

ANALISIS METODE PENGELASAN SMAW TERHADAP LAJU KOROSI DAN NILAI KEKERASAN PADA BAJA KARBON RENDAH AISI 1020

*Hanindhieto Dias Andra Purbonugroho¹, Agus Suprihanto², Gunawan Dwi Haryadi²

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

²Dosen Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. Sudharto, SH., Tembalang-Semarang 50275, Telp. +62247460059

*E-mail: diasandra0405@gmail.com

Abstrak

Baja merupakan logam yang paling umum digunakan sebagai bahan struktur bangunan. Perakitan profil baja menjadi suatu elemen struktur yang paling efektif dan murah adalah dengan metode pengelasan. Oleh karena itu dibutuhkan baja yang memiliki mampu las yang baik seperti baja AISI 1020. Meskipun demikian, saat dilakukan pengelasan terjadi perubahan struktur mikro dan tegangan sisa yang akan mempengaruhi ketahanan terhadap korosinya.

Penelitian ini mengkaji pengaruh proses pengelasan baja AISI 1020 terhadap ketahanan korosi pada air laut. Proses pengelasan menggunakan metode SMAW, kuat arus 60, tegangan 20-26 V dan elektroda las RD460. Spesimen uji korosi berupa pelat tepat diambil pada bagian yang terdapat base metal, HAZ dan *weld metal*. Media korosi berupa air laut yang diambil dari Pantai Marina Semarang Jawa Tengah.

Hasil pengamatan struktur mikro menunjukkan bahwa fasa yang terdapat pada spesimen adalah ferit dan perlit. Nilai rata-rata kekerasan pada daerah *weld metal*, HAZ, dan *base metal* berurutan sebesar 197 HV, 175,67 HV, dan 175 HV. Hasil uji korosi menunjukkan bahwa laju korosi sebesar 0,21393 mmpy.

Kata kunci : aisi 1020; laju korosi; pengelasan smaw

Abstract

Steel is the most commonly used metal for building structures. Assembling steel profiles into the most effective and economical structural elements is done through welding methods. Therefore, steel with good welding capabilities, such as AISI 1020 steel, is needed. However, during the welding process, there are changes in the microstructure and residual stresses that will affect its corrosion resistance.

This study examines the influence of the welding process on AISI 1020 steel's corrosion resistance in seawater. The welding process used Shielded Metal Arc Welding (SMAW) method, with a current strength of 60, voltage of 20-26 V, and RD460 welding electrode. Corrosion test specimens, in the form of plates, were taken from the base metal, Heat Affected Zone (HAZ), and weld metal. The corrosion medium used was seawater collected from Marina Beach in Semarang, Central Java.

Microstructure observations revealed that the phases present in the specimens are ferrite and perlite. The average hardness values in the weld metal, HAZ, and base metal areas were 197 HV, 175.67 HV, and 175 HV, respectively. The corrosion test results indicated a corrosion rate of 0.21393 mmpy.

Keywords : aisi 1020; corrosion rate; smaw

1. Pendahuluan

Teknologi industri saat ini sudah berkembang dengan sangat pesat khususnya di bidang konstruksi, proses pengelasan merupakan salah satu pilihan yang sering dijumpai dalam penyambungan logam karena kekuatan las dapat mendekati atau bahkan melebihi kekuatan logam induknya [1]. Di negara maritim seperti Indonesia yang dua pertiga wilayahnya adalah lautan, sistem pengelasan pastinya sangatlah dibutuhkan untuk konstruksi yang berkaitan dengan wilayah perairan di Indonesia. Tentunya, material logam menjadi aspek penting dalam pembuatan konstruksi tersebut, misalnya konstruksi bangunan pelabuhan, konstruksi pipa atau tiang pancang pipa baja, dan konstruksi jembatan-

jembatan. Baja AISI 1020 merupakan salah satu material baja yang paling umum digunakan untuk memenuhi kebutuhan material pada konstruksi di atas. Baja AISI 1020 merupakan baja karbon rendah karena memiliki kandungan unsur karbon (C) kurang dari 0,25% [2]. Sesuai dengan karakteristik dari baja karbon rendah, baja AISI 1020 ini mempunyai potensi yang besar untuk dijadikan bahan baku dalam pembangunan sarana dan prasarana di Indonesia.

Berkaitan dengan material logam, tentunya tidak bisa lepas dari permasalahan korosi terutama untuk baja karbon rendah AISI 1020 yang pada dasarnya bukanlah baja tahan karat, sedangkan baja karbon rendah AISI 1020 ini banyak diaplikasikan pada konstruksi yang berada pada lingkungan yang korosif seperti pada air laut. Dari beberapa penelitian untuk hasil pengujian korosi pada baja AISI 1020 yang termasuk dalam klasifikasi baja karbon rendah juga lebih cepat terjadi korosi daripada golongan baja karbon lainnya seperti baja karbon menengah dan baja karbon tinggi [3].

