

# PENGARUH *HEAT INPUT* TERHADAP KOROSI DAN KEKERASAN SAMBUNGAN TIG PADA *STAINLESS STEEL 304*

Ahmad Sodiqin<sup>1)</sup>, Wartono<sup>2)</sup>, Mustakim<sup>3)</sup>

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri  
Institut Teknologi Nasional Yogyakarta

Jl Babarsari No. 1 Depok Sleman, Yogyakarta, Telp (0274) 485390

Email: \*<sup>1</sup>[ahmadsodiqin19966@gmail.com](mailto:ahmadsodiqin19966@gmail.com), \*<sup>2</sup>[wartono@itny.ac.id](mailto:wartono@itny.ac.id), \*<sup>3</sup>[mustakim@itny.ac.id](mailto:mustakim@itny.ac.id)

## Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh *heat input* terhadap korosi dan kekerasan sambungan TIG pada *stainless steel 304*. Serta mengetahui sifat mekanik dan struktur mikro suatu material setelah dilakukannya pengelasan. Proses pengelasan TIG yang dilakukan dengan variasi *heat input* 3,51 kJ/mm, 3,73 kJ/mm dan 3,95 kJ/mm. Elektroda tungsten yang digunakan dalam metode pengelasan ini adalah EWTH-2 dan kawat tambah yang digunakan yaitu dengan kode ER 308. Jenis kampuh yang digunakan adalah kampuh V dengan sudut 40°. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian korosi dan kekerasan. Hasil uji laju korosi tertinggi pada sambungan las yaitu pada variasi *heat input* 3,73 kJ/mm sebesar 6405 mils/year dan HAZ sebesar 6111 mils/year. Sedangkan untuk nilai kekerasan pada sambungan las tertinggi pada variasi *heat input* 3,51 kJ/mm sebesar 164,3 kgf/mm<sup>2</sup> dan raw sebesar 155,7 kgf/mm<sup>2</sup>. Pengujian struktur mikro pada daerah las menunjukkan bahwa variasi *heat input* 3,95 kJ/mm, austenit tampak lebih halus. Sedangkan perbedaan struktur pada daerah HAZ menunjukkan bahwa pada variasi *heat input* 3,95 kJ/mm tampak fasa ferit yang merata. Dikarenakan pada arus yang digunakan pengelasan tersebut tidak cukup besar untuk mencairkan sebagian material pada daerah kampuh dan juga bahan tambah.

Kata Kunci : TIG, *Stainless Steel 304*, korosi, kekerasan

## Abstract

This study aims to determine the effect of *heat input* on corrosion and hardness of TIG joints on *stainless steel 304*. And to determine the mechanical properties and microstructure of a material after welding. The TIG welding process is carried out with variations in the *heat input* of 3.51 kJ/mm, 3.73 kJ/mm and 3.95 kJ/mm. The tungsten electrode used in this welding method is EWTH-2 and the added wire used is the ER code 308. The type of seam used is seam V with an angle of 40°. Tests carried out are testing corrosion and hardness. The highest corrosion rate test results on the welding connection are the variation of *heat input* 3.73 kJ / mm at 6405 mils/year and HAZ at 6111 mils/year. As for the hardness value at the highest welded joint, the variation of the *heat input* is 3.51 kJ/mm at 164.3 kgf/mm<sup>2</sup> and raw at 155.7 kgf/mm<sup>2</sup>. Testing the microstructure in the weld area showed that the variation of the *heat input* was 3.95 kJ/mm, the austenite appeared smoother. While the difference in structure in the HAZ region shows that the variation of the *heat input* of 3.95 kJ/mm shows an even ferrite phase. Due to the current used welding is not large enough to melt some of the material in the seam area and also added material.

Keywords : TIG, *Stainless Steel 304*, Corrosion, Hardness

## 1. PENDAHULUAN

Sekarang ini penyambungan logam dengan sistem pengelasan semakin banyak diimplementasikan baik pada konstruksi bangunan maupun konstruksi mesin. Hal ini dikarenakan sambungan las memiliki keuntungan antara lain didapatkan sambungan yang kuat, dan pelaksanaan yang relatif cepat. Pengelasan merupakan teknik penyambungan logam dengan cara mencairkan sebagian logam induk dan logam pengisi dengan memanfaatkan energi panas.

Perkembangan teknologi pengelasan yang semakin pesat sehingga dituntut sumber daya manusia yang semakin berkembang pula. Para peneliti terus menemukan hal-hal baru dalam pengembangan mutu kualitas hasil las yang baik. Dalam lingkup penggunaan teknik pengelasan pada industri sangatlah luas sebagai contoh dalam proses produksi banyak diaplikasikan pada bejana tekan, peralatan medis, perpipaan, peralatan perindustrian dan sebagainya. Oleh karena itu harus diperhatikan terkait rancangan las yang mempertimbangkan kekuatan las dan sambungan las yang akan disambung. *Welder* juga harus memperhatikan prosedur pengelasan yang baik dan benar supaya didapatkan hasil pengelasan yang diharapkan.

Kebutuhan akan material logam sangatlah penting dengan berbagai macam sifat mekanik pada suatu material. Sifat mekanik yang meliputi kekerasan, keuletan, kekuatan, ketangguhan harus diketahui sebab logam tersebut akan digunakan untuk berbagai macam keperluan dan keadaan. Salah satu contoh material logam *stainless steel* (baja tahan karat), dalam penggunaan *stainless steel* di dunia semakin meningkat karakteristiknya yang menguntungkan karena tahan terhadap pengaruh oksidasi.

