

## **ANALISIS KEKERASAN BAJA KARBON MEDIUM HQ 705 DENGAN PENGELASAN MIG (*METAL INERT GAS*)**

**Hosni Mubarak<sup>(1)</sup>, Moh. Halim Asiri<sup>(2)</sup>, Faisal Habib<sup>(3)</sup>**

<sup>1)</sup>Mahasiswa Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muslim Indonesia.

<sup>2,3)</sup>Dosen Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muslim Indonesia.

### **Abstrak**

Dalam bidang konstruksi khususnya pada elemen mesin, penggunaan logam selalu mengacu pada jenis beban dan kondisi lingkungan. Material logam akan mengalami berbagai macam kerusakan, umumnya kerusakan logam banyak ditemukan didaerah sambungan hasil pengelasan (Porawati). Las MIG (*Metal Inert Gas*) menggunakan gas nyala api yang berasal dari busur nyala listrik (Jalil). Sedangkan pada industri pengelasan umumnya digunakan media pendingin oli sesaat setelah material dilas. Proses pendinginan dapat menambah unsur karbon pada sambungan pengelasan sehingga kekerasannya meningkat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh proses pendinginan dengan variasi arus terhadap nilai kekerasan menggunakan las MIG. Penelitian ini dibuat dengan metode kajian pustaka dan eksperimen. Berdasarkan hasil penelitian, proses pendinginan dengan variasi arus terhadap nilai kekerasan pada kampuh V 120 Ampere dan 150 Ampere menghasilkan nilai kekerasan sebesar 161 HBW s/d 197 HBW, sedangkan kampuh X menghasilkan nilai kekerasan sebesar 176 HBW s/d 205 HBW. Waktu pengelasan dipengaruhi jumlah panas yang masuk dan volume kampuh yang dilas. Dimana pada kampuh V 120A waktu yang digunakan 5,49 Menit, pada kampuh V 150A waktu yang digunakan 2,47 menit sedangkan pada kampuh X 120A waktu yang digunakan 3,91 menit dan pada kampuh X 150A waktu yang digunakan 2,13 menit.

**Kata kunci :** *Baja HQ 705, Media Pendingin, Kekerasan Brinell.*

### **I. PENDAHULUAN**

Dalam bidang konstruksi khususnya pada elemen mesin, penggunaan logam selalu mengacu pada jenis beban dan kondisi lingkungan. Material logam akan mengalami berbagai macam kerusakan, umumnya kerusakan logam banyak ditemukan didaerah sambungan hasil pengelasan. Informasi tentang sifat suatu logam merupakan hal yang sangat penting untuk diketahui, hal ini bertujuan dalam mengoptimalkan penggunaan logam dan perlakuan sesuai dengan kebutuhan. Misalnya bahan logam sebagai bahan dasar konstruksi, harus bersifat ulet dan tidak mudah patah (Porawati 2018).

Pada saat ini pengelasan merupakan suatu pekerjaan yang sangat penting dalam teknologi industri. Hampir semua penyambungan logam untuk segala macam jenis dapat dibuat dengan teknik pengelasan. Las MIG (*Metal Inert Gas*) menggunakan gas nyala api yang berasal dari busur nyala listrik, dipakai sebagai pencair metal yang dilas dan metal penambah disebut juga dengan Solid Wire (Jalil 2017)

Sedangkan pada industri pengelasan umumnya digunakan media pendingin oli sesaat setelah material dilas. Proses pendinginan bertujuan menambah unsur karbon pada sambungan pengelasan sehingga kekerasannya meningkat.

Untuk dapat membuktikan peningkatan kadar karbon dan kekerasan suatu material diperlukan pembuktian berupa pengujian kekerasan dan analisa struktur mikro pada tiga daerah spesimen yaitu daerah las, haz dan logam induk. Pengujian ini perlu dilakukan untuk membuktikan asumsi tenaga welder perihal peningkatan nilai kekerasan akibat proses pendinginan dengan media oli sebagai penambah unsur karbon.

