

**PENGARUH JENIS MEDIA PENDINGIN AIR GARAM, AIR SUMUR, OLI  
TERHADAP *HARDNESS* PADA HASIL PENGELASAN BAJA S45C  
MENGUNAKAN LAS SMAW**

***EFFECT OF TYPE OF COOLING MEDIA FOR SALT WATER, WELL WATER, OIL ON  
HARDNESS ON THE RESULT OF WELDING OF S45C STEEL USING SMAW WELDING***

Ridwan. A<sup>(1)</sup>, Irzal<sup>(2)</sup>, Waskito<sup>(3)</sup>, Rodesri Mulyadi<sup>(4)</sup>  
Jurusa Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang  
Kampus Air Tawar, Padang 25131, Indonesia

[Ridwan.a024434@gmail.com](mailto:Ridwan.a024434@gmail.com)

[Irzalk3@ft.unp.ac.id](mailto:Irzalk3@ft.unp.ac.id)

[waskitosyofia@yahoo.com](mailto:waskitosyofia@yahoo.com)

[rodestrimulyadi@gmail.com](mailto:rodestrimulyadi@gmail.com)

### Abstrak

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui apakah ada pengaruh media pendingin air garam, air sumur dan oli terhadap kekerasan pada hasil pengelasan baja S45C menggunakan las SMAW. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen yang membandingkan jenis media pendingin yang digunakan yaitu air garam, air sumur dan oli bekas. Penelitian ini menggunakan 15 spesimen, 3 spesimen *raw material*, 3 spesimen menggunakan media pendingin udara, 3 spesimen media pendingin air garam, 3 spesimen menggunakan air sumur, 3 Spesimen menggunakan media pendingin oli bekas. Berdasarkan hasil pengujian diperoleh rata-rata nilai kekerasan tertinggi pada hasil pengelasan dengan media pendingin air garam yaitu jalur las 20,33 HRC, daerah HAZ 24,43 HRC, dan logam induk 18,67 HRC, nilai rata-rata pada spesimen ini sebesar 21,14 HRC. Kekerasan rata-rata media pendingin air sumur yaitu jalur las 19,73 HRC, daerah HAZ 22,57 HRC, dan logam induk 18,57 HRC, nilai rata-rata pada spesimen ini sebesar 20,24 HRC. Kekerasan rata-rata media pendingin oli bekas yaitu jalur las 17,77 HRC, daerah HAZ 20,33 HRC, dan logam induk 18,50 HRC, nilai rata-rata pada spesimen ini sebesar 18,87 HRC. Kekerasan rata-rata media pendingin udara yaitu jalur las 17,27 HRC, daerah HAZ 19,33 HRC, dan logam induk 17,97 HRC, nilai rata-rata pada spesimen ini sebesar 18,19 HRC. Hasil pengujian disimpulkan bahwa dengan perlakuan media pendingin yang berbeda-beda terhadap hasil pengelasan las SMAW menunjukkan terjadinya peningkatan nilai kekerasan terhadap spesimen *row materil* S45C.

**Kata Kunci:** Pengaruh, Media Pendingin, S45C, Las SMAW, Kekerasan

### Abstract

*The purpose of this study was to determine whether there is an effect of the cooling medium of brine, well water and oil on the hardness of the S45C steel welding using SMAW welding. This research is an experimental study comparing the types of cooling media used, namely salt water, well water and used oil. This study used 15 specimens, 3 specimens of raw material, 3 specimens using air cooling media, 3 specimens of brine cooling media, 3 specimens using well water, 3 specimens using used oil cooling media. Based on the test results, the highest average hardness value was obtained in the results of welding with brine cooling media, namely the welding line 20,33 HRC, HAZ area 24,43 HRC, and parent metal 18,67 HRC, the average value in this specimen was 21,14 HRC. The average hardness of the well water cooling media is 19,73 HRC of welding line, 22,57 HRC of HAZ, and 18,57 HRC of parent metal, the average value of this specimen is 20,24 HRC. The average hardness of used oil coolant media is 17,77 HRC welding line, 20,33 HRC HAZ area, and 18,50 HRC parent metal, the average value in this specimen is 18,87 HRC. The average hardness of the air conditioning media is the welding line 17,27 HRC, the HAZ area 19,33 HRC, and the parent metal 17,97 HRC, the average value in this specimen is 18,19 HRC. The test results concluded that the different cooling media treatments on the results of the SMAW welding showed an increase in the hardness value of the specimen row material S45C.*

