

OPTIMASI DESAIN PELEK MOBIL MELALUI SIMULASI PENGUJIAN IMPACT SESUAI STANDAR SAE J175

David Yan Kosasih¹⁾, Willyanto Anggono²⁾, Fandi Dwiputra Suprianto³⁾

Program Studi Teknik Mesin Universitas Kristen Petra^{1,2,3)}

Jl. Siwalankerto 121-131, Surabaya 60236. Indonesia^{1,2,3)}

Phone: 0062-31-8439040, Fax: 0062-31-8417658^{1,2,3)}

E-mail : davidyankosasih@gmail.com¹⁾, willy@petra.ac.id²⁾, fandi@petra.ac.id³⁾

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini untuk melakukan optimasi pada desain pelek yang telah disediakan oleh perusahaan pada uji impact sesuai standar SAE J175 untuk mengetahui kekuatan dari berbagai jenis optimasi desain itu sebelum uji impact yang sesungguhnya.

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode elemen hingga explicit dynamics solution dari perangkat lunak ANSYS. Setelah dilakukan simulasi pada desain awal dari pihak pabrik dilakukan modifikasi dengan melakukan penambahan fin dengan ketebalan yang berbeda dan lubang yang juga dilakukan simulasi.

Hasil yang didapatkan menunjukkan bahwa pelek dengan modifikasi fin sebesar 15 (lima belas) millimeter mengalami tegangan yang terendah, maka dari itu desain pelek ini yang optimal..

Kata kunci: pelek, spoke, optimasi, simulasi, metode elemen hingga.

1. Pendahuluan

Pelek mobil merupakan bagian dari suatu kendaraan yang sangat penting, yaitu berfungsi sebagai tempat menahan roda dimana sangat penting untuk menahan benturan yang ada selama pemakaian agar ban tidak terlepas dari pelek. Karena itu diperlukan suatu metode pengujian untuk menentukan kelayakan suatu pelek yaitu melalui pengujian *impact* dengan mesin seperti gambar berikut.

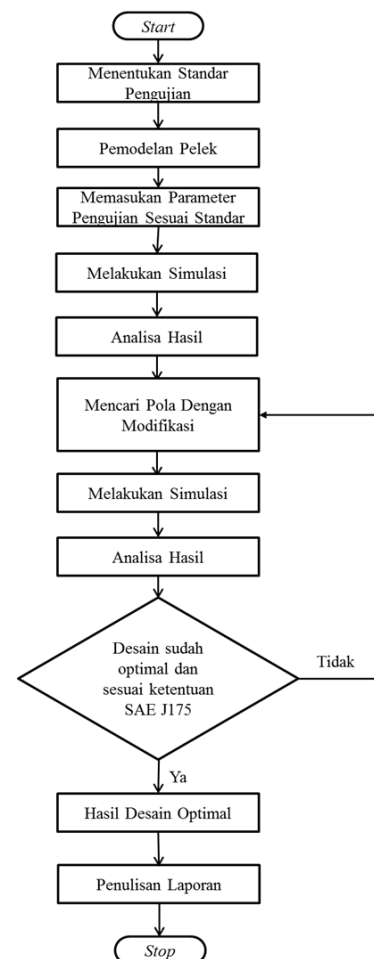


Gambar 1. Mesin Penguji Dengan Standar SAE J175[8]

Dalam proses optimasi desain suatu pelek terdapat uji tumbukan yang menentukan apakah suatu desain dan produksi dari suatu pelek telah memenuhi syarat yang telah ditentukan agar aman digunakan oleh konsumen. Sebelum dilakukan proses uji *impact* yang sesungguhnya, sebaiknya sebelumnya dilakukan analisa dengan simulasi komputer dengan metode elemen hingga menggunakan *computer software* seperti ANSYS untuk menentukan kekuatan dari berbagai jenis optimasi pada desain dari suatu pelek dapat memenuhi uji yang telah di tentukan. Tujuan penelitian ini untuk melakukan optimasi pada desain pelek yang telah disediakan oleh perusahaan pada uji impact sesuai standar SAE J175[1] untuk mengetahui kekuatan dari berbagai jenis optimasi desain itu sebelum uji *impact* yang sesungguhnya.

