

ANALISA PENGARUH JUMLAH SPOKE DAN KETEBALAN FLANGE TERHADAP KEKUATAN VELG MOBIL BERBASIS ALUMINIUM ALLOY MENGGUNAKAN SIMULASI NUMERIK

Harri Rusadi Dalimunthe¹, Bustami Syam², M. Sabri³, Ikhwansyah Isranuri⁴, Mahadi⁵
^{1,2,3,4,5}Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara
Jalan Almamater, Medan 20155
Email: h4rry_rusadi@yahoo.com

ABSTRAK

Velg pada mobil adalah kerangka dari sebuah roda yang menahan gaya dan tegangan akibat dari berat kendaraan dan dampak atau pukulan dari permukaan jalan. Pukulan dari permukaan jalan tersebut dapat mengakibatkan terjadinya tegangan dan deformasi pada velg. Velg paduan aluminium mempunyai daerah yang dinamakan area kritis terletak di daerah *hub*, *spoke*, dan *flange*. Salah satu kekuatan velg dalam menerima tegangan dipengaruhi oleh jumlah *spoke*. Tujuan dari penelitian ini untuk membandingkan antara velg standar dan velg modifikasi untuk mencari desain yang paling optimal. Penelitian ini melakukan analisis pengaruh jumlah *spoke* 10, 12, 14 dan jumlah *spoke* 10, 12, 14 disertai penambahan ketebalan pada daerah *flange* sebesar 3 mm pada velg mobil. Velg dimodel dengan menggunakan AutoCAD dan disimulasi menggunakan software ANSYS 14.0 *Workbench* yang berbasis *Finite Element Method* (FEM) untuk melakukan proses analisis. Pada penelitian ini, berhasil ditemukan 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. Tegangan maksimum yang terjadi sebesar 52,148 MPa dan deformasi maksimum yang terjadi sebesar 0,5393 mm.

Kata kunci: Jumlah spoke, Tegangan, Software ANSYS

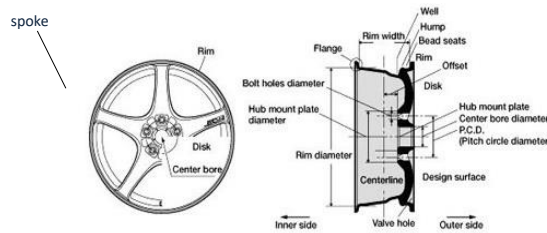
1. PENDAHULUAN

Velg adalah komponen utama dalam sebuah kendaraan. Tanpa velg, kendaraan tidak akan dapat berjalan. Velg ada dua jenis yang dikenal di kalangan masyarakat yaitu velg baja dan velg paduan aluminium. Velg baja tidak banyak disukai karena beberapa alasan, salah satunya adalah tidak sesuai perkembangan zaman (kuno). Oleh karena itu banyak yang menggantinya dengan velg yang lebih gaya atau yang di sebut dengan velg paduan aluminium (*aluminium alloy*) [1]. Paduan aluminium yang banyak digunakan pada velg mobil adalah aluminium silikon atau sering disebut juga paduan A413.0 [2]. Velg paduan aluminium mempunyai daerah yang dinamakan area kritis atau yang disebut juga dengan *critical area* dimana area kritis itu adalah daerah terjadinya konsentrasi tegangan. Area kritis di velg terletak di daerah *hub*, *spoke*, dan *flange*.

Kerusakan yang terjadi pada velg paduan aluminium adalah bibir velg mengalami deformasi plastis atau pecahnya *spoke* pada *velg cast wheel* akibat gaya dan tegangan yang terjadi melebihi tegangan maksimum yang diizinkan. Dengan mempertimbangkan masalah ini maka perlu dilakukan penelitian mengenai pengaruh jumlah *spoke* terhadap tegangan dan deformasi dengan menggunakan Metode Elemen Hingga berbasis komputer yaitu ANSYS *software*, untuk mempermudah proses analisis desain. Oleh karena itu, simulasi secara numerik menggunakan komputer dapat dilakukan untuk memodifikasi bentuk velg mobil agar kegagalan yang sering terjadi dapat diminimalisir. Dampak dari permukaan jalan terhadap velg dapat mengakibatkan terjadinya kerusakan karena tegangan dan deformasi yang terjadi. Jumlah *spoke* pada velg sangat mempengaruhi kekuatan velg mobil. *Spoke* pada velg merupakan suatu sistem struktural yang efisien, kuat, dan indah. Velg mobil merupakan salah satu komponen otomotif yang terus mengalami kemajuan desain, banyak mengutamakan penampilan dan merupakan salah satu bagian dari kendaraan yang menerima tegangan dan beban [3].

