

**OPTIMASI DESAIN *VELG* MOBIL 18 INCH MELALUI SIMULASI
PENGUJIAN *CORNERING LINEAR STATIC* DAN *13° IMPACT TEST*
SESUAI STANDARD *JWL***



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

AHMAD DIDIK MUYONO
NIM: 41319310020

MERCU BUANA

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA

LAPORAN TUGAS AKHIR

**OPTIMASI DESAIN *VELG* MOBIL 18 INCH MELALUI SIMULASI
PENGUJIAN *CORNERING LINEAR STATIC* DAN *13° IMPACT TEST*
SESUAI STANDARD *JWL***



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

UNIVERSITAS

MERCU BUANA

Disusun oleh:

Nama : Ahmad Didik Mulyono
NIM : 41319310020
Program Studi : Teknik Mesin

DIAJUKAN UNTUK MEMENUHI SYARAT KELULUSAN MATA KULIAH
TUGAS AKHIR PADA PROGRAM SARJANA STRATA SATU (S1)
JUNI 2024

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Skripsi ini di ajukan oleh:

Nama : Ahmad Didik Mulyono
NIM : 41319310020
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Skripsi : Optimasi Desain *Velg* Mobil 18 Inch Melalui Simulasi
Pengujian *Cornering Linear Static* Dan *13° Impact Test*
Sesuai Standard *JWL*

Telah berhasil di pertahankan pada sidang di hadapan Dewan penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar sarjana Strata 1 pada program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana.

Disahkan Oleh:

Pembimbing : Gian Villany Golwa, ST, M.Si. ()
NIDN : 0323068006
Penguji 1 : I Gusti Ayu Arwati, Ph.D ()
NIDN : 0010046408
Penguji 2 : Wiwit Suprihatiningsih, S.Si. M.Si ()
NIDN : 0307078004
Penguji 3 : Haftirman, Dr., Ir, M.Eng ()
NIDN : 8865823420

Jakarta, 29 Juni 2024
Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik



Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T.

NIDN : 0307037202

Ketua Program Studi



Dr. Eng. Imam Hidayat, S.T, M.T.

NIDN : 005087502

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Ahmad Didik Mulyono

NIM : 41319310020

Jurusan : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Judul Skripsi : Optimasi Desain *Velg* Mobil 18 Inch Melalui Simulasi Pengujian *Cornering Linear Static* Dan *13° Impact Test* Sesuai Standard *JWL*

Dengan ini menyatakan bahwa saya melakukan Tugas Akhir dengan sesungguhnya dan hasil penulisan Laporan Tugas Akhir yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata di kemudian hari penulisan Laporan Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggungjawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan di Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan.

Jakarta, 29 Juni 2024



(Ahmad Didik Mulyono)

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

PENGHARGAAN

Segala puji dan syukur dipanjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya yang telah memungkinkan terselesaikannya laporan tugas akhir yang berjudul "Optimasi Desain *Velg* Mobil 18 Inch Melalui Simulasi Pengujian *Cornering Linear Static* Dan *13° Impact Test* Sesuai Standard *JWL*". Penyusunan laporan ini merupakan salah satu persyaratan untuk menyelesaikan mata kuliah tugas akhir. Pelaksanaan tugas akhir ini memberikan pengalaman nyata kepada mahasiswa tentang proses produksi yang dilakukan oleh sebuah perusahaan dan membantu memahami materi yang telah diajarkan selama perkuliahan.

Kesempatan untuk melakukan tugas akhir ini sangat berharga, karena penulis dapat meningkatkan kompetensi dan mendapatkan pengalaman-pengalaman baru. Pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah berkontribusi dalam penyusunan laporan tugas akhir ini.

1. Bapak Prof. Dr. Andi Adriansyah, M.Eng. selaku Rektor Universitas Mercubuana.
2. Ibu Dr. Zulfa FitriIkatrinasari, S.TP, M.T selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Mercubuana
3. Bapak Dr. Eng. Imam Hidayat, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana
4. Bapak Nurato, S.T., M.T., Ph.D selaku Koordinator tugas akhir Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana
5. Bapak Gian Villany Golwa, S.T, M.Si sebagai Dosen Pembimbing yang telah membimbing dengan baik sehingga penulisan laporan tugas akhir ini dapat diselesaikan
6. Kedua Orang Tua yang telah mendoakan penulis selama tugas akhir sehingga dapat berjalan dengan lancar
7. Teman-teman penulis yang telah membantu dan memberikan semangat dalam penyusunan laporan tugas akhir.