Sementara itu, dalam proses pengelasan baja, bagian yang dilas menerima siklus pemanasan setempat dan selama proses berjalan, suhunya berubah, sehingga distribusi suhu tidak merata. Oleh karena itu, pada daerah pengaruh panas (*heat affecting zone*) akan terjadi peregangan termal yang menyebabkan kontraksi termal, tegangan sisa, dan distorsi pada produk hasil pengelasan yang tentunya akan berdampak pada pengaruh ketahanan material induknya dalam menahan fenomena korosi [4]. Tegangan sisa akibat pengelasan akan mengurangi umur pakai material karena akan memicu atau mempercepat timbulnya korosi [5].

Oleh karena itu, dilakukanlah penelitian tentang perlakuan *post weld heat treatment* pada material logam khususnya baja AISI 1020 guna mengetahui nilai laju korosinya. *Post weld heat treatment* (PWHT) adalah pemanasan kembali daerah las setelah pengelasan selesai dilakukan, hal ini bertujuan untuk melunakkan daerah kena pengaruh panas las, meningkatkan ketangguhan daerah las dan menghilangkan tegangan sisa pada saat pengelasan [6].

2. Dasar Teori

2.1 Baja AISI 1020

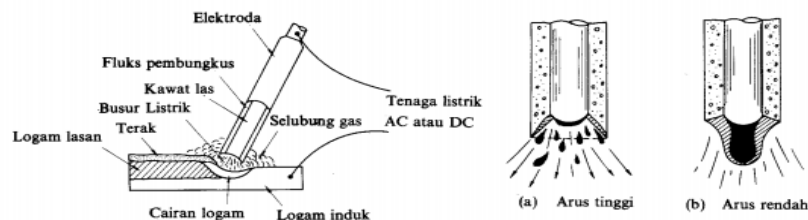
Baja AISI 1020 merupakan golongan baja karbon rendah atau *low carbon steel* karena kandungan unsur karbonnya kurang dari 0,25% [2]. Angka 1020 berdasarkan nomenklatur yang dikeluarkan oleh AISI dan SAE yaitu angka 10xx menunjukkan bahwa baja AISI 1020 merupakan golongan baja karbon. Lalu, untuk angka 20 menunjukkan kadar karbon dalam baja tersebut (dalam 0,xx%). Jadi, kandungan unsur karbon (C) dalam baja AISI 1020 berkisar pada angka 0,20%, tidak terpaku tepat pada angka 0,20%, tetapi nilainya mendekati 0,20% (dalam interval) karena pada nyatanya saat diuji komposisi kimia hasil yang keluar adalah dalam bentuk interval.

Baja AISI 1020 ini memiliki fasa $\alpha + Fe_3C$ pada temperatur kamar. Baja AISI 1020 ini memiliki kekuatannya yang relatif rendah dibandingkan dengan golongan baja karbon menengah dan baja karbon tinggi, lunak, ulet, mudah dibentuk dan mudah diproses, serta apabila dikenai perlakuan panas, fasanya tidak bisa berubah menjadi martensit. Karena sifatnya tersebut, baja AISI 1020 ini sering digunakan dalam baja konstruksi umum, baja profil rangka bangunan, rangka kendaraan, mur, baut, pelat, pipa, dan sebagainya.

2.2 Pengelasan SMAW

Las elektroda terbungkus/*shielded metal arc welding* (SMAW) adalah cara pengelasan yang banyak digunakan pada masa ini. Dalam cara pengelasan ini digunakan kawat elektroda logam yang dibungkus dengan fluks. Karena panas dari busur ini maka logam induk dan ujung elektroda akan mencair dan kemudian membeku bersama. Proses pemindahan logam elektroda terjadi pada saat ujung elektroda mencair dan membentuk butir-butir yang terbawa oleh arus busur listrik yang terjadi. Bila digunakan arus listrik yang besar maka butiran logam cair yang terbawa menjadi halus, sebaliknya bila arusnya kecil maka butirannya menjadi besar [7].

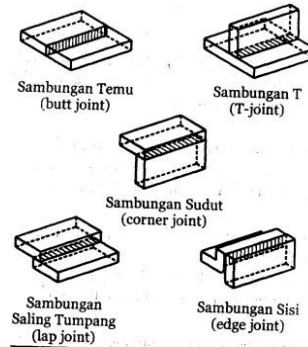
Pola pemindahan logam cair seperti diterangkan diatas sangat mempengaruhi sifat mampu las dari logam. Secara umum dapat dikatakan bahwa logam mempunyai sifat mampu las tinggi bila pemindahan terjadi dengan butiran yang halus. Pola pemindahan cairan dipengaruhi oleh arus dan komposisi dari bahan fluks yang digunakan. Selama proses pengelasan bahan fluks yang digunakan untuk membungkus elektroda mencair dan membentuk terak yang kemudian menutupi logam cair yang terkumpul ditempat sambungan dan bekerja sebagai penghalang oksidasi [7].



