

PROSIDING

Seminar Nasional Mesin dan Teknologi Kejuruan (SNMTK) - 2015

Universitas Negeri Jakarta
27 Mei 2015



EDITOR :

Prof. Dr. Hj. Zulfati Syahril, M.Pd.
Prof. Dr. Basuki Wibawa
Prof. Dr. Hartati, M.Pd.
Prof. Dr. G. Margono, M.Ed.
Dr. C. Rudy Prihantoro, M.Pd.
Dr. Priyana, M.Pd.
Agung Premono, M.T., Ph.D.
Riza Wirawan, M.T., Ph.D.
Dr. Darwin Rio Budi Syaka, S.T., M.T.
Dr. Agus Dudung, M.Pd.

Kompetensi Pendidikan Teknik Mesin: Tantangan dan Harapan



*Building
Future
Leaders*

Diterbitkan oleh :
Jurusan Teknik Mesin
Fakultas Teknik - Universitas Negeri Jakarta
Gedung B, Kampus A
Jl. Rawamangun Muka, Jakarta, 13220



Prosiding

**Seminar Nasional Mesin
Dan Teknologi Kejuruan (SNMTK)**

Editor :

Prof. Dr. Hj. Zulfiati Syahrial, M.Pd.

Prof. Dr. Basuki Wibawa

Prof. Dr. Hartati, M.Pd.

Prof. Dr. G. Margono, M.Ed.

Dr. C. Rudy Prihantoro, M.Pd.

Dr. Priyono, M.Pd.

Dr. Eng. Agung Premono, M.T.

Riza Wirawan, M.T., Ph.D.

Dr. Darwin Rio Budi Syaka, M.T.

Dr. Agus Dudung, M.Pd.

Lay Out:

Ragil Sukarno, S.T., M.T.

I Wayan Sugita, S.T., M.T.

Diterbitkan Oleh :

Jurusan Teknik Mesin

Fakultas Teknik – Universitas Negeri Jakarta

Seminar Nasional Teknik Dan Kejuruan (SNMTK)

Editor : Prof. Dr. Hj. Zulfiati Syahrial, M.Pd., Prof. Dr. Basuki Wibawa, Prof. Dr. Hartati, M.Pd., Prof. Dr. G. Margono, M.Ed., Dr. C. Rudy Prihantoro, M.Pd., Dr. Priyono, M.Pd., Riza Wirawan, M.T., Ph.D., Dr. Darwin Rio Budi Syaka, M.T., Dr. Agus Dudung, M.Pd.

ISBN : 978-602-14000-2-9

ISBN 978-602-14000-2-9



Disclaimer

This book proceeding represents information obtained from authentic and highly regarded sources. Reprinted material is quoted with permission, and sources are indicated. A wide variety of references are listed. Every reasonable effort has been made to give reliable data and information, but the author(s) and the publisher can not assume responsibility for the validity of all materials or for the consequences of their use.

All rights reserved. No part of this publication may be translated, produced, stored in a retrieval system or transmitted in any form by other any means, electronic, mechanical, photocopying, recording or otherwise, without written consent from the publisher.

Direct all inquiries to Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering State University of Jakarta, B Building, Kampus A, Jl. Rawamangun Muka, Jakarta 13220, Indonesia

@2015 by Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering State University of Jakarta

THE
Character Building
UNIVERSITY

MAT-11	ANALISIS STRUKTUR MIKRO AUSTEMPERED DUCTILE IRON Yunita Sari	342
MAT-12	STUDI PEMBUATAN FILM TIPIS TIN PADA BAJA AISI-D2 DENGAN PROSES PVD Yunita Sari	346
MAT-13	DEFORMATION ANALYSIS ON THE CARTRIDGE CASE OF SMALL CALIBER Imam basori , Bondan T. Sofyan	351
MAT-14	PENGARUH PENAMBAHAN NB_2O_3 TERHADAP KARAKTERISTIK KOMPOSIT KERAMIK $Al_2O_3-SiC-ZrO_2$ Bondan T. Sofyan*, Qurratul A. Nasution, David Jendra, Hafsa I. Pratiwi	357
MAT-15	ANALISIS UJI KEKUATAN IMPAK DINAMIK AA2024-T3 SEBAGAI DATA INPUT PADA SIMULASI MSC-NASTRAN UNTUK PEMODELAN PELEK MOBIL YANG TANGGUH Batumahadi Siregar dan Erma Yulia	362
MAT-16	MENELISIK PERBEDAAN BATERE HANDPHONE KONDISI FIT DAN BATERE HANDPHONE KONDISI RUSAK PADA SALAH SATU JENIS HANDPHONE YANG ADA DI INDONESIA Himawan Hadi Sutrisno, Triyono, A. Saufan	369

