

## **PENGARUH *PREHEAT* TERHADAP SIFAT MEKANIS SAMBUNGAN *METAL INERT GAS (MIG)* PADA BAJA KARBON RENDAH**

<sup>(1)</sup> *Wartono*, <sup>(2)</sup> *Muhammad Taufiq* <sup>(3)</sup> *Abraham Julius*  
<sup>(1,2,3)</sup> *Prodi Teknik Mesin Institut Teknologi Nasional Yogyakarta*

<sup>(1)</sup> *e-mail: [wartono\\_sttnas@yahoo.com](mailto:wartono_sttnas@yahoo.com)*

<sup>(2)</sup> *e-mail: [muhammadtaufiq961@gmail.com](mailto:muhammadtaufiq961@gmail.com)*

<sup>(3)</sup> *e-mail: [brambam505@gmail.com](mailto:brambam505@gmail.com)*

*Jl. Babarsari, Caturtunggal, Depok, Sleman, Yogyakarta*

### **ABSTRACT**

*The objective of this research is to find out the effect of preheat on mechanical properties of the metal inert gas welding (MIG) on low carbon steel. The welding method uses a MIG welding on a low carbon steel strip plate specimen, in the V angle of 60°, using ER70S-6 electrode wire and CO<sub>2</sub> for protection, the variable of this research is a preheat temperature of 100° C , 200° C, 300° C and non preheat. The test results showed that the highest Vickers hardness value is owned by the preheat 200<sup>0</sup>C temperature with vickers hardness value of 206,674 kg/mm<sup>2</sup>, the tensile test specimens with preheat 200<sup>0</sup>C temperature variations have the greatest tensile strength is the average of 54,87 Kgf/mm<sup>2</sup>, the value of the highest impact energy on preheat 100<sup>0</sup>C of 98,399 Joules.*

*Keywords: MIG Welding, Preheat, Low Carbon Steel, Mechanical Properties.*

### **ABSTRAK**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh preheat terhadap sifat mekanis sambungan *metal inert gas (MIG)* pada baja karbon rendah. Metode pengelasan menggunakan pengelasan *MIG*, dengan spesimen plat strip baja karbon rendah, kampuh V sudut 60°, menggunakan kawat elektroda *type* ER70S-6 dan CO<sub>2</sub> sebagai gas pelindung busur nyala api, variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah suhu *preheat* 100° C, 200° C, 300° C dan *non preheat*. Hasil uji menunjukkan bahwa nilai kekerasan vickers tertinggi dimiliki oleh suhu *preheat* 200<sup>0</sup>C dengan nilai kekerasan vickers sebesar 206,674 kg/mm<sup>2</sup>, dan spesimen pengujian tarik dengan variasi suhu *preheat* 200<sup>0</sup>C memiliki kekuatan tarik terbesar rata-rata adalah 54,87 kgf/mm<sup>2</sup>, serta nilai energi impak tertinggi dimiliki oleh spesimen dengan *preheat* 100<sup>0</sup>C yakni 98,399 Joule joule.

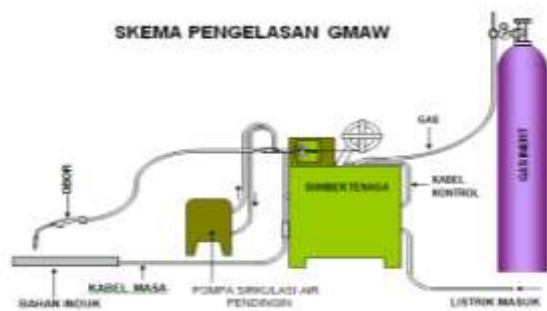
Kata kunci : Las MIG, *Preheat*, Baja Karbon Rendah, Sifat Mekanis.