Berdasarkan uraian di atas, maka perlu dilakukan penelitian dengan judul “Analisis Kekerasan Dan Struktur Mikro Pada Baja Karbon Medium HQ 705 Dengan Pengelasan Mig (Metal Inert Gas)” yang diperoleh dari PT. Tira Austenite. Tbk.

Baja adalah campuran besi dan karbon, dengan kandungan karbon maksimum 1,5%. Karbon terjadi dalam wujud karbid besi, sehingga meningkatkan kekerasan baja. Baja merupakan paduan besi dan karbon yang dapat berisi konsentrasi dari elemen campuran lainnya. Ada ribuan campuran logam lainnya yang mempunyai komposisi berbeda. Sifat mekanis dari baja sangat sensitif terhadap kandungan karbon, yang mana secara normal kurang dari 1,5 %. Baja dibagi menjadi tiga macam, yaitu baja karbon rendah yang mengandung karbon kurang dari 0,3%, baja karbon sedang yang mengandung karbon 0,3%-0,6%, dan baja karbon tinggi yang mengandung karbon 0,6% -1,5% (Reynaldi.R 2020).

#### 1. Baja karbon rendah

Baja karbon rendah (low carbon steel) mengandung karbon dalam campuran baja karbon kurang dari 0,3%. Baja ini bukan baja yang keras karena kandungan karbonnya yang rendah kurang dari 0,3% C. Baja karbon rendah tidak dapat dikeraskan karena kandungan karbonnya tidak cukup untuk membentuk struktur martensit (Reynaldi.R 2020).

#### 2. Baja karbon menengah

Baja karbon sedang mengandung karbon 0,3% C – 0,6% C (medium carbon steel) dan dengan kandungan karbonnya

memungkinkan baja untuk dikeraskan sebagian dengan perlakuan panas (heat treatment) yang sesuai. Baja karbon sedang lebih keras serta lebih kuat dibandingkan dengan baja karbon rendah (Reynaldi.R 2020).

#### 3. Baja karbon tinggi

Baja karbon tinggi mengandung 0,6% C – 1,5% C dan memiliki kekerasan tinggi namun keuletannya lebih rendah, hampir tidak dapat diketahui jarak tegangan lumernya terhadap tegangan proporsional pada grafik tegangan regangan. Berkebalikan dengan baja karbon rendah, pengerasan dengan perlakuan panas pada baja karbon tinggi tidak memberikan hasil yang optimal dikarenakan terlalu banyaknya martensit sehingga membuat baja menjadi getas (Reynaldi.R 2020).

### A. Media Pendingin

Media pendingin merupakan suatu media yang digunakan untuk mendinginkan spesimen uji setelah mengalami proses perlakuan panas. Untuk mendinginkan bahan dikenal berbagai macam bahan untuk memperoleh pendinginan yang merata maka bahan pendingin tersebut hampir semuanya disirkulasi. Beberapa media pendingin yang digunakan untuk mendinginkan spesimen uji dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

#### 1. Air

Air adalah media yang sangat banyak digunakan untuk Quenching, karena biayanya yang murah, dan mudah digunakan serta pendinginan yang cepat. Air khususnya digunakan pada baja karbon rendah yang memerlukan penurunan temperatur dengan cepat dengan tujuan untuk memperoleh kekerasan dan kekuatan yang baik (Reynaldi.R 2020).

#### 2. Minyak atau Oli

Oli sebagai media pendingin yang lebih lunak jika dibandingkan dengan air. Digunakan pada material yang kritis, antara lain material yang mempunyai bagian tipis atau ujung yang tajam (Reynaldi.R 2020).

3. Larutan garam

Larutan Garam Air garam adalah media yang sering digunakan pada proses Quenching terutama untuk alat-alat yang terbuat dari baja (Reynaldi.R 2020). Beberapa keuntungan menggunakan air garam sebagai media adalah :

- a. Suhunya merata pada air garam.
- b. Proses pendinginan merata pada semua bagian logam.
- c. Tidak ada bahaya oksidasi, karburasi, atau dekarburisasi selama proses pendinginan.

