

# KETANGGUHAN BEBAN IMPAK DAN BEBAN TARIK MAKSIMUM PADA PELAT BAJA BERLAPIS AKIBAT *QUENCHING* DAN *NORMALIZING*

**Nukman<sup>(1)</sup>**

<sup>(1)</sup> Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya  
Jl. Raya Prabumulih km 32, Indralaya – 30662 Ogan Ilir  
*e-mail: [ir\\_nukman2001@yahoo.com](mailto:ir_nukman2001@yahoo.com)*

## **Ringkasan**

*Kekuatan bahan pada saat ini telah mengalami perkembangan yang pesat. Pada umumnya kekuatan material logam tergantung terhadap dimensi material tersebut. Suatu material memerlukan kekuatan terhadap tumbukan serta kelenturan. Untuk meningkatkan kekuatan material dapat dilakukan dengan penambahan jumlah lapisan dengan ketebalan dan dimensi yang sama melalui perlakuan panas yang sesuai. Pengujian impak dan pengujian tarik dilakukan dengan tiga perlakuan yaitu tanpa perlakuan, normalizing dan quenching. Energi impak yang terbesar pada spesimen uji impak tanpa perlakuan dengan ketebalan 2,5 mm dengan hasil 89,75 Joule dan energi impak yang terkecil secara keseluruhan dari ketiga perlakuan yang digunakan pada pengujian impak terdapat pada spesimen yang diberi perlakuan quenching pada ketebalan 2,0 mm yaitu 62,12 Joule. Beban tarik maksimum paling besar terdapat pada spesimen tanpa perlakuan dengan ketebalan 2,0 mm yaitu sebesar 9075 kgf dan beban tarik maksimum yang paling rendah terdapat pada spesimen yang dinormalizing dengan ketebalan 1,25 mm yaitu sebesar 7262,5 kgf.*

## **Abstract**

*Until now the material strength has growth rapidly. Commonly, the strength of material is depend on the dimension. A material need a strength too, one of the strength is impact strength and the tensile strength. To maximized the strength of material is added the layer of material with the same thickness, same dimension and compactible heat treatment. The specimens had make for two testing are impact and tensile testings. The impact testing show that the biggest point is thickness 2,5 mm with non treatment 89,75 Joule and the smallest point is to be thickness 2,0 mm with quenching 62,12 Joule. The tensile testing show that biggest point is thickness 2,5 mm with non treatment 89,75 Joule and the smallest point is to be thickness 2,0 mm with quenching 62,12 Joule. The tensile testing show that biggest point is thickness 2,0 mm with non treatment 9075 kgf and the smallest point is to be thickness 1,25 mm with quenching 7262,5 kgf.*

**Keywords:** *Metal sheet, Quenching, Normalizing, Impact, Tensile*

## **1 PENDAHULUAN**

Seiring dengan pesatnya kemajuan industri saat ini, proses-proses pemesinan juga semakin berkembang dan menghasilkan beraneka ragam produk komponen mesin. Proses pembentukan logam melalui memanaskan logam telah lama dikenal manusia. Pada awalnya kegiatan ini dilakukan untuk mendapatkan bentuk yang sesuai dengan penggunaannya. Perlakuan panas sangat mempengaruhi sifat mekanik dari material logam itu sendiri. Logam mempunyai sifat-sifat teknologi (mampu bentuk, mampu mesin, mampu keras), sifat-sifat mekanik (kekuatan, keuletan, kekerasan, kekakuan), sifat-sifat fisik (ukuran, massa jenis, struktur). Maka dari itu sudah terjadi keharusan untuk memanfaatkan logam dengan daya guna yang maksimum.

Penggunaan berbagai produk logam dalam berbagai keperluan dengan bermacam kondisi menuntut adanya peningkatan kualitas logam tersebut yang biasanya dilakukan dengan cara melakukan penambahan unsur-unsur yang dapat meningkatkan sifat mekanik logam.