Semoga segala kebaikan dan bantuan yang telah diberikan oleh pihak-pihak terkait dalam penyusunan laporan ini mendapat balasan yang setimpal dari Tuhan Yang Maha Kuasa. Penulis memahami bahwa masih terdapat kekurangan dalam laporan ini. Oleh karena itu, penulis dengan tangan terbuka menerima kritik dan saran yang bersifat

konstruktif demi penyempurnaan laporan ini. Harapan penulis, semoga laporan tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi para pembaca.

Jakarta, 29 Juni 2024

(Ahmad Didik Mulyono)



ABSTRAK

Sebagai komponen penting pada bagian roda mobil, velg sering menerima beban dan tegangan yang signifikan, baik saat kendaraan dalam keadaan statis maupun dinamis. Area yang paling kritis pada velg terhadap gaya dan tegangan adalah bagian *spoke*. Seringnya terjadi retak dan deformasi pada velg disebabkan oleh gaya/tegangan yang di terima *velg* ketika mengalami benturan. Kualitas velg yang baik ditentukan oleh kemampuannya dalam menopang beban kendaraan serta ketahanannya terhadap berbagai benturan selama pemakaian. Ketika terjadi benturan, material velg akan mengalami tegangan. Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan desain velg dengan cara menganalisis besarnya nilai *Equivalent stress* maksimum dan nilai *Equivalent Elastic Strain* maksimum yang terjadi pada desain *velg*. Velg A terdiri dari 10 *spoke* dengan lebar 31 mm dan tebal 29 mm. Velg B terdiri dari 15 *spoke*, 10 *spoke* memiliki lebar 31 mm dan tebal 29 mm, dan 5 *spoke* memiliki lebar 45 mm dan tebal 29 mm. Kemudian velg C terdiri dari 20 *spoke*, 10 *spoke* memiliki lebar 33 mm dan tebal 30 mm, dan 10 *spoke* memiliki lebar 24 mm dan tebal 30 mm. Dilakukan 2 simulasi pengujian pada Penelitian ini yaitu pengujian *cornering linear static* dan 13° *impact test* menggunakan metode *Finite Element Analysis* (FEA) dengan perangkat lunak *ansys Workbench 2024 R1* sesuai standar *Japan Light Alloy Wheel (JWL)*. Hasil dari simulasi pengujian *Cornering linear static* menunjukkan bahwa velg A mendapatkan tegangan maksimum 88,554 MPa, dengan konsentrasi tegangan yang signifikan di dekat pusat dan pertemuan jari-jari roda. velg B menunjukkan sedikit perbaikan dengan tegangan maksimum 85,006 MPa, mendemonstrasikan distribusi tegangan yang sedikit lebih seimbang. Velg C mendapatkan hasil paling baik, dengan tegangan maksimum yang jauh lebih rendah yaitu 55,837 MPa dan pola tegangan yang lebih merata di seluruh geometri velg. Hasil simulasi pengujian 13° *impact test*, velg A mendapatkan nilai maksimum *Equivalent Elastic Strain* sebesar $2,9948 \times 10^{-06}$ %. Velg B mendapatkan nilai maksimum *Equivalent Elastic Strain* sebesar $3,2709 \times 10^{-06}$ %. Pada velg C, mendapatkan nilai maksimum *Equivalent Elastic Strain* sebesar $1,8943 \times 10^{-06}$ %. Dalam penelitian ini telah berhasil mendapatkan desain velg yang optimal dengan spesifikasi sebagai berikut, dimensi utama velg: ukuran : diameter 457 mm (18 inch), lebar velg: 242 mm (9.5 inch) *PCD (Pitch Circle Diameter)*: diameter 114.3 mm. spesifikasi *spoke*: jumlah total *spoke*: 20. 10 *spoke* dengan lebar 33 mm dan tebal 30 mm ,10 *spoke* dengan lebar 24 mm dan tebal 30 mm. Berdasarkan hasil simulasi pengujian *Cornering linear static* dan 13° *impact test*, dapat disimpulkan bahwa desain velg C merupakan desain yang paling optimal. Velg C menunjukkan performa terbaik dalam pengujian *Cornering linear static* dengan tegangan maksimum terendah sebesar 55,837 MPa dan distribusi tegangan yang lebih merata. Selain itu, velg C juga mendemonstrasikan nilai *Equivalent Elastic Strain* maksimum terendah sebesar $1,8943 \times 10^{-06}$ % Dalam pengujian 13° *impact test*. Optimasi pada desain velg C terbukti mampu meningkatkan kinerja dan ketahanan *velg* terhadap beban dan benturan, sekaligus telah memenuhi persyaratan standar *JWL*.

