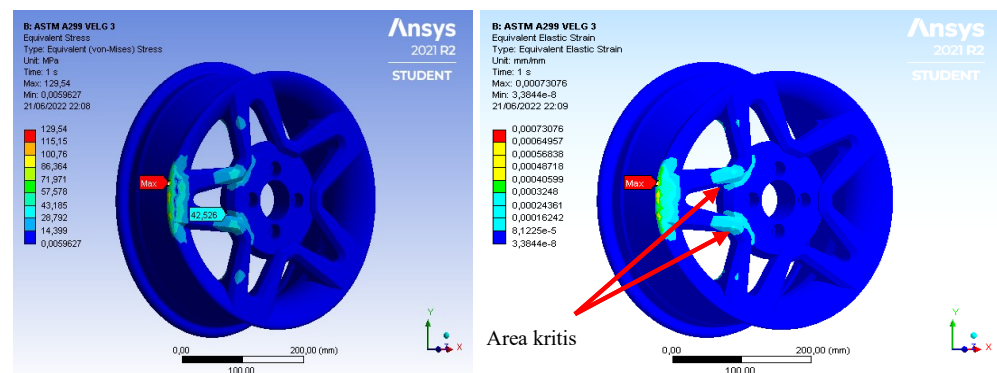
Gambar 5. Hasil simulasi tegangan velg model 1.

Pada Gambar 5 dapat dilihat bahwa pada pengujian velg model 1 didapatkan hasil tegangan sebesar 197,47 MPa yang terletak pada area *flange*.



Gambar 6. Hasil simulasi tegangan velg model 2.

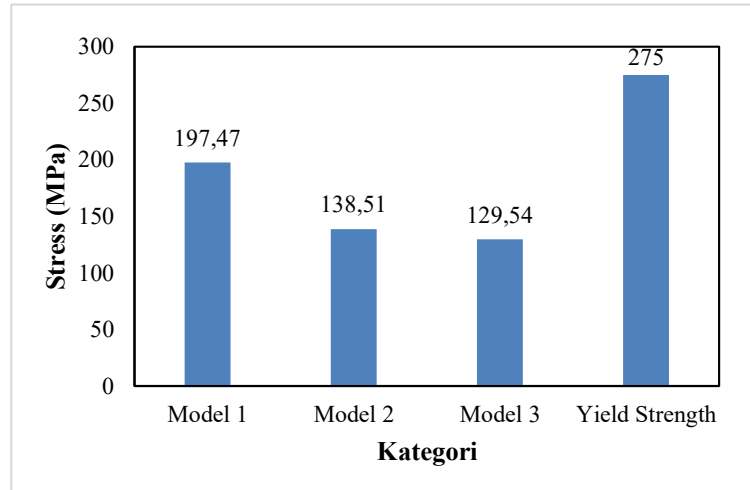
Pada pengujian velg model 2 yang ada pada Gambar 6 didapatkan hasil tegangan maksimal yang dialami sebesar 138,51 MPa pada area *flange* yang menerima tumbukan langsung.



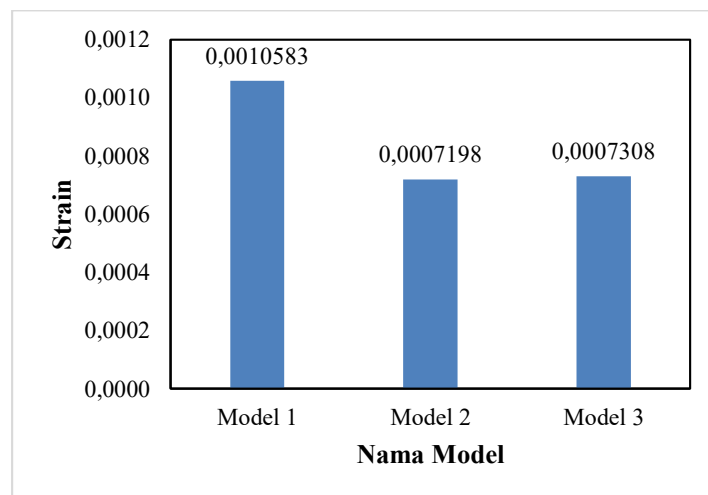
Gambar 7. Hasil simulasi tegangan velg model 3.