Hal lain yang dapat mempengaruhi kualitas logam adalah jumlah lapisan pada material tersebut. Untuk mendapatkan perubahan sifat yang baik pada material perlu diperhatikan ketebalan yang sesuai maupun jumlah lapisan yang sesuai dengan penggunaan material tersebut. Dengan proses perlakuan panas yang sesuai dengan tebal lapisan yang tepat maka sifat mekanik bahan tersebut dapat ditingkatkan.

Hal yang sama dapat dilihat pada pegas daun yang digunakan pada kendaraan roda empat. Pegas daun

merupakan pegas yang berbentuk semi elips yang terbuat dari pelat baja dengan susunan yang berlapis-lapis. Pegas daun pada umumnya dipasangkan pada gardan roda belakang dan pada sasis dari kendaraan bermotor.

Perpatahan adalah pemisahan atau pemecahan dari suatu benda padat menjadi dua atau lebih bagian karena adanya suatu tegangan. Proses perpatahan dapat dianggap terdiri dari dua bagian awal yaitu awal retak dan perambatan retak. Perpatahan berdasarkan regangan perpatahannya dapat dibagi dalam dua kelompok umum yaitu :

- a. Patah rapuh/getas (*brittle fracture*)
- b. Patah ulet (*ductile fracture*)

## 2. KAJIAN PUSTAKA

Kekuatan impact (*impact strength*) akan turun karena dengan meningkatnya kekerasan, maka tegangan dalamnya akan meningkat. Karena pada pengujian impact beban yang bekerja adalah beban geser dalam satu arah maka tegangan dalam akan mengurangi kekuatan impact

### Normalizing

Proses ini biasa diterapkan pada baja karbon rendah atau sedang atau baja paduan agar struktur butiran lebih merata atau untuk menghilangkan tegangan dalam atau untuk memperoleh sifat sifat fisis yang diinginkan (Vliet dan Both, 1984). Spesimen yang telah dibentuk sesuai dengan ukuran pengujian selanjutnya dipanaskan dalam tungku pemanas Hofman. Spesimen tersebut dipanaskan pada temperatur 500° C. Kemudian dikeluarkan dan dibiarkan di udara terbuka hingga temperatur kamar selain 30 menit. Tujuan dari pemanasan ini antara lain untuk menghilangkan ketidakeragaman mikrostruktur, mengeliminasi tegangan sisa meningkatkan keseragaman dan penghalusan ukuran butir. Hal ini biasanya dilakukan pada material yang telah mengalami *hot working* seperti *forging*, *rolling*, *extrusion* dan sebagainya.

### Quenching

*Quenching* adalah proses pendinginan cepat baja dari temperatur austenisasi pada media tertentu yang akan menghasilkan struktur martensit. Pada tahap *Quenching* media cair, proses yang akan terjadi diantaranya adalah:

- a. Selimut Uap (*Vapor Blanket*)
- b. Pendidihan (*Boiling*)
- c. Konveksi (*Convection*)

Selimut uap terjadi pada kecepatan pendinginan yang relatif lambat akibat seluruh permukaan ditutupi selimut uap. Pendidihan terjadi jika kecepatan sangat tinggi ditandai oleh gelembung-gelembung uap pada permukaan logam. Proses konveksi terjadi ketika kecepatan pendinginan kembali menjadi lambat, melalui rambatan konveksi. Kondisi perpindahan

panas ini sangat dipengaruhi oleh viskositas cairan, agitasi, dan temperatur cair. Proses *quenching* banyak digunakan karena mudah dalam melakukannya dan sangat efektif.

Pemilihan media *quench* untuk mengeraskan baja tergantung pada laju pendinginan yang diinginkan agar dicapai kekerasan tertentu.