Banyaknya variasi model velg mobil saat ini sangat mempengaruhi kekuatan dan ketahanan dari velg, khususnya dipakai di jalan raya yang bergelombang. Velg mobil yang dijual di pasaran mempunyai banyak model sehingga perlu diketahui pengaruh desain velg mobil terhadap tegangan

dan deformasi yang terjadi pada velg mobil, agar velg tersebut mempunyai kekuatan maksimal. Terdapat beberapa kode-kode yang dipakai untuk menggambarkan spesifikasi detail dari sebuah velg mobil yang ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Konstruksi velg mobil

Sumber: Putranto, Andi. 2011. <http://blog.ub.ac.id/andi/>.

Apabila sebuah batang atau plat dibebani sebuah gaya maka akan terjadi gaya reaksi yang sama dengan yang arah berlawanan. Gaya tersebut akan diterima sama rata oleh setiap molekul pada bidang penampang batang tersebut. Jadi tegangan adalah suatu ukuran intensitas pembebanan yang dinyatakan oleh gaya dan dibagi oleh luas di tempat gaya tersebut bekerja. Tegangan ada bermacam-macam sesuai dengan pembebanan yang diberikan.

Komponen tegangan pada sudut yang tegak lurus pada bidang ditempat bekerjanya gaya disebut tegangan langsung. Pada pembebanan tarik akan terjadi tegangan tarik maka pada beban tekan akan terjadi tegangan tekan. Biasanya dinyatakan dalam bentuk persentasi atau tidak dengan persentasi. Besarnya tegangan menunjukkan apakah bahan tersebut mampu menahan perubahan bentuk sebelum patah. Makin besar tegangan suatu bahan maka bahan itu mudah dibentuk [4]. Maka, rumus tegangan adalah

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

dimana:

F = gaya (Newton)

A = luas penampang awal (mm²)

2. METODOLOGI

Dalam penelitian ini bahan yang digunakan adalah velg mobil Toyota Corolla Altis berbasis logam paduan aluminium dengan diameter 17,5 inci (444,5 mm) dan lebar 7 inci (177,8 mm) seperti yang terlihat pada gambar 2.

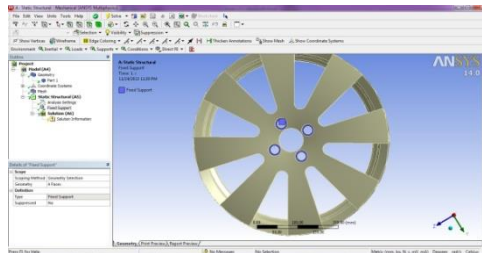


Gambar 2. Velg mobil Toyota Corolla Altis jenis paduan aluminium A413.0

Velg yang disimulasi adalah:

1. Velg modifikasi dengan jumlah *spoke* 10, 12, dan 14.
2. Velg modifikasi dengan jumlah *spoke* 10, 12, dan 14 ditambahi ketebalan pada daerah *flange* sebesar 3 mm.

Setelah itu, hasil simulasi masing-masing velg tersebut dibandingkan dengan hasil simulasi velg standar. Dalam simulasi, velg di beri *fixed support* di 4 lubang baut, supaya saat diberi gaya, velg tidak berpindah tempat tapi dalam keadaan diam ditempat. Dalam penelitian masing-masing velg akan diberi gaya sebesar 6.500 N.



