

PROSIDING

SEMINAR NASIONAL PERAN TEKNOLOGI DI ERA GLOBALISASI II

THEMA :
PENGUATAN SISTEM INOVASI DAERAH

Senin, 25 November 2013
Hotel Grand Antares Medan



Penerbit :
BIRO PUBLIKASI DAN DOKUMENTASI - ITM
Jl.Gedung Arca No.52 Medan - 20217
Telp. (061) 7363771, Fax. (061)7347913

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya, sehingga Seminar Nasional Peran Teknologi di Era Globalisasi (PERTEGAS.) ke-2 Tahun 2013 dengan tema "Penguatan Sistem Inovasi Daerah" dapat terlaksana dengan baik. Peserta seminar nasional berasal dari Sumatera Utara, Bengkulu, Jawa Barat, Jakarta, dan Sulawesi Tengah.

Peran Perguruan Tinggi dalam mendorong kemandirian bangsa adalah turut berpartisipasi secara aktif dalam riset dan pengembangan IPTEK serta membangun jejaring dan sinergi antara Akademisi dan Industri. Oleh karena itu Institut Teknologi Medan ikut mengambil bagian dari kondisi ini yaitu dengan mengadakan Seminar Nasional PERTEGAS ke dua kalinya sebagai sarana komunikasi para dosen, peneliti, dan pakar ilmiah guna meningkatkan mutu pendidikan dan pembelajaran, penelitian, dan pengembangan IPTEK.

Tujuan diadakannya Seminar Nasional PERTEGAS 2013 ini, adalah sebagai berikut:

1. Menumbuhkan sikap inovatif, kreatif serta tanggap terhadap perkembangan ilmu Pengetahuan dan Teknologi (IPTEK).
2. Menjadikan wadah sebagai forum komunikasi hasil penelitian antara Akademisi, Peneliti, Praktisi, Industri, dan Mahasiswa.
3. Menjadikan Sarana untuk menjalin kerjasama atau *networking*, antara pelaku IPTEK dengan pendidikan, dan pelaku bisnis, untuk memacu pengembangan program penelitian lebih lanjut.

Pada Seminar Nasional PERTEGAS ke-2 tahun 2013 ini menampilkan 2 (dua) pembicara kunci (*keynote speech*) yang memiliki kompetensi dalam bidangnya, yaitu:

1. Prof. Dian Armanto, MA, M.Sc, Ph.D. (Koordinator Kopertis Wilayah 1)
2. Dr.Ir. Hidayati, M.Si (Kepala Badan Lingkungan Hidup Sumatera Utara)

Selain itu, dalam kegiatan seminar ini juga dipresentasikan berbagai makalah hasil karya ilmiah Staf Pengajar yang berasal dari berbagai Perguruan Tinggi di Indonesia. Panitia Seminar Nasional PERTEGAS ke 2 tahun 2013 menyampaikan permohonan maaf jika selama pelaksanaan seminar terdapat kekurangan dan kesalahan. Akhir kata, Panitia mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah mendukung terselenggaranya Seminar Nasional PERTEGAS ke -2 tahun 2013 ini dengan baik.