KELOMPOK MANAJEMEN INDUSTRI (MI)

MI-01	ANALISA TINGKAT KELELAHAN CLEANING SERVICE DI UNIVERSITAS XYZ DENGAN METODE THE SUBJECTIVE SYMPTOM TEST (SST) Nabila Ramadhany Barley, Imron Baskara, Budi Aribowo	374
MI-02	ENTERPRISE RESOURCE PLANNING (ERP) IMPLEMENTATION AT FOOD FRANCHISE IN YOGYAKARTA Ignatius Alvin Krisnugraha, Rinin Diar A., The Jin Ai	377
MI-03	ANALISIS PRODUK <i>FIRE EXTINGUISHER</i> TERHADAP BEBAN KERJA FISIK Adri Fajar Jenie, Alfa Suryadibrata, Budi Aribowo	386
MI-04	ANALISIS PEMINDAHAN OHP DENGAN MENGGUNAKAN METODE RAPID ENTIRE BODY ASSESSMENT (REBA) Yusuf Caraka P.R, Kharisma Y, Budi Aribowo	389
MI-05	PERANCANGAN SISTIM KERJA PADA PROSES PEMBUATAN TEPUNG KELAPA Jenly D.I. Manongko	394
MI-06	KESEIMBANGAN LINTASAN PRODUKSI DENGAN METODE BOBOT POSISI PADA PT. XYZ Lukman Arhami	398

ANALISIS UJI KEKUATAN IMPAK DINAMIK AA2024-T3 SEBAGAI DATA INPUT PADA SIMULASI MSC-NASTRAN UNTUK PEMODELAN PELEK MOBIL YANG TANGGUH

Batumahadi Siregar dan Erma Yulia

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Unimed, Jl.Willem Iskandar Psr.V Medan,
20221

e-mail : batumahadi@gmail.com

Abstrak

Field problems often occur crack or even shatter the car rim especially local products, based on the results of the initial survey the field and prove that cracks and fractures are common in the trunk area of the rim, but should also be known that the properties and toughness rim local production is still necessary assessment deeper Impact dynamic at high speed can lead to failure on the rim, it is characterized by the solidification structure of the trunk area rim. Therefore it is necessary to do a series of impact tests on AA2024-T3 material as one of the ingredients on the rim car has experienced fatigue in order to determine how much reduction in impact strength occurred. The method used in this research is the method Split Hopkinson Pressure Bar. From the test results of non-fatigued impact tensile strength of 482.32 MPa fatigue and to pre-fatigued amounted to 312.61 MPa, so that can know the percentage decrease in tensile strength caused by fatigue impact amounted to 35.19%. Endurance limit AA2024-T3 is the stress amplitude of 143 MPa, where its endurance limit is less than or equal to a half times its Ultimate Tensile Strength ($S_e \leq 0.5 S_{ut}$). From the research results can be informed that stress concentration occurs in the trunk area rim and damage failure car rim is dominated by compressive stress but did not rule out the possibility that the dynamic tensile stress affects the failure of structural components car rim. Redesign of the geometric and dimensions car rims tailored to the mechanical properties of materials can reduce the effects of impact dynamic loads experienced by structural component.

Keywords: Impact dynamic, AA2024-T3, MSC-Nastran-cur rim

Abstrak

Permasalahan dilapangan sering sekali terjadi retak bahkan patah pada pelek mobil khususnya produk lokal, berdasarkan hasil survei awal lapangan dan ini membuktikan bahwa retak memang patah secara umum terjadi pada daerah batang pelek tersebut, namun perlu juga diketahui bahwa properties dan ketangguhan pelek produksi lokal ini masih perlu pengkajian yang lebih dalam lagi. Benturan-benturan yang keras dengan kecepatan yang tinggi dapat mengakibatkan kegagalan pada pelek tersebut, hal ini ditandai dengan adanya pematatan struktur pada daerah batang pelek. Oleh karena itu perlu dilakukan serangkaian pengujian impact terhadap material AA2024-T3 sebagai salah satu bahan pada pelek mobil yang telah mengalami fatik guna mengetahui seberapa besar penurunan kekuatan impact yang terjadi. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Metode Split Hopkinson Pressure Bar. Dari hasil uji kekuatan tarik impact non-fatigue sebesar 482,32 MPa dan untuk pre-fatigued sebesar 312,61 MPa, sehingga dapat diketahui persentase penurunan kekuatan tarik impact yang terjadi akibat fatik adalah sebesar 35,19%. Batas ketangguhan fatik (endurance limit) AA2024-T3 berada pada amplitudo tegangan sebesar 143 MPa, dimana endurance limit-nya lebih kecil atau sama dengan setengah kali Ultimate Tensile Strength-nya ($S_e \leq 0.5 S_{ut}$). Dari hasil penelitian dapat diinformasikan bahwa konsentrasi tegangan terjadi pada daerah batang pelek dan kerusakan/kegagalan pelek mobil lebih didominasi oleh tegangan tekan namun tidak menutup kemungkinan bahwa tegangan tarik dinamik sangat berpengaruh terhadap kegagalan komponen struktur pelek mobil. Redesain dimensi dan geometrik pelek mobil yang disesuaikan dengan sifat mekanik material dapat mengurangi dampak beban impact (dinamik) yang dialami oleh komponen struktur.