**B. Spesifikasi Baja HQ 705 (PT. Tira Austenite TBK)**

Baja HQ-705 dijelaskan secara umum merupakan baja karbon sedang dengan persentase kandungan karbon pada besi sebesar 0,3% – 0,59% dengan titik didih 1550oC dan titik lebur 2900oC, disebut juga baja keras, banyak sekali digunakan untuk tangki, perkapalan, jembatan, dan dalam permesinan. Baja karbon sedang kekuatannya lebih tinggi dari pada baja karbon rendah. Sifatnya sulit untuk dibengkokkan, dilas, dipotong (Pradani 2020).

Tabel 1. Komposisi Kimia Baja HQ 705

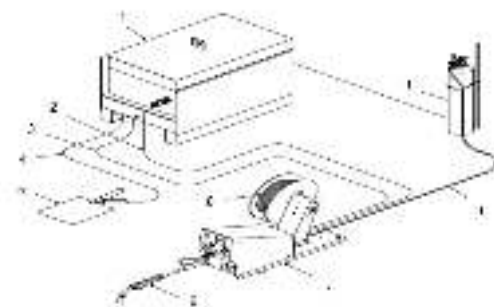
C	Si	Mn	S	P	Cr
0,57	0,17	0,50			
-	-	-	<0,040	<0,035	≤0,25
0,65	0,37	0,80			

Tabel 2. Data mekanis Baja HQ 705

Minimu m yield strength , (Mpa)	Minimu m tensile strength , (MPa)	Minimu m elongatio n, (%)	Minimu m reductio n of area, (%)
400	680	12	35

**C. Las MIG (*Metal Inert Gas*)**

Dalam las logam gas mulia, kawat las pengisi yang juga berfungsi sebagai elektroda diumpankan secara terus menerus. Busur listrik terjadi antara kawat pengisi dan logam induk. Skema dari alat las ini ditunjukkan dalam Gambar 2.2. Gas pelindung yang digunakan adalah gas argon, helium atau campuran dari keduanya. Untuk memantapkan busur kadang-kadang ditambahkan gas O2 antara 2 sampai 5%, atau CO, antara 5 sampai 20%. Proses pengelasan MIG ini dapat secara semi otomatis atau otomatis. Semi otomatis dimaksudkan pengelasan secara manual, sedangkan otomatis adalah pengelasan yang seluruhnya dilaksanakan secara otomatis. Elektroda keluar melalui tangkai bersama-sama dengan gas pelindung (Prasmoro 2020)



Gambar 1. Nama-nama bagian las MIG(Miler 2018)

Keterangan bagian-bagian las MIG :

1. Mesin las listrik
2. Kabel listrik
- 3 Kabel las menuju *feeder*
4. Kabel *ground*
5. kawat elektroda (*wire feeder*)
6. Pemegang elektroda (*torch*)
7. Pengontrol elektroda
8. Elektroda
9. Selang gas (gas hose)
10. Tabung gas pelindung

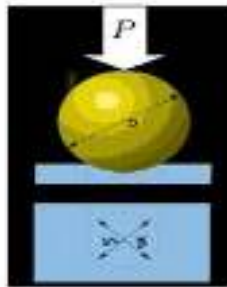
**D. Cara Brinell**

Menggunakan indentor bola baja yang dikeraskan. Yaitu dengan cara menekan bola baja pada logam dengan suatu beban tertentu pada waktu baja ditekan pada permukaan logam, maka akan tampak bekas penekanan berupa sebagian dari bola. Diameter bekas penekanan diukur teliti dengan mikroskop. Penentuan kekerasan dengan menggunakan metode ini dinyatakan dengan perbandingan antara beban dengan luas permukaan (Reynaldi.R 2020). Angka kekerasan Brinell dinyatakan dengan HB dengan menggunakan persamaan berikut :

$$HB = \frac{P}{(\pi D/2)(D - \sqrt{D^2 - d^2})} \quad (1)$$

Dengan :