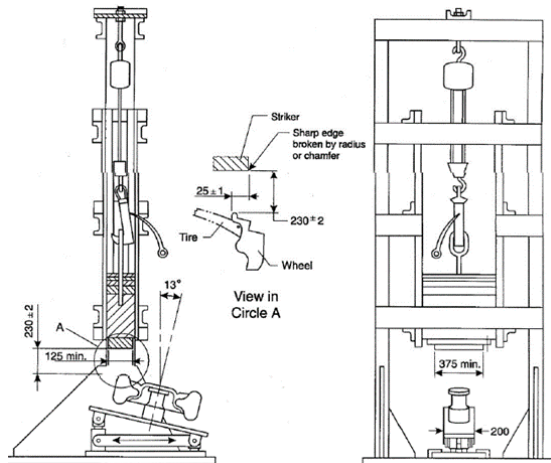
2. Metode Penelitian

Pada penelitian ini tahap-tahap yang akan dilakukan mengikuti urutan-urutan seperti pada gambar berikut.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

Standar pengujian yang digunakan pada penelitian ini adalah SAE J175 memiliki kegunaan yaitu untuk merekomendasi prosedur pengujian laboratorium secara seragam yang mengevaluasi *axial curb impact collision properties* dari suatu roda yang peruntukan mobil penumpang dan truk ringan[1].



Gambar 3. Konstruksi Alat Pengujian SAE J175[1]

Yang dimana roda harus diletakan pada sudut 13 derajat dengan toleransi 1 derajat. Permukaan penumbuk harus memiliki ukuran lebar setidaknya 125 milimeter dan panjang 375 milimeter.

Ketinggian penjatuhan beban yang dianjurkan sebesar 230 milimeter dengan toleransi 2 milimeter dari titik tertinggi pinggir pelek. Berat untuk beban penyerang harus sesuai dengan ketentuan yang diatur melalui persamaan di bawah ini.

$$D=0.6W+180 \quad (1)$$

Dimana D merupakan massa penyerang dengan toleransi 2% dengan satuan kilogram, W merupakan beban statis yang telah ditentukan oleh pihak pabrikan dengan satuan kilogram[1].

Kriteria yang menyebabkan pelek dianggap gagal adalah jika terdapat retak yang kasat mata pada bagian tengah rangkaian roda, bagian tengah pelek terlepas, kehilangan tekanan udara secara keseluruhan dalam 1 menit setelah pengujian. Akan tetapi retak maupun deformasi pada bagian pelek yang terkena permukaan penyerang tidak dianggap sebagai kegagalan, dan jika kegagalan terjadi karena masa yang melambung tidak dianggap sebagai kegagalan, karena yang diharapkan hanya satu kali tumbukan[1].

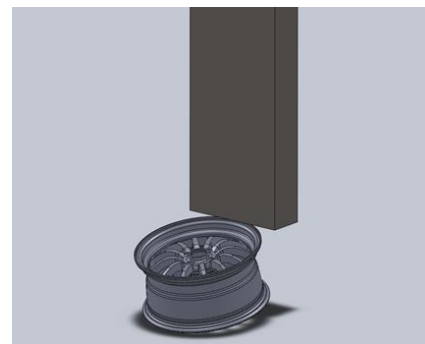
Untuk pemodelan pelek didapatkan gambar solid model dari sumber perusahaan yaitu pelek 16 inci dengan pola lubang baut 4x100[5]. Yang dimana pelek dimodelkan dalam perangkat lunak Solidworks dan nantinya material yang digunakan adalah aluminium alloy AL H5083H116[4]. Selain itu beban penumbuk juga dimodelkan pada perangkat lunak ini dan memiliki massa 480 Kg dan material yang digunakan adalah *structural steel* yang sudah terdapat pada program ansys.

Setelah itu kedua model ini akan di *assembly* untuk dimasukan pada program ansys.



Gambar 4. Pelek 16 Inchi

Pada model *assembly* penumbuk diletakan berdekatan dengan pelek yang dimana hal ini bertujuan untuk mempersingkat proses simulasi dan penumbuk akan diberikan kecepatan awal yang sesuai dengan gerak jatuh bebasnya penumbuk dari ketinggian 230 mm.