Gambar 3. *Fixed support* pada velg

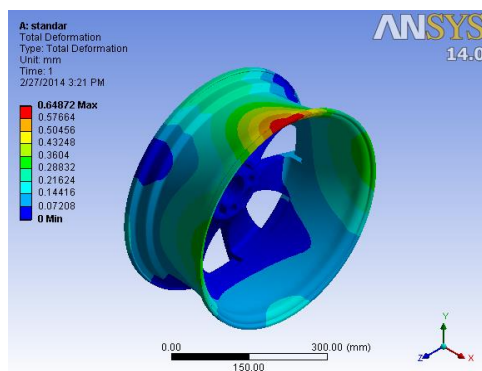
Karena penelitian ini adalah simulasi dan sudah ada yang melakukan pengujian secara mekanik, maka *material properties* dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik material velg paduan aluminium A413.0

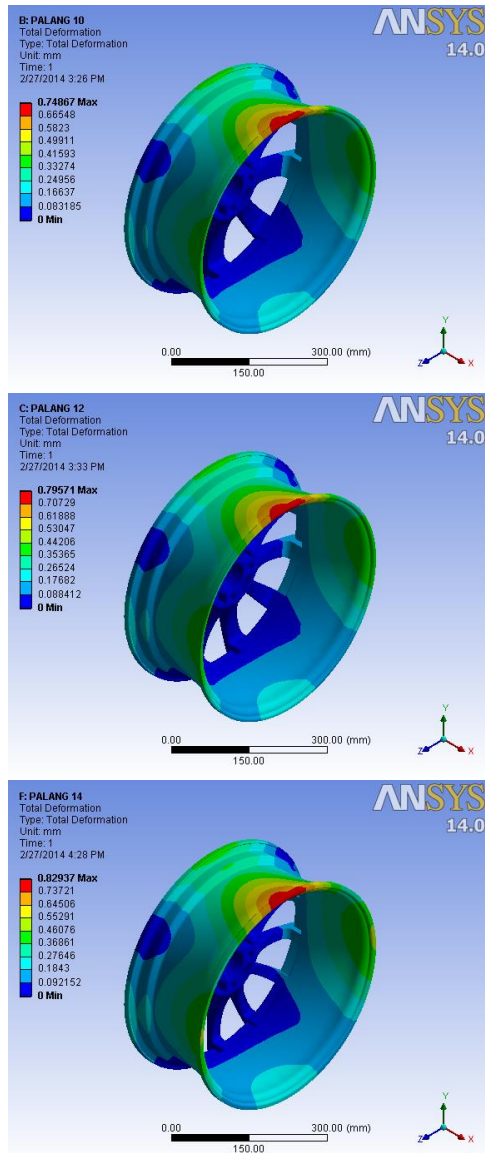
Sifat	Jenis Sifat	Nilai	Satuan
Sifat Fisik	Densitas	2,66	g/cm ³
Sifat Tarik	<i>Ultimate Tensile Strength</i>	232,9	MPa
		90	
Sifat Tarik	<i>Tensile Yield Strength</i>	190,3	MPa
		34	
Sifat Tarik	<i>Fracture Stress</i>	226,4	MPa
		20	
Sifat Tarik	Elongasi Tarikan	5,48	%
Sifat Elastis	Modulus Elastisitas	72,19	GPa
		9	
Sifat Elastis	<i>Poisson Ratio</i>	0,33	
Sifat Kekerasan	<i>Brinell Hardness</i>	80,9	HB

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

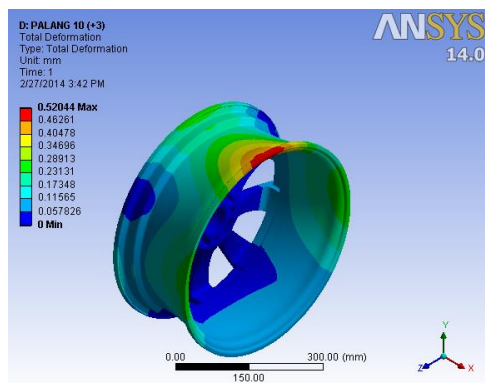
Hasil simulasi *Total Deformation* dengan ANSYS 14.0 *Workbench* dapat dilihat pada gambar 4 untuk velg standar serta gambar 5 dan gambar 6 untuk velg modifikasi.