- HB = Kekerasan Brinell (kg/mm<sup>2</sup>)
- P = Beban yang diberikan (kg)
- D = Diameter bola baja (mm)
- d = Diameter bekas tekan (mm)



Gambar 2. Metode *brinell*

**II. METODOLOGI PENELITIAN**

**A. Waktu dan Tempat Penelitian**

Penelitian ini dilakukan pada bulan November 2021, di Laboratorium Permesinan Balai Latihan Kerja Makassar dan Laboratorium Metalurgi Politeknik ATI Makassar.

**B. Alat dan Bahan yang digunakan**

1. Las MIG (*Metal Inert Gas*).



Gambar 3. Las *metal inert gas* (MIG)

Tabel 2. Spesifikasi mesin las MIG

<i>Input Voltage</i>	3ph AC 380
<i>Rated Input Power</i>	25KVA
<i>Range Of Output Current</i>	60-500A
<i>Welding Wire Diameter</i>	1.0-1.6mm
<i>Range Of Input Voltage</i>	DC 17-39V
<i>No-Load Voltage</i>	70VDC
<i>Rated Duty Cycle</i>	100%
<i>Efficiency</i>	89%
<i>Power Factor</i>	0.87
<i>Dimension</i>	650x340x560mm

2. Alat uji kekerasan.



Gambar 4. Alat uji kekerasan

Pada penelitian ini dilakukan pengujian kekerasan brinell dengan pembebanan yang diberikan 187,5 kgf, dengan diameter indentor 2,5 mm adapun spesifikasi alat uji kekerasan dapat dilihat pada tabel 3.2.

Tabel 3. Spesifikasi Universal Hardness Tester UH250

<i>Hardness Scales</i>	<i>Brinell, Vickers, Rockwell, Super-Rockwell (HB, HV, HR)</i>
<i>Optics</i>	<i>5 mega-pixel camera</i>
<i>Objectives</i>	<i>Zoom module and autofocus</i>
<i>Display</i>	<i>IPC-touchscreen or PC screen</i>
<i>Standards Compliant</i>	<i>ISO 6506, ISO 6507, ISO 6508, ISO 4545, ASTM E18, ASTM E92, ASTM E10 and JIS</i>
<i>Test Load Type</i>	<i>Loadcell closed-loop control system</i>
<i>Test Cycle</i>	<i>Automatic and indent evaluation</i>
<i>Test Loads</i>	<i>1, 3, 5, 10, 15, 15.625, 20, 30, 31.25, 50, 60, 62.5, 100, 125, 150, 187.5, 250 kgf</i>
<i>Vickers Test Procedures</i>	<i>HV 1, 2, 3, 5, 10, 20, 30, 50, 100</i>
<i>Brinell Test Procedures</i>	<i>HB1: 1, 2.5, 5, 10, 30 HB2.5: 6.25, 15.625, 31.25, 62.5, 187.5 HB5: 25, 62.5, 125, 250 HB10: 100, 250</i>
<i>Rockwell Test Procedures</i>	<i>A, B, C, D, E, F, G, H, K, L, M, P, R, S, V, Bm, Fm, 15N, 30N, 45N, 15T, 30T, 45T, 15W, 30W, 45W, 15X, 30X, 45X, 15Y, 30Y, 45Y, 30 TM, HMR 5/25</i>
<i>Indenters (optional)</i>	<i>Brinell Balls: 1, 2.5, 5, 10mm</i>

	<i>Vickers Diamond: 136° Rockwell: Diamond Cone 120°, Balls: 1/16in, 1/8in, 1/4in, 1/2in</i>
<i>Load Duration</i>	<i>0.1 - 255 seconds</i>
<i>Data Output</i>	<i>PC Software</i>
<i>Specimen Accommodation</i>	<i>Maximum test height 320 mm, maximum throat 215 mm</i>
<i>Specimen Access</i>	<i>External surfaces</i>
<i>Power Supply</i>	<i>100 - 240VAC, 60/50Hz</i>

### 3. Alat uji metalografi



Gambar 5. Alat uji metalografi.