Gambar 1. Las elektroda terbungkus/*shielded metal arch welding* (SMAW) [7]

Penyambungan dalam pengelasan diperlukan untuk meneruskan beban atau tegangan diantara bagian-bagian yang disambung. Karena meneruskan beban, maka bagian sambungan paling tidak memiliki kekuatan yang sama dengan bagian yang disambung. Untuk bisa menyambung dua komponen logam diperlukan sambungan. Pada sambungan inilah yang nantinya logam tambahan diberikan, sehingga terdapat kesatuan antara komponen-komponen. Berbagai jenis

sambungan yang dimaksud adalah sambungan temu (*butt joint*), sambungan T (*tee joint*), sambungan sudut (*corner joint*), sambungan saling tumpang (*lap joint*), sambungan sisi (*edge joint*) [8].



Gambar 2. Jenis-jenis sambungan las [8]

Pada proses pengelasan SMAW, parameter yang berpengaruh pada kualitas hasil lasan adalah arus dan waktu pengelasan atau kecepatan pengelasan. Kemudian besar arus dan waktu pengelasan tersebut akan menentukan *heat input* pada daerah lasan [9]. *Heat input* dapat dihitung dengan persamaan berikut.

$$Q = \frac{V \times A}{WS}$$

Keterangan :

- Q = *Heat input* (kJ/mm)
- V = Tegangan (Volt)
- I = Kuat arus (A)
- WS = Kecepatan Pengelasan (mm/s)

2.4 Korosi

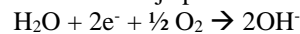
National Association of Corrosion Engineers (NACE) menjelaskan fenomena korosi adalah suatu fenomena penurunan ataupun kerusakan kualitas material logam yang disebabkan dengan adanya reaksi elektrokimia dengan lingkungannya. Dari definisi tersebut dapat diuraikan bahwa material logam dapat memunculkan fenomena korosi dengan syarat adanya material logam dan lingkungannya sebagai anoda dan katoda, kemudian adanya elektrolit yang dapat menghantarkan listrik. Adapun penjelasan lainnya tentang korosi adalah proses alamiah, maka korosi tidak dapat dicegah atau dihentikan. Korosi hanya dapat dikendalikan atau memperlambat lajunya sehingga dapat memperlambat proses kerusakan. Faktor-faktor yang berpengaruh pada korosi dapat dibagi menjadi dua, yaitu dari material itu sendiri dan dari lingkungan. Korosi dapat terjadi karena proses fisika, kimia, dan biologi yang berhubungan dengan interaksi antara ketiganya. Korosi fisik dapat terjadi karena kontak antara logam dengan ion di lingkungan. Korosi kimia terjadi karena adanya senyawa kimia yang dapat menyebabkan korosi, seperti asam atau merkuri. Korosi biologi dapat terjadi karena adanya mikroba yang menyebabkan korosi [12].

Untuk mencapai suatu fenomena korosi yang terjadi pada logam, dibutuhkan empat syarat yang harus dipenuhi. Dimana syarat ini jika tidak terpenuhi salah satunya maka fenomena korosi tidak akan berlangsung :

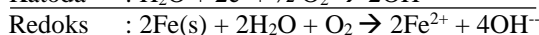
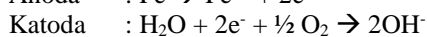
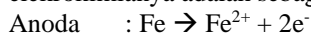
1. Anoda merupakan elektroda yang mengalami reaksi anodik atau oksidasi. Umumnya anoda merupakan bagian yang memiliki potensial yang rendah. Dalam kasus baja paduan reaksi anodik terjadi reaksi seperti berikut:



2. Katoda merupakan elektroda yang mengalami reaksi katodik atau reduksi. Umumnya katoda merupakan bagian yang memiliki potensial yang tinggi. Dalam kasus baja paduan reaksi katodik terjadi reaksi seperti berikut:



3. Penghantar listrik (*current flow*), dimana diantara katoda dan anoda harus terdapat kontak listrik agar arus dalam sel korosi dapat mengalir.
4. Elektrolit, sebuah media yang bersifat menghantarkan arus listrik seperti air laut, air garam dan tanah. Proses reaksi elektrokimianya adalah sebagai berikut:



Ditinjau dari proses reaksi di atas bahwa reaksi oksidasi merupakan reaksi yang terjadi pada anoda. Reaksi ini akan menghasilkan ion Fe^{2+} dan elektron. Sedangkan reaksi reduksi terjadi di katoda, di mana ion OH^{-} dilepaskan. Logam Fe yang berfungsi sebagai sel korosif, akan melepas elektron, dan lingkungannya menyerap elektron. Logam yang teroksidasi larut di lingkungan untuk menghasilkan ion logam dan pada saat yang sama melepaskan elektron, tetapi saat terjadi reaksi pada katoda, ion yang berasal dari lingkungannya akan bergerak mendekati logam dan menangkap elektron

yang tersisa di logam. Sehingga dalam syarat terjadinya korosi, maka fenomena korosi akan terjadi dengan adanya perantara. Perantara yang dimaksudkan adalah seperti lingkungan, perantara ini umumnya dinamakan elektrolit [2].

2.5 Laju Korosi

Laju korosi adalah tebal material yang hilang tiap satuan waktu yang disebabkan oleh adanya. Satuan laju korosi disini bermacam macam sesuai satuan yang akan digunakan. dengan mm/th (standar internasional) atau mill/year (mpy, British) [13]. Semua yang mempengaruhi kecepatan suatu reaksi kimia atau jumlah arus yang mengalir akan mempengaruhi laju korosi. Hukum Ohm dapat diterapkan untuk bagian elektrik dari sel korosi. Laju korosi berbanding lurus dengan sejumlah arus yang mengalir pada sel korosi elektrokimia. Jika arus dapat diukur, suatu kalkulasi yang tepat dari kehilangan metal dapat ditentukan. Ini berarti bahwa suatu pengukuran dalam ampere atau milliampere secara matematis dihitung dalam kilogram (*pound*) per tahun. Satu amp tahun adalah satu ampere yang mengalir selama periode satu tahun. Logam yang berbeda memiliki laju korosi yang berbeda [14]. Dengan dilakukannya pengukuran nilai laju korosi maka akan didapatkan nilai yang digunakan sebagai acuan apakah material tersebut baik atau buruk dalam menahan fenomena korosi. Klasifikasi *corrosion resistance* atau ketahanan korosi suatu material terhadap laju korosi dari yang terbaik hingga yang terburuk dapat dilihat pada Tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Tingkat ketahanan korosi berdasarkan laju korosi

Relative corrosion resistance	Approximate metric equivalent				
	mpy	mmpy	μ mpy	mmpy	pm/sec
Outstanding	< 1	< 0,02	< 25	< 2	< 1
Excellent	1 - 5	0,02 - 0,1	25 - 100	2 - 10	1 - 5
Good	5 - 20	0,1 - 0,5	100 - 500	10 - 50	5 - 20
Fair	20 - 50	0,5 - 1	500 - 1000	50 - 150	20 - 50

3. Metode Penelitian

3.1 Tahapan Penelitian

Pada penelitian ini dilakukan beberapa tahapan yaitu: tahapan persiapan spesimen untuk dilakukan proses pengelasan berupa pemotongan pelat baja AISI 1020, tahap pembuatan disain sambungan, tahap pengelasan SMAW, tahap pembuatan spesimen uji korosi, kekerasan dan struktur mikro, pengujian korosi, kekerasan dan struktur mikro dan terakhir tahap analisis data.

3.2 Proses Pengelasan

Proses pengelasan baja AISI 1020 dilakukan dengan jenis pengelasan listrik SMAW (*shielded metal arc welding*) dengan mesin las AC *arc welder* yang bertujuan menggabungkan dua buah pelat baja AISI 1020 sehingga membentuk sebuah spesimen yang nantinya akan dihasilkan sambungan las guna diujikan pada langkah pengerjaan berikutnya. Pengelasan dilakukan pada dua spesimen yang diberi jarak sekitar 1 mm. Dengan posisi pengelasan 1G dan kuat arus sebesar 60 A, kemudian menggunakan elektroda AWS A5.1 E6013 (RD 460 dengan diameter 2 mm). Proses pengelasan menggunakan WPS (*Welding Procedure Specification*) yang dapat dilihat pada Tabel 2.

3.4 Pengujian Material

Pengujian material adalah untuk mengetahui sifat-sifat material berupa fisik dan mekanik. Pengujian material secara umum dibagi menjadi dua bagian, yaitu pengujian merusak (*Destructive Test*) dan pengujian tidak merusak (*Non Destructive Test*). Pengujian merusak (*Destructive Test*) adalah pengujian yang melakukan perusakan terhadap benda uji, pengujian yang dimaksud antara lain ada uji kekerasan, uji korosi, dan lainnya, sedangkan untuk pengujian tidak merusak (*Non Destructive Test*) adalah pengujian yang tidak perlu melakukan perusakan terhadap benda uji. Untuk pengujian yang tidak merusak diantaranya ada uji kerataan, uji mikrofografi dan makrofografi [1].

