

# KAJIAN EKSPERIMEN PENGUJIAN TARIK BAJA KARBON MEDIUM YANG DISAMBUNG DENGAN LAS *SMAW* DAN *QUENCHING* DENGAN AIR LAUT

**Erizal**

Dosen Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Prof DR. Hazairin SH

Email: [salamerizal@gmail.com](mailto:salamerizal@gmail.com)

## ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian tentang pengaruh media pendingin air laut terhadap sifat mekanik baja karbon medium yang disambung dengan las *SMAW*. Dilakukan pengujian pada 2 jenis specimen yaitu baja karbon medium yang dilas dan tanpa dilas, dilakukan *quenching* pada temperature 850 °C, kemudian dilakukan uji tarik. Hasil penelitian pengaruh media pendingin air laut terhadap sifat mekanik baja karbon medium yang disambung dengan las *SMAW* pada uji tarik diketahui bahwa rata-rata keuletan tarik pada specimen yang dilas lebih rendah daripada yang tidak dilas. Pada specimen yang diquenching baik yang dilas maupun tidak dilas mengalami peningkatan rata-rata keuletan tarik ( $\sigma$ ). Akan tetapi rata-rata nilai keuletan tarik ( $\sigma$ ) pada specimen yang dilas dan *diquenching* lebih rendah dibanding yang tidak dilas.

**Kata kunci : Las *SMAW*, Uji Tarik, *Quenching* dengan Air Laut.**

## 1.PENDAHULUAN

Proses penyambungan pelat ataupun logam dengan cara pengelasan pada saat ini banyak sekali digunakan, hal ini dikarenakan proses penyambungan lebih cepat dan penyatuan sambungan lasnya lebih kuat (Putri, 2009). Pengelasan merupakan proses penyambungan antara dua bagian logam atau lebih dengan menggunakan energi panas. Proses pengelasan dengan busur listrik atau elektroda terbungkus yang sering disebut *Shielded Metal Arc Welding* (*SMAW*) merupakan proses pengelasan yang paling banyak digunakan, karena proses pengelasan dengan cara ini dapat menghasilkan sambungan yang kuat juga mudah untuk digunakan.

Dalam dunia industri, baja merupakan logam yang penting dan paling banyak dipakai sebagai material teknik dalam bidang konstruksi. Terdapat beberapa jenis logam baja yang dapat dipilih sebagai bahan material konstruksi, maupun komponen mesin, salah satunya adalah baja

karbon medium. Baja karbon medium banyak digunakan sebagai komponen mesin yang bergerak dinamis dengan kekuatan yang baik, dan jenis baja ini memiliki keunggulan yaitu sifat mekaniknya dapat ditingkatkan melalui perlakuan panas, akan tetapi memiliki kelemahan yaitu mudah mengalami retak las.

Baja karbon medium mempunyai kandungan karbon (C) antara 0,2 - 0,5%. Sifat kekerasannya relatif rendah, lunak dan keuletannya tinggi. Baja karbon medium banyak digunakan dalam bentuk plat, profil, sekrup, ulir dan baut. Baja jenis ini dapat dikeraskan dan ditempering, dapat dilas dan mudah dikerjakan pada mesin yang baik (Surdia, 1991). Dalam pengerjaannya sering dilakukan dengan metode pengelasan. Pada proses ini terjadinya perubahan-perubahan metalurgi yang rumit, deformasi dan tegangan-tegangan termal pada daerah sekitar lasan karena daerah tersebut mengalami siklus termal yang cepat (Setiawan, A dan Wardana.2006).

Proses perlakuan panas akan menurunkan atau meningkatkan kekerasan

baja. Oleh karena itu media pendingin yang digunakan akan sangat berpengaruh terhadap kenaikan kekerasan baja. Media pendingin yang biasa digunakan adalah air, minyak, air laut atau air garam, oli, udara. Proses perlakuan panas salah satunya adalah quenching dapat menyebabkan perubahan pada struktur mikro. Pada umumnya struktur mikro dari baja tergantung pada kecepatan pendinginannya dari suhu daerah *austenite* sampai ke suhu kamar. Akibat terjadi perubahan struktur maka sifat mekanik yang dimilikinya akan berubah juga.