#### 3.2.2 Bahan :

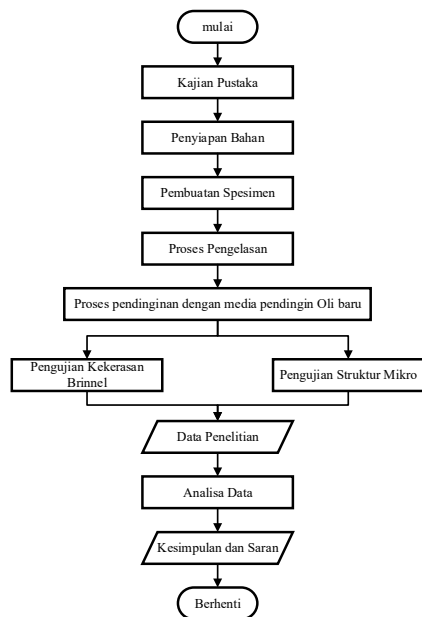
1. Baja karbon medium HQ 705.
2. Oli mesran.

#### C. Tahapan Pengambilan Data

Langkah-langkah dalam pengujian kekerasan *brinell* sebagai berikut:

- a. Menyiapkan alat uji kekerasan *Brinell*
- b. Memasang spesimen uji
- c. Menentukan beban yang digunakan yaitu 187,5 kgf
- d. Menentukan titik indentasi pada spesimen sesuai dengan gambar
- e. Menekan tombol start.
- f. Mencatat nilai kekerasan yang tertera pada layar
- g. Spesimen diuji kembali kekerasannya dan dicatat nilai kekerasan

Agar proses penelitian bisa dipahami maka perlu langkah-langkah yang sistematis dalam pelaksanaannya, yaitu :



Gambar 6. Diagram alir penelitian.

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Perhitungan kekerasan

Perhitungan kekerasan brinell menggunakan data kampuh V 120 ampere pada daerah penekanan logam induk.

$$HB = \frac{P}{\left(\frac{\pi \cdot D}{2}\right) \cdot (D - \sqrt{D^2 - d^2})}$$

Dengan :

Beban (P) = 187,5 kgf

Diameter indentor (D) = 2,5 mm

Diameter bekas penekanan (d) = 0,81 mm

Maka :

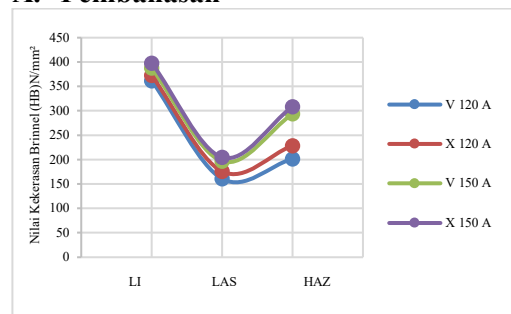
$$\begin{aligned} HB &= \frac{187,5 \text{ kgf}}{\left(\frac{3,14 \cdot 2,5 \text{ mm}}{2}\right) \cdot (2,5 \text{ mm} - \sqrt{(2,5)^2 - (0,81)^2} \text{ mm})} \\ &= \frac{187,5 \text{ kgf}}{(3,925 \text{ mm}) \cdot (2,5 \text{ mm} - 2,3651 \text{ mm})} \\ &= \frac{187,5 \text{ kgf}}{0,1349 \text{ mm}^2} \\ &= 354,23 \text{ kgf/mm}^2 \end{aligned}$$

Data-data perhitungan kekerasan selanjutnya dilampirkan pada tabel 4.

