

## Pengaruh Beban Fatik dan Non Fatik Terhadap Kekuatan Tarik Impak Baja Karbon st.60

Zulmiardi \*)

Email: zulmiardi\_st@yahoo.co.id

\*) Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh  
Jl. Batam Kampus Bukit Indah Lhokseumawe 24353, Indonesia

### Abstract

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan kurva *Stress–Number of cycles (S-N Curve)* baja pada baja karbon st.60, sehingga dapat diketahui *endurance limit* dari material tersebut. *dan* untuk mengetahui seberapa besar kekuatan tarik impact material baja karbon pada kondisi fatik dan non fatik serta untuk mengetahui lokasi perpatahan dan bentuk permukaan patah spesimen akibat beban fatik dan impact menggunakan metoda uji tarik impact *Split Hopkinson Pressure Bar (SHPB)* dan alat uji *servopulser* sebagai alat pemberi beban fatik. Melalui alat uji SHPB ini akan diperoleh harga kekuatan tarik impact baja karbon yang sudah dibebani fatik ataupun yang tidak mengalami fatik, sehingga dapat diketahui berapa besar penurunan kekuatan tarik impact baja karbon setelah mengalami fatik.

**Keywords:** Baja karbon st.60 , *S-N Curve*, cyclic loading, *endurance limit endurance limit*, kekuatan tarik impact,

### 1. Pendahuluan

Pada konstruksi mesin yang mengalami beban dinamis akan terjadi fluktuasi tegangan di dalam komponen-komponennya. Ketika fluktuasi yang terjadi berlangsung secara berulang sesering mungkin, maka akan terjadi fatik, meskipun tegangan maksimum yang terjadi masih lebih kecil dibanding dengan kekuatan tarik statik material tersebut. Pada kondisi ini, sifat-sifat mekanik material telah mengalami perubahan, kemampuannya untuk menerima beban maksimum akan berkurang pula.

Komponen struktur yang sering mengalami kondisi seperti tersebut diatas adalah roda gigi, poros, *fly wheel*, kopling dan sebagainya. Umumnya komponen tersebut terbuat dari material baja karbon menengah. Ketika baja karbon telah mengalami fatik, dikhawatirkan kekuatan tarik dinamis material ini dapat menurun, selanjutnya muncul retak dan akhirnya terjadi perpatahan. Retak yang timbul ini disebut retak fatik. Untuk menjawab permasalahan ini disusunlah sebuah penelitian yang menggunakan metoda uji tarik impact *Split Hopkinson Pressure Bar (SHPB)* dan alat uji *servopulser* sebagai alat pemberi beban fatik. Melalui alat uji SHPB ini akan diperoleh harga kekuatan tarik impact baja karbon yang sudah dibebani fatik ataupun yang tidak mengalami fatik, sehingga dapat diketahui berapa besar penurunan kekuatan tarik impact baja karbon setelah mengalami fatik.

## 2. Metoda Penelitian

Penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan pekerjaan sebagai berikut:

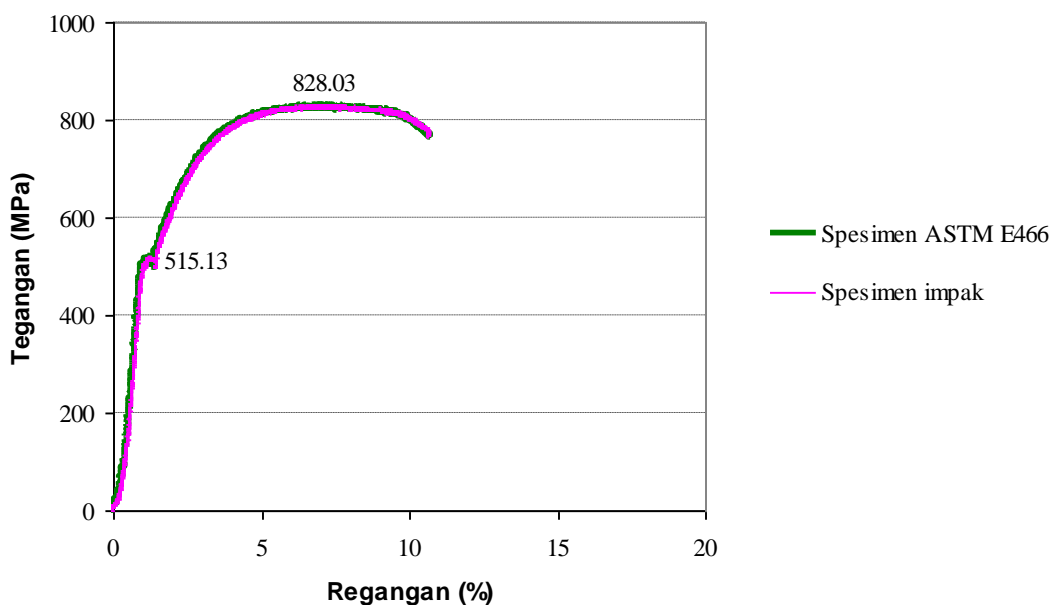
- a) Uji verifikasi terhadap spesimen ASTM E466 dan spesimen uji impact, yaitu berupa uji tarik statik dengan menggunakan alat uji *servopulser* seperti pada gambar 3.
- b) Uji fatik aksial untuk mendapatkan kurva S-N baja karbon St.60.
- c) Membuat atau menyusun alat uji *Split Hopkinson Pressure Bars* dengan memaksimalkan komponen-komponen yang sudah ada. Adapun uraian langkah kerjanya adalah:
  - Desain ukuran batang impact, batang input, batang insiden, spesimen dan *collar*.
  - Pengadaan bahan-bahan dan peralatan yang diperlukan
  - Pekerjaan mekanikal, instalasi / modifikasi alat uji impact
  - Persiapan akuisisi data
  - *Set-up* alat uji impact hasil modifikasi dan pemasangan *strain gage*
  - Uji coba impact pada spesimen
- d) Uji impact terhadap spesimen *non-fatigue*
- e) Uji impact terhadap spesimen *pre-fatigue*
- f) Analisa hasil