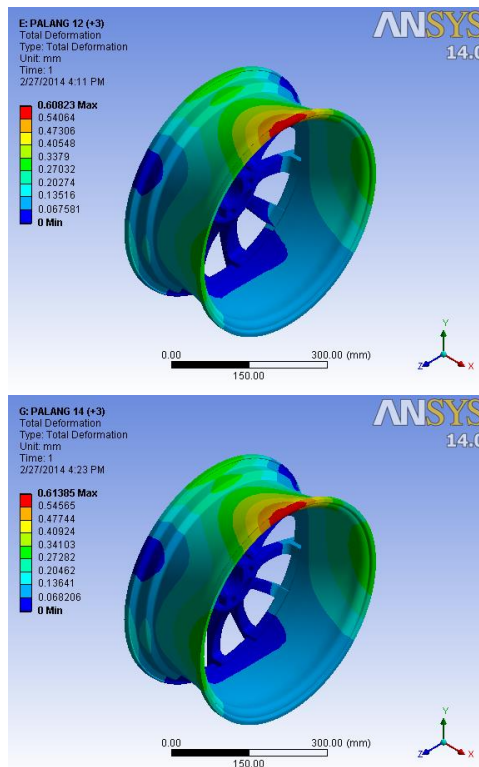


Gambar 4. Distribusi deformasi pada velg standar



Gambar 5. Distribusi deformasi pada velg dengan berbagai variasi jumlah Spoke

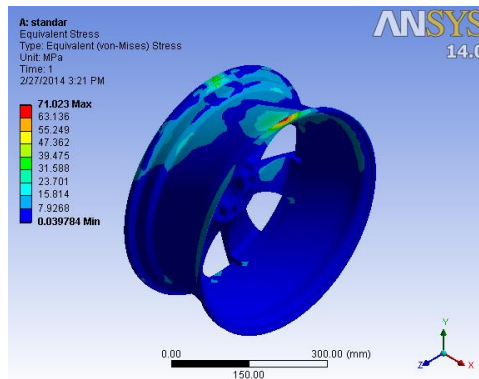




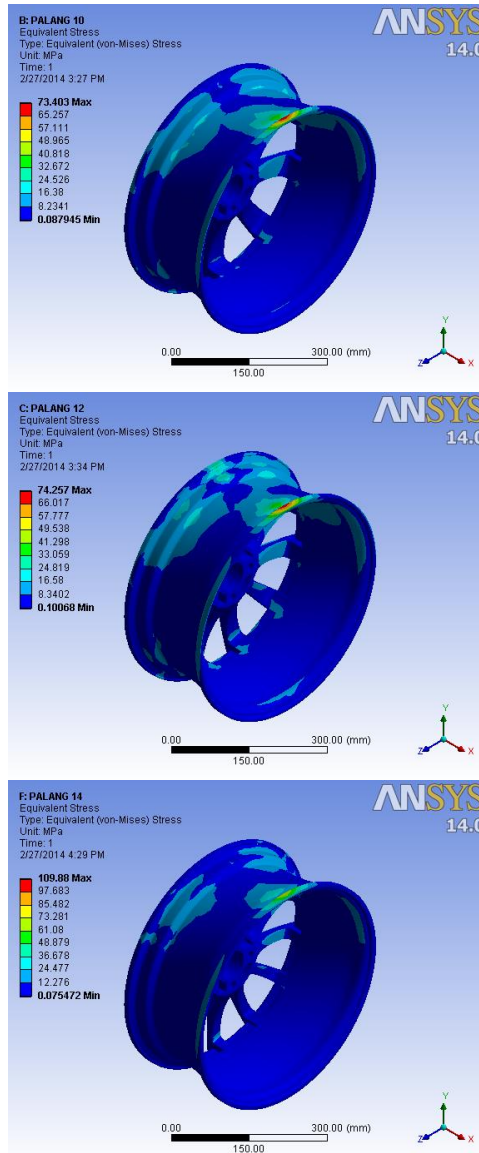
Gambar 6. Distribusi deformasi pada velg dengan berbagai variasi jumlah *Spoke* disertai penambahan ketebalan daerah *flange* sebesar 3 mm

Hasil simulasi *Equivalent Stress* dengan ANSYS 14.0 *Workbench* dapat dilihat pada gambar 7 untuk velg standar serta gambar 8 dan gambar 9 untuk velg modifikasi.