Kata-kata kunci: Impact Dinamik, AA2024-T3, MSC-Nastran-Pelek mobil

1. PENDAHULUAN

Salah satu komponen struktur yang sering mengalami kegagalan adalah pelek mobil, pelek mobil produk lokal yang dijadikan objek penelitian tidaklah seragam komposisinya satu dengan yang lainnya (tidak standar). Salah satu standar bahan pelek mobil ialah aluminium alloys (A365 atau AA2024-T3). Ketika pelek mobil yang telah mengalami fatik, kekuatannya akan menurun, selanjutnya muncul retak dan akhirnya terjadi perpatahan. Retak yang timbul ini disebut juga retak fatik. Sejalan ini, penelitian tentang pertumbuhan retak fatik dengan beban impact telah banyak dilakukan sejak 20 tahun yang lalu. Pertumbuhan retak fatik akibat beban impact telah menjadi aspek penting dalam kajian fatik pada logam karena adanya kemungkinan terjadi percepatan laju pertumbuhan retak (Tanaka, et al., 1989).

Pembebanan yang berfluktuasi secara terus menerus terhadap pelek mobil telah mengakibatkan terjadinya fatik. Hal ini membawa dampak yang buruk bagi material, yaitu terjadinya penurunan sifat-sifat mekanis dan terjadinya retak fatik yang tidak diinginkan. Sehingga bila komponen tersebut menerima beban impact (laju regangan tinggi), maka dikhawatirkan akan terjadi perpatahan pada daerah retak fatik tersebut. Oleh karena itu perlu dilakukan serangkaian pengujian impact terhadap material pelek mobil yang telah mengalami fatik guna mengetahui seberapa besar penurunan kekuatan impact yang terjadi. Apakah penurunan kekuatan impact yang terjadi cukup signifikan atau tidak dan selanjutnya redesain dimensi dan geometrik pelek yang tangguh terhadap beban impact dinamik.

Menjawab permasalahan tersebut di atas, maka metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Metode *Split Hopkinson Pressure Bar*. Sebuah metode yang telah dibangun oleh Hopkinson sejak tahun 1914 yang merupakan metode pertama yang digunakan untuk mengukur tegangan *impulsif* sesaat.

Pengujian ini menggunakan sebuah spesimen silindris yang kecil ditempatkan di antara batang input dan batang insiden. Sebuah gelombang tekan dibangkitkan oleh pukulan impact dan menyalur melalui batang input dan masuk ke dalam spesimen, kemudian masuk ke batang insiden. Ketika gelombang tekan mencapai daerah ujung bebas, gelombang tersebut akan berbalik melewati batang sebagai gelombang tarik. Sementara itu, untuk mentransfer gelombang tarik melalui spesimen ke dalam batang kedua, maka pada kedua ujung spesimen dibuat sambungan ulir (*mechanical joint*).

Menggunakan persamaan-persamaan penalaran gelombang elastik satu dimensi di dalam batang dan perekam sinyal dari *strain gage* pada kedua batang, maka dapat ditentukan waktu dari kedua gaya dan regangan yang terjadi. Dengan

diperolehnya regangan, maka kekuatan tarik impact material tersebut dapat ditentukan pula.