Pada umumnya pengelasan logam *stainless steel* dengan ketebalan 5 mm menggunakan metode pengeleasan SMAW (*Shield Metal Arc Welding*) namun hasil pengelasan terdapat penembusan yang kurang dan terbentuk slag atau terak yang mengakibatkan terjadinya oksidasi akibat pelindung logam hanya busur las dari fluks. Sehingga untuk mengatasi kelemahan tersebut dipilihlah alternatif lain menggunakan teknologi las TIG (*Tungsten Inert Gas*). Penyambungan logam *stainless steel* dengan las TIG (*Tungsten Inert Gas*) sudah banyak dipakai. Gas mulia yang dipakai ialah gas argon bukan gas helium ataupun CO<sub>2</sub>.

Kualitas las pada las TIG banyak parameter yang mempengaruhi, antara lain tingkat keahlian *welder*, arus pengelasan, kecepatan pengelasan, debit gas pelindung, jenis *filler*, jenis bahan dan ketebalannya dan sebagainya. Adapun prinsip kerja pada las TIG (*Tungsten Inert Gas*) peleburan logam terjadi karena panas yang dihasilkan oleh busur nyala listrik antara elektroda dengan logam induk. Pada jenis pengelasan ini logam pengisi dimasukkan ke dalam daerah arus busur sehingga mencair dan terbawa ke logam induk. Pencairan kawat tambah dilaksanakan di ujung kolam las selama proses pengelasan berjalan. Dengan menggunakan gas pelindung untuk mencegah terjadinya oksidasi pada bahan las yang panas. Untuk menghasilkan busur nyala digunakan elektroda yang tidak mudah melebur yang terbuat dari logam *tungsten* atau paduannya yang mempunyai titik lebur yang sangat tinggi.

Penelitian sebelumnya, Syafa'at (2018) telah melakukan penelitian dengan metode pengelasan GTAW dengan pelindung gas argon. Material yang dipilih adalah *stainless steel* 304. Penelitian ini menggunakan variasi arus 60, 70 dan 80 *ampere*. Berdasarkan hasil pengujian spesimen dengan arus 80 *ampere* memiliki tegangan tarik maksimal tertinggi. Hubungan antara kekuatan tarik dan struktur mikro yaitu semakin besar butiran logam yang dihasilkan maka tegangan luluhnya semakin kecil karena panas tidak cukup membuat elektroda *tungsten* dan bahan tambahnya meleleh dengan baik.

Peneliti lainnya, Ary Setiawan (2016) Penelitian *Stainless Steel 304* Terhadap Pengaruh Pengelasan GTAW Untuk Variasi Arus 50 A, 100 A dan 160 A Dengan Uji Komposisi Kimia, Uji Struktur Mikro, Uji Kekeraan dan Uji Impact. Nilai kekerasan tertinggi didapatkan dari pengelasan dengan arus 160 A dengan nilai kekerasan 164,5 VHN pada bagian sambungan las. Nilai kekerasan pada arus 50 A adalah 156,6 VHN sedangkan pada arus 100 A adalah 156,6 VHN.

Tujuan penelitian kali ini adalah untuk mengetahui pengaruh *heat input* terhadap korosi dan kekerasan sambungan TIG pada *stainless steel* 304 dan juga sifat mekanik dan struktur mikro.

## 2. METODE PENELITIAN

Metode pengelasan yang digunakan adalah TIG (*Tungsten Inert Gas*). Pengelasan yang dilakukan dengan variasi *heat input* 3,51 kJ/mm, 3,73 kJ/mm dan 3,95 kJ/mm dengan elektroda *tungsten* EWTH-2 dan bahan tambah (*filler rod*) dengan kode ER308. Jenis kampuh yang

dipilih adalah kampuh V dengan sudut 40°. Pengelasan yang dilakukan di CV Cahaya Baru yang terletak di Desa Tayu Wetan Kecamatan Tayu Kabupaten Pati Jawa Tengah. Setelah dilakukan pengelasan kemudian dilakukan uji komposisi di PT Itokoh Ceperindo Klaten sedangkan untuk pengujian korosi dilakukan di laboratorium pengujian bahan UGM Jogjakarta. Pengujian kekerasan dan struktur mikro dilakukan di laboratorium pengujian bahan UGM Yogyakarta

2.1 Pengujian Korosi

Pembuatan spesimen sesuai dengan bentuk standar ASTM dengan bantuan mesin perkakas seperti gerinda potong, CNC supaya sesuai dengan standar uji bahan. Adapun pengujian korosi dilakukan untuk mengetahui laju kekerasan bahan material hasil pengelasan. Metode pengujian yang digunakan adalah metode kehilangan berat dengan larutan korosif HCl. Rumus perhitungan yang digunakan dalam pengujian korosi kehilangan berat.

$$CR = \frac{KW}{AT\rho}$$

Dimana :

CR = Laju korosi (*mils/year*)

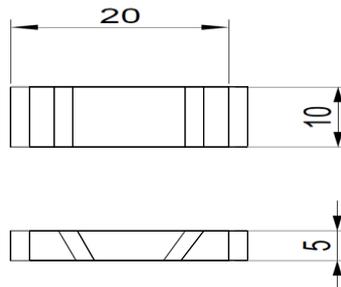
K = Konstanta

W = Selisih berat (gram)

A = Luas permukaan (cm<sup>2</sup>)

T = Waktu perendaman (jam)

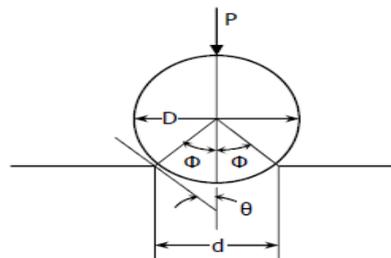
ρ = Massa jenis *stainless steel 304* (gram/cm<sup>3</sup>)



Gambar 1. Spesimen uji korosi

2.2. Pengujian Kekerasan

Pengujian kekerasan bertujuan untuk mendapat info nilai kekerasan hasil pengelasan yang ditinjau pada daerah las (*weld metal*) dan daerah terpengaruh panas (HAZ). Adapun pengujian yang dilakukan menggunakan metode pengujian kekerasan *brinell*.