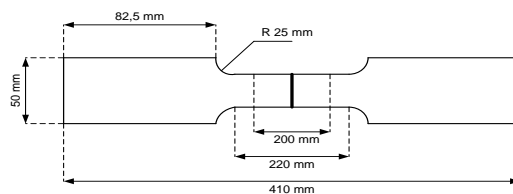
Fluida yang ideal untuk meng*quenching* baja agar diperoleh sifat martensit yang baik haruslah bersifat:

- a. Mengambil panas dengan cepat didaerah temperatur yang tinggi agar pembentukan perlit dapat dicegah.
- b. Mendinginkan benda kerja relatif lambat didaerah temperatur yang rendah agar distorsi atau retak dapat dicegah. Proses *quenching* dilakukan dengan memanaskan spesimen pada suhu 500°. Kemudian dikeluarkan satu persatu dan dicelupkan kedalam oli. Pada penelitian ini media quench yang digunakan adalah oli industri dengan SAE 40.

## 3. METODE PENELITIAN

### Pembuatan Spesimen Uji Tarik

Spesimen uji tarik untuk penelitian ini berbentuk pelat dengan bentuk dan ukuran menurut standar JIS (*Japan Internasional Standard*). Hal ini dikarenakan mesin uji tarik yang digunakan menggunakan standar JIS Z2201 (Gambar 1).



Gambar 1: Spesimen Uji tarik

Dalam penelitian ini, spesimen yang dipakai adalah baja karbon rendah dengan komposisi sebagai berikut:

Tabel 1: Unsur Kimia Baja Karbon Rendah

UNSUR	KANDUNGAN %
C	0,079
Mn	0,262
S	0,026
P	0,02

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui beberapa sifat mekanik material baja diantaranya adalah kekuatan tarik, kekuatan luluh, ketangguhan maupun keuletan dari baja tersebut. Pada pengujian tarik spesimen uji tarik diberikan beban gaya tarik sesumbu yang bertambah besar secara kontinyu ,bersamaan dengan itu dilakukan pengamatan mengenai pertambahan panjang yang dialami benda uji tarik tersebut. Bentuk dan besaran pada kurva tegangan-

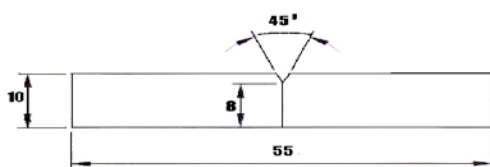
regangan suatu material tergantung pada sifat-sifat dari material tersebut.

Spesimen yang telah dipersiapkan akan dilakukan pengujian tarik dengan menggunakan *Universal Testing Machine tipe Rat – 30P*.

### Pembuatan Spesimen Uji Impak

Energi impact adalah energi potensial dari hammer yang mengenai benda pada temperatur tertentu dan dihitung dalam satuan joule. Dari hubungan dengan temperatur didapat diagram yang menggambarkan sifat material tersebut terhadap beban tiba tiba pada temperatur tertentu.

Spesimen untuk uji impact ini berbentuk pelat tipis dengan bentuk dan ukuran sebagai berikut :



**Gambar 2: Spesimen Uji Impak**

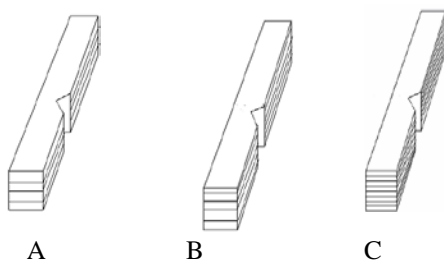
Pembuatan spesimen ini dilakukan dengan berbagai tingkat ketebalan. Ada 3 (tiga) tingkat ketebalan lapisan yang dipergunakan yaitu:

- a. 2,5 mm
- b. 2,0 mm
- c. 1,2 mm

Tingkat ketebalan spesimen yang digunakan dalam penelitian ini pada masing masing spesimen uji adalah berbeda. Hal ini disebabkan oleh tebal maksimal yang dipergunakan adalah 1 cm sesuai dengan ukuran spesimen uji impact. Oleh karena untuk mencapai tebal 1 cm maka jumlah lapisan setiap spesimen disesuaikan dengan jumlah masing masing ketebalan yang digunakan.

Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan *Charpy Impact Testing Machine* dengan spesifikasi berikut:

- P = 25,68 Kg.
- D = 0,6490 .
- Sudut angkat palu = 20°



**Gambar 3: Spesimen Uji Impak Setelah Dilapis**

- A) Spesimen Uji Impak dengan 4 Lapis.
- B) Spesimen Uji Impak dengan 5 Lapis.
- C) Spesimen Uji Impak dengan 8 Lapis.

Pada uji impact dapat diukur energi yang diserap untuk mematahkan benda uji. Setelah benda uji patah, bandul berayun kembali. Makin besar energi yang diserap, makin rendah ayunan kembali dari bandul.

## 4. ANALISA DAN PEMBAHASAN

### Data Hasil Pengujian Impak

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui berapa besar energi yang diserap spesimen sampai terjadinya perpatahan, dengan kata lain untuk mengetahui kekuatan impact atau ketangguhan dari spesimen tersebut.

Contoh Perhitungan Energi impact tanpa perlakuan dengan ketebalan lapisan 1,25 mm:

$$\phi = 113,5^\circ$$

$$\alpha = 146,5^\circ$$

$$D = 0,6490 \text{ m}$$

$$P = 25,68 \text{ kg} = 251,9 \text{ Newton}$$

Jadi:

$$E = P \cdot g \cdot D (\cos \phi - \cos \alpha)$$

$$= 251,9 \cdot 0,6490 (\cos 113,5^\circ - \cos 146,5^\circ)$$

$$= 71,15 \text{ Joule}$$

Nilai Impact lainnya langsung dapat digunakan.

Suatu jenis logam mungkin sangat keras dan kuat namun tidak tahan terhadap beban kejut atau impact. (Amstead,dkk, 1997). Pengujian ini terutama untuk melihat kekuatan impact suatu bahan. Setelah benda uji patah, bandul berayun kembali. Makin besar energi yang diserap, makin rendah ayunan kembali dari bandul. Suatu bahan ulet dengan kekutan yang sama dengan bahan tidak ulet akan memerlukan energi perpatahan yang besar dan mempunyai ketangguhan lebih baik.

Berdasarkan pengujian impact yang telah dilakukan terhadap spesimen tanpa perlakuan, dengan *normalizing* dan *quenching*. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan ketebalan total 1 cm dengan tebal material setiap lapisan yang berbeda yaitu 1,25 mm ; 2,0 mm dan 2,5 mm. Perbedaan ketebalan ini juga mempengaruhi jumlah setiap lapisan yaitu 4 lapis, 5 lapis dan 8 lapis.

Dengan jenis material yang sama tapi dengan ketebalan yang berbeda maka dapat bisa diketahui bahwa energi impact yang terbesar pada setiap perlakuan terdapat pada ketebalan 2,5 mm. Energi Hal ini dipengaruhi oleh besarnya ketebalan dari material yang digunakan. Semakin tebal maka semakin sedikit

pula jumlah material yang digunakan sehingga semakin kecil pula gesekan yang terjadi diantara luas permukaan material. Hal ini dapat membantu material dalam mempertahankan posisinya dalam menahan beban kejut yang diberikan.

Sedangkan pada material yang semakin tipis jika ditumpukkan dengan ketebalan total yang sama dan diberikan beban kejut tiba tiba, energi joule yang diserapnya akan lebih kecil dari material yang ketebalannya lebih besar. Hal ini disebabkan karena jarak yang ada diantara setiap lapisan semakin banyak dan ini menimbulkan kemampuan benda menerima beban semakin kecil.