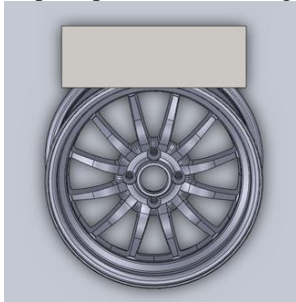
Gambar 5. Assembly Pelek dan Penumbuk

Untuk simulasi yang dilakukan pada perangkat lunak ANSYS 15.0 dengan *explicit dynamics* maka beberapa parameter yang telah di ubahakan dari pengaturan standar yang ada pada program antara lain adalah.

Tabel 1. Parameter Simulasi

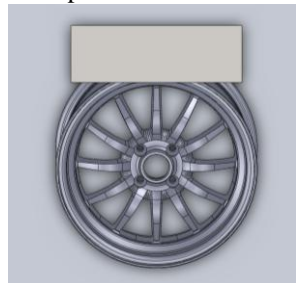
<i>Engineering Data</i>	
Pelek	AL H5083H116
Penumbuk	<i>Structural Steel</i>
<i>Mesh</i>	
<i>Relevance Center</i>	<i>Coarse</i>
<i>Smoothing</i>	<i>High</i>
<i>Transition</i>	<i>Slow</i>
<i>Explicit Dynamics</i>	
<i>Initial Velocity</i>	
Penumbuk	2.123 m/s
<i>Standart Earth Gravity</i>	<i>All bodies</i>
<i>Fixed Support</i>	
Pelek	5 Faces
<i>Displacement</i>	
Penumbuk	4 Edges
<i>Analysis Settings</i>	
<i>End Time</i>	1.6e-002 s

Simulasi yang dilakukan pada program ANSYS dilakukan dengan orientasi *assembly* pelek pada dua posisi, yang dimana hal ini di anjurkan oleh standar SAE J175, pembebanan pada pelek adalah sebagai berikut.



Gambar 6. Pembebanan Pada Posisi 1

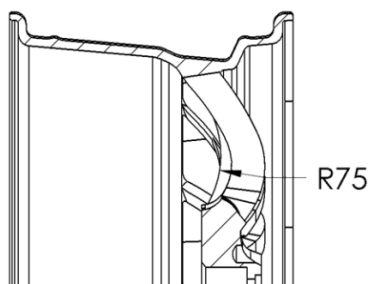
Untuk pembebanan di antara spoke posisi pelek terhadap beban terlihat seperti Gambar 6. Jika di lihat dari atas akan disebut posisi 1.



Gambar 7. Pembebanan Pada Posisi 2

Untuk pembebanan di atas spoke posisi pelek terhadap beban terlihat seperti Gambar 7. Jika di lihat dari atas akan disebut posisi 2.

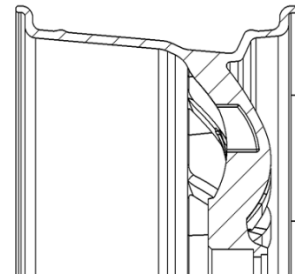
Selain desain pelek awal yang dilakukan simulasi terdapat berbagai macam modifikasi diberikan pada pelek yang juga dilakukan simulasi. Modifikasi pertama yang dilakukan yaitu dengan penambahan *fin* dengan jari-jari 75 mm, berikutnya adalah penambahan lubang yang bertujuan agar massa pelek sama dengan massa pelek awal.



Gambar 8. Profil Penambahan *Fin* Pada Spoke

Fin yang diatmbahkan diletakan pada pangkal *spoke* dan pada sisi dalam *spoke* karena tidak ingin dilakukan perubahan desain visual dari sisi luar pelek. Lalu penambahan lubang dilakukan pada sisi dalam spoke juga yang dimana lubang ini diletakan pada daerah yang tegangannya relatif rendah dibandingkan daerah *spoke* lainnya, dan jenis lubang yang ditambahkan adalah *blind hole* dengan ukuran yang bervariasi menyesuaikan

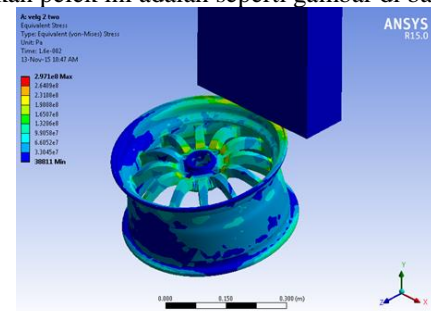
dengan massa yang telah ditambahkan oleh *fin* sebelumnya.