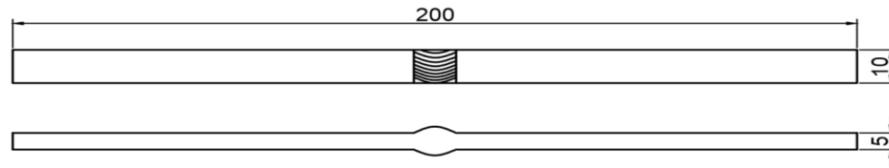


Gambar 2. Skema Pengujian kekerasan *brinell*

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

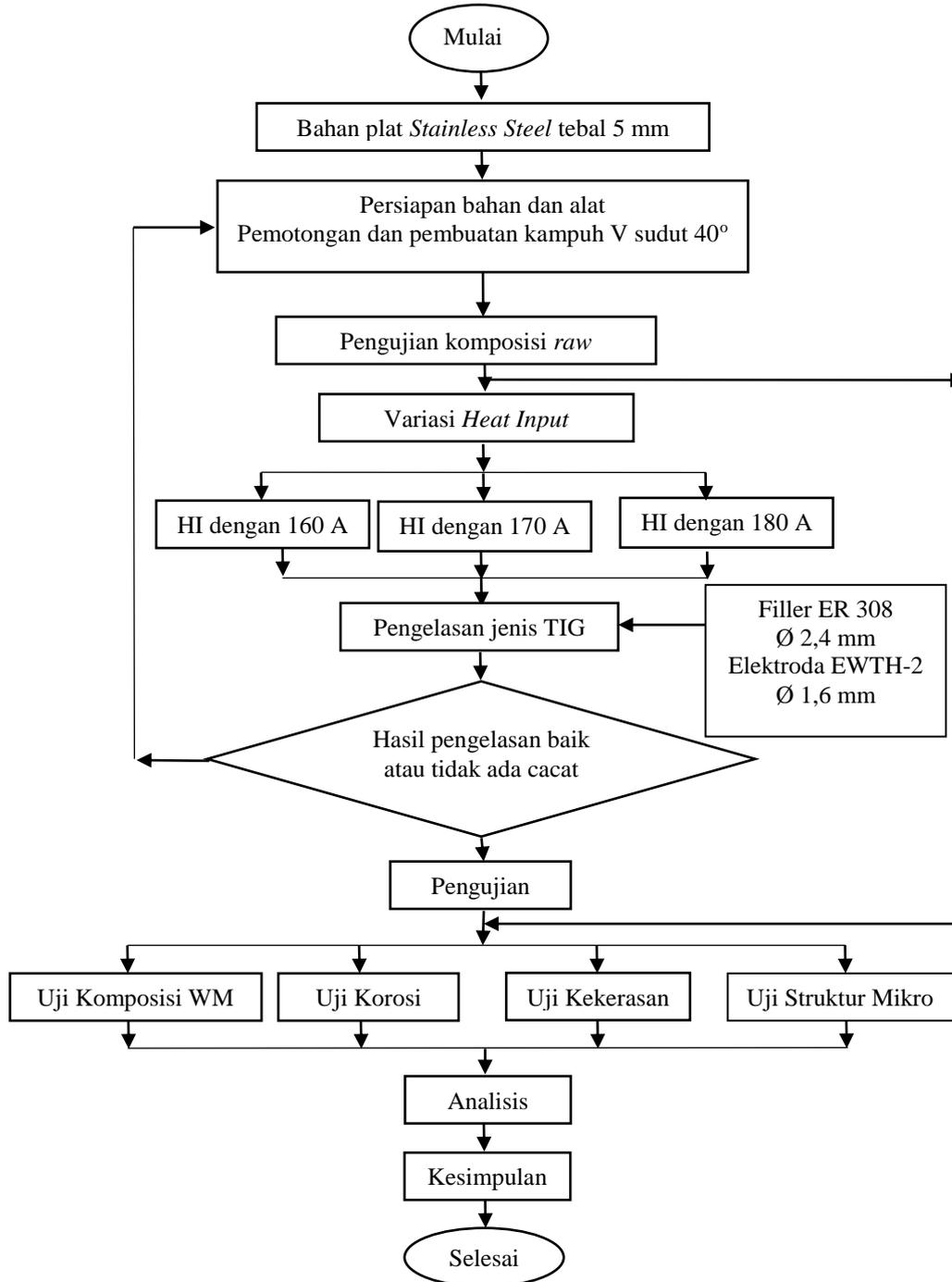
Dimana :

P = beban yang digunakan (kg)  
 D = diameter bola baja (mm)  
 d = diameter lekukan (mm)



Gambar 3. Spesimen uji kekerasan

2.3. Diagram Alir Penelitian



### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Pengujian Komposisi

Pengujian ini dilaksanakan di PT. Itokoh Ceperindo Klaten. Pengujian dilakukan pada *raw material* dan *weld metal* untuk mengetahui unsur kimia yang terkandung di dalamnya. Pengujian komposisi digunakan untuk mengetahui unsur baja tahan karat (*Stainless steel*) yang nantinya akan digunakan untuk menentukan kawat tambah (*filler rod*).