Sifat-sifat logam utamanya sifat mekanik, sangat dipengaruhi oleh struktur mikro logam disamping posisi kimianya, contohnya suatu logam atau paduan akan mempunyai sifat mekanis yang berbeda-beda bila struktur mikronya diubah. Adanya pemanasan atau pendinginan dengan kecepatan tertentu maka bahan-bahan logam dan paduan memperlihatkan perubahan strukturnya. Suatu paduan dengan komposisi kimia yang sama dapat memiliki struktur mikro yang berbeda, dan sifat mekaniknya akan berbeda. Struktur mikro tergantung pada proses pengerjaan yang dialami, terutama proses perlakuan-panas yang diterima selama proses pengerjaan.

Proses perlakuan panas adalah kombinasi dari operasi pemanasan dan pendinginan dengan kecepatan tertentu yang dilakukan terhadap logam atau paduan dalam keadaan padat, sebagai suatu upaya untuk memperoleh sifat-sifat tertentu. Dengan kata lain bahwa proses perlakuan panas pada dasarnya terdiri dari beberapa tahapan, dimulai dengan pemanasan sampai ke temperatur tertentu, lalu diikuti dengan penahanan selama beberapa saat, baru kemudian dilakukan pendinginan dengan kecepatan tertentu. Kecepatan pendinginan dan batas temperature sangat menentukan.

## 2. ALAT PENELITIAN

1. Mesin las busur listrik SMAW

2. Alat uji tarik (Universal Testing Machine) type RAT-3Op dengan kap.30 TF
3. Tungku pemanasan
4. Elektroda terbungkus
5. Ragum
6. Gergaji Besi
7. Gurinda
8. Amplas

## 3. CARA PENELITIAN

Bahan yang dipakai adalah baja karbon medium diameter 10 mm, dipotong dengan menggunakan gergaji mesin sebanyak 12 spesimen dengan ukuran 300 mm, untuk pengujian tarik tanpa dilas dan memotong lagi sebanyak 24 potong spesimen dengan ukuran 150 mm untuk dilas sambung menjadi 12 spesimen, sebelumnya dibersihkan pada bagian permukaan bekas penggergajian dengan menggunakan mesin gurinda mesin sampai bersih dan rata.

### **Pengelasan:**

Pengelasan spesimen yang dipotong 24 spesimen dilas menjadi 12 spesimen untuk disambung dengan menggunakan jenis kawat las AWS: A5.1 E7016 dan dibuat kampu V kemudian dilas keliling sampai penuh terisi dengan kawat lasan, setelah selesai pengelasan semua biarkan sampai dingin, baru digurinda sampai rata pada bagian sambungan lasan tersebut.

### **Pemanasan:**

Memanaskan material sampai temperatur 850°C dengan holding time 30 menit kemudian didinginkan dengan air laut sampai mencapai suhu kamar.

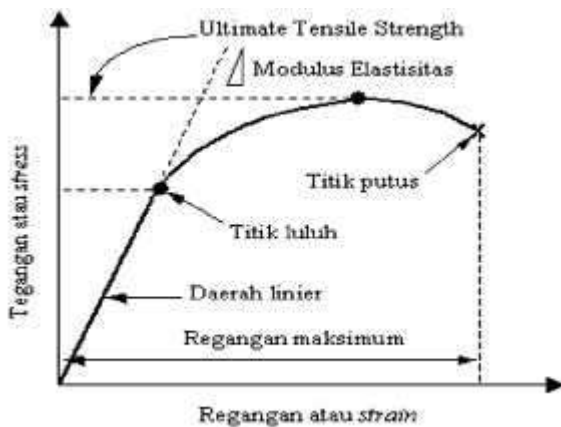
### **Pengujian Tarik :**

Untuk mengetahui sifat mekanik atas kekuatan maksimum dari A material dilakukan pengujian tarik dengan (*tensile test*). Pengujian tarik merupakan jenis pengujian material yang paling banyak dilakukan karena mampu memberikan

informasi representatif dan perilaku mekanis material. Prinsip pengujian ini yaitu sampel atau benda uji dengan ukuran dan bentuk yang telah ditetapkan diberi beban gaya tarik sesumbu yang bertambah besar secara kontinue pada kedua ujung spesimen tarik hingga putus, bersamaan dengan itu dilakukan pengamatan mengenai perpanjangan yang dialami benda uji.