Gambar 9. Peletakan Lubang Pada *Spoke*

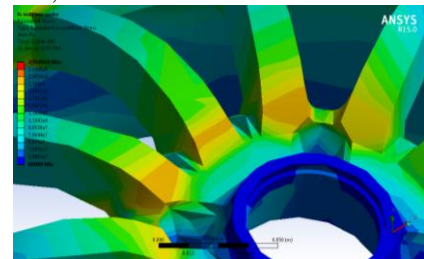
3. Hasil dan Pembahasan

Hasil dari simulasi *explicit dynamics* untuk penumbukan pelek ini adalah seperti gambar di bawah.



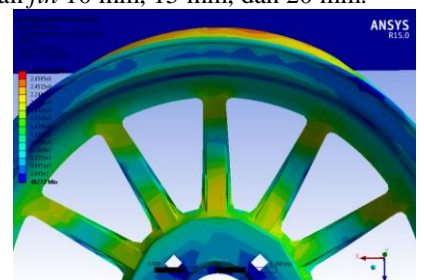
Gambar 10. Hasil Simulasi

Pada hasil simulasi dapat dilihat bahwa tegangan tertinggi pada spoke terdapat pada pangkal *spoke*, maka dari itu dilakukan penguatan pada *spoke* yaitu berupa penambahan material berupa *fin* dengan ketebalan 5 mm, 10 mm, 15 mm, dan 20 mm.



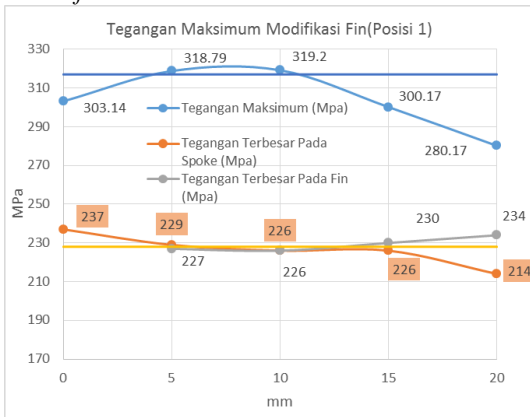
Gambar 11. Tegangan Pada Pangkal *Spoke*

Setelah dilakukan penambahan *fin* pada *spoke* dapat dilihat bahwa tegangan pada *fin* dan bagian dalam *spoke* terdapat daerah yang tegangannya relatif rendah, maka dilakukan penambahan lubang pada daerah tersebut. Penambahan lubang diberikan pada pelek dengan penambahan *fin* 10 mm, 15 mm, dan 20 mm.



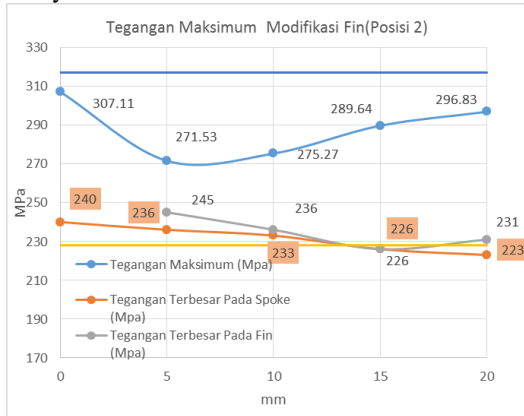
Gambar 12. Tegangan Pada *Fin* Dan *Spoke*

Setelah dilakukan kedua modifikasi maka hasil tegangan pada *spoke* dan pelek ini dapat dilihat pada grafik berikut. Pada grafik, hasil tegangan pada pelek desain awal direpresentasikan oleh pelek dengan ketebalan *fin* 0 mm.



Gambar 13. Tegangan Pada Modifikasi Pertama Posisi 1

Pada grafik tegangan maksimum pada pembebanan posisi 1 dapat dilihat bahwa tegangan pada *spoke* menurun dengan semakin tebalnya *fin*, sedangkan untuk tegangan pada *fin* itu sendiri pada awalnya menurun dengan semakin tebalnya *fin* akan tetapi pada ketebalan 15 mm dan seterusnya kembali meningkat. Dan untuk tegangan maksimum pada awalnya meningkat dengan semakin tebalnya *fin*, tetapi pada ketebalan 15 mm dan seterusnya menurun.