**Tabel 1.** Data Hasil Pengujian Komposisi

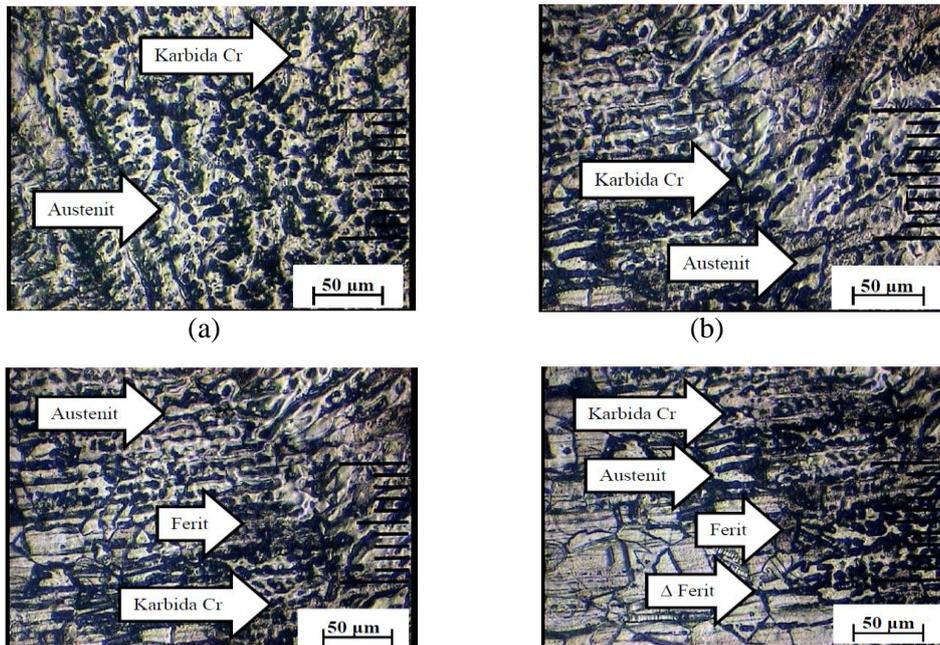
No	Unsur	Keterangan	Presentase (%)	
			Logam Induk	Daerah Las
1	Fe	Besi	70,0547	67,9824
2	S	Sulfur	0,0117	0,0025
3	Al	Alumunium	0,0175	0,0071
4	C	Karbon	0,0668	0,0417
5	Ni	Nikel	8,6449	9,6334
6	Nb	Niobium	0,0125	0,0114
7	Si	Silikon	0,7461	0,4516
8	Cr	Kromium	18,9574	19,5746
9	V	Vanadium	0,047	0,111
10	Mn	Mangan	1,0492	1,5172
11	Mo	Molibdedenum	0,1275	0,1688
12	W	Wolfram	-0,0010	0,0351
13	P	Phosphor	0,0201	0,0185
14	Cu	Tembaga	0,0614	0,0446
15	Ti	Titanium	0,0021	0,0010
16	N	Nitrogen	0,0492	0,2326
17	B	Boron	0,0007	0,0008
18	Pb	Plumbum	0,004	0,001
19	Sb	Stibium	0,0082	0,0064
20	Ca	Kalsium	0,0013	0,0008
21	Mg	Magnesium	0,0090	0,0119
22	Zn	Seng	-0,0090	-0,0095
23	Co	Kobalt	0,1180	0,1407

Dari hasil uji komposisi yang didapatkan penyusun utama adalah besi (Fe)= 70,0547 % untuk *raw material* sedangkan untuk *weld metal* sebesar 67,9824 %. Juga terdapat unsur paduan lainnya yang dipergunakan untuk meningkatkan ketangguhan serta dapat memperhalus struktur kristalnya. Unsur Khrom (Cr) yang terdapat pada *raw material* sebesar 18,9574 % sedangkan pada *weld metal* sebesar 19,5746 % merupakan unsur terpenting untuk baja konstruksi dan perkakas yang menginginkan sifat mekanik yang baik, baja akan menjadi tahan karat dan tahan terhadap asam, tahan aus, tahan panas, serta memiliki sifat mampu keras. Unsur Nikel (Ni) yang terdapat pada *raw material* sebesar 8,6449 % sedangkan pada *weld metal* sebesar 9,6334 % merupakan unsur paduan yang dimaksudkan untuk meningkatkan kekakuan, mampu las dan tahan karat. Unsur Mangan (Mn) yang terdapat pada *raw material* sebesar 1,0492 % sedangkan pada *weld metal* sebesar 1,5172 % sebagai unsur paduan logam pada baja konstuksi dan perkakas dalam meningkatkan kekuatan, kekerasan, dan tahan aus. Unsur Silikon (Si) yang terdapat pada *raw material* sebesar 0,7461 % sedangkan pada *weld metal* sebesar 0,4516 % untuk meningkatkan kekakuan, kekerasan, tahan aus, tahan panas dan tahan karat, kemampuan tempa dan dilas. Unsur Tembaga (Cu) yang terdapat pada *raw material* sebesar 0,0614 % sedangkan pada *weld metal* sebesar

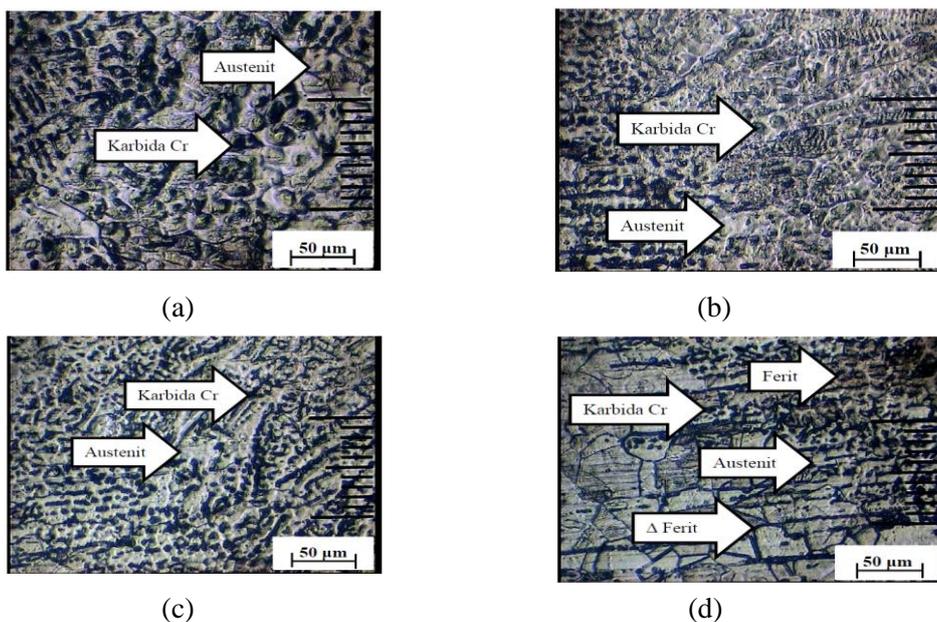
0,0446 % mempunyai sifat fisik daya penghantar listrik yang tinggi, daya hantar panas dan tahan karat, ulet.