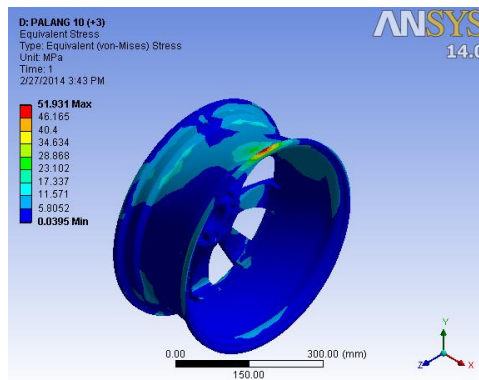
Pada gambar 5 dan gambar 6 terlihat bahwa semakin banyak jumlah *spoke*, maka nilai tegangan maksimum dan nilai deformasi maksimum semakin besar.

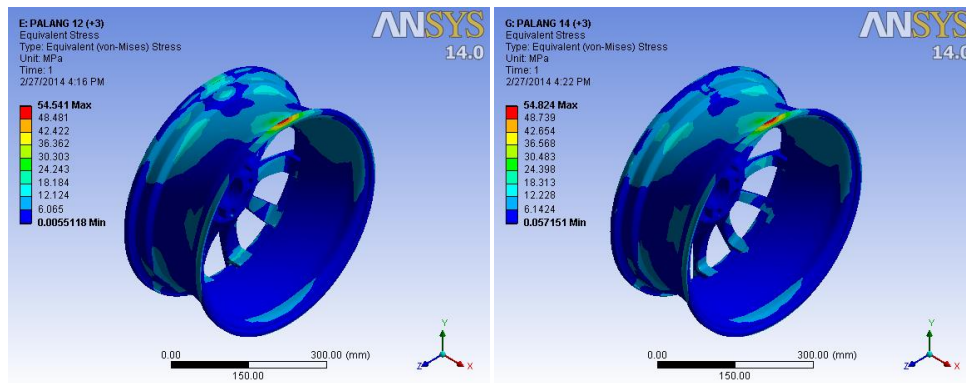


Gambar 7. Distribusi tegangan pada velg standar



Gambar 8. Distribusi tegangan pada velg dengan berbagai variasi jumlah *Spoke*





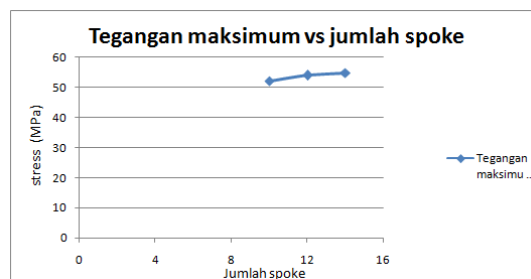
Gambar 9. Distribusi tegangan pada velg dengan berbagai variasi jumlah *Spoke* disertai penambahan ketebalan daerah *flange* sebesar 3 mm

Pada gambar 8 dan gambar 9 terlihat bahwa semakin banyak jumlah *spoke*, maka nilai tegangan maksimum dan nilai deformasi maksimum semakin besar. Oleh karena itu, perlu ditambahkan ketebalan pada daerah *flange* sebesar 3 mm.

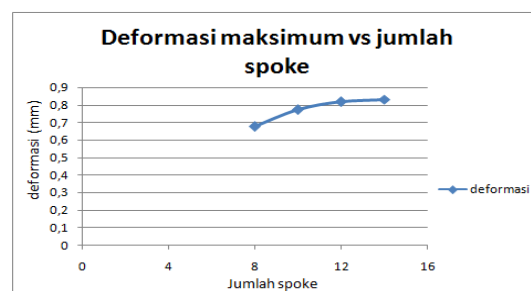
Dari hasil simulasi komputer velg menggunakan ANSYS 14.0 *Workbench*, dapat di buat grafik tegangan maksimum vs jumlah *spoke* pada gambar 10 dan gambar 11. Grafik deformasi maksimum vs jumlah *spoke* pada gambar 12 dan gambar 13.