Kata Kunci: Optimasi, *Velg*, *Equivalent stress*, *Equivalent Strain*.

**18 INCH CAR WHEEL DESIGN OPTIMIZATION THROUGH SIMULATION
OF LINEAR STATIC CORNERING TEST AND 13° IMPACT TEST
ACCORDING TO JWL STANDARD**

ABSTRACT

As an important component of a car wheel, alloy wheels often receive significant loads and stresses, both when the vehicle is static and dynamic. The most critical area of the wheel for force and stress is the spoke. Frequent cracking and deformation of alloy wheels is caused by the forces/stresses that the wheels receive when impacted. The quality of a good alloy wheel is determined by its ability to support the weight of the vehicle and its resistance to various impacts during use. When an impact occurs, the alloy wheel material will experience stress. This research aims to optimize the wheel design by analyzing the maximum Equivalent stress value and the maximum Equivalent Elastic Strain value that occurs in the wheel design. This study uses 3 alloy wheel specimens, with different spoke variables/designs. Wheel A consists of 10 spokes with a width of 31 mm and a thickness of 29 mm. Wheel B consists of 15 spokes, 10 spokes are 31 mm wide and 29 mm thick, and 5 spokes are 45 mm wide and 29 mm thick. Wheel C consists of 20 spokes, 10 spokes are 33 mm wide and 30 mm thick, and 10 spokes are 24 mm wide and 30 mm thick. Two test simulations were carried out in this study, namely static linear cornering test and 13° impact test using the Finite Element Analysis (FEA) method with Ansys Workbench 2024 R1 software according to the Japan Light Alloy Wheel (JWL) standard. The results of the Cornering linear static test simulations showed that wheel A had a maximum stress of 88.554 MPa, with significant stress concentrations near the center and confluence of the wheel spokes. wheel B showed a slight improvement with a maximum stress of 85.006 MPa, demonstrating a slightly more balanced stress distribution. Wheel C had the best results, with a much lower maximum stress of 55.837 MPa and a more even stress pattern across the wheel geometry. The simulation results of the 13° impact test, alloy wheel A obtained a maximum Equivalent Elastic Strain value of $2,9948 \times 10^{-06}$ %. Wheel B gets the maximum value of Equivalent Elastic Strain of $3,2709 \times 10^{-06}$ %. On alloy wheel C, get the maximum value of Equivalent Elastic Strain of $1,8943 \times 10^{-06}$ %. In this research, an optimal wheel design has been successfully obtained with the following specifications - main wheel dimensions: size: 457 mm (18 inch) diameter, wheel width: 242 mm (9.5 inches), PCD (Pitch Circle Diameter): 114.3 mm diameter. Spoke specifications: total number of spokes: 20. 10 spokes with a width of 33 mm and thickness of 30 mm, 10 spokes with a width of 24 mm and thickness of 30 mm. Based on the simulation results of Cornering linear static and 13° impact tests, it can be concluded that wheel design C is the most optimal design. Wheel C showed the best performance in the Cornering linear static test with the lowest maximum stress of 55.837 MPa and a more evenly distributed stress pattern. Additionally, wheel C also demonstrated the lowest maximum Equivalent Elastic Strain value of $1,8943 \times 10^{-06}$ % in the 13° impact test. The optimization of wheel design C has proven to enhance the wheel's performance and durability against loads and impacts, while also meeting the JWL standard requirements.

Keywords: Optimization, Alloy wheels, Equivalent stress, Equivalent strain.

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
HALAMAN PERNYATAAN	ii
PENGHARGAAN	iii
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. LATAR BELAKANG	1
1.2. RUMUSAN MASALAH	3
1.3. TUJUAN	3
1.3. MANFAAT	3
1.4. RUANG LINGKUP DAN BATASAN MASALAH	3
1.5. SISTEMATIKA PENULISAN	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 PENELITIAN TERDAHULU	6
2.2 PENGERTIAN VELG	13
2.3 SPESIFIKASI VELG MOBIL	13
2.3.1 PCD	13
2.3.2 <i>Center Bore</i>	14
2.3.3 <i>Offset</i>	14
2.3.4 <i>Marking Velg</i>	15
2.4 BAGIAN-BAGIAN <i>VELG</i>	15
2.5 METODE PEMBUATAN <i>VELG</i>	16
2.5.1 <i>Metode Tipe-One Piece Cast Wheels</i>	16