2. KAJIAN PUSTAKA

Tegangan pada pelek

Dari kasus yang telah diidentifikasi pada pokok permasalahan yaitu berupa terjadinya kegagalan (patah) pada pelek mobil yang diperlakukan akibat beban-beban yang diterima oleh pelek tersebut, untuk itu perlu dilakukan analisa tegangan internal pada pelek (Djaprie, S., 1993, dan Sigley, J.E., 1989). Selain tegangan-tegangan internal dapat pula dicari dari tegangan *vonmises* maksimum dan minimum selama pembebanan *cycle* diberikan, dimana tegangan yang terjadi adalah σ_m dan tegangan *amplitude* adalah σ_a (Yeh-Liang Hsu, 2001).

Fatig

Kegagalan leleh adalah hal yang sangat membahayakan, karena terjadi tanpa petunjuk awal. Kelelahan mengakibatkan patah yang terlihat rapuh, tanpa deformasi pada patahan tersebut.

Namun berbagai macam kriteria banyak digunakan untuk menghitung dan mengkalulasi kegagalan leleh, misalnya kriteria Goodman dan Gerber's (Yeh-Liang Hsu, 2001).

Fatig yang terjadi pada logam telah dipelajari sejak lebih dari 150 tahun yang lalu. Salah seorang peneliti awal tetapi bukan yang pertama yaitu August Wohler (Bannantine, 1990), dalam kurun waktu sejak tahun 1850 sampai dengan tahun 1875 berbagai percobaan telah dijalankan guna mendapatkan sebuah tegangan alternatif yang aman sehingga kegagalan tidak akan terjadi. Hampir seratusan tahun para peneliti telah menampilkkan secara eksperimental efek dari beberapa variabel yang mempengaruhi panjangnya usia keuletan fatik logam (Bannantine, 1990).

Metode S-N merupakan sebuah pendekatan yang pertama sekali digunakan dalam upaya memahami dan menghitung kelelahan pada logam. Metode ini telah menjadi metode standar untuk desain fatik selama kurun waktu hampir 100 tahun (Bannantine, 1990). Pendekatan dengan metode S-N masih banyak digunakan dalam aplikasi desain dimana tegangan yang berlangsung menjadi faktor utama dan berada dalam batas elastis material serta resultan usia pakai sangat panjang.

Dasar dari metode *stress life* ini adalah diagram S-N atau disebut juga diagram Wohler yang menggambarkan tegangan-tegangan alternatif (S) terhadap jumlah putaran hingga patah (N). Prosedur yang paling umum untuk mendapatkan data S-N adalah melalui pengujian *Rotating Bending* dan *Axial Tension*.

Impak

Salah satu metode pengukuran kekuatan impak yang paling populer saat ini yaitu metode *Split Hopkinson Pressure Bar*, yang menggunakan batang elastis panjang untuk mempelajari tegangan tekan yang dihasilkan oleh impak sebuah peluru atau letupan bahan peledak. Pada alat ini, Hopkinson menyimpulkan bahwa selama batang tekan bersifat elastis, perpindahan pada batang tekan berhubungan secara langsung dengan tegangan, dan bahwa panjang gelombang tegangan dalam batang berhubungan dengan waktu impak.

Gelombang tegangan adalah gelombang mekanis, yaitu gelombang yang memerlukan suatu media untuk dapat mentransmisikannya. Kecepatan rambat sebuah gelombang sangat ditentukan oleh sifat-sifat media yang dilaluinya.

Dari teori propagasi gelombang elastis suatu dimensi diketahui (Lindholm, U.S., 1964)

$$u = c_0 \int_0^t \epsilon dt' \quad (1)$$

dimana u adalah perpindahan (*displacement*) pada waktu t , c_0 adalah kecepatan gelombang elastis dan ϵ adalah regangan. Perpindahan u_1 pada permukaan batang input merupakan hasil kedua pulsa regangan insiden ϵ_1 yang melewati arah x positif dan pulsa regangan balik ϵ_r yang melewati arah x negatif. Sehingga

$$u_1 = c_0 \int_0^t \epsilon_1 dt' + (c_0) \int_0^t \epsilon_r dt' = c_0 \int_0^t (\epsilon_1 - \epsilon_r) dt' \quad (2)$$