3.2. Pengujian Struktur Mikro

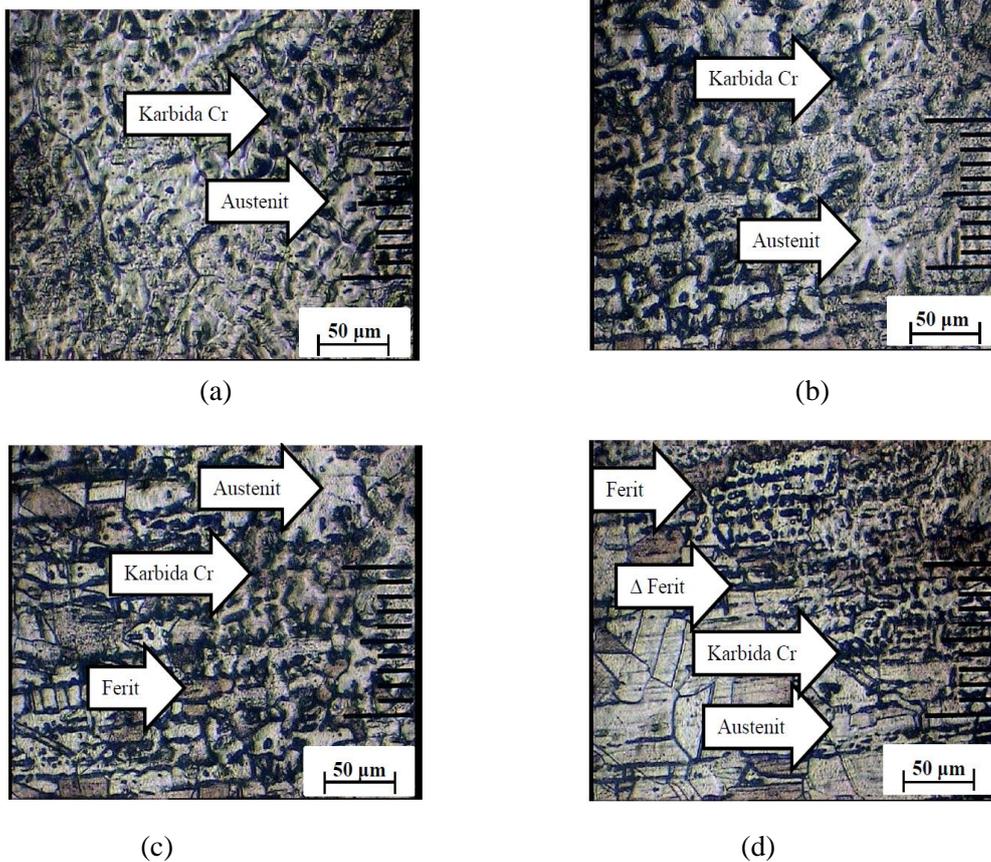
Pengujian struktur mikro yang dilakukan pada daerah las (*weld metal*), batas las dengan HAZ (*Heat Affected Zone*), daerah terpengaruh panas/HAZ, serta batas HAZ dengan material induk (*raw material*). Foto mikro dilakukan dengan menggunakan mikroskop optik yang ada di laboratorium pengujian bahan D3 UGM Yogyakarta. Material uji yang dipilih adalah *stainless steel 304* yang telah dilakukan pengelasan dengan arus yang berbeda. Foto mikro yang diambil dengan perbesaran 100 kali. Untuk bahan etsa yang digunakan menggunakan larutan HCL + HNO<sub>3</sub> yang dicampur dengan perbandingan 3 : 1.



Gambar 4. Variasi *heat input* 3,51 kJ/mm (a) Daerah las, (b) Batas las dengan HAZ, (c) Daerah HAZ, (d) Batas HAZ dengan *raw*



**Gambar 5.** Variasi *heat input* 3,73 kJ/mm (a) Daerah las, (b) Batas las dengan HAZ, (c) Daerah HAZ, (d) Batas HAZ dengan *raw*



**Gambar 6.** Variasi *heat input* 3,95 kJ/mm (a) Daerah las, (b) Batas las dengan HAZ, (c) Daerah HAZ, (d) Batas HAZ dengan *raw*

Hasil dari pengamatan struktur mikro secara keseluruhan pada semua spesimen, fasa yang tampak jelas yaitu austenit (warna putih), ferit berwarna kecoklatan, karbida Cr (khrom) dengan butiran halus titik-titik hitam, dan delta ferit pada daerah perbatasan antara HAZ dengan *raw* yang berbentuk garis memanjang. Pada seluruh daerah pengujian struktur mikro dapat kita lihat adanya fenomena sensitasi dimana terjadi pengendapan karbida khrom. Adanya fenomena sensitasi tersebut diakibatkan karena tingginya masukkan panas (*heat input*) serta rendahnya laju pendinginan dari logam yang dilas.