Medan, 25 November 2013
Ketua Panitia Seminar Nasional
PERTEGAS ke -2 Tahun 2013



Dr.Ir.Saïd Muzambiq., M.Si

Sistem Pengelolaan Sampah Di Desa Besilam Kecamatan Padang Tualang Kabupaten Langkat Neni Ekowati Januariana.....	376-381
Faktor-faktor Yang Mempengaruhi Kinerja Pegawai di Puskesmas Binjai Serbangan Kecamatan Air Joman Kabupaten Asahan Linda Hernika Napitupulu.....	382-391
Model Program Optimisasi Stokastik Multi-Tahap Muhammad Razali.....	392-402
Pengaruh Watu Reduksi Terhadap Distribusi Ukuran Produk Pada Rod Mill Sedarta dan Efendi Minte.....	403-412
Pengaruh Rake Angle Mata Pahat Insert Keramik Dan Karbida Terhadap Perhitungan Biaya Pembubutan Baja Aisi 4340 Sobron Yamin Lubis.....	413-423
Kajian Kekuatan Impak Dinamika Pelek Mobil Menggunakan Metode Split Hopkinson Pressure Bar (SHPB) Batumahadi Siregar.....	424-431
Kajian Dan Simulasi Kolektor Panas Matahari Untuk Proses Pengeringan Bahan Hasil Pertanian Ilmi, Irwansyah dan Dedi Sahputra.....	432-438
Prediksi Potensi Energi Angin Sebagai Pembangkit Tenaga Listrik Di Kota Medan Dengan Metode Distribusi Weibull Rohana.....	439-447
Study Eksperimental Karakteristik Perambatan Gelombang Detonasi Dengan Menggunakan Model Penghambat Berbentuk <i>Double Orifices</i> Eswanto.....	448-454
Pegembangan Perangkat Lunak Untuk Memperkirakan Radiasi Matahari Pada Kondisi Langit Cerah Jufrizal, Zulkifli, Ardiansyah Lubis, Abdullah Muhazir.....	455-462
Effects Of Outlet Vent Arrangement On Air Traps In Simple Package Molding D. Ramdan, U. Harahap, M.Z. Abdullah.....	463-471
Pengaruh Kecepatan Sudut Terhadap Efisiensi Pompa Sentrifugal Jenis Tunggal Mustakim.....	472-476
Pembuatan Dan Penyelidikan Perilaku Mekanik Komposit <i>Polymeric Foam</i> Diperkuat Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit (Tkks) Akibat Beban Tekan Statik Mahyunis, M yani, Zainal Arif.....	477-483

KAJIAN KEKUATAN IMPAK DINAMIK PELEK MOBIL MENGGUNAKAN METODE *SPLITE HOPKINSON PRESSURE BAR* (SHPB)

Batumahadi Siregar dan Erma Yulia

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Unimod, Jl. Willem Iskandar Psr. V Medan, 20221
e-mail: batumahadi@gmail.com

ABSTRAK

Kegagalan komponen struktur seperti pelek mobil sering terjadi khususnya pelek mobil produk lokal yang belum diketahui properties dan karakteristiknya. Kegagalan pelek mobil berupa retak, pecah, bahkan patah. Patah pelek mobil tidak memberikan tanda-tanda awal patahan, patahan diasumsikan terjadi akibat benturan atau beban secara tiba-tiba dan berfluktuasi. Benturan-benturan yang keras dengan kecepatan tinggi dapat mengakibatkan kegagalan pada pelek mobil hal ini ditandai dengan adanya pematatan struktur pada daerah batang pelek. Impak dinamik didasarkan atas rambatan gelombang tegangan di dalam batang. Uji impak dinamik menggunakan metode *Splite Hopkinson Pressure Bar* adalah teknik yang dilakukan untuk menjawab permasalahan terhadap kemampuan bahan menerima beban impak dinamik. Dari hasil penelitian dapat diinformasikan kekuatan tarik impak bahan pelek mobil non-fatigue sebesar 482,32 MPa dan untuk pre-fatigue sebesar 312,61 MPa, maka dapat disimpulkan bahwa kekuatan tarik impak bahan pelek mobil menurun pascafatig setelah pemakaian sebesar 35,19% dan dari hasil verifikasi menggunakan simulasi MSC-NASTRAN 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.

Kata-kata kunci: Pelek mobil, Impak Dinamik, *Splite Hopkinson Pressure Bar*.

PENDAHULUAN

Benturan-benturan yang keras dengan kecepatan yang tinggi akan dapat mengakibatkan kegagalan pada pelek mobil. Kegagalan-kegagalan yang sering dialami pelek mobil seperti depleksi, retak, pecah, dan patah. Hal ini sangat membahayakan keselamatan bahkan nyawa penumpang kendaraan tersebut bila tiba-tiba pecah/patah dan akibatnya ban pecah sehingga mobil tidak dapat dikendalikan lagi yang akhirnya mengakibatkan kecelakaan.

Secara umum aluminium paduan sebagai bahan pelek mobil produksi lokal tidak teridentifikasi secara jelas jenis paduan dan tidak diketahui secara pasti sifat mekanik dari bahan tersebut.