2.5.2 Gravity Die Casting (GDC)	17
2.5.3 Low Pressure Die Casting (LPDC)	17
2.6 MATERIAL DALAM PEMBUATAN VELG	17
2.6.1 Aluminium Alloy 6061	18
2.7 PENGERTIAN STANDAR JWL	18
2.8 TEGANGAN	18
2.9 REGANGAN	19
2.10 HUBUNGAN TEGANGAN DAN REGANGAN	19
2.11 DEFORMASI	19
2.12 POROSITAS	20
2.13 FINITE ELEMENT METHOD	20
2.14 PERANGKAT LUNAK CAD DAN CFD	21
2.15 Ansys	22
BAB III METODOLOGI	23
3.1 DIAGRAM ALIR PENELITIAN	23
3.2 PENJELASAN DIAGRAM ALIR PENELITIAN	23
3.2.1 Tahap Mulai	24
3.2.2 Studi Literatur	24
3.2.3 Mempersiapkan Alat Dan Bahan Penelitian	24
3.2.4 Pembuatan Desain Velg	24
3.2.5 Simulasi Dan Pengolahan data	28
3.2.6 Penulisan Laporan	28
3.3 ALAT DAN BAHAN PENELITIAN	28
3.3.1 Laptop	29
3.3.2 Perangkat Lunak Penelitian	29
3.4 DIAGRAM ALIR SIMULASI	30
3.5 PENJELASAN DIAGRAM ALIR SIMULASI	30

3.5.1 Tahap Mulai	30
3.5.2 Penentuan Properties	31
3.5.3 <i>Input Geometri Kedalam Software Ansys Workbench</i>	32
3.5.4 Setting Parameter Velg dan Material Penguji	32
3.5.5 Proses Simulasi	35
3.5.7 Target Hasil Simulasi Pengujian	36
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	37
4.1 HASIL OPTIMASI DESIAN VELG	37
4.2 HASIL SIMULASI CORNERING LINEAR STATIC PADA VELG A, B, DAN C	38
4.3 HASIL SIMULASI 13° IMPACT TEST PADA VELG A, B, DAN C	42
4.4 KESIMPULAN HASIL SIMULASI	45
BAB V PENUTUP	47
5.1 KESIMPULAN	47
5.2 SARAN	48
DAFTAR PUSTAKA	49



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.2 <i>Pitch Circle Diameter</i>	13
Gambar 2.3 <i>Offset</i>	14
Gambar 2.4 <i>Marking Velg</i>	15
Gambar 2.5 <i>Bagian Velg</i>	16
Gambar 2.6 <i>Diagram Alir Penelitian</i>	23
Gambar 3.1 <i>3D Velg A</i>	25
Gambar 3.3 <i>2D Velg A</i>	25
Gambar 3.4 <i>3D Velg B</i>	26
Gambar 3.5 <i>2D Velg B</i>	26
Gambar 3.6 <i>3D Velg C</i>	27
Gambar 3.7 <i>2D Velg C</i>	27
Gambar 3.8 <i>Diagram Alir Simulasi</i>	30
Gambar 3.9 <i>Properties Material Velg</i>	31
Gambar 3.10 <i>Properties Material Pengujian</i>	32
Gambar 3.11 <i>Meshing Velg</i>	33
Gambar 3.12 <i>Penentuan Kondisi Pengujian Cornering</i>	34
Gambar 3.13 <i>Parameter Pengujian Cornering Linear Static</i>	34
Gambar 3.14 <i>Impact Test Simulation</i>	35
Gambar 3.15 <i>Parameter Pengujian Impact Test</i>	35
Gambar 4.1 <i>Hasil Optimasi Desain Velg</i>	38
Gambar 4.2 <i>Hasil Equivalent Stress Velg A</i>	38
Gambar 4.3 <i>Hasil Equivalent Stress Velg B</i>	39
Gambar 4.4 <i>Hasil Equivalent Stress Velg C</i>	40
Gambar 4.5 <i>Hasil Grafik Equivalent Stress</i>	41
Gambar 4.6 <i>Hasil Equivalent Elastic Stain Velg A</i>	42
Gambar 4.7 <i>Hasil Equivalent Elastic Stain Velg B</i>	43
Gambar 4.8 <i>Hasil Equivalent Elastic Stain Velg C</i>	44
Gambar 4.9 <i>Hasil Grafik Equivalent Elastic Strain</i>	45

DAFTAR TABEL

Table 2.1 Penelitian Terdahulu	6
Table 3.7 Spesifikasi Laptop	29
Table 3.16 Target Hasil Simulasi Pengujian	36



UNIVERSITAS
MERCU BUANA