## 3. Hasil Dan Pembahasan

### Hasil Uji Statik

Adapun grafik hasil uji tarik statik terhadap spesimen uji impact dan untuk spesimen ASTM E466, grafiknya dapat dilihat pada gambar 7. Dari grafik ini dapat diperoleh informasi bahwa *Ultimate Tensile Stress* dari baja karbon St.60 memiliki harga sebesar 828,03 MPa dan harga tegangan luluhnya (*Yield Stress*) sebesar 515,13 MPa. Dari hasil uji ini, baja karbon St.60 dapat diketahui memiliki kekuatan yang tinggi namun cenderung rapuh.

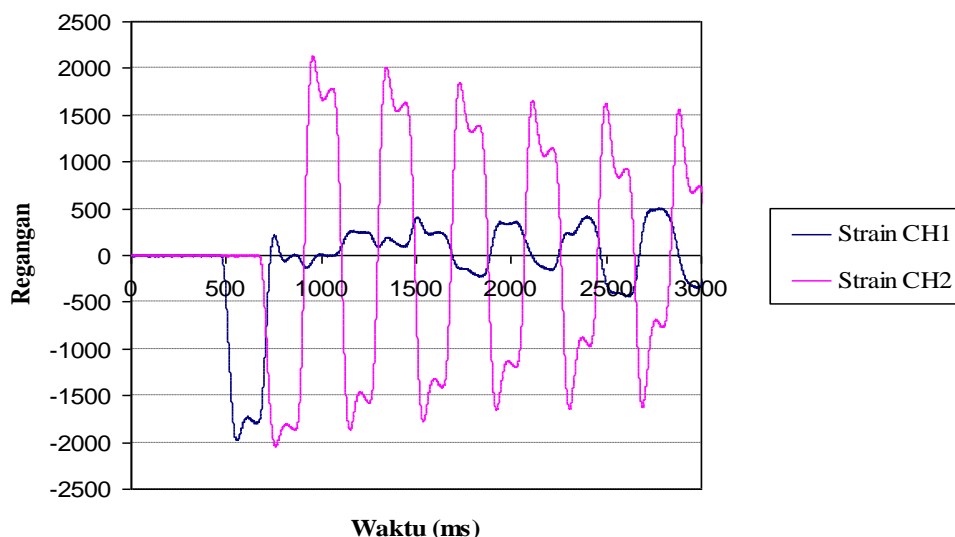
Pada gambar 7, penggabungan kedua grafik ini menunjukkan kesamaan (identik) meski memiliki panjang spesimen yang berbeda. Artinya, penentuan bentuk spesimen untuk uji fatik dan untuk uji impact telah dilakukan dengan tepat. Dengan kata lain, perbedaan panjang antara spesimen yang akan diuji fatik dengan spesimen yang akan diuji impact tidak membawa pengaruh terhadap hasil uji statik.