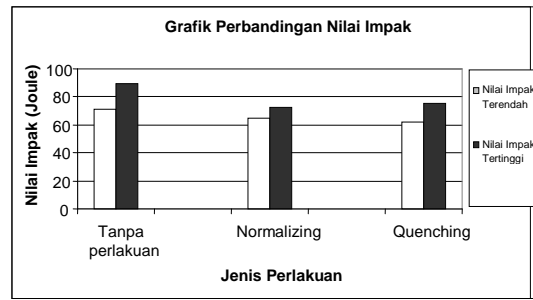
Secara keseluruhan dari ketiga perlakuan yang digunakan dalam pengujian maka energi impact yang terbesar terdapat pada spesimen uji impact tanpa perlakuan dengan ketebalan 2,5 mm dengan hasil 89,75 Joule dan energi impact yang terkecil secara keseluruhan dari ketiga perlakuan yang digunakan pada pengujian impact terdapat pada spesimen yang diberi perlakuan quenching pada ketebalan 2,0 mm yaitu 62,12 Joule.

Energi impact yang terbesar jika dibandingkan secara keseluruhan juga terdapat pada ketebalan lapisan 2,5 mm yang tanpa diberi perlakuan. Hal ini disebabkan karena material tersebut belum mengalami perubahan sifat mekanik dikarenakan belum adanya proses *thermal* ataupun *inthermal* yang memungkinkan terjadinya perubahan sifat material tersebut. Hal ini berbeda dengan material yang telah *diquenching*. Proses *quenching* membuat material bertambah keras tetapi getas, hal ini yang membuat spesimen yang *diquenching* dengan ketebalan 2,0 mm merupakan spesimen yang dapat menyerap energi impact paling rendah. Karena ketangguhan (*toughness*) dikaitkan dengan jumlah energi yang diserap bahan sampai terjadi perpatahan (Vlack, 1995 ). Jadi jika suatu material dikatakan tangguh jika material tersebut dapat menyerap energi impact lebih besar dari material yang lain.

Tabel 2: Perbandingan Nilai Energi Impact

No	Jenis perlakuan	Energi impact terendah		Energi impact tertinggi	
		Tebal Lapisan (mm)	Energi (Joule)	Tebal lapisan (mm)	Energi (Joule)
1	Tanpa Perlakuan	1,25	71,15	2,5	89,75
2	Normalizing	2,5	64,57	2,0	72,42
3	Quenching	2,0	62,12	2,5	75,20

Berdasarkan data dari tabel perbandingan nilai energi impact diatas tersebut maka dapat dibuat gambar 4 sebagai berikut:



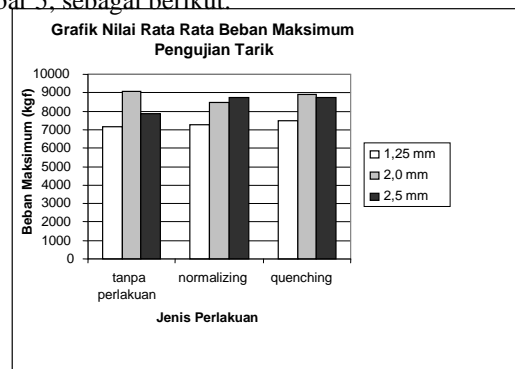
Gambar 4: Perbandingan Nilai Impact

Kekuatan tarik merupakan salah satu sifat bahan yang dapat digunakan untuk memperkirakan karakteristik bahan sewaktu mengalami lenturan dan pemesian (Amstead, dkk 1997). Untuk mendapatkan kekuatan tarik maksimum dipengaruhi oleh beban tarik maksimum. Beban tarik maksimum yang digunakan terhadap spesimen uji tarik dapat mewakili kekuatan tarik dari material yang diuji. Untuk logam-logam yang liat kekuatan tariknya harus dikaitkan dengan beban maksimum, dimana logam dapat menahan beban sesumbu untuk keadaan yang sangat terbatas (Dieter, 1993). Dari data tabel 3 yang didapat bisa diketahui bahwa beban tarik maksimum paling besar terdapat pada spesimen tanpa perlakuan dengan ketebalan 2,0 mm yaitu sebesar 9075 kgf sedangkan beban tarik maksimum yang paling rendah terdapat pada spesimen yang *dinormalizing* dengan ketebalan 1,25 mm yaitu sebesar 7262,5 kgf.