3.4.1 Pengujian Mikrostruktur

Pengujian mikrostruktur dilakukan untuk mengetahui struktur mikro pada masing-masing spesimen yang telah dilakukan variasi perlakuan panas *post weld heat treatment*. Pada spesimen sesudah pengelasan, metalografi yang diamati adalah pada *base metal*, daerah HAZ (*Heat Affected Zone*), dan *weld metal*-nya sesuai dengan standar ASTM E3. Dalam proses pengujian mikrostruktur ada beberapa tahapan yaitu proses *grinding* dan *polishing*, *etching* dan foto struktur dengan mikroskop *metallurgy* pada perbesaran 200x.

3.4.2 Pengujian Kekerasan

Pengujian kekerasan adalah pengujian dengan cara memberikan beban tertentu pada benda uji dan mengukur bekas hasil penekanan yang terbentuk di atasnya. Salah satu pengujian standar untuk uji kekerasan adalah uji kekerasan mikrovickers. Pengujian mikrovickers bertujuan mendapatkan nilai kekerasan suatu material. Pada pengujian ini

permukaan logam yang diuji akan ditekan dengan indenter berbentuk piramid intan yang dasarnya berbentuk bujur sangkar. Secara matematis rumus untuk uji mikrovickers ditentukan dari persamaan sebagai berikut :

$$VHN = \frac{2 \sin \left(\frac{\theta}{2}\right) P_1}{d^2} = \frac{2 \sin \left(\frac{136^\circ}{2}\right) P_1}{d^2} = \frac{1,854 P_1}{d^2}$$

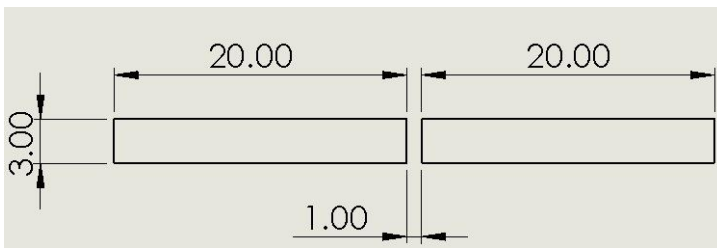
Keterangan :

- P_1 = Beban tekan diberikan (kg)
 D = Panjang diagonal bekas injakan (mm)
 θ = Sudut puncak *penetrator* = 136°

Pada pengujian kekerasan dengan menggunakan metode mikrovickers sesuai dengan ASTM E92 untuk mengetahui perbandingan nilai kekerasan akibat pengaruh variasi suhu *post weld heat treatment* pada area *base metal*, area HAZ (*Heat Affected Zone*), dan *weld metal*. Pada masing-masing area tersebut dilakukan pengujian kekerasan mikrovickers atau dilakukan indentansi sebanyak 3x percobaan yang dapat ditunjukkan seperti pada Gambar 3 berikut.

Tabel 2. *Welding procedure spesification*

WELDING PROCEDURE SPESIFICATION						
<i>Welder</i>	Vighornes As'hariqa					
<i>Material</i>	Baja karbon rendah AISI 1020 (100 mm x 20 mm x 3 mm)					
<i>Welding Process</i>	SMAW					
<i>Joint Design</i>	Butt Joint					
<i>Groove</i>	-					
<i>Filler Metal</i>	E 6013 (RD 460 diameter 2 mm)					
<i>Position</i>	1G					
<i>Specimen</i>	<i>Process</i>	<i>Filler Metal</i>		<i>Current (A)</i>	<i>Volt Range (V)</i>	<i>Travel Speed (mm/s)</i>
		<i>Class</i>	<i>Diameter</i>			
1	SMAW	E 6013	2 mm	60	20-26	46
2	SMAW	E 6013	2 mm	60	20-26	48
3	SMAW	E 6013	2 mm	60	20-26	48



Weld preparation (all dimension in mm)

3.4.3 Pengujian Laju Korosi

Pengujian laju korosi dilakukan menggunakan standar ASTM G102-89 (2015) *standard practice for calculation of corrosion rates and related information from electrochemical measurements* dan ASTM G59-97 (2009) *standard test method for conduction potentiodynamic polarization resistance measurements*. Peralatan potensiostat dapat digunakan untuk pengujian laju korosi menggunakan metode elektrokimia. Potensiostat digunakan sebagai perangkat elektronik untuk mengatur perbedaan potensial antara elektroda kerja dan elektroda referensi. Adapun *platform* potensiostat yang digunakan dalam pengujian yakni CortTest CS Tipe CS300. Sebelum dilakukan proses pengujian laju korosi, spesimen uji berjumlah 10 spesimen dilakukan preparasi yaitu proses *soldering* dan *mounting*. Setelah itu, dilakukan penyusunan alat dan bahan yang diperlukan dalam pengujian laju korosi ini seperti gelas ukur 500 mL, sel tiga elektroda (WE atau elektroda kerja, RE atau elektroda acuan dan CE atau *counter electrode*), air laut sebagai elektrolit, dan spesimen uji.