Dengan cara yang sama, perpindahan u_2 pada permukaan batang regangan insiden dapat diperoleh dari pulsa regangan yang ditransmisikan ϵ_2 sebagai berikut:

$$u_2 = c_0 \int_0^t \epsilon_2 dt' \quad (3)$$

Dengan demikian, nominal regangan di dalam spesimen adalah,

$$\epsilon_s = \frac{u_1 - u_2}{l_s} = \frac{c_0}{l_s} \int_0^t (\epsilon_1 - \epsilon_r - \epsilon_2) dt' \quad (4)$$

dimana l_s adalah panjang awal spesimen. Persamaan di atas dapat lebih disederhanakan lagi jika kita asumsikan bahwa tegangan yang melewati spesimen adalah konstan. Dengan asumsi ini

$$\epsilon_r = \epsilon_1 - \epsilon_s \quad (5)$$

dan dengan mensubstitusikan ke dalam persamaan (4), maka diperoleh

$$\epsilon_s = \frac{2c_0}{l_s} \int_0^t \epsilon_1 dt' \quad (6)$$

Beban yang berlangsung P_1 dan P_2 pada masing-masing ujung spesimen adalah

$$P_1 = E A (\epsilon_1 + \epsilon_r) \text{ dan } P_2 = E A \epsilon_2$$

Maka tegangan rata-rata yang masuk ke dalam spesimen (σ_s) adalah

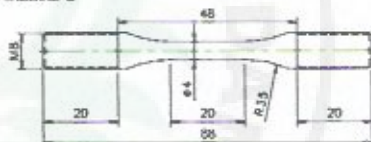
$$\sigma_s = \frac{P_1 + P_2}{2A_s} = \frac{1}{2} E \left(\frac{A}{A_s} \right) (\epsilon_1 + \epsilon_r + \epsilon_2) \quad (7)$$

dimana E adalah modulus elastisitas batang tekan, A/A_s adalah rasio luas penampang antara batang tekan dengan spesimen. Sekali lagi, dengan menggunakan persamaan (5), dapat disederhanakan menjadi

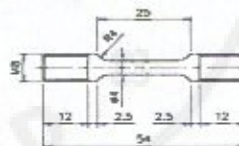
$$\sigma_s = E \left(\frac{A}{A_s} \right) \epsilon_1 \quad (8)$$

3. METODE

Material yang digunakan pada penelitian ini adalah AA2024-T3 yang berbentuk *round bar*. Dimensi dan geometri spesimen uji fatik diperlihatkan pada Gambar 1. Spesimen uji impak Gambar 2.



Gambar 1. Dimensi dan geometrik spesimen uji fatik



Gambar 2. Dimensi dan geometrik spesimen uji impak

Uji fatik

Sebagai bahan panduan dalam melaksanakan uji fatik ini, digunakan standar ASTM E 466-96. Standar ini hanya untuk uji fatik beban aksial dengan amplitudo konstan dan fungsi beban secara periodik pada temperatur ruangan. Dalam ASTM E466-96 ini telah diatur mengenai keutamaan dan penggunaan uji fatik beban aksial, perencanaan bentuk spesimen, persiapan spesimen, karakteristik alat, prosedur pengujian, pelaksanaan pengujian dan laporan hasil uji. Dalam pengujian fatik ini, alat yang akan digunakan adalah *Shimadzu Servopulser Testing Machine*.

Penyajian kekuatan fatik pada beban amplitudo konstan diberikan dalam kurva logaritmis S-N. Dimana S adalah tegangan dan N adalah jumlah siklus hingga sampai patah. Besaran-besaran penting pada pembebanan amplitudo konstan adalah S_{max} , S_{min} , S_m dan S_n sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 3. Hubungan antar besaran-besaran tersebut

adalah sebagai berikut (Itabashi, M, and H Fukuda, 1999)

$$S_o = S_m + S_a \quad (9)$$

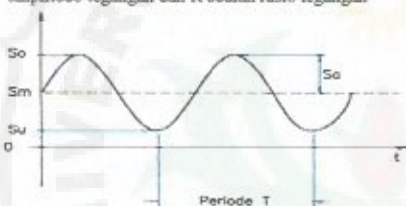
$$S_u = S_m - S_a \quad (10)$$

$$S_m = \frac{S_o + S_u}{2} \quad (11)$$

$$S_a = \frac{S_o - S_u}{2} \quad (12)$$

$$R = \frac{S_u}{S_o} \quad (13)$$

Dimana S_o adalah tegangan atas, S_u adalah tegangan bawah, S_m adalah tegangan rata-rata, S_a adalah amplitudo tegangan dan R adalah rasio tegangan



Gambar 3. Terminologi amplitudo tegangan

Uji Impak

Secara prinsip, peralatan ini terdiri dari sebuah batang pemukul dan dua batang tekan Hopkinson yang ditempatkan secara segaris di atas sebuah balok kaku