### **I. PENDAHULUAN**

Pengelasan secara umum adalah suatu proses penyambungan logam menjadi satu akibat panas dengan atau tanpa pengaruh tekanan serta dapat juga didefinisikan sebagai ikatan metalurgi yang ditimbulkan oleh gaya tarik menarik antara atom. Salah satu mesin las yang paling banyak digunakan ialah mesin las *Metal Inert Gas (MIG)*, faktor pendukungnya

ialah karena mesin las *MIG (Metal Inert Gas)* memiliki banyak keuntungan dalam penggunaannya, diantaranya dapat digunakan untuk pengelasan baja kualitas tinggi seperti baja tahan karat. Adapun prinsip kerja las *MIG (Metal Inert Gas)* adalah pengelasan dengan menggunakan nyala gas yang dihasilkan dari busur nyala listrik, yang dipakai sebagai pencair metal yang akan dilas. Pelindung oksidasi yang dipakai berupa gas kekal (*inert*),

CO<sub>2</sub> dan Argon. Adapun skema mesin las MIG (*Metal Inert Gas*) adalah sebagai berikut :



Gambar 1. Skema Pengelasan *Metal Inert Gas* (Biro Klasifikasi Indonesia, 2006)



Gambar 2. Elektroda Baja Karbon ER70S-6 Pengelasan MIG (*Metal Inert Gas*)

*Preheat* bertujuan untuk menstabilkan suhu spesimen sebelum dilakukan pengelasan agar tidak terjadi kerusakan pada saat dan setelah pengelasan. Pada setiap jenis logam memiliki suhu yang berbeda-beda yang digunakan untuk suhu *preheat*. Tujuan lain perlakuan pemanasan awal (*preheat*) adalah untuk meningkatkan sifat mekanik dan sifat fisis logam. Oleh karena itu, pemilihan suhu pemanasan awal (*preheat*) sangat penting dilakukan untuk mendapatkan sifat fisis dan mekanis yang baik.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

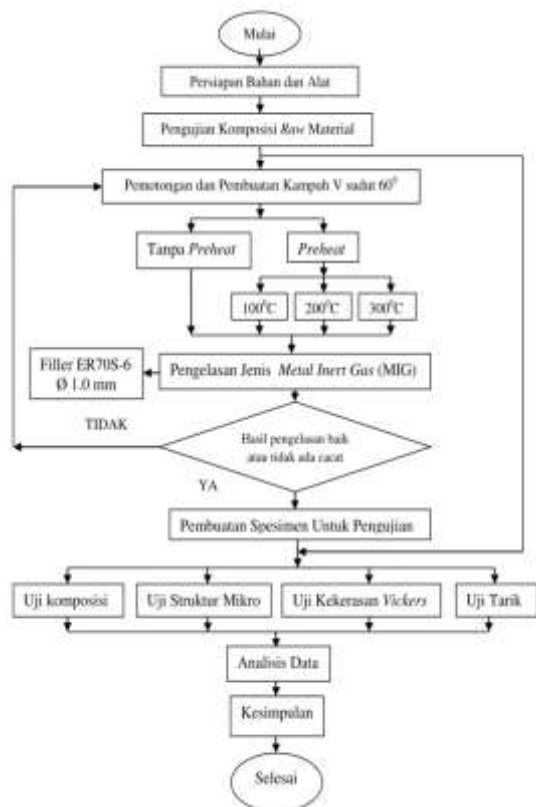
Penelitian yang dilakukan oleh Aktika Chandra (2011) dengan judul “Pengaruh *Preheat* terhadap Ketangguhan dan Struktur Mikro pada Pengelasan Adapter *Bucket Excavator* dengan metode *Gas Metal Arc Welding* (GMAW). Penelitian ini menggunakan bahan baja paduan rendah, bahan diberi perlakuan *preheat* dengan variasi temperatur yaitu temperatur ruang atau tanpa *preheat*, temperatur *preheat* 150<sup>0</sup>C dan temperatur *preheat* 350<sup>0</sup>C. Dapat disimpulkan bahwa dengan variasi perlakuan *preheat* pada pengelasan adapter *bucket excavator* terjadi

perubahan struktur mikro akibat laju pendinginan yang berbeda dan sangat berpengaruh terhadap ketangguhannya. Ketangguhan paling optimal pada pengelasan adapter *bucket excavator* adalah pada penggunaan *preheat* 150<sup>0</sup>C.