Dimana, patah ini terjadi pada saat pelek melaju dengan lajunya kendaraan. Patah secara tiba-tiba pelek ini tidaklah diketahui secara pasti penyebab patahannya, apakah pengaruh adanya cacat produksi pada pelek misalnya, adanya porositi pada produk pelek, lama pemakaian ataukah benturan yang terjadi dan hal ini terjadinya tidak memberikan tanda-tanda awal misalnya adanya keretakan awal yang terlihat secara visual dan lainnya.

Pelek tidak dapat dipakai lagi bila rusak, retak, karatan atau cacat pada bagian ring pengunci (lock ring), kupingan pelek (rim flange), alur ring pengunci (groove lock ring on rim), permukaan

pelek yang menghadap ke *flap* atau ban dalam (*rim base*), lubang baut (*nut hole*).

Fenomena semacam ini dapat dikatakan sebagai kegagalan yang terjadi pada keadaan beban dinamik dinamakan kegagalan lelah (*fatigue failures*), pada umumnya kegagalan tersebut hanya terjadi setelah priodik pemakaian yang cukup lama (Djaprie, S., 1993).

Pembebanan yang berfluktuasi secara terus menerus terhadap komponen struktur material aluminium telah mengakibatkan terjadinya fatik. Hal ini membawa dampak yang buruk bagi material tersebut, 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 aluminium sebagai bahan 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.

Untuk menjawab permasalahan tersebut di atas, maka metode yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah metode uji impact dinamik menggunakan teknik *Split Hopkinson Pressure Bar* (SHPB) yang dikembangkan oleh Kolsky. Data hasil uji impact dinamik dijadikan data input pada simulasi MSC-NASTRAN untuk melihat konsentrasi tegangan.

KAJIAN PUSTAKA

Tegangan pada pelek

Dari kasus yang telah diidentifikasi pada pokok permasalahan yaitu berupa terjadinya kegagalan (patah) pada pelek mobil yang

diperkirakan 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 kriteria kegagalan atau 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).

Impact dinamik

Salah satu metode pengukuran kekuatan impact Dinamik yang paling populer saat ini yaitu metode *Split Hopkinson Pressure Bar*, yang menggunakan batang elastis panjang untuk mempelajari tegangan tekan yang dihasilkan oleh impact 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 impact.

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 satu dimensi diketahui (Lindholm, U.S., 1964):

$$u = c_0 \int_0^t \epsilon dt$$

(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:

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

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

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

Dengan demikian, nominal regangan di dalam spesimen adalah;

$$\epsilon_s = \frac{u_1 - u_2}{l_0} = \frac{c_0}{l_0} \int_0^t (\epsilon_i - \epsilon_r - \epsilon_t) dt' \quad (4)$$

dimana l_0 adalah panjang awal spesimen. Persamaan di atas dapat lebih disederhanakan lagi jika kita asumsikan bahwa tegangan yang melewati spesimen adalah konstan. Dengan asumsi ini:

$$\epsilon_i = \epsilon_r = \epsilon_t \quad (5)$$

dan dengan mensubstitusi ke dalam persamaan (4), maka diperoleh:

$$\epsilon_s = -\frac{2c_0}{l_0} \int_0^t \epsilon_i dt' \quad (6)$$

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

$$P_1 = E A (\epsilon_i + \epsilon_r) \text{ dan } P_2 = E A \epsilon_t$$

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

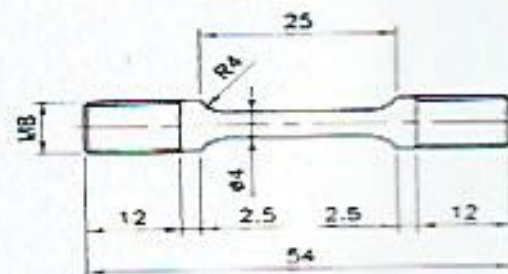
$$\sigma_s = \frac{P_1 + P_2}{2A} = \frac{1}{2} E \left(\frac{1}{A} \right) (\epsilon_i + \epsilon_r + \epsilon_t) \quad (7)$$