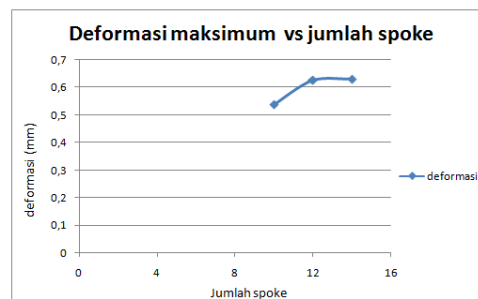
Gambar 10. Grafik tegangan maksimum vs jumlah *spoke* untuk velg tanpa penambahan ketebalan daerah *flange*



Gambar 11. Grafik tegangan maksimum vs jumlah *spoke* untuk velg dengan penambahan ketebalan daerah *flange* 3 mm



Gambar 12. Grafik deformasi maksimum vs jumlah *spoke* untuk velg tanpa penambahan ketebalan daerah *flange*



Gambar 13. Grafik deformasi maksimum vs jumlah *spoke* untuk velg dengan penambahan ketebalan daerah *flange* 3 mm

Berdasarkan hasil penelitian dengan menggunakan simulasi numerik (*software ANSYS*) dapat diketahui bahwa velg dengan jumlah *spoke* 10 disertai penambahan ketebalan pada daerah *flange* sebesar 3 mm merupakan velg yang paling baik, hal ini dikarenakan velg tersebut memiliki tegangan maksimum dan deformasi maksimum yang paling kecil diantara velg modifikasi lainnya. Jika ditinjau dari arah pemberian gaya, maka tegangan maksimum terkecil (52,148 MPa) dan deformasi maksimum terkecil (0,5393 mm).

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil penelitian dengan menggunakan simulasi numerik (*software ANSYS*) dapat diketahui bahwa velg dengan jumlah *spoke* 10 disertai penambahan ketebalan pada daerah *flange* sebesar 3 mm merupakan velg yang paling baik, hal ini dikarenakan velg tersebut memiliki tegangan maksimum dan deformasi maksimum yang paling kecil diantara velg modifikasi lainnya. Jika ditinjau dari pemberian gaya, maka tegangan maksimum terkecil (51,931 MPa) dan deformasi maksimum terkecil (0,52044 mm).
2. Hasil simulasi numerik menunjukkan bahwa velg standar terbuat dari material paduan aluminium A413.0 bila diberi beban 6.500 N maka simulasi hasil *Total Deformation* maksimum menunjukkan angka sebesar 0,64872 mm, velg modifikasi palang 10 sebesar 0,74867 mm, velg modifikasi palang 12 sebesar 0,79571 mm, dan velg modifikasi palang 14 sebesar 0,82937 mm. Velg modifikasi palang 10 disertai penambahan ketebalan pada daerah *flange* 3 mm sebesar 0,52044 mm, velg palang 12 sebesar 0,60823 mm, dan velg palang 14 sebesar 0,61385 mm.
3. Hasil simulasi numerik menunjukkan bahwa velg standar terbuat dari material paduan aluminium A413.0 bila diberi beban 6.500 N maka simulasi hasil *Equivalent Stress* maksimum menunjukkan angka sebesar 71,023 MPa, velg modifikasi palang 10 sebesar 73,403 MPa, velg modifikasi palang 12 sebesar 74,257 MPa, dan velg modifikasi palang 14 sebesar 109,88 MPa. Velg modifikasi palang 10 disertai penambahan ketebalan pada daerah *flange* 3 mm sebesar 51,931 MPa, velg palang 12 sebesar 54,541 MPa, dan velg palang 14 sebesar 54,824 MPa.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Daryanto. 2004. *Reparasi Casis Mobil*. Bina Adiaksara. Jakarta.
- [2] Hatch, John E., 1984. *Aluminium Properties and Physical Metallurgy*. Ohio: American Society for Metals.

- [3] Anggono, Wilyanto. 2011. *Deciding the Optimum Spoke Number of Motor Cycle Cast Wheel*. Seminar Nasional Simulasi Velg. IX (2). 1-5.
- [4] A.Schey, John. 2009. *Proses Manufaktur*. Edisi ketiga. Yogyakarta: Penerbit Andi.