Aji, dkk. (2016), meneliti pengaruh kuat arus listrik terhadap ketangguhan impact dan kekuatan tarik sambungan las MIG baja karbon tinggi. Variasi arus yang digunakan yaitu 80 A, 100 A, 120 A. Peningkatan arus listrik pada pengelasan mengakibatkan ketangguhan impact logam las menjadi turun namun sebaliknya kekuatan tarik semakin meningkat. Menurut Wirjosumarto, dkk (2000: 58-59), lamanya pendinginan dalam suatu daerah temperatur dari suatu siklus termal las sangat mempengaruhi kualitas sambungan. Energi panas yang digunakan dalam pengelasan menyebabkan sifat-sifat logamnya dapat berubah, karena panas pengelasan tersebut dan logam di sekitar lasan mengalami siklus termal cepat yang menyebabkan terjadinya perubahan-perubahan metalurgi yang rumit, deformasi dan tegangan-tegangan termal. Hal tersebut sangat erat hubungannya dengan ketangguhan, cacat las, retak las dan lain sebagainya yang pada umumnya mempunyai pengaruh terhadap keamanan dari konstruksi yang dilas.

Berdasarkan uraian diatas, penulis tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul “Pengaruh *Preheat* Terhadap Sifat Mekanis Sambungan *Metal Inert Gas* (MIG) pada Baja Karbon Rendah”. Penelitian ini akan membahas tentang pengaruh pemanasan awal (*preheat*) terhadap kekuatan tarik, kekerasan Vickers, ketangguhan *impact* dan kekuatan lengkung (*bending*), sehingga akan dihasilkan data yang paling baik untuk mendapatkan sambungan pengelasan pada baja karbon rendah (*Low Carbon Steel*).

## III. METODOLOGI



Gambar 3. Diagram Alir Penelitian

**A. Alat Penelitian**

1. Plat baja karbon rendah dengan ukuran 300 x 95 x 5 mm.
2. Kawat las diameter 1 mm tipe ER70S-6.
3. Mesin Las MIG
4. Mesin Uji tarik (*Tensile Stress*)
5. Mesin Uji Kekerasan (*Vickers Hardness*)
6. Mesin Uji Impak (*Impact Test*)
7. Alat pendukung lain berupa :
  - a) Amplas grit 100, 120, 200, 360, 500, 800, 1000, 1500, 2000 dan 5000 mesh.
  - b) Kain bludru.
  - c) Pasta poles merk Autosol.
  - d) Larutan HNO<sub>3</sub> (Asam Nitrat) kadar 5% untuk etsa.
  - e) Larutan alkohol kadar 70% untuk bahan etsa.

**B. Bahan Penelitian**

Material uji yang digunakan bahan plat baja karbon rendah (*strip plat*) yang berukuran 6000 mm x 95 mm x 5 mm, kemudian dipotong lagi dengan ukuran 300 mm x 95 mm x 5 mm sebanyak 50 batang. Setelah didapatkan ukuran yang diinginkan kemudian dilanjutkan dengan pembuatan kampuh V dengan sudut 60°.

**IV. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**A. Hasil**

Setelah dilakukan penelitian, yang meliputi 5 pengujian yaitu : uji komposisi kimia, uji struktur mikro, uji kekuatan tarik, uji kekerasan vickers, dan uji *impact*, maka diperoleh data sebagai berikut :

**1) Uji komposisi kimia**

Uji komposisi ini dilakukan pada 2 benda uji yaitu logam induk (*raw materials*) dan daerah las (*weld metal*), pengujian dilakukan untuk mengetahui berapa prosentase unsur yang terkandung dalam plat baja karbon, baik pada logam induk maupun yang telah terpengaruh oleh pengelasan (daerah las), sehingga dapat diketahui perbandingan kadar kandungan unsur kimia dari kedua benda uji tersebut.