Tegangan yang dipergunakan pada kurva adalah tegangan membujur rata-rata dari pengujian tarik. Pada spesimen panjang bagian tengahnya lebih kecil luas penampangnya dibandingkan kedua ujungnya, agar patahan terjadi pada bagian tengah. Data yang diukur secara manual yakni: diameter spesimen, luas penampang dan data yang terekam dari mesin tarik, berupa (F) yang diberikan (*lead cell*) dan *strain*  $\epsilon$  yang terbaca. Direduksikan menjadi kurva tegangan regangan dimana :

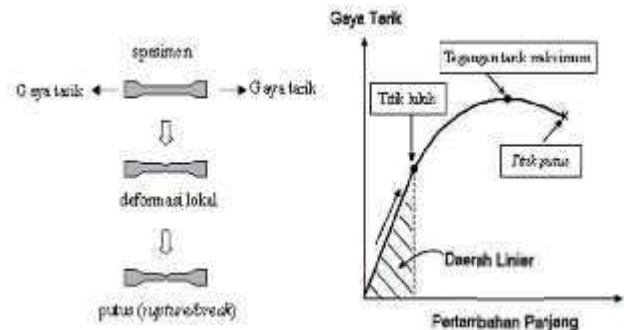
$$T = F \frac{F}{A} \text{ dan } T = \epsilon \cdot E$$



Gambar 1. Kurva tegangan regangan

Pada pengujian tarik kecepatan *cross head* tetap selama pengujian. Beban tarik yang diperlukan serta penebalan panjang yang terjadi direkam oleh alat yang ada pada mesin uji tarik dalam bentuk diagram antara beban dan penambahan panjang ( $\Delta L$  sifat mekanik sangat dipengaruhi oleh beban ( $L$ ) luar baik secara elastis maupun plastis.

Hubungan antara beban dan perpanjangan



Gambar 2. Kurva P- $\Delta l$

Batas elastis bahan dimana bahan akan kembali kepada panjang semula bila tegangan luar dihilangkan. Daerah proporsionalitas merupakan bagian dari batas elastis bila beban terus diberikan, maka batas elastis pada akhirnya akan terlampaui sehingga bahan tidak kembali seperti ukuran semula. Batas elastis merupakan titik dimana tegangan yang diberikan akan menyebabkan terjadinya deformasi plastis untuk pertama kali, kebanyakan material teknik mempunyai batas elastis yang hampir berhimpitan dengan batas proporsionalitasnya.

Batas proporsionalitas didefinisikan: daerah dimana tegangan mempunyai hubungan proporsionalitas dengan lainnya, setiap penambahan tegangan akan diikuti dengan penambahan tegangan secara proporsionalitas dalam hubungan linier.

Δl merupakan sifat mekanik yang disebut Δl sifat mekanik sangat dipengaruhi oleh beban.

Sifat beban garis lurus mengacu pada Hukum Hooke yaitu :

$$\Delta L = C \frac{l_0 \cdot p}{A_0}$$

Dimana :

$\Delta L$  = perpanjangan

C = konstanta

$l_0$  = panjang awal

p = beban

$A_0$  = Penampang awal

Dimana  $C = \frac{1}{\epsilon}$  dan E disebut modulus elastis dari mulai titik awal A logam mulur, mencapai titik B sebagai beban maksimum dan akhirnya akan patah pada titik C.