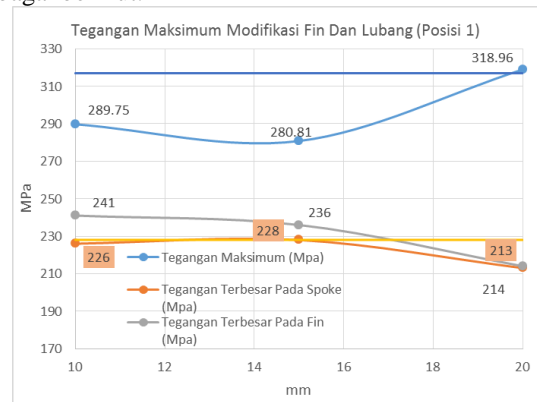
Gambar 14. Tegangan Pada Modifikasi Pertama Posisi 2

Pada grafik tegangan maksimum pada pembebanan posisi 2 dapat dilihat bahwa tegangan pada *spoke* menurun dengan semakin tebalnya *fin*, sedangkan untuk tegangan pada *fin* itu sendiri pada awalnya menurun dengan semakin tebalnya *fin* akan tetapi pada ketebalan 20 mm kembali meningkat. Dan untuk tegangan maksimum pada awalnya turun dengan semakin tebalnya *fin*, tetapi pada ketebalan 10 mm dan seterusnya meningkat.

Dari data diatas dapat dilihat bahwa untuk tegangan pada *spoke* cenderung menurun seiring dengan tebalnya *fin* yang ditambahkan, sedangkan untuk tegangan pada *fin* itu sendiri membentuk pola seperti kurva parabola dengan titik terendah pada ketebalan 10 mm untuk posisi 1 dan ketebalan 15 mm untuk posisi 2. Sedangkan untuk

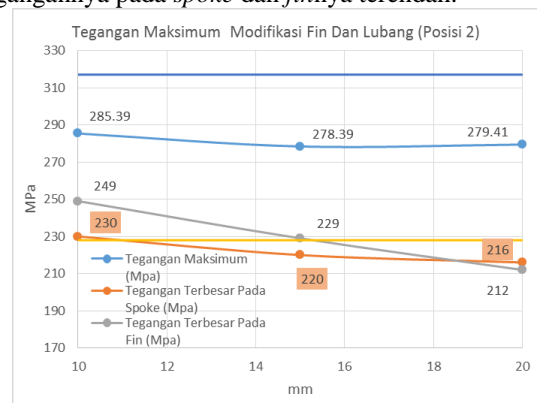
tegangan maksimum pada pelek itu sendiri membentuk pola yang bertolak belakang dimana pada pembebanan posisi 1 nilai tertinggi terdapat pada ketebalan *fin* 5 mm dan 10 mm, sedangkan pada pembebanan posisi 2 pada ketebalan yang sama didapatkan nilai terendah.

Dari hasil simulasi pengaruh *fin* pada *spoke* didapatkan bahwa pada pelek dengan modifikasi *fin* ketebalan 15 mm dan 20 mm memiliki performa yang terbaik yaitu memiliki tegangan maksimum yang lebih rendah dibandingkan desain awal, akan tetapi kedua desain pelek ini memiliki massa yang lebih besar dibandingkan desain awal, maka pada modifikasi berikutnya yang memiliki massa yang sama dan diberi modifikasi lubang hasil tegangan yang terjadi adalah sebagai berikut.



Gambar 15. Tegangan Pada Modifikasi Kedua Posisi 1

Pada grafik tegangan maksimum pada pembebanan posisi 1 dapat dilihat bahwa tegangan pada *spoke* menurun dengan semakin tebalnya *fin*, sedangkan untuk tegangan pada *fin* itu sendiri juga menurun dengan semakin tebalnya *fin*. Dan untuk tegangan maksimum terdapat nilai terendah pada ketebalan 15 mm dan untuk ketebalan 20 mm terdapat nilai tertinggi meski tegangannya pada *spoke* dan *fin*nya terendah.