Tabel 4 Hasil perhitungan kekerasan

No. Sampel	Arus (A)	Waktu (s)	Dimensi pengelasan			Kondisi material induk (H70)	
			Wid	WLT	WHT	Las	HAZ
1	120	200	10	10	10	10	10
2	120	200	10	10	10	10	10
3	120	200	10	10	10	10	10
4	120	200	10	10	10	10	10
5	120	200	10	10	10	10	10

#### A. Pembahasan



Gambar 7. Grafik hasil pengujian kekerasan

Dari hasil pengujian kekerasan dengan variasi arus pengelasan 120 A dan 150 A pada kampuh V dan kampuh X dihasilkan nilai kekerasan HBW pada Tabel 4.1, data hasil pengujian menunjukkan semakin besar kuat arus pengelasan maka waktu pengelasan dan nilai kekerasan yang dihasilkan semakin meningkat. Kuat arus pengelasan yang besar menyebabkan masukan energi panas (heat input) tersebut mengalir ke logam induk dan menyebar ke daerah HAZ. Berdasarkan nilai kekerasan yang diperoleh terlihat bahwa nilai kekerasan pada daerah logam induk lebih besar dibandingkan nilai kekerasan pada daerah HAZ dan daerah las. Hal ini disebabkan logam yang digunakan memiliki karakteristik yang sulit dilas sehingga nilai kekerasan menurun. Berdasarkan spesifikasi bahan yang digunakan (HQ-705) memiliki temperatur dengan titik didih 1550oC dan titik lebur 2900oC sehingga jika menerima perlakuan panas (di Las) dibawah temperatur didih atau temperatur lebur hanya menyebabkan penurunan kekerasan pada material HQ-705 akibatnya peningkatan kekerasan

akibat pendinginan menggunakan oli tidak nampak pengaruhnya.

#### **IV. PENUTUP**

##### **A. KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Pengaruh proses pendinginan dengan variasi arus terhadap nilai kekerasan terlihat dari hasil pengujian kekerasan. Pada kampuh V 120 Ampere sampai 150 Ampere menghasilkan nilai kekerasan sebesar 161 HBW s/d 197 HBW, sedangkan kampuh X menghasilkan nilai kekerasan sebesar 176 HBW s/d 205 HBW.

##### **B. Saran**

1. Untuk penelitian selanjutnya dapat dipertimbangkan pemilihan material.
2. Untuk penelitian selanjutnya dapat dipertimbangkan lama penahanan sebelum dicelupkan ke media pendingin.
3. Untuk penelitian selanjutnya dapat dipertimbangkan pemilihan jenis kawat las.
4. Untuk penelitian selanjutnya dapat dipertimbangkan variasi Ampere yang lebih tinggi.

#### **REFERENSI**

Jalil, et al. 2017. "Analisa Kekuatan Impak Pada Penyambungan Pengelasan Gmaw Material ASSAB 705 Dengan Variasi Arus Pengelasan." Jurnal Polimesin.

Miler. 2018. "Guidelines for Gas Metal Arc Welding ( GMAW )." USA.

Porawati, H. 2018. "Analisis Alat Uji Impak Metode Izod Pada Bengkel Politeknik Jambi." Jurnal Inovator.

Pradani, et al. 2020. "Analisis Kekuatan Tarik, Kekerasan, Dan Struktur Mikro

Pada Pengelasan Baja St-60 Berdasarkan Variasi Temperatur Tempering." Jurnal Teknologi Terapan: G-Tech 2(1):98–105.

Prasmoro, Alloysius Vendhi. 2020. "Analisa Sistem Perawatan Pada Mesin Las MIG Dengan Metode Failure Mode and Effect Analysis: Studi Kasus Di PT. TE." Operations Excellence: Journal of Applied Industrial Engineering 12(1):13.

Reynaldi.R. 2020. "ANALISIS SIFAT MEKANIS HQ 705 HASIL PACK KARBURISING DENGAN MEDIA ARANG TULANG SAPI."