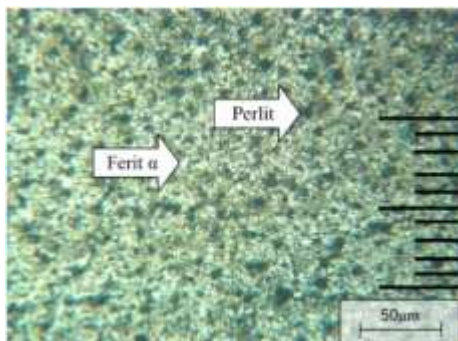
Tabel 1. Hasil Uji Komposisi Kimia

| No. | Unsur | <i>Raw Material</i> | <i>Weld Metal</i>   |
|-----|-------|---------------------|---------------------|
|     |       | Komposisi Kimia (%) | Komposisi Kimia (%) |
| 1   | Fe    | 98,4433             | 98,4417             |
| 2   | S     | 0,0221              | 0,0152              |
| 3   | Al    | -0,0014             | 0,0100              |
| 4   | C     | 0,1931              | 0,1544              |
| 5   | Ni    | 0,0682              | 0,0334              |
| 6   | Nb    | 0,0009              | 0,0027              |
| 7   | Si    | 0,2509              | 0,3852              |
| 8   | Cr    | 0,2589              | 0,1223              |
| 9   | V     | 0,004               | 0,005               |
| 10  | Mn    | 0,5387              | 0,6971              |
| 11  | Mo    | 0,0139              | 0,0049              |
| 12  | W     | -0,0004             | 0,0016              |
| 13  | P     | 0,0220              | 0,0115              |
| 14  | Cu    | 0,1112              | 0,0877              |
| 15  | Ti    | 0,00004             | 0,0022              |
| 16  | N     | 0,0016              | -0,0290             |
| 17  | B     | 0,0006              | 0,0006              |
| 18  | Pb    | 0,005               | 0,008               |
| 19  | Sb    | 0,0042              | -0,0001             |
| 20  | Ca    | 0,0007              | 0,0073              |
| 21  | Mg    | -0,0005             | -0,0007             |
| 22  | Sn    | 0,0313              | 0,0060              |
| 23  | Co    | 0,0132              | 0,0150              |

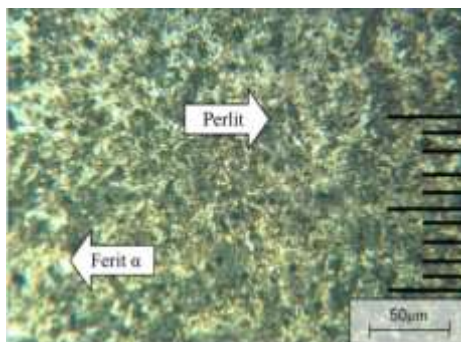
Unsur karbon (C) memiliki sifat meningkatkan kekuatan, menurunkan regangan, berpengaruh keuletan, dan mampu memberikan sifat keras pada benda uji. Kandungan unsur mangan (Mn) yang mempunyai sifat tahan terhadap gesekan dan tahan tekanan (*impact load*). Kandungan unsur silisium (Si) yang mempunyai sifat meningkatkan keuletan dan ketangguhan. Unsur kromium (Cr) memiliki pengaruh yang hampir sama dengan mangan yaitu meningkatkan ketangguhan, kemampuan untuk dikeraskan dan tahan terhadap temperatur tinggi. Kromium berperan dalam pembentukan karbida. Senyawa karbida ini sangat keras dan dengan sendirinya kekerasan baja akan meningkat.

## 2) Pengamatan Struktur Mikro

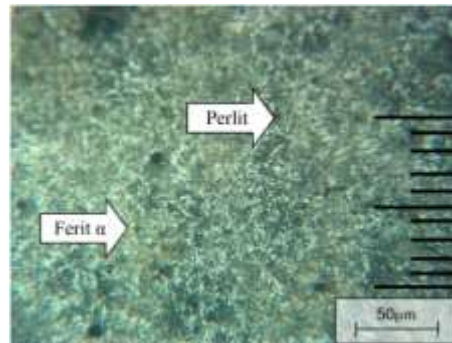
Pengamatan struktur mikro dilakukan pada pada tiga titik dari raw material, daerah HAZ, dan daerah las. Dengan pembesaran gambar sampai 100x dan hasil foto struktur mikro dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