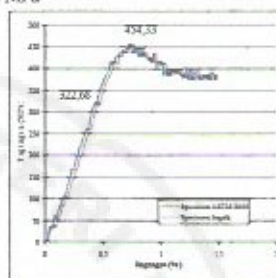
Spesimen diulirakan ke dalam batang input dan batang insiden Sebuah *split shoulder* atau *collar* menyelubungi spesimen berulir hingga menjadikan batang tekan mengikat ketat terhadap *collar* Pulsa gelombang tekan akan masuk melewati *collar* meskipun tanpa spesimen, selanjutnya pulsa gelombang tekan terus menjaral hingga mencapai ujung bebas dari batang insiden Di ujung ini, gelombang tersebut direfleksikan dan menjaral balik dalam bentuk pulsa tegangan tarik (σ) dan melewati *strain gage* Pulsa gelombang tarik sebahagian ditransmisikan melalui spesimen dan sebahagian lagi dibalikkan ke batang insiden Perlu dicatat bahwa *collar* yang telah menyalurkan tegangan tekan melewati sekeliling spesimen tidak mampu menerima dan menyalurkan gelombang tarik karena *collar* tersebut tidak memiliki ikatan kuat dengan batang tersebut

4. HASIL

Uji verifikasi

Grafik hasil uji tarik statik terhadap spesimen uji impak dan spesimen ASTM E466, ditampilkan pada Gambar 4 Dari grafik ini dapat diperoleh informasi bahwa *ultimate tensile stress* dari aluminium paduan memiliki harga sebesar 454,33

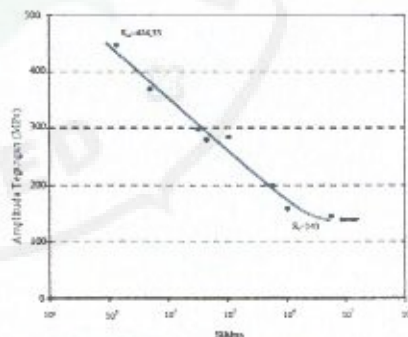
MPa dan tegangan luluhnya (*yield stress*) sebesar 322,68 MPa



Gambar 4. Grafik hasil uji verifikasi

Uji fatik

Dari hasil pengujian dapat ditarik sebuah kurva S-N sebagaimana ditampilkan pada Gambar 5, dimana *endurance limit* yang diperoleh berada pada amplitudo tegangan 143 MPa Pada titik ini spesimen telah dibebani dengan siklus lebih dari 10^7 dan tidak mengalami perpatahan Pada titik inilah aluminium paduan bahan pelek mobil produk lokal memiliki usia pakai (*life time*) yang maksimal



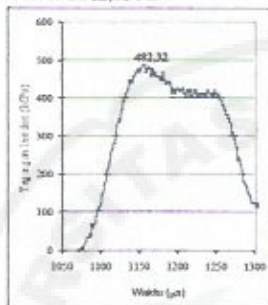
Gambar 5. Kurva S-N AA2024-T3

Uji Impak

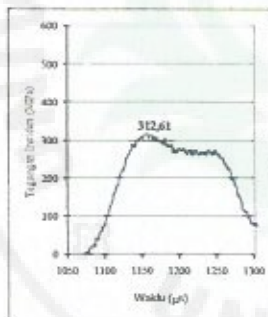
Kurva *incident stress* yang ditampilkan pada Gambar 6 merupakan bentuk suatu kurva dari spesimen yang sudah mengalami perpatahan Spesimen ini adalah spesimen yang tidak diberikan beban fatik Dari kurva tersebut dapat dibaca bahwa tegangan maksimum yang masuk ke dalam spesimen adalah sebesar 482,32 MPa

Untuk spesimen yang telah dibebani fatik, bentuk kurva tegangan insiden yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 7 Pada tekanan 0.4 bar dengan jarak impact yang lebih rendah spesimen mengalami patah, yaitu pada jurak impact sebesar

100 mm. Dari kurvanya dapat dibaca tegangan insiden maksimum yang masuk ke dalam spesimen ini adalah sebesar 312,61 MPa



Gambar 6. Grafik tegangan insiden terhadap waktu untuk spesimen non-fatigued

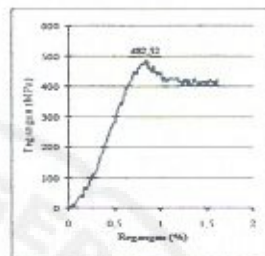


Gambar 7. Grafik tegangan insiden terhadap waktu untuk spesimen pre-fatigued

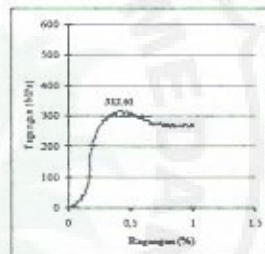
Dari spesimen yang tidak dibebani fatik dan berhasil direkam hasil pengujianya dibuat dalam bentuk kurva tegangan-regangan, diperoleh nilai rata-rata sebesar 482,32 MPa (Gambar 8) dengan standard deviasinya sebesar 5,25%. Lalu untuk spesimen yang sudah dibebani fatik nilai rata-ratanya sebesar 312,61 MPa (Gambar 9) dengan standard deviasi sebesar 7,83%