Dalam diagram tersebut dapat disebabkan antara daerah elastis dan plastis. Demikian pula daerah regangan seragam dan regangan tidak seragam. Pengenalan penampang pada daerah panjang uji (gaya length) dimaksudkan agar perubahan bentuk atau deformasi hanya akan terjadi di daerah tersebut setelah beban tarik mencapai harga maksimum. Maka pada batang uji akan terjadi pengecilan penampang setempat atau *necking* beban tarik mengecil dan akhirnya bahan uji tersebut patah. Berdasarkan beban tarik dengan pertambahan panjang dapat pula di hitung:

$$\text{Tegangan tarik : } \sigma = \frac{P}{A} \text{ (mpa)}$$

$$\text{Keuletan tarik : } \sigma u = \frac{P \text{ maks}}{A} \text{ (mpa)}$$

$$\text{Batas luluh : } \sigma y = \frac{ky}{A_0}$$

$$\text{Keuletan : } \sigma f = \frac{P \text{ patah}}{A_0}$$

#### 4. HASIL PENELITIAN

##### 4.1 Pengujian Tarik

Dari hasil pengujian tarik (*universal testing machine*) pada baja karbon medium sebagai berikut:

- a. Pengujian pada specimen tanpa dilas
 

Dari hasil pengujian tarik (*universal testing machine*) didapatkan nilai rata-rata baja karbon sedang non perlakuan  $\sigma u$  58,55 kgf/mm<sup>2</sup>, dan setelah mendapatkan perlakuan panas (*quenching*) pada temperatur 850°C holding time 30 menit, didinginkan pakai air laut dan di uji tarik terjadi perubahan kekuatan, angka rata-rata  $\sigma u$  menjadi 74,56 kgf/mm<sup>2</sup>, selisih  $\sigma u$  baja karbon sedang setelah di *quenching* dengan air laut pada 850°C holding time 30 menit

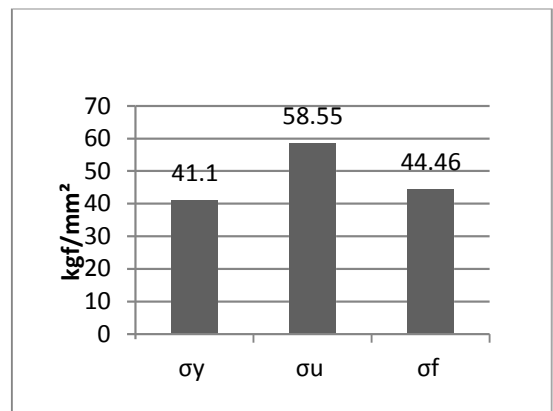
yaitu sebagai berikut 74,56 kgf/mm<sup>2</sup> - 58,55 kgf/mm<sup>2</sup> = 16,01 kgf/mm<sup>2</sup>.

- b. Pengujian pada specimen yang dilas
 

Perubahan pada baja karbon sedang yang dilas sambung menggunakan kawat las jenis RD 260 E 6013 non perlakuan nilai rata-ratanya  $\sigma u$  37,46 kgf/mm<sup>2</sup>, dan baja karbon sedang yang dilassaambung menggunakan kawat las jenis RD 260 E 6013 di *quenching* pada 850°C holding time 30 menit nilai rata-ratanya  $\sigma u$  40,25 kgf/mm<sup>2</sup>, jadi selisih kenaikan angka  $\sigma u$  sebagai berikut 40,25 kgf/mm<sup>2</sup> - 37,46 kgf/mm<sup>2</sup> = 2,79 kgf/mm<sup>2</sup>.