dimana E adalah modulus elastisitas batang tekan, A/A_0 adalah rasio luas penampang antara batang tekan dengan spesimen. Sekali lagi, dengan menggunakan persamaan (5), dapat disederhanakan menjadi:

$$\sigma_s = E \left(\frac{A}{A_0} \right) \epsilon_i \quad (8)$$

METODE

Material yang digunakan pada penelitian ini adalah aluminum paduan yang berbentuk *round bar* yang diperoleh dari bahan pelek mobil baru yang belum terpakai dan yang sudah terpakai (pelek mobil yang telah mengalami kegagalan) khususnya pelek mobil produk lokal. Dimensi dan geometri spesimen uji impact dinamik diperlihatkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Dimensi dan geometrik spesimen uji impact

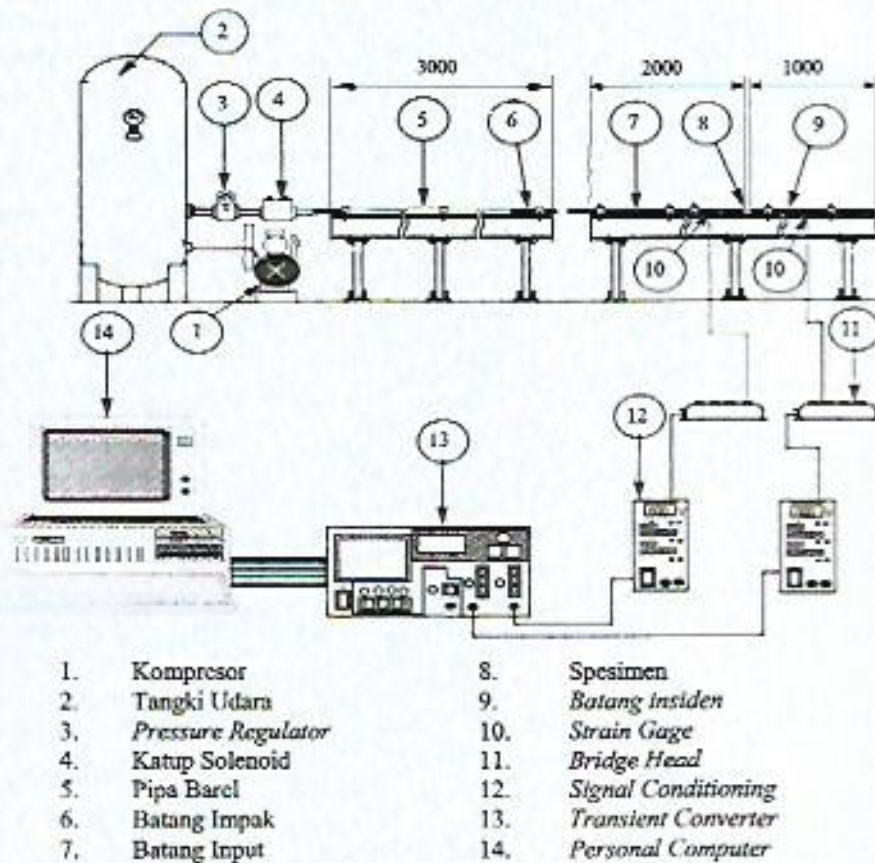
Uji impact dinamik

Secara prinsip, peralatan ini terdiri dari sebuah batang pemukul dan dua batang tekan Hopkinson yang ditempatkan secara segaris di atas sebuah balok kaku seperti digambarkan secara skematis dan detail dalam Gambar 2 dan Gambar 3.