Simulasi MSC-NASTRAN

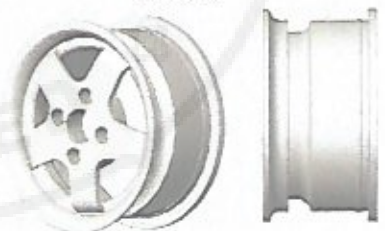
Sebelum menganalisa konsentrasi tegangan menggunakan simulasi MSC-NASTRAN, maka pemodelan pelek mobil sesuai data dilampiran perlu dilakukan menggunakan perangkat lunak Solidwork (Gambar 10)



Gambar 8. Kurva tegangan-regangan untuk spesimen non-fatigued



Gambar 9. Kurva tegangan-regangan untuk spesimen pre-fatigued



Gambar 10. Rodesain model pelek mobil

5. DISKUSI

Hasil uji fatik

Kurva S-N yang ditampilkan pada Gambar 5 menginformasikan *endurance limit* sebesar 380 MPa. Bila kita bandingkan hasil uji fatik ini dengan hasil uji tarik statik sebagaimana ditampilkan pada Gambar 4, dapat diketahui suatu hubungan antara *ultimate tensile strength* (S_u) dengan *endurance limit* (S_e) sesuai dengan pernyataan Chao, Y J., et al., (2001) Sebagaimana menurut Bannantine, Julie A., (1990) bahwa S_e ekuivalen dengan setengah kali S_u . Dengan kata lain *endurance limit* 143 MPa adalah

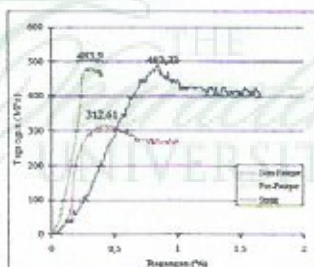
lebih kecil dari setengah kali *ultimate tensile strength*-nya, yaitu sebesar 454,33 MPa

Hasil uji impact

Dari hasil pengujian impact yang telah diperoleh dapat dibandingkan dengan literatur yang menjadi referensi penelitian ini yaitu penelitian yang telah dilakukan oleh Yokoyama T., (1999) Tipikal gelombang regangan yang ditampilkan oleh Yokoyama dalam *paper*-nya tersebut hampir sama dengan tipikal gelombang tegangan insiden dan waktu yang ditampilkan dalam Gambar 6 dan Gambar 7 Begitu juga bentuk kurva tegangan-regangan sebagaimana ditampilkan pada Gambar 8 dan Gambar 9 hampir menyerupai dengan kurva tegangan-regangan yang dilaporkan oleh Yokoyama Hal ini menandakan bahwa *set-up* alat uji impact dalam penelitian ini telah benar Perhitungan dan kalibrasinya sudah sesuai dengan apa yang telah dilaksanakan oleh peneliti-peneliti sebelumnya

Menurut Nicholas, (1981), di dalam setiap pengujian batang Hopkinson, perpatahan akan selalu terjadi di tengah spesimen (*gauge section*) Minimal jaraknya satu kali diameter spesimen dari tengah spesimen itu sendiri Dari serangkaian pengujian impact yang telah dilaksanakan dapat dilihat bahwa umumnya perpatahan yang terjadi berada di daerah tengah spesimen Hal ini membuktikan bahwa *set-up* pengujian telah memenuhi ketentuan-ketentuan yang ditetapkan oleh Nicholas

Gambar 11 menunjukkan bahwa spesimen *non-fatigue* memiliki *ultimate tensile strength* yang paling besar Kemudian disusul oleh spesimen *pre-fatigued* dan yang paling rendah adalah *ultimate tensile strength* hasil uji statik Hal ini menandakan bahwa selama terjadinya percepatan laju regangan yang berlangsung pada uji impact, telah membawa dampak berupa peningkatan *ultimate tensile strength*