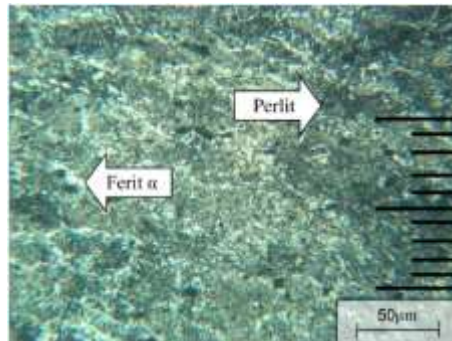
Gambar 4). *Base metal*



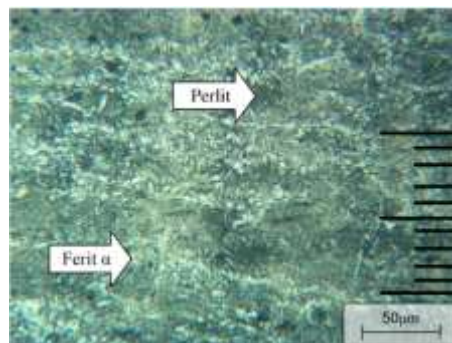
Gambar 5). *Weld metal non preheat*



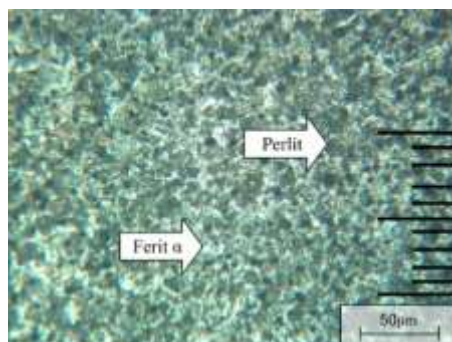
Gambar 6). *Weld metal preheat 100°C*



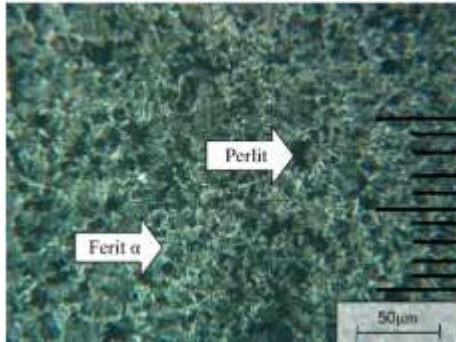
Gambar 7). *Weld metal preheat 200°C*



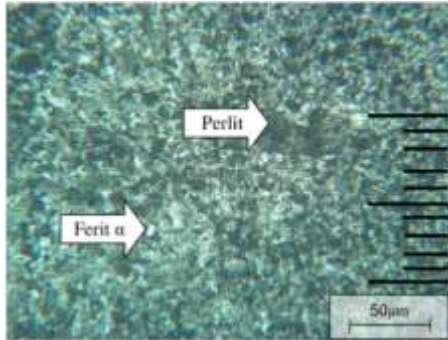
Gambar 8). *Weld metal preheat 300°C*



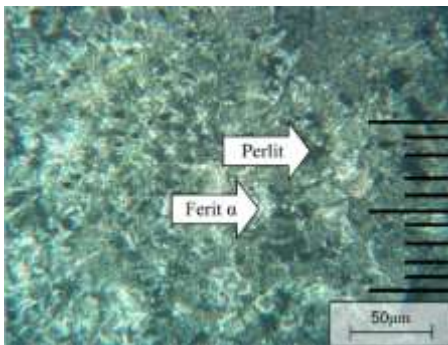
Gambar 9). *HAZ non preheat*



Gambar 10). HAZ preheat 100<sup>0</sup>C



Gambar 11). HAZ preheat 200<sup>0</sup>C



Gambar 12). HAZ preheat 300<sup>0</sup>C

Hasil uji struktur mikro menunjukkan bahwa, baja karbon rendah mempunyai struktur perlit dan ferit, munculnya kedua struktur ini disebabkan oleh unsur-unsur yang terkandung dalam baja karbon rendah. Struktur ferit acicular berfungsi sebagai penstabil unsur karbon (C) karena dapat meningkatkan kekuatan dan ketangguhan logam las, sedangkan Mangan dan Silisium sebagai penstabil perlit. Struktur mikro yang terbentuk dari hasil pengelasan posisi bawah tangan dengan las MIG (*Metal Inert Gas*) berkampuh *V double pass* dengan variasi suhu *preheat* 100<sup>0</sup>C, 200<sup>0</sup>C, 300<sup>0</sup>C dan bahan yang tidak di proses *preheat* yakni pada daerah las, daerah HAZ (*Heat Affected Zone*), dan daerah logam induk keseluruhan struktur mikronya terbentuk menyerupai atau sama, karena pada proses

pengelasannya menggunakan kawat pengisi (*filler*) sama dan proses pendinginan las yang sama.