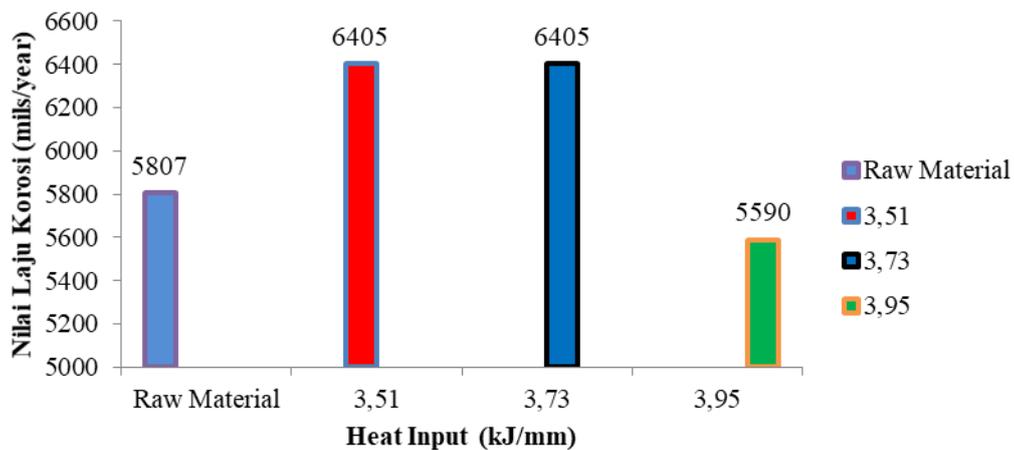
Dari hasil pengujian foto mikro yang dilakukan menunjukkan perbedaan pada daerah las dan HAZ (*Heat Affected Zone*). Struktur yang terbentuk karena adanya transformasi panas. Pada daerah las menunjukkan bahwa pengelasan dengan *heat input* 3,51 kJ/mm, struktur yang dihasilkan lebih kasar dibandingkan dengan pengelasan dengan *heat input* 3,73 dan 3,95 kJ/mm. Pada struktur mikro pengelasan dengan *heat input* 3,95 kJ/mm, fasa austenit tampak lebih halus. Sedangkan perbedaan struktur pada daerah HAZ menunjukkan bahwa pada variasi *heat input* 3,95 kJ/mm tampak fasa ferit yang merata. Dikarenakan arus yang digunakan pengelasan tersebut tidak cukup besar untuk mencairkan sebagian material pada daerah kumpuh dan juga bahan tambah sehingga kurang begitu baik dan tampak butiran pada daerah lasan. Dengan demikian daerah terpengaruh panas atau HAZ tidak terlalu luas.

3.3. Pengujian Korosi

Pengujian korosi dilakukan menggunakan metode kehilangan berat. Standar pengujian mengacu pada ASTM G-1. Dengan ukuran spesimen pengujian panjang = 20 mm dan lebar = 10 mm. Direndam pada larutan korosif HCl selama 100 jam perendaman. Pengujian dilakukan di Laboratorium D3-UGM.

Tabel 2. Data Hasil Pengujian Korosi

No	Spesimen	Berat sebelum korosi (gr)	Berat setelah korosi (gr)	Selisih berat (gr)	Laju Korosi (mils/year)	Rata-rata
1.	Raw Material	26.75	23.84	2.91	6330	5807
2.	Raw Material	27.33	24.90	2.43	5284	
3.	HI 3,51 HAZ	24.24	21.81	2.43	5284	5294
4.	HI 3,51 HAZ	25.28	22.60	2.68	5304	
5.	HI 3,51 Las	25.62	22.98	2.64	5742	6405
6.	HI 3,51 Las	24.18	20.93	3.25	7068	
7.	HI 3,73 HAZ	25.12	22.18	2.94	6394	6111
8.	HI 3,73 HAZ	25.16	22.48	2.68	5828	
9.	HI 3,73 Las	26.35	23.40	2.95	6416	6405
10.	HI 3,73 Las	25.07	22.13	2.94	6394	
11.	HI 3,95 HAZ	25.58	22.85	2.73	5938	6090
12.	HI 3,95 HAZ	26.99	24.12	2.87	6242	
13.	HI 3,95 Las	25.74	23.35	2.39	5198	5590
14.	HI 3,95 Las	23.31	20.56	2.75	5982	



Gambar 7. Grafik Hasil Pengujian Korosi Bagian Las

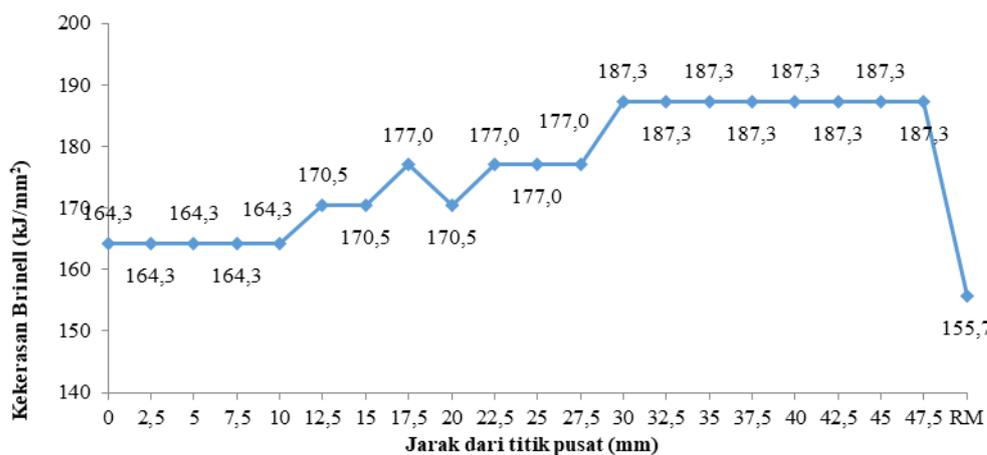
Dari grafik diatas dapat disimpulkan bahwa untuk hasil pengujian korosi nilai laju korosi tertinggi pada variasi *heat input* 3,51 kJ/mm dan 3,73 kJ/mm sebesar 6405 *mils/year* . Sedangkan laju korosi terendah pada variasi *heat input* 3,95 kJ/mm sebesar 5590 *mils/year*. Dari hasil pengujian korosi yang dilakukan dengan metode kehilangan berat dapat kita analisis bahwa nilai laju korosi termasuk sangat tinggi sehingga ketahanan laju korosi yang dimiliki material sangat rendah.