Tabel. 4.1. Hasil Data Uji Tarik Non Perlakuan Panas Tanpa Dilas

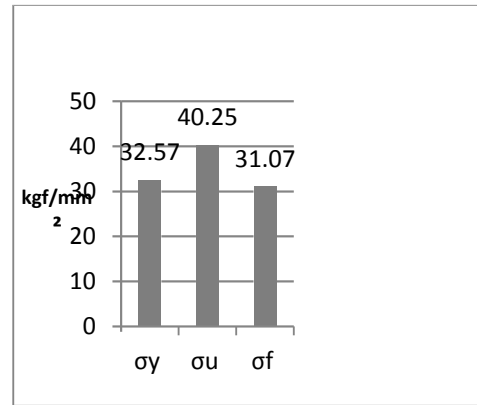
No	φ (mm)	A <sub>0</sub> (mm <sup>2</sup> )	σ <sub>y</sub> (kgf/mm <sup>2</sup> )	σ <sub>u</sub> (kgf/mm <sup>2</sup> )	σ <sub>f</sub> (kgf/mm <sup>2</sup> )	e%
1	10 (9,5)	70,84	42,34	59,28	46,30	30,26
2	10 (9,5)	70,84	42,34	59,99	49,26	32,89
3	10 (9,5)	70,84	39,96	57,17	43,76	30,26
4	10 (9,5)	70,84	41,36	58,58	44,46	30,26
5	10 (9,5)	70,84	39,52	57,73	38,53	31,57
Nilai rata-rata			41,10	58,55	44,46	31,04



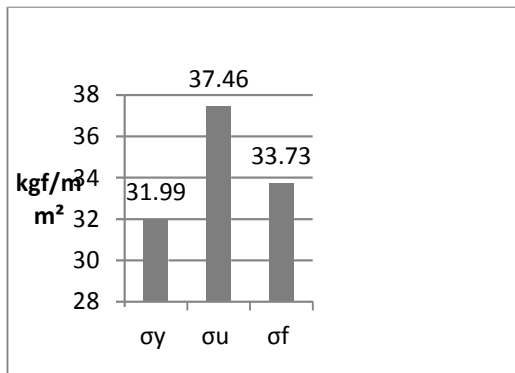
Gambar 4.1 Grafik uji tarik rata rata Non Perlakuan Panas Tanpa Dilas

**Tabel 4.2 Hasil Data Pengujian Non Perlakuan Panas Dilas**

No	$\phi$ (mm)	$A_0$ (mm <sup>2</sup> )	$\sigma_y$ (kgf/mm <sup>2</sup> )	$\sigma_u$ (kgf/mm <sup>2</sup> )	$\sigma_f$ (kgf/mm <sup>2</sup> )	e%
1	10 (9,5)	70,84	36,98	51,10	46,58	14,47
2	10 (9,5)	70,84	35,14	36,42	32,89	3,94
3	10 (9,5)	70,84	29,75	34,30	28,23	3,94
4	10 (9,5)	70,84	33,17	36,98	32,46	5,25
5	10 (9,5)	70,84	24,95	28,51	28,51	3,94
Nilai rata-rata			31,99	37,46	33,73	6,30



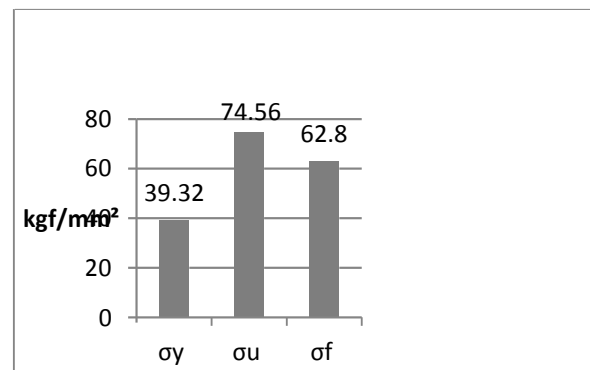
Gambar 4.3 Grafik uji tarik rata-rata Dilas dan Quenching 850°C



Gambar 4.2 Grafik uji tarik rata-rata non perlakuan dilas

**Tabel 4.4 Hasil Data Pengujian Tanpa Dilas dan di Quenching 850°**

No	$\phi$ (mm)	$A_0$ (mm <sup>2</sup> )	$\sigma_y$ (kgf/mm <sup>2</sup> )	$\sigma_u$ (kgf/mm <sup>2</sup> )	$\sigma_f$ (kgf/mm <sup>2</sup> )	e %
1	10 (9,5)	70,84	37,15	74,81	66,02	10,52
2	10 (9,5)	70,84	40,51	73,68	56,74	9,21
3	10 (9,5)	70,84	32,49	74,25	65,64	10,52
4	10 (9,5)	70,84	47,11	75,52	62,81	10,52
Nilai rata-rata			39,32	74,56	62,80	10,19