**3) Pengujian Kekerasan Vickers**

Menurut Schonmetz, A., dkk. (1977), pengujian kekerasan mikro vickers, harga ditunjukkan oleh penetrator yang terbuat dari piramida intan, sudut antara dua bidang sisi piramida 136°. Ditekan kepermukaan bagian yang akan diukur dengan beban 150 kg. Besarnya diagonal bekas injakan diukur dengan mikroskop dan nilai kekerasan vickers dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$VHN = 1,8544 \frac{P}{D^2} \dots\dots\dots (1)$$

$$D = \frac{(d_1 + d_2)}{2} \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan:

VHN = Angka Kekerasan *Vickers*

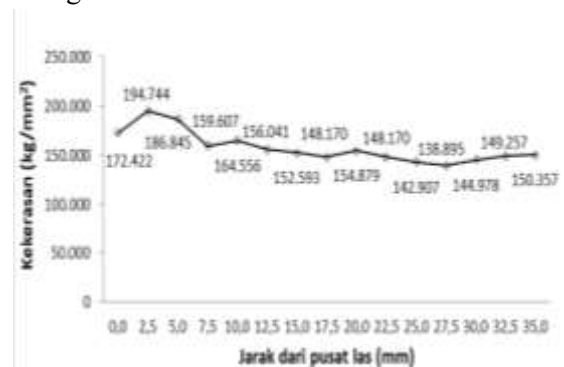
P = Beban yang ditetapkan

D = Panjang diagonal rata-rata

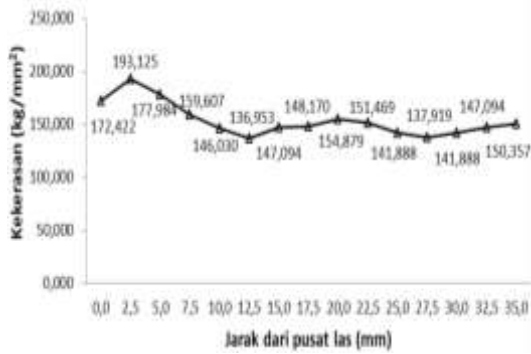
d<sub>1</sub> = Panjang injakan satu

d<sub>2</sub> = Panjang injakan dua

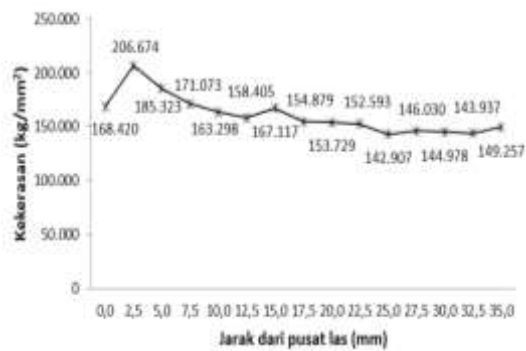
Pengujian kekerasan dilakukan pada 15 titik mulai dari pusat daerah las menuju ke logam induk dengan jarak 2,5 mm disetiap titiknya pada masing-masing spesimen diperoleh data sebagai berikut :



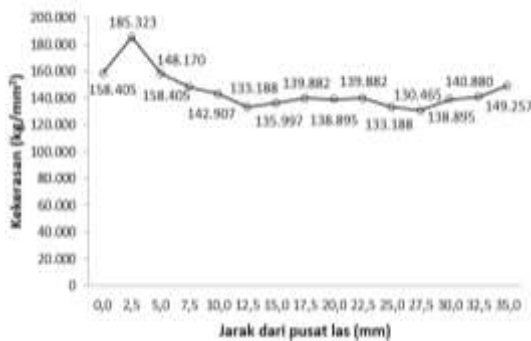
Gambar 12. Grafik Nilai Kekerasan Vickers *Non Preheat*



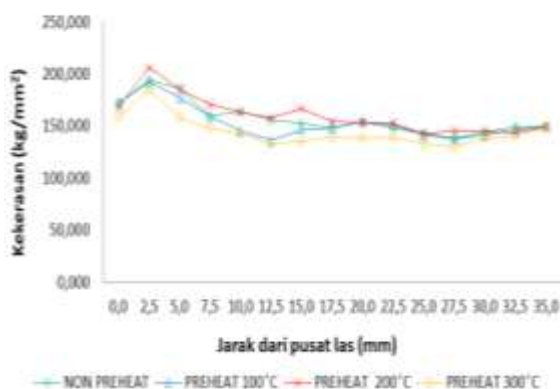
Gambar 13. Grafik Nilai Kekerasan Vickers Preheat 100°C