3.4. Pengujian Kekerasan

Pengujian kekerasan dilakukan di lab pengujian bahan D3 UGM Yogyakarta dengan metode pengujian *brinell*. Sebelum pengujian dilakukan terlebih dahulu menentukan jarak antar titik penekanan yaitu 2,5 mm.

Tabel 3. Data Hasil Pengujian Kekerasan *Brinell Heat Input 3,51 kJ/mm*

No	Kode	Heat Input (kJ/mm)	Posisi Titik Uji	d rata-rata	Kekerasan (BHN) (Kgf/mm <sup>2</sup> )
1.	RM		Acak	1.20	155.7
				1.20	155.7
				1.20	155.7
2	160 Amp	3,51	0.0 mm	1.17	164.3
			2.5 mm	1.17	164.3
			5.0 mm	1.17	164.3
			7.5 mm	1.17	164.3
			10.0 mm	1.17	164.3
			12.5 mm	1.15	170.5
			15.0 mm	1.15	170.5
			17.5 mm	1.13	177.0
			20.0 mm	1.15	170.5
			22.5 mm	1.13	177.0
			25.0 mm	1.13	177.0
			27.5 mm	1.13	177.0
			30.0 mm	1.10	187.3
			32.5 mm	1.10	187.3
			35.0 mm	1.10	187.3
			37.5 mm	1.10	187.3
			40.0 mm	1.10	187.3
42.5 mm	1.10	187.3			
45.0 mm	1.10	187.3			
47.5 mm	1.10	187.3			

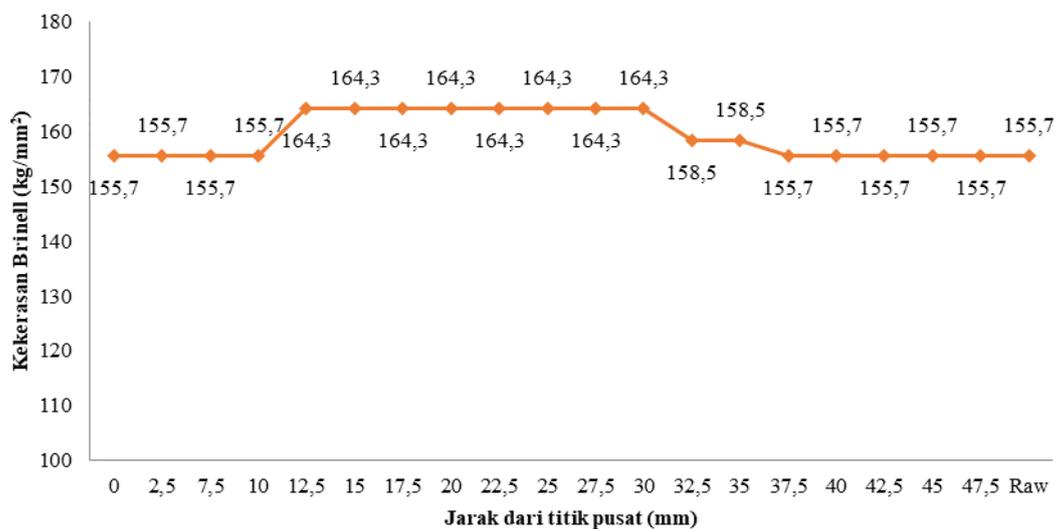


Gambar 8. Grafik nilai kekerasan *brinell heat input 3,51 kJ/mm*

Dari grafik hasil pengujian didapatkan nilai kekerasan tertinggi pada daerah HAZ dengan nilai kekerasan 187,3 kgf/mm<sup>2</sup> dan pada daerah *weld metal* sebesar 164,3 kgf/mm<sup>2</sup>.

**Tabel 4.** Data Hasil Pengujian Kekerasan *Brinell Heat Input* 3,73 kJ/mm

No	Kode	Heat Input (kJ/mm)	Posisi Titik Uji	d rata-rata	Kekerasan (BHN) (Kgf/mm <sup>2</sup> )
1.	RM		Acak	1.20	155.7
				1.20	155.7
				1.20	155.7
2	170 Amp	3,73	0.0 mm	1.20	155.7
			2.5 mm	1.20	155.7
			7.5 mm	1.20	155.7
			10.0 mm	1.20	155.7
			12.5 mm	1.17	164.3
			15.0 mm	1.17	164.3
			17.5 mm	1.17	164.3
			20.0 mm	1.17	164.3
			22.5 mm	1.17	164.3
			25.0 mm	1.17	164.3
			27.5 mm	1.17	164.3
			30.0 mm	1.17	164.3
			32.5 mm	1.19	158.5
			35.0 mm	1.19	158.5
			37.5 mm	1.20	155.7
			40.0 mm	1.20	155.7
			42.5 mm	1.20	155.7
45.0 mm	1.20	155.7			
47.5 mm	1.20	155.7			