Pada pengujian velg model 3 (Gambar 7) didapatkan hasil tegangan maksimum sebesar 129,54 MPa, dengan lokasi regangan terbesar berada di area *flange*. Pada Gambar 8 diagram tegangan dapat dilihat bahwa velg model 1 memiliki tegangan paling tinggi dan

velg yang memiliki tegangan paling rendah adalah velg model 3. Dimana velg yang memiliki tegangan paling rendah adalah velg yang memiliki tingkat keamanan paling tinggi. Lebih lanjut lagi, dari semua model yang diujikan, nilainya masih dibawah dari nilai *Yield Strength* dari material ASTM A299 yang digunakan. Pada Gambar 9 dapat dilihat pula hasil simulasi berupa nilai regangan. Terdapat perbedaan yang kecil pada model 2 dan model 3, namun perbedaan signifikan terjadi jika dibandingkan dengan model 1. Oleh sebab itu, desain velg yang mengacu pada model 2 dan 3 disarankan. Data detail hasil simulasi dapat dilihat pada Tabel 2.



Gambar 8. Diagram batang tegangan velg model 1, model 2, dan model 3, serta nilai Yield Strength material ASTM A299.



Gambar 9. Diagram batang nilai regangan velg model 1, model 2, dan model 3.

Tabel 2. Hasil tegangan pada velg model 1, model 2, dan model 3.

Desain Model Velg	Tegangan (MPa)	Strain
Model 1	197,47	0,0010583
Model 2	138,51	0,00071978
Model 3	129,54	0,00073076

KESIMPULAN

Dari hasil simulasi uji impact dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Perbedaan sudut jari-jari velg dapat mempengaruhi kekuatan dari velg itu sendiri, semakin besar sudut V pada jari-jari velg maka semakin baik kemampuan velg untuk menyebarkan tegangan/regangan yang terakumulasi;
2. Dari hasil simulasi yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa ketiga model velg dikategorikan aman untuk digunakan karena nilai tegangan yang didapat masih berada di bawah nilai *yield strength*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih kami sampaikan kepada Universitas Global Jakarta atas dukungannya selama menyelesaikan penelitian ini.

REFERENSI

- [1] Kosasih, David Yan, Willyanto Anggono, and Fandi Dwiputra Suprianto. "Optimasi Desain Pelek Mobil Melalui Simulasi Pengujian Impact Sesuai Standar SAE J175." *Mechanova* 4 (2015).
- [2] Sumiyanto, Sumiyanto, and Abdunnaser Abdunnaser. "ANALISIS KEKUATAN VELG ALUMINIUM MODEL D30D PADA PERUSAHAAN "A"." *Bina Teknika* 14.2 (2018): 225-235.
- [3] Wang, Dengfeng, Shuai Zhang, and Wenchao Xu. "Multi-objective optimization design of wheel based on the performance of 13° and 90° impact tests." *International journal of crashworthiness* 24.3 (2019): 336-361.
- [4] Meghashyam, P., S. Girivardhan Naidu, and N. Sayed Baba. "Design and analysis of wheel rim using CATIA & ANSYS." *Int. J. Appl. Innov. Eng. Manag* (2013).
- [5] Kurniawan, Fadli. Simulasi dan Analisa Tegangan Impak Pada Rim Velg Truk dengan Metode Elemen Hingga. Diss. Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2017.
- [6] Otarawanna, S., P. Uttamung, and A. Malatip. "Finite element simulation and experimental validation of the cracking phenomenon in aluminium alloy wheels during the impact test." AIP Conference Proceedings. Vol. 2030. No. 1. AIP Publishing LLC, 2018
- [7] Vinothkumar, S., Sabarinathan Srinivasan, and AnilKumar Nesarikar. *Simulation and test correlation of wheel impact test*. No. 2011-28-0129. SAE Technical Paper, 2011.
- [8] Ho-Le, K. "Finite element mesh generation methods: a review and classification." *Computer-aided design* 20.1 (1988): 27-38.
- [9] Callister, William D., and David G. Rethwisch. *Materials science and engineering: an introduction*. Vol. 7. New York: John wiley & sons, 2007.
- [10] Stolarski, Tadeusz, Yuji Nakasone, and Shigeka Yoshimoto. *Engineering analysis with ANSYS software*. Butterworth-Heinemann, 2018.