Gambar 14. Grafik Nilai Kekerasan Vickers Preheat 200°C



Gambar 15. Grafik Nilai Kekerasan Vickers Preheat 300°C

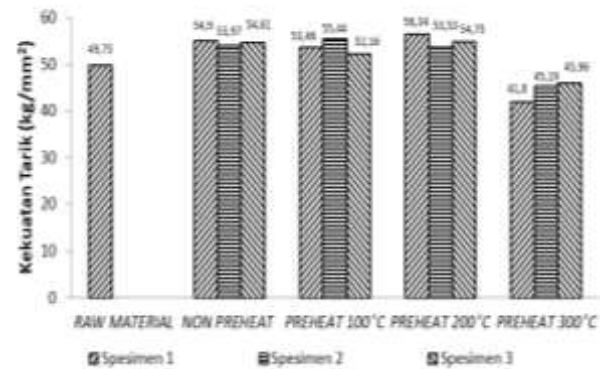


Gambar 16. Histogram Hasil Pengujian Kekerasan Vickers

Hasil pengujian kekerasan vickers untuk setiap suhu *preheat* berbeda-beda, dimana suhu *preheat* 200°C memiliki nilai kekerasan yang paling tinggi yakni 206,674 kg/mm<sup>2</sup>, dibandingkan dengan nilai kekerasan suhu *preheat* 100°C yakni 193,125 kg/mm<sup>2</sup>, nilai kekerasan suhu *preheat* 300°C yakni 185,323 kg/mm<sup>2</sup> dan nilai kekerasan *non preheat* yakni 194,744 kg/mm<sup>2</sup>.

#### 4) Pengujian Tarik

Setelah dilakukan pengujian tarik pada spesimen uji tarik dan didapatkan data tegangan tarik seperti sebagai berikut :



Gambar 17. Histogram Hasil Pengujian Tarik

Setelah dilakukan pengujian tarik pada spesimen uji tarik dan didapatkan data tegangan tarik seperti diatas maka analisisnya sebagai berikut :

Pada spesimen pengujian tarik dengan variasi suhu *preheat* 200°C memiliki kekuatan tarik terbesar yakni rata-rata adalah 54,87 Kgf/mm<sup>2</sup>. Hal ini mengindikasikan bahwa pada spesimen dengan variasi suhu *preheat* 200°C memiliki kekuatan tarik yang lebih baik dibandingkan spesimen yang lain dengan variasi suhu *preheat* 100°C, 300°C, dan bahan yang tidak di proses *preheat*.

#### 5) Hasil Pengujian Impak

Pengujian impak dilakukan persis di daerah *weld metal*, dan terlebih dahulu ditakik sedalam 2 mm di bagian tengah *weld metal*, pembuatan takik pada pengujian ini sendiri bertujuan untuk membuat jalur sobekan impak.

Besarnya nilai dampak dapat dihitung sebagai berikut :

- a). Luas permukaan yang diambil dari tebal dan lebar spesimen (A) dan harga dampak ( $H_i$ )

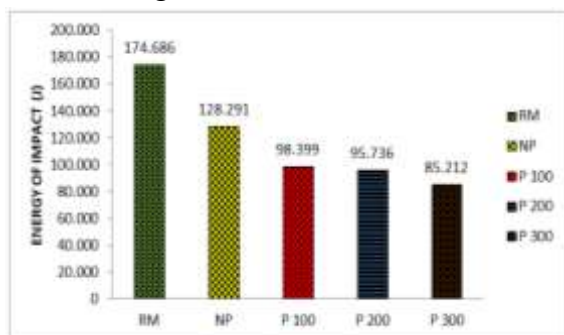
$$A = \text{tebal spesimen} \times \text{lebar spesimen (mm}^2\text{)}$$

$$H_i = G \times R \times g (\cos\beta - \cos\alpha) \text{ (joule)}$$

- b). Harga dampak per  $\text{mm}^2$

$$H_k = \frac{H_i}{A}$$

Data hasil perhitungan pengujian dampak adalah sebagai berikut :



Gambar 18. Grafik Perbandingan Energi Dampak tiap Spesimen.