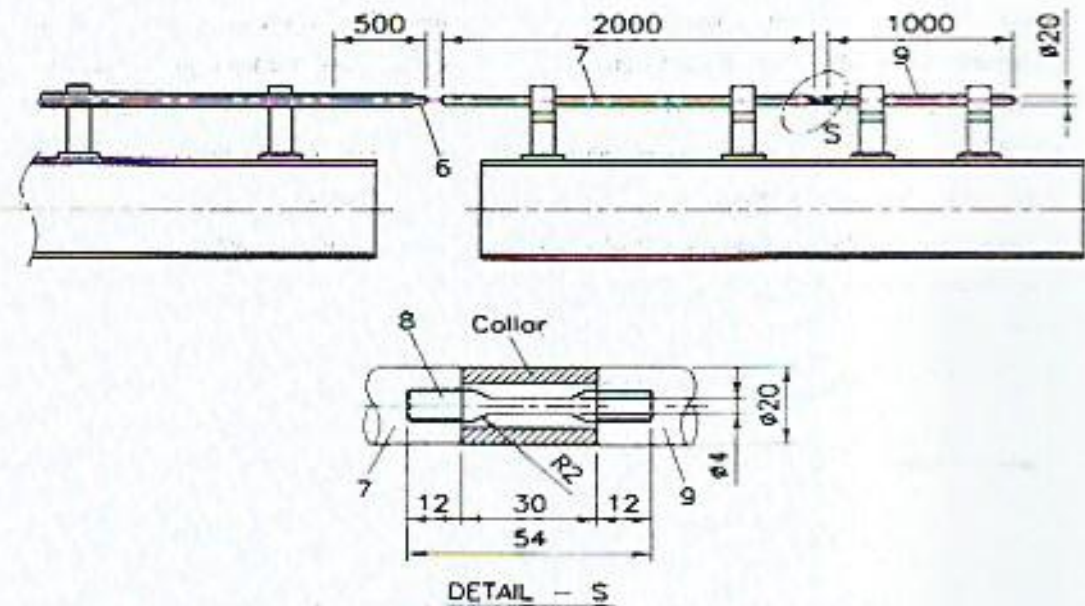
Spesimen diulir ke dalam batang input dan batang insiden. Sebuah *split shoulder* atau *collar* menyelubungi spesimen berulir hingga menjadikan

batang tekan mengikat ketat terhadap *collar*. Pulsa gelombang tekan akan masuk melewati *collar* meskipun tanpa spesimen, selanjutnya pulsa gelombang tekan terus menjalar hingga mencapai ujung bebas dari batang insiden. Di ujung ini, gelombang tersebut direfleksikan dan menjalar 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-batang tersebut.



Gambar 2 Susunan alat uji impact

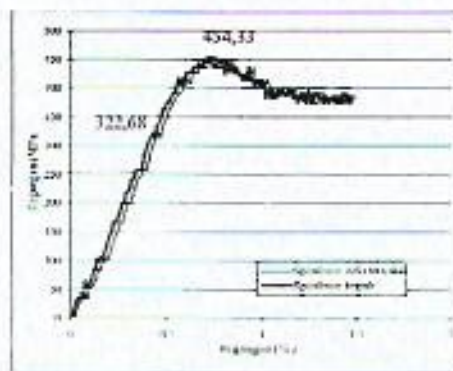


Gambar 3 Detail susunan batang tekan *Split Hopkinson*

BASIL DAN PEMBAHASAN

Uji verifikasi

Grafik hasil uji tarik statik terhadap spesimen uji impact 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.



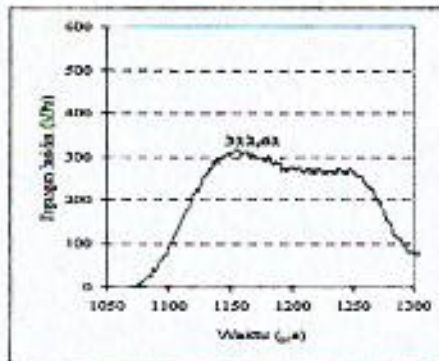
Gambar 4 Grafik hasil uji verifikasi

Uji impact

Kurva *incident stress* yang ditampilkan pada Gambar 5 merupakan bentuk suatu kurva dari spesimen yang sudah mengalami perpindahan. 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.