Gambar 7. Grafik Hasil Uji Statik

**Hasil Uji Impak**

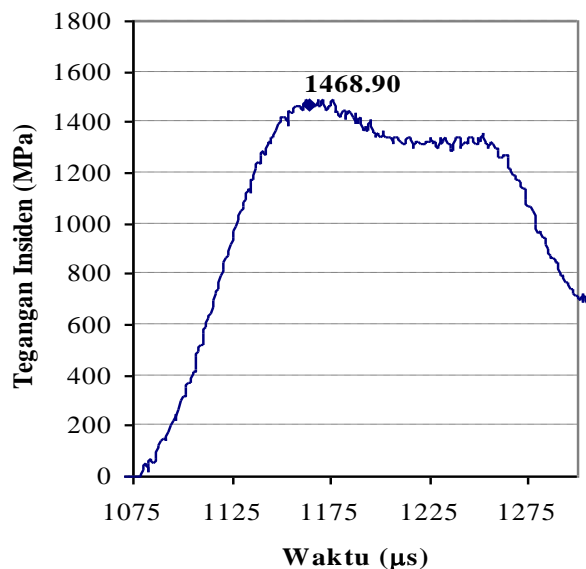
Sebelum dilaksanakannya uji impak terlebih dahulu beberapa spesimen diberikan beban fatik aksial dengan menggunakan alat Servopulser. Pembebanan ini dilakukan pada amplitudo tegangan sebesar 380 MPa dan dibebani hingga  $10^7$  siklus. Kondisi ini merujuk kepada hasil uji fatik terhadap baja karbon St.60 yang telah dilaporkan melalui paper sebelumnya. Bentuk gelombang tegangan yang terjadi akibat pukulan impak yang mengakibatkan spesimen patah dapat dilihat pada gambar 8. Dari grafik ini terlihat bahwa gelombang tegangan yang terbaca pada *channel* 1 mengalami ketidakteraturan pada waktu diatas 2000  $\mu$ s. Hal ini menandakan bahwa spesimen telah mengalami perpatahan sehingga sambungan antar muka batang input dengan batang insiden tidak tersambung dengan baik.



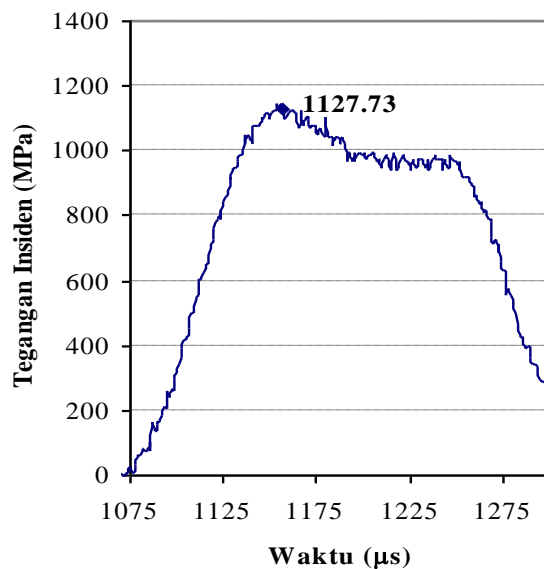
Gambar 8. Tipikal Gelombang Tegangan yang Merambat pada Batang Input (CH1) dan Batang Insiden (CH2) dengan Tekanan = 0,4 bar dan Jarak Impak = 42 cm

Dengan menggunakan persamaan 8, dari gelombang tegangan yang terbaca pada *channel* 1 dan 2 dapat diperoleh kurva tegangan insiden sebagaimana ditampilkan dalam gambar 9.

Kurva *incident stress* yang ditampilkan pada gambar ini merupakan bentuk suatu kurva untuk spesimen *non-fatigue* yang sudah mengalami perpatahan pada tekanan 0,4 bar dan jarak impact 42 cm. Dari kurva tersebut dapat dibaca bahwa tegangan maksimum yang masuk ke dalam spesimen adalah sebesar 1468,90 MPa.



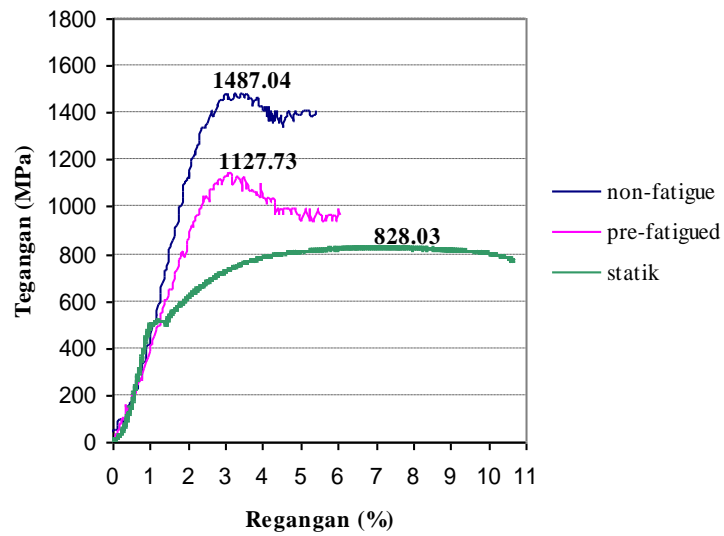
Gambar 9 Grafik Tegangan Insiden terhadap Waktu Spesimen *non-fatigue*



Gambar 10 Grafik Tegangan Insiden terhadap Waktu Spesimen *pre-fatigued*

Untuk spesimen yang telah dibebani fatik, bentuk kurva tegangan insiden yang dihasilkan dapat dilihat pada gambar 10. Pada tekanan 0.4 bar dengan jarak impact hanya sebesar 35 cm, spesimen ini telah putus. Dari kurvanya dapat dibaca tegangan insiden maksimum yang masuk ke dalam spesimen ini adalah sebesar 1127,73 MPa.