3.4.4 Pengujian Makrostruktur

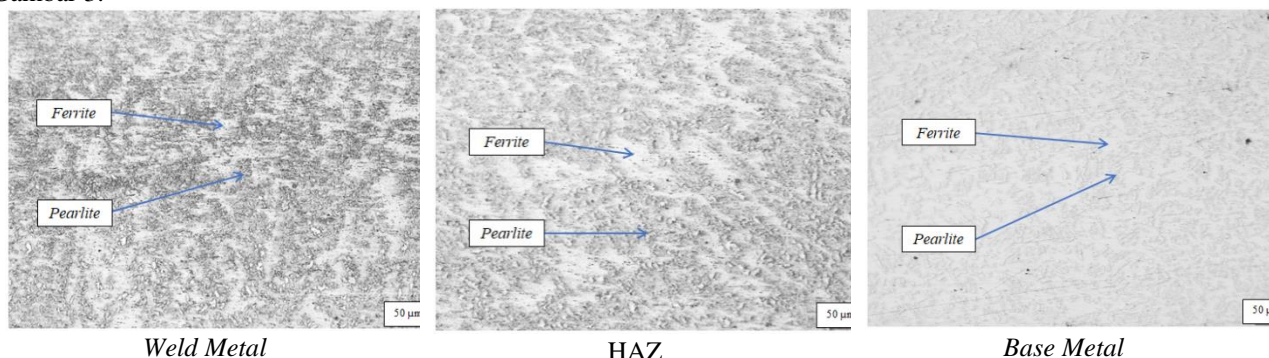
Pengujian makrografi dilakukan sebanyak dua kali, yaitu sebelum dan sesudah dilakukannya proses pengujian laju korosi. Maksud dari pengujian ini adalah untuk melihat fenomena korosi yang terjadi dengan menggunakan metode elektrokimia pada masing-masing permukaan spesimen uji untuk dibandingkan sebelum dan sesudah pengujian laju

korosinya. Untuk melihat kondisi pada permukaan spesimen uji dilakukan dengan menggunakan mikroskop *metallurgy* yang sama halnya digunakan dalam pengambilan foto mikrostruktur dengan perbesaran 200x.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Hasil Pengujian Mikrografi

Pengujian mikrografi dilakukan di Laboratorium Material Teknik Mesin Universitas Diponegoro. Pengambilan foto dilakukan di tiga daerah meliputi logam induk (*base metal*), HAZ (*heat affected zone*), dan logam las (*weld metal*). Hasil foto mikro menggunakan mikroskop *metallurgy* dengan perbesaran 200x pada ke 10 spesimen uji ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Hasil foto mikro spesimen

Hasil pengujian mikrografi sesuai ASTM E3 didapatkan bahwa struktur mikro yang dihasilkan pada spesimen uji terdiri dari fasa *ferrite* dan fasa *pearlite*. Dimana tidak terjadi perubahan fasa akibat dilakukannya *post weld heat treatment* dengan variasi suhu 400°C, 500°C, dan 600°C dengan *holding time* masing-masing 1 jam, 2 jam, dan 4 jam. Temperatur atau suhu PWHT yang masih di bawah garis kritis A1 pada diagram Fe-Fe₃C sehingga belum terjadi transformasi struktur fasa, tetapi terjadi pengasaran butir dan hilangnya orientasi butir pada *ferrite* dan *pearlite*. Dalam tahap ini, juga mengalami spheroidizing yaitu penggabungan fasa Fe₃C membentuk partikel *sphere* diikuti proses pelunakan dan memperbaiki sifat *machinability* [15].

Penambahan suhu PWHT dan penambahan waktu *holding time* akan terbentuk struktur mikro yang lebih homogen. Hasil tersebut selaras bahwa *stress relieving heat treatment* tidak menyebabkan perubahan signifikan pada struktur mikro baja karbon yang dilas, meskipun serupa struktur mikro di daerah HAZ dan *base metal* memiliki ukuran butir lebih besar di area HAZ karena efek pemanasan. Hasil ini disebabkan oleh rekristalisasi dan pertumbuhan butir pada spesimen yang diterima sebagai hasil dari perlakuan panas [16].