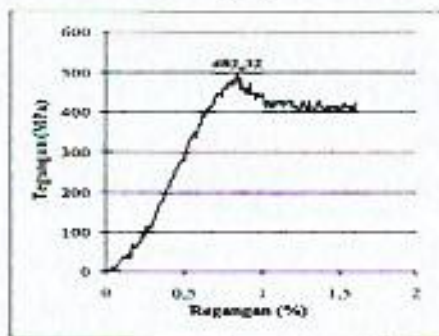
Untuk spesimen yang telah dibebani fatik, bentuk kurva tegangan insiden yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 6. Pada tekanan 0.4 bar dengan jarak impact yang lebih rendah spesimen mengalami patah, yaitu pada jarak impact sebesar 100 mm. Dari kurvanya dapat dibaca tegangan insiden maksimum yang masuk ke dalam spesimen ini adalah sebesar 312,61 MPa.

Gambar 5 Grafik tegangan Insiden terhadap waktu untuk spesimen *non-fatigue*

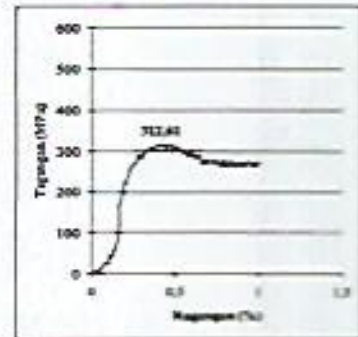


Gambar 6 Grafik tegangan Insiden terhadap waktu untuk spesimen *pre-fatigued*

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



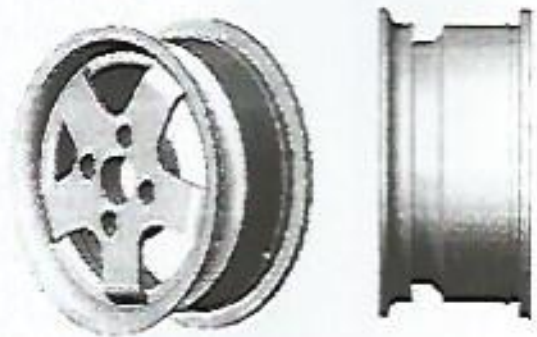
Gambar 7 Kurva tegangan-regangan untuk spesimen *non-fatigue*



Gambar 8 Kurva tegangan-regangan untuk spesimen *pre-fatigued*

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 9)



Gambar 9 Model pelek mobil

DISKUSI

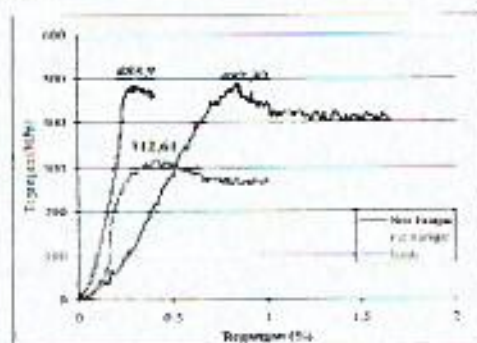
Hasil uji impact

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 5 dan Gambar 6. Begitu juga bentuk kurva tegangan-regangan sebagaimana ditampilkan pada Gambar 7 dan Gambar 8 hampir menyerupai dengan kurva tegangan-regangan yang dilaporkan oleh Yokoyama. Hal ini menandakan bahwa *set-up* alat uji impak 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 (*gage section*). Minimal jaraknya satu kali diameter spesimen dari tengah spesimen itu sendiri. Dari serangkaian pengujian impak 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 10 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 impak, telah membawa dampak berupa peningkatan *ultimate tensile strength*.



Gambar 10 Kurva tegangan regangan hasil uji statik dan impak

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 11 menunjukkan hasil simulasi pelek tanpa beban, sedangkan Gambar 12 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.

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. Tegangan fluktuasi yang terjadi pada komponen struktur pelek mobil dari bahan aluminium paduan sangat mempengaruhi kekuatan impactnya, cenderung menurun melebihi 50% dari batas kekuatan tarik bahan tersebut.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada DP2M Dirjen Dikti melalui proyek Hibah Penelitian Desentralisasi Penelitian Fundamental yang telah membiayai riset ini dengan Surat Perjanjian Penelitian No.: 020A/UN33.8/KEP/KU/2013, Tanggal 01 Maret 2013.

DAFTAR PUSTAKA

- Djaprie, S., *Metallurgi Mekanik*, Jilid I & II, 1993 Jakarta.
- 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.yzu.edu.tw/>
- 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.