Gambar 4.4 Grafik uji tarik rata-rata tanpa dilas dan quenching 850°

**Tabel 4.3 Hasil Data Pengujian Dilas dan Quenching 850°C**

No	$\phi$ (mm)	$A_0$ (mm <sup>2</sup> )	$\sigma_y$ (kgf/mm <sup>2</sup> )	$\sigma_u$ (kgf/mm <sup>2</sup> )	$\sigma_f$ (kgf/mm <sup>2</sup> )	e%
1	10 (9,5)	70,84	34,16	36,84	31,47	2,63
2	10 (9,5)	70,84	31,20	36,84	25,55	2,63
3	10 (9,5)	70,84	25,41	36,98	22,58	3,94
4	10 (9,5)	70,84	36,92	44,74	44,74	3,94
5	10 (9,5)	70,84	35,15	45,87	31,05	2,63
Nilai rata-rata			32,57	40,25	31,07	3,15

## 5. KESIMPULAN

1. Perbandingan secara analisis bahwa pengaruh media pendingin air laut terhadap sifat mekanik baja karbon medium yang disambung dengan las SMAW pada uji tarik dapat diketahui bahwa rata-rata keuletan tarik pada specimen yang dilas lebih rendah daripada yang tidak dilas. Pada specimen yang diquenching baik yang dilas maupun tidak dilas mengalami peningkatan rata-rata keuletan tarik ( $\sigma$ ). Akan tetapi rata-rata nilai keuletan tarik ( $\sigma$ ) pada specimen yang dilas dan diquenching lebih rendah.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agustriyana, L. dan Purwanto. 2011. Pengaruh kuat arus dan waktu pengelasan pada proses las titik (*Spot Welding*) terhadap kekuatan tarik dan mikrostruktur hasil las dari baja fasa ganda (*Ferrite-Martensite*). Jurnal Rekayasa Mesin Vol.2 No.3. 175-181. ISSN 0216-468X
- ASM International. (1991). ASM International Volume 4 ; ” *Heat treating*”.USA : ASM International.
- Made, K. M.2009. Kekuatan sambungan las aluminium seri 1100 dengan variasi kuat arus listrik pada proses Las Metal Iner Gas (MIG).Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Cakra M. Vol.3 No. 1. 11-17
- Murtiono, A. 2012. Pengaruh Quenching dan Tempering terhadap kekerasan dan kekuatan tarik serta struktur mikro baja karbon sedang untuk mata pisau pemanen sawit. Jurnal e-Dinamis volume 11 No.2 Fak. Teknik USU ISSN 2338 – 1035.
- Putri, F. 2009. Pengaruh besar arus listrik dan panjang busur api terhadap hasil pengelasan. Jurnal Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya. Volume 1 No. 2
- Rahman, A.F dan Soeharto.2013. Pengaruh waktu temper perlakuan panas Quenching Temper terhadap umur lelah baja St 41 pada pembebanan lentur putar siklus tinggi. Jurnal Teknik Pomits Vol.2, No.1.ISSN: 2337-3539; 21-25
- Setiawan, A dan Wardana.2006. Analisa ketangguhan dan Struktur Mikro pada daerah las dan HAZ hasil pengelasan Sumerged Arc Welding pada Baja SM 490. Jurnal Teknik Mesin Vol.8, No. 2. 57-63
- Tata,Surdia.,1989 *Pengetahuan Bahan Teknik*, PT. Pradian Paramita, Jakarta.
- Wirjosumarto H dan Okumura T, 2000, Teknologi pengelasan logam, Cetakan kedelapan, Pradnya Paramita, Jakarta.