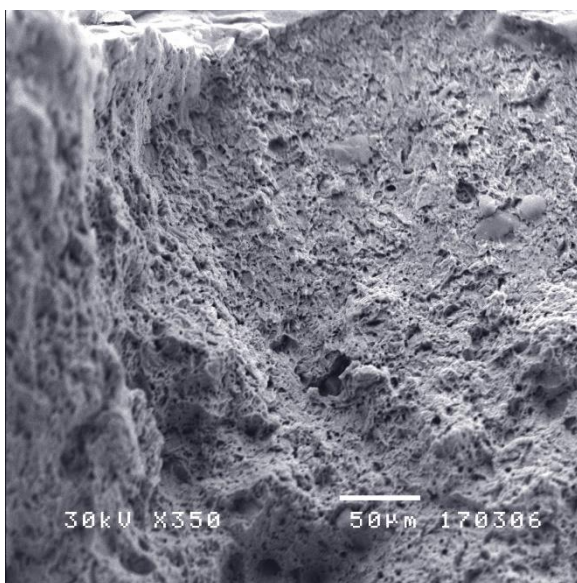
Selanjutnya hasil-hasil uji impact dan statik, *diplot* ke dalam bentuk grafik terhadap tegangan insiden sehingga menghasilkan kurva tegangan-regangan sebagaimana ditampilkan pada gambar 11.



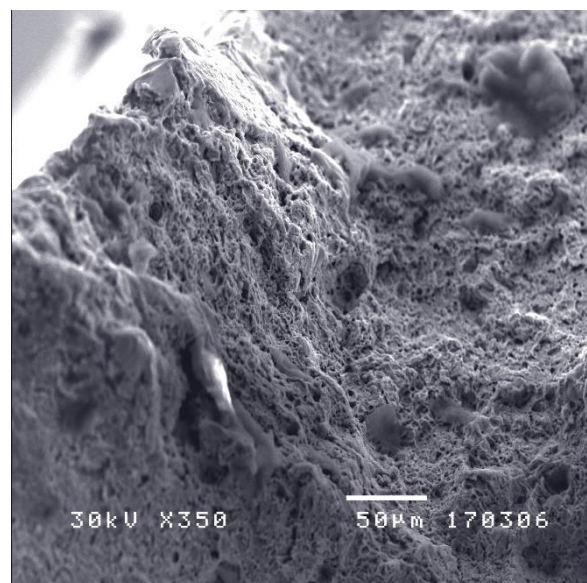
Gambar 11 Kurva Tegangan terhadap Regangan Hasil Uji Statik dan Impak

### Hasil Uji SEM

Dalam upaya untuk mengidentifikasi bentuk perpatahan spesimen, maka dilakukan uji SEM (Scanning Electron Microscope). Gambar 12 menampilkan bentuk permukaan patah spesimen *non-fatigues*, dimana karakter permukaan patah berbentuk *dimple fracture*. Permukaan patah spesimen *pre-fatigued* ditampilkan pada gambar 13. Permukaan patahnya lebih kasar bila disbanding dengan permukaan patah spesimen *non-fatigue* sebagai akibat dari pembebanan fatik.



Gambar 12 Permukaan Patah Spesimen *non-fatigue*



Gambar 13 Permukaan Patah Spesimen *pre-fatigued*

#### 4. Kesimpulan

Dari hasil dan diskusi tersebut diatas dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- a. Perbedaan panjang sebesar 4 mm antara specimen standar ASTM E466 dengan specimen impact tidak membawa pengaruh yang signifikan hasil uji statik.
- b. Akibat dari pembebanan dengan laju regangan tinggi, kekuatan tarik baja karbon menengah St.60 telah mengalami kenaikan sebesar 79% untuk specimen *non-fatigue* dan 36% untuk specimen *pre-fatigued*.
- c. Persentase penurunan kekuatan tarik impact akibat beban *pre-fatigued* adalah sebesar 24%, dimana kekuatan tarik impact rata-rata untuk specimen *non-fatigue* adalah 1482 MPa, dan untuk specimen *pre-fatigued* sebesar 1124 MPa.

#### DAFTAR PUSTAKA