Gambar 16. Tegangan Pada Modifikasi Kedua Posisi 2

Pada grafik tegangan maksimum pada pembebanan posisi 2 dapat dilihat bahwa tegangan pada *spoke* menurun dengan semakin tebalnya *fin*, sedangkan untuk tegangan pada *fin* itu sendiri juga menurun dengan semakin tebalnya *fin*. Dan untuk tegangan maksimum terdapat nilai terendah pada ketebalan 15 mm dan untuk

ketebalan 20 mm kembali meningkat tetapi masih tidak sebesar dibandingkan ketebalan *fin* 10 mm.

Dari data diatas dapat dilihat bahwa untuk tegangan pada *spoke* cenderung menurun seiring dengan tebalnya *fin* yang ditambahkan, sedangkan untuk tegangan pada *fin* itu sendiri juga menurun dengan semakin tebalnya *fin*. Sedangkan untuk tegangan maksimum pada pelek itu sendiri pada ketebalan 15 mm memiliki nilai terendah sedangkan untuk ketebalan 20 mm terjadi peningkatan terutama pada pembebanan posisi 1. Maka dari itu dapat disimpulkan bahwa modifikasi desain pelek dengan penambahan *fin* dan lubang untuk ketebalan 15 mm merupakan desain yang optimal dikarenakan memiliki tegangan yang lebih rendah dibandingkan desain awal tanpa penambahan beban atau material.

4. Kesimpulan

Kesimpulan yang didapatkan dari penelitian ini adalah bahwa model pelek desain awal dari pabrik lulus dalam simulasi uji SAE J175 karena tidak mengalami putusya *spoke* dari pelek dan juga adanya keretakan pada permukaan[1]. Dari data penelitian ini dapat disimpulkan bahwa melakukan modifikasi pada *spoke* pelek baik dengan penambahan material maupun tidak mempengaruhi tegangan yang terjadi karena geometri dari pelek yang mempengaruhi kekuatan dari pelek. Dengan melakukan penambahan *fin* pada pangkal *spoke* dapat mengurangi tegangan pada *spoke* itu sendiri, seiring dengan tebalnya *fin* maka penurunan tegangan juga semakin banyak akan tetapi hal ini tidak berlaku pada tegangan tertinggi yang terdapat pada ujung pelek atau *rim* yang dimana tegangannya memiliki nilai terendah pada modifikasi tertentu. Pengujian pada posisi yang berbeda dapat menghasilkan pola tegangan yang berbeda hal ini dapat dilihat dari hasil modifikasi pertama antara posisi satu dan posisi 2 yang dimana tegangan tertingginya bertolak belakang. Dan Model desain dengan *fin* 15 mm dan lubang merupakan model yang optimal karena tegangannya lebih rendah 26.3 MPa untuk tegangan tertingginya, dibandingkan desain awal tanpa penambahan material.

5. Daftar Pustaka

1. SAE International. (2003). Surface Vehicle Recommended Practice Wheels Impact Test Procedure Road Vehicles. USA
2. Pett, A. (2011). Introduction to Explicit Dynamics Using ANSYS Workbench. Retrieved August 10, 2015, from <http://www.ansys.com/>
3. SAS IP, Inc. (2009). ANSYS Workbench User's Guide. Canonsburg, PA
4. ASM Aerospace Specification Metals Inc. ASM Material Data Sheet. Retrieved October 28, 2015, from <http://asm.matweb.com/>
5. WheelLugPattern.com. (2009). Measure Your Lug Pattern. Retrieved August 15, 2015, from <http://www.wheellugpattern.com/>
6. Gravitycalc.com. (2015). Gravity Calculations – Earth. Retrieved October 5, 2015, from <http://www.gravitycalc.com/>
7. Pratikto, I. (2012). Analisa Sudut Kemiringan Spoke Velg Cast Wheel Sepeda Motor Terhadap Kekuatan Tekan Dan Impak. (TA No. 03010991/MES/2012). Unpublished undergraduate thesis, Universitas Kristen Petra, Surabaya.
8. Varese A. (2005). Impact Test Machine For Alloy Wheel. Retrieved August 10, 2015, from <http://borli.en.ec21.com/>