Berikut ini merupakan hasil perhitungan energi dampak tertinggi spesimen *raw material* adalah 174,686 Joule, *non preheat* adalah 128,291 Joule, *preheat* 100°C adalah 98,399 Joule, *preheat* 200°C adalah 95,736 Joule, dan *preheat* 300°C adalah 85,212 Joule. Dari hasil pengujian energi dampak tertinggi tersebut ditunjukkan pada spesimen dengan *preheat* 100°C, sedangkan spesimen *raw material* harga energi dampak terlihat paling tinggi dibanding spesimen lainnya baik spesimen yang mendapatkan *preheat* maupun *non preheat*.

## V. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan maka didapat kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil uji komposisi kimia menunjukkan bahwa bahan *raw material* baja karbon yang digunakan merupakan klasifikasi baja karbon rendah yang mempunyai kadar

karbon (C) 0,1931% C, mangan (Mn) sebesar 0,5387 %, silisium (Si) sebesar 0,2509 %, dan sulfur (S) sebesar 0,0221 %.

2. Hasil uji kekerasan *vickers* menunjukkan bahwa daerah las memiliki nilai kekerasan tertinggi dibanding dengan daerah *HAZ* (*Heat Affected Zone*) maupun daerah logam induknya. Nilai kekerasan *vickers* tertinggi dimiliki oleh suhu *preheat* 200°C dengan nilai kekerasan *vickers* sebesar 206,674  $\text{kg/mm}^2$  dan nilai kekerasan *vickers* terendah adalah *preheat* 300°C dengan nilai kekerasan *vickers* sebesar 158,405  $\text{kg/mm}^2$  sedangkan nilai kekerasan *vickers raw material* pada penelitian ini sebesar 150,357  $\text{kg/mm}^2$ .
3. Pada spesimen pengujian tarik dengan variasi suhu *preheat* 200°C memiliki kekuatan tarik terbesar yakni rata-rata adalah 54,87  $\text{Kgf/mm}^2$ . Dimana pada spesimen pengujian tarik dengan variasi suhu *preheat* 100°C memiliki kekuatan tarik rata-rata adalah 53,68  $\text{Kgf/mm}^2$ , spesimen pengujian tarik dengan variasi suhu *preheat* 300°C memiliki kekuatan tarik rata-rata adalah 44,31  $\text{Kgf/mm}^2$ , spesimen pengujian tarik dengan variasi suhu *non preheat* memiliki kekuatan tarik rata-rata adalah 54,49  $\text{Kgf/mm}^2$ .
4. Hasil uji *impact charpy* menunjukkan bahwa *raw material* memiliki nilai ketangguhan terhadap daya impak yang lebih tinggi dibanding dengan daerah las (*weld metal*). Nilai pengujian *impact* tertinggi dimiliki oleh *raw material* dengan nilai kekuatan energi dampak sebesar 174,686 Joule, dan nilai pengujian *impact* terendah adalah *preheat* 300°C dengan nilai kekuatan energi dampak sebesar 85,212 Joule, sedangkan nilai kekuatan energi dampak *preheat* 100°C pada penelitian ini sebesar 98,399 Joule dan nilai kekuatan energi dampak *preheat* 200°C pada penelitian ini sebesar 95,736 Joule.

## Daftar Pustaka

- Aji, B. K., Wijoyo., 2016, “Pengaruh Kuat Arus Listrik Terhadap Ketangguhan

*Impak dan Kekuatan Tarik Sambungan  
Las MIG Baja Karbon Tinggi”.*

Biro Klasifikasi Indonesia. 2006. *Rules for Hull Construction Volume II*. Jakarta: Biro Klasifikasi Indonesia.

Chandra, Aktika. 2011. “*Pengaruh Preheating terhadap Ketangguhan dan Struktur Mikro pada Pengelasan Adapter Bucket Excavator dengan Metode Gas Metal Arc Welding (GMAW)*”. Depok: Universitas Indonesia.

Schonmetz, A., Gruber, K. 1977. *Pengetahuan Bahan Dalam Pengerjaan Logam*, Bandung: PT. Angkasa, Bandung.

Wiryosumarto, H. dan Okumura, T. 1987. *Teknik Pengelasan Logam*, edisi VII. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.