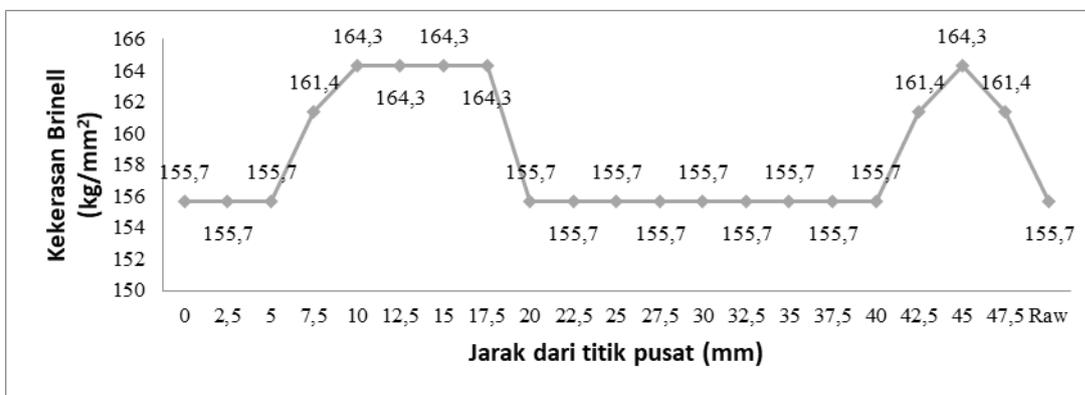


**Gambar 9.** Grafik nilai kekerasan *brinell heat input* 3,73 kJ/mm

Dari grafik hasil pengujian didapatkan nilai kekerasan tertinggi pada daerah HAZ adalah 164,3 kgf/mm<sup>2</sup> dan pada *weld metal* sebesar 155,7 kgf/mm<sup>2</sup>.

**Tabel 5.** Data Hasil Pengujian Kekerasan *Brinell Heat Input* 3,95 kJ/mm

No	Kode	Heat Input (kJ/mm)	Posisi Titik Uji	d rata-rata	Kekerasan (BHN) (Kgf/mm <sup>2</sup> )
1.	RM		Acak	1.20	155.7
				1.20	155.7
				1.20	155.7
2	180 Amp	3,95	0.0 mm	1.20	155.7
			2.5 mm	1.20	155.7
			5.0 mm	1.20	155.7
			7.5 mm	1.18	161.4
			10.0 mm	1.17	164.3
			12.5 mm	1.17	164.3
			15.0 mm	1.17	164.3
			17.5 mm	1.17	164.3
			20.0 mm	1.20	155.7
			22.5 mm	1.20	155.7
			25.0 mm	1.20	155.7
			27.5 mm	1.20	155.7
			30.0 mm	1.20	155.7
			32.5 mm	1.20	155.7
			35.0 mm	1.20	155.7
			37.5 mm	1.20	155.7
			40.0 mm	1.20	155.7
42.5 mm	1.18	161.4			
45.0 mm	1.17	164.3			
47.5 mm	1.18	161.4			



**Gambar 10.** Grafik nilai kekerasan *brinell heat input* 3,95 kJ/mm

Dari grafik hasil pengujian didapatkan nilai kekerasan tertinggi pada HAZ dengan nilai 164.3 kgf/mm<sup>2</sup> dan pada *weld metal* sebesar 155,7 kgf/mm<sup>2</sup>.

Pada hasil penelitian kekerasan dapat disimpulkan untuk nilai kekerasan tertinggi pada daerah HAZ spesimen variasi *heat input* 3,51 kJ/mm dengan nilai kekerasan 187,3 kgf/mm<sup>2</sup> dan untuk nilai kekerasan tertinggi pada *weld metal* spesimen variasi *heat input* 3,51 kJ/mm dengan nilai kekerasan 164,3 kgf/mm<sup>2</sup>. Semakin tinggi variasi *heat input* yang digunakan nilai kekerasan semakin rendah. Hal ini terjadi karena semakin tinggi *heat input* panas yang dihasilkan semakin tinggi sehingga butiran struktur mikronya lebih besar yang berarti memiliki sifat lunak dan ulet.

#### 4. KESIMPULAN

Untuk laju korosi tertinggi pada sambungan las yaitu pada variasi *heat input* 3,73 kJ/mm sebesar 6405 *mils/year* dan pada HAZ dengan nilai sebesar 6111 *mils/year*. Sedangkan pada *raw material* nilai laju korosinya sebesar 5807 *mils/year*. Untuk nilai kekerasan tertinggi pada sambungan las yaitu pada variasi *heat input* 3,51 kJ/mm dengan nilai kekerasan 164,3 kgf/mm<sup>2</sup> dan pada HAZ dengan nilai kekerasan sebesar 187,3 kgf/mm<sup>2</sup>. Sedangkan pada *raw material* nilai kekerasan sebesar 155,7 kgf/mm<sup>2</sup>. Untuk hasil pengujian struktur mikro, pengelasan dengan *heat input* 3,95 KJ/mm fasa austenit tampak lebih halus. Sedangkan perbedaan struktur pada daerah HAZ menunjukkan bahwa pada variasi *heat input* 3,95 kJ/mm tampak fasa ferit yang merata.

#### 5. SARAN

Diharapkan untuk penelitian berikutnya menggunakan variasi *heat input* yang lebih tinggi. Serta perlu dilakukan metode lain pada pengujian korosi sehingga dapat terjadi perbandingan laju korosi.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Ir. Wartono, M. Eng. Dan Bapak Mustakim, S.T. yang telah membimbing penulis untuk menyelesaikan penelitian ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Ary Setiawan, 2016. *Penelitian Stainless Steel 304 Terhadap Pengaruh Pengelasan Gas Tungsten Arc Welding (GTAW) Untuk Variasi Arus 50 A, 100 A dan 160 A Dengan Uji Komposisi Kimia, Uji Struktur Mikro, Uji Kekerasan Dan Uji Impact*. Program Studi Teknik Mesin : Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- ASTM. *Manual Book of ASTM Standards*. West Conshohocken: American Society for Testing and Material.
- Qomari Nurul. 2015. *Pengaruh Pola Gerakan Elektrode dan Posisi Pengelasan Terhadap Kekerasan Hasil Las Pada Baja ST60*. Fakultas Teknik : Universitas Negeri Malang.
- Syafa'at Imam, dkk. 2018. *Analisa Kekuatan Sambungan Las Argon pada Stainless Steel 304 menggunakan Variasi Kuat Arus*. Jurusan Teknik Mesin: Universitas Wahid Hasyim Semarang