Tabel 3: Data Hasil Pengujian Tarik

No	Jenis Perlakuan	Tebal (mm)	Nilai Rata-Rata Beban Maksimum (kgf)
1	TANPA PERLAKUAN	1,25	7183,3
2		2,0	9075
3		2,5	7875
4	NORMALIZING	1,25	7262,5
5		2,0	8450
6		2,5	8756,25
7	QUENCHING	1,25	7506,25
8		2,0	8912,5
9		2,5	8756,25

Berdasarkan data dari tabel 3 nilai rata-rata beban tarik maksimum diatas tersebut dapat dibuat gambar 5, sebagai berikut:



Gambar 5: Nilai Rata Rata Beban Maksimum

Hal ini menunjukkan bahwa jika spesimen tanpa perlakuan beban tarik maksimum yang digunakan dapat membuat spesimen menjadi lebih lentur karena sifat material yang belum mengalami perubahan, sedangkan proses *quenching* menyebabkan beban tarik maksimum yang didapat lebih rendah karena proses pendinginan yang terjadi membuat spesimen menjadi lebih getas dan tidak memerlukan beban tarik yang besar untuk menariknya sehingga mengalami perpatahan.

## KESIMPULAN

Berdasarkan pengujian impak yang dilakukan terhadap baja karbon rendah maka didapat kesimpulan:

1. Dari pengujian impak yang dilakukan tanpa perlakuan maka didapat energi impak yang terbesar terdapat pada ketebalan 2,5 mm dengan 89,75 Joule sedangkan yang terkecil terdapat pada ketebalan 1,25 mm dengan 71,15 Joule.
2. Dari pengujian impak yang dilakukan dengan *normalizing* maka didapat energi impak yang terbesar terdapat ketebalan 2,0 mm dengan 72,42 Joule sedangkan yang terkecil terdapat pada ketebalan 2,5mm dengan 64,57 Joule.
3. Dari pengujian impak yang dilakukan dengan *quenching* maka didapat energi impak yang terbesar terdapat ketebalan 2,5 mm dengan 75,20 Joule sedangkan yang terkecil terdapat pada ketebalan 2,0 mm dengan 62,12 Joule.
4. Dari data yang didapat bisa diketahui bahwa beban tarik maksimum paling besar terdapat pada spesimen tanpa perlakuan dengan ketebalan 2,0 mm yaitu sebesar 9075 kgf sedangkan beban tarik maksimum yang paling rendah terdapat pada spesimen yang *dinormalizing* dengan ketebalan 1,25 mm yaitu sebesar 7262,5 kgf.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1.] Amstead, B.H, Phillip F. Ostwald, Myron L. Begemen, dan Sriati Djaprie, *Teknologi Mekanik*, Jilid 1, Edisi Ketujuh, Erlangga, Jakarta, 1993
- [2.] Dieter. E, George dan Sriati Djaprie, *Metallurgi Mekanik*, Erlangga, Jakarta, 1993.
- [3.] Surdia, Tata dan Saito, Shinroku.. *Pengetahuan Bahan Teknik*. Jakarta: Pradnya Paramita. 2000
- [4.] Vlack van .H. Lawrence, dan Djaprie, Sriati Ilmu dan Teknologi Bahan (Ilmu Logam dan Bukan Logam ), Erlangga, Jakarta, 1995.
- [5.] Van Vliet G.L.J. dan W.Both, *Teknologi Untuk Bangunan Mesin (Bahan-Bahan)* jilid 1, Erlangga, Jakarta, 1984.