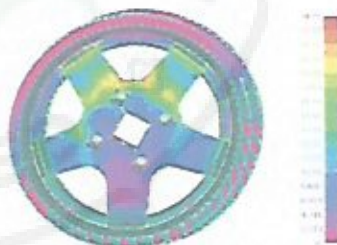
Gambar 11. Kurva tegangan-regangan hasil uji statik dan impact

Hasil Simulasi MSC-NASTRAN

Menggunakan simulasi MSC-NASTRAN dapat diperkirakan konsentrasi tegangan yang terjadi pada pelek, untuk mendapatkan besaran tegangan yang diterima masing-masing elemen pada mesh hasil simulasi dapat dilakukan dengan menunjukkan pada satu node atau elemen yang ingin ditampilkan Gambar 12 menunjukkan hasil simulasi pelek tanpa beban, sedangkan Gambar 14 simulasi pelek telah diberi beban sebesar 395 kg dan dengan menggunakan persamaan (8) diketahui bahwa tegangan maksimum pada daerah kritis sebesar 34,67 MPa



Gambar 11. Konfigurasi mesh



Gambar 12. Konfigurasi mesh

Pada Gambar 12 tersebut jelas memberikan informasi bahwa konsentrasi tegangan pada daerah batang pelek, dan besar kemungkinan kegagalan pelek selalu pada daerah batang tersebut

6. KESIMPULAN

Dari hasil dan diskusi yang telah diuraikan di atas dapat ditarik kesimpulan bahwa penurunan kekuatan tarik impact yang terjadi akibat fatik adalah sebesar 35,19%, menunjukkan bahwasanya kekuatan tarik impact sangat dipengaruhi oleh homogenitas struktur, tegangan dalam (sisa) pada komponen Batas ketangguhan fatik (*endurance limit*) AA2024-T3 berada pada amplitudo tegangan sebesar 143 MPa, dimana *endurance limit* nya lebih kecil atau sama dengan setengah kali *Ultimate*

Tensile Strength-nya ($S_c \leq 0.5 S_u$) Tegangan fluktuasi yang terjadi pada komponen struktur pelek mobil dari bahan AA2024-T3 sangat mempengaruhi kelelahan impalnya, cenderung menurun melebihi 50% dari batas kekuatan tarik bahan tersebut Untuk hasil redesain model pelek menunjukkan bahwa distribusi tegangan lebih baik dari model pelek lokalan secara umum, sehingga perubahan tegangan impak terjadi pada daerah lubang baut

Yokoyama, Takashi, Toshihiko Isomoto, *Impact Tension Testing of Sheet Metals for Automobile Structural Uses*, Proceeding of Asian Pacific Conference* for Fracture and Strength, pp 795-799, 1996

Yokoyama, T., *Impact Tensile Strength of Friction Welded Joints Between 6061 Al Alloy and AISI 1045 Steel*, Impact Response of Materials & Structures, pp 325-330, Oxford University Press, 1999

7. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Direktur DP2M Ditjen Dikti melalui Proyek Hibah Penelitian Fundamental yang telah membiayai riset ini dengan Surat Perjanjian Penelitian No 062/UN33 & I.I./2013, tanggal 01 April 2014

8. DAFTAR PUSTAKA

Bannantine, Julie A., Jess J. Comer, James L. Handbook, *Fundamentals of Metal Fatigue Analysis*, Prentice Hall, 1990

Chao, Y. J., Y. Wang, and K. W. Miller, *Effect of Friction Stir Welding on Dynamic Properties of AA2024-T3 and AA7075-T7351*, Welding Research Supplement, 2001, pp 196-200

Djapric, S., *Metahurgi Mekanik*, Jilid I & II, 1993 Jakarta

Itabashi, M., H. Fukuda, *Dynamic Tensile Properties of Pre-fatigued Steel for New Seismic Proof Structural Design Method*, Impact Response of Materials & Structures, pp 117-122, Oxford University Press, 1999

Lindholm, U.S., *Some Experiments with The Split Hopkinson Pressure Bar*, J Mech Phys Solids, vol 12, Pergamon Press Ltd, 1964

Nicholas, Theodore, *Tensile Testing of Materials at High Rates Strain*, Experimental Mechanics, 1981

Sigley, J.E., *Mechanical Engineering Design*, 7th Edition, McGraw-Hill Book Company, 1989

Yeh-Liang Hsu, *Weight Reduction of Aluminium Disc Wheels Under Fatigue Constraints Using a Sequential Neural Network Approximation Method*, computer in Industry, Vol 46/2, October 2001, p 61 - 73, <http://design.mech.vzu.edu.tw/>