4.2 Hasil Pengujian Kekerasan

Nilai dari hasil uji kekerasan material spesimen uji AISI 1020 pasca pengelasan dengan variasi non PWHT dan dilakukan PWHT menggunakan alat uji kekerasan mikrovickers dapat dilihat pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Hasil pengujian kekerasan baja karbon rendah AISI 1020

Daerah yang Diuji (HV)					
Weld Metal	Rata-rata	HAZ	Rata-rata	Base Metal	Rata-rata
195	197	178	175,67	173	175
189		173		175	
207		176		177	
159		146		141	
156		144		139	
153		144		129	
150		130		131	

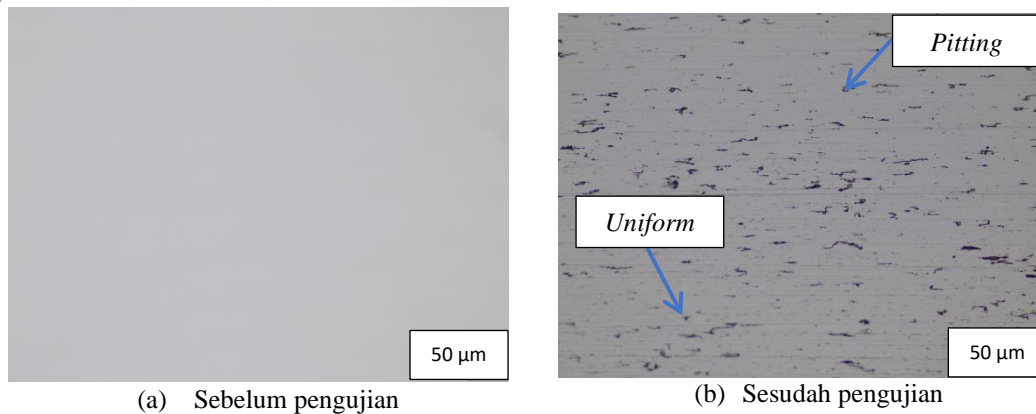
4.3 Hasil Pengujian Laju Korosi

Pengujian laju korosi ini dilakukan sebanyak tiga kali untuk masing-masing variasi. Adapun data luas permukaan spesimen yang diuji berdimensi 40 mm x 10 mm dan juga diketahui nilai densitas material baja karbon rendah AISI 1020 sebesar 7,87 g/cm³, serta *equivalent mass* sebesar 27,274% yang akan diinput pada *platform* atau *software* dari Potentiostat Corrtest tipe CS300 tersebut. Untuk hasil pengujiannya dapat dilihat pada Tabel 4 berikut.

Tabel 4. Hasil pengujian laju korosi material baja karbon rendah AISI 1020

Percobaan Pengujian			Rata – rata (mmpy)
I (mmpy)	II (mmpy)	III (mmpy)	
0,09271	0,21024	0,21762	0,21393

Ditinjau dari struktur mikro yang dihasilkan yaitu terdiri dari fasa *ferrite* dan *pearlite*. Dimana fasa *pearlite* ini memiliki sifat yang keras, tetapi dapat menjadikan ketahanan korosi (*corrosion resistance*) material menjadi menurun, berbanding terbalik dengan fasa *ferrite* (*eutectoid ferrite*) yang memiliki sifat ulet dan cenderung lebih tahan terhadap korosi. *Pearlite* sendiri memiliki susunan yaitu *ferrite* dan *cementite* (Fe_3C). Dimana ketika kedua fasa tersebut terhubung pada elektrolit maka akan mengalami fenomena korosi *micro-galvanic*. *Cementite* (Fe_3C) bertindak sebagai katoda dan *ferrite* bertindak sebagai anoda. Karena efek *micro-galvanic* tersebut, fasa *pearlite* mengalami lebih cepat terjadinya korosi. Oleh sebab itu, semakin banyak jumlah persentase fasa *pearlite*, maka laju korosi dari spesimen uji akan semakin cepat [18].



Gambar 20. Hasil pengujian makrografi spesimen uji *post weld heat treatment* suhu 400°C dan *holding time* 1 jam

Gambar 21. Hasil pengujian makrografi spesimen uji *post weld heat treatment* suhu 400°C dan *holding time* 2 jam

5. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, berikut ini merupakan kesimpulan yang dapat diambil yaitu semakin tinggi suhu *post weld heat treatment* dan semakin lama waktu *holding time* yang diterapkan pada baja AISI 1020, maka struktur mikronya semakin menjadi lebih homogen dengan persentase *ferrite* meningkat dan persentase *pearlite* menurun. Hal tersebut juga memengaruhi nilai kekerasan dari baja AISI 1020 yang menjadi berkurang nilainya, tetapi daya tahan baja dalam menahan fenomena korosi meningkat (nilai laju korosinya menurun). Selain itu, jika baja AISI 1020 diberi perlakuan PWHT suhu tinggi dan *holding time* semakin lama, maka jenis korosinya yang terjadi lebih dominan pada jenis korosi seragam (*uniform corrosion*) karena struktur mikronya yang semakin homogen.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Muharam, Fa'iq Pungkas. 2021. "Pengaruh Temperatur Post Weld Heat Treatment (PWHT) terhadap Sifat Fisik dan Mekanik pada Sambungan Las Mig Baja AISI 1000 SS", Jurnal Teknik Mesin, Universitas Islam Indonesia.
- [2] Callister, William D. dan Jr. David G. Rethwisch. 1940. *Materials Science And Engineering An Introduction*. 8 Ed. S.L.:S.N.
- [3] Bayuseno, A.P. dan Erizal Dwi Handoko. 2012. "Analisa Korosi Erosi pada Baja Karbon Rendah dan Baja Karbon Sedang Akibat Aliran Air Laut", Jurnal Teknik Mesin, Universitas Diponegoro.
- [4] Hamdani, 2019. Pengaruh Masukan Panas Proses Pengelasan Terhadap Sifat Mekanik Baja Aisi 1045: Suatu Kajian Eksperimental Dan Analisa Numerik. Jurnal Polimesin, Volume 17, Pp. 1-2.
- [5] Kamanurandi, Aditya A. A. Z., 2022. Analisa Tegangan Sisa Pada Material Las Smaw Menggunakan Elektroda Terekspos Dan Tidak Terekspos. Malikussaleh Journal Of Mechanical Science And Technology, Volume 6, P. 4.
- [6] Hestiawan, H., & Suryono, A. F. (2014). Pengaruh Preheat Dan Post Welding Heat Treatment Terhadap Sifat Mekanik Sambungan Las SMAW Pada Baja Amutit K-460. 5, 5.

-
- [7] Wiryosumano, H., Okumura, T. 2000. *Teknologi Pengelasan Logam*. Delapan ed. Jakarta: PT Pertja.
- [8] Sonawan, H., Suratman, R. 2006. *Pengantar Untuk Memahami Proses Pengelasan Logam*. 2 ed. Bandung: Alfabeta.
- [9] Ashari, R., Eslami, R., Shamaniam, M., Asghari, S. 2020. *Effect of weld heat input on corrosion of dissimilar welded pipeline steels under simulated coating disbondment protected by cathodic protection*. Elsevier.
- [10] Pratama, G. Y., 2022. *Pengaruh Post Weld Heat Treatment (Pwht) Dengan Variasi Media Pendinginan Hasil Pengelasan Smaw Pada Pipa Kilang Astm A 106 Grade B Terhadap Kekuatan Bending Dan Struktur Mikro*. Jtm.
- [11] Nugroho, F., 2018. *Study On The Effect Of Post Weld Heat Treatment (Pwht) Time On The Tensile Strength And Hardness Of Tig Weld Joint Of Motorcycle Crankcase*. Senatik.
- [12] Titania Natasya dkk. 2022. *Corrosion Factors on Nail*. Indonesian Journal of Chemical Science and Technology.
- [13] Supriyanto. 2007. *Tugas Akhir. "Pengaruh Konsentrasi Larutan NaCl 2% dan 3,5% Terhadap Laju Korosi Pada Baja Karbon Rendah"*. Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.
- [14] Sholikhin, M.A., Suprihanto, A., Umardani, Y. 2021. *Analisis Pengaruh Perlakuan Panas (Heat Treatment) Terhadap Laju Korosi Pada Material Baja Karbon Menengah Aisi 1045 Pada Air Laut*. Jurnal Teknik Mesin, Volume 9.
- [15] Tristijanto, H. 2012. *Meningkatan Ketahanan Korosi Pada Sambungan Longitudinal Las Resistensi Listrik Pipa Baja Api 5L X – 46 dengan Perlakuan Panas Paska Pengelasan*. Foundry.
- [16] Hun An, J., Lee, J., Kim, Y.S. Kim, W.C., Kim, J.G. 2018. *Effects of Post Weld Heat Treatment on Mechanical and Electrochemical Properties of Welded Carbon Steel Pipe*. Metals and Materials International.
- [17] Rohmat, I.K., Amri, M.S., Muzzakki, M.H., Kurniyanto, H.B., Mukhlis, Munir, M.M. 2023. *Perbandingan PWHT dan Non PWHT pada Pengelasan Material SA-213 Grade T91 dengan SA-213 Grade T22 terhadap Struktur Mikro dan Kekerasan*. Jurnal Rekayasa Mesin. R. Ashari, A. E. M. S. S. A., 2020. *Effect Of Weld Heat Input On Corrosion Of Dissimilar Welded Pipeline Steels Under Simulated Coating Disbondment Protected By Cathodic Protection*. Elsevier.
- [18] Wang, Z., Zhang, X., Yu, H., Liu, J., Cheng, L., Hu, S.U., Wu, K. 2022. *Effects of pearlite on corrosion initiation and propagation in weathering steels in marine environments*. J Mater Sci.