*Keywords: Effect, Cooling Media, S45C, SMAW Welding, Hardness*

### I. Pendahuluan

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang cukup pesat, maka harus diimbangi dengan sumber daya manusia (SDM) yang berkualitas agar

perkembangan bisa dimanfaatkan secara maksimal, salah satu perkembangan (IPTEK) yang ada pada saat ini dibidang pengelasa (Irzal.,Yudy Hariayadi,.Syarul, 2018). Pengelasan merupakan bagian yang tidak terpisahkan dalam perkembangan dunia industri,

karena hampir semua pembangunan yang ada pada saat ini melibatkan unsur pengelasan didalamnya, luasnya pemakaian bidang pengelasan disebabkan oleh konstruksi serta bangunan yang memakai teknik pengelasan dalam proses penyambungan menjadi lebih kuat, sederhana dan ringan bila dibandingkan dengan teknik penyambungan yang lain (K. & Putra, 2019). Ruang lingkup penggunaan teknik pengelasan dalam bidang konstruksi sangat luas, luasnya penggunaan pengelasan meliputi perkapalan, jembatan, rangka baja, bejana tekan, pipa pesat, pipa saluran, kendaraan rel dan sebagainya (Ahmad Bakhori, 2017). Selain itu proses pengelasan dapat dipergunakan untuk reparasi misalnya untuk mengisi lubang coran, membuat lapisan perkakas, mempertebal bagian-bagian yang sudah aus, dan macam-macam reparasi lainnya. Pengelasan bukan tujuan utama dari konstruksi tetapi merupakan sarana untuk mencapai ekonomi pembuatan yang lebih, karena rancangan dan cara pengelasan harus betul-betul memperhatikan kesesuaian antara sifat las yaitu dengan memperhatikan kekuatan dari sambungan yang akan dilas, sehingga hasil pengelasan sesuai yang diharapkan. Kualitas pengelasan dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain teknik pengelasan bahan logam pengaruh panas dan media pendingin (Nurdin et al., 2020). Kualitas hasil pengelasan ditentukan beberapa factor antara lain teknik pengelasan, bahan logam yang disambung pengaruh panas dan laju pendinginan (Daryanto, 2012).

Selain itu kualitas pengelasan juga dipengaruhi oleh media pendingin yang digunakan lamanya pendinginan dalam suatu daerah lasan sangat berpengaruh pada kualitas sambungan, untuk mendapatkan hasil sambungan pengelasan yang baik maka perlu memperhatikan media pendingin yang digunakan, pemakaian media pendinginan akan membantu untuk mendinginkan hasil pengelasan secara cepat pada proses pendinginan tersebut dapat menyebabkan perubahan terhadap sifat mekanik bahan, salah satunya kekerasan logam terhadap hasil las (Rifelino et al., 2020). Lamanya pendinginan dalam suatu daerah tempertur dari suatu siklus las sangat mempengaruhi kualitas sambungan, karena itu banyak usaha sekali usaha pendekatan untuk menentukan lamanya waktu pendinginan tersebut (Daryanto, 2012). Bila kecepatan pendingin naik berarti waktu pendinginan dari autenit turun, struktur akhir yang terjadi berubah dari campuran ferit perlit campuran ferrit perlit bainit, ferit-martensit, kemudian bainit-martensit dan akhirnya kecepatan yang tinggi menjadi struktur akhir martensit (Pencegahan & Paun, 2012). Penggunaan media pendingin yang lazim digunakan para juru las seperti media air udara dan oli akan tetapi para juru las belum mengetahui bahwa larutan air garam baik dalam mempercepat pendinginan

terhadap hasil lasan, karena larutan air garam memiliki sifat mendinginkan secara cepat tingkat viskositas yang rendah serta massa jenis yang lebih besar, sehingga laju pendinginannya cepat jika dibanding dengan media pendingin yang lain (Rizal Taufan, 2015).

Dalam aplikasinya semua baja akan kena pengaruh gaya luar berupa tegangan-tegangan gesek, tarik maupun tekan sehingga menimbulkan deformasi atau perubahan bentuk usaha menjaga baja agar lebih tahan gesekan, tarikan atau tekanan adalah dengan cara mengeraskan baja tersebut, (Pratowo & Fernando, 2008). Salah satunya dengan perlakuan melalui *quenching*. *Quenching* merupakan proses pendinginan secara cepat berupa pencelupan plat baja pasca pengelasan pada wadah media pendingin yang telah disediakan berupa air garam, air sumur dan oli. Kemampuan suatu jenis media dalam mendingin specimen biasa berbeda-beda, semakin cepat logam didinginkan maka akan semakin keras logam tersebut (Trihutomo, 2015). Pada kondisi operasinya, komponen permesinan mempunyai kelemahan yaitu nilai kekerasan yang rendah sehingga mengakibatkan kegagalan dalam proses operasinya, kegagalan yang sering terjadi adalah keausan, deformasi dan pecah (Jasman & Pratomo, 2020). Untuk memperluas penggunaan baja karbon sedang maka diperlukan peningkatan sifat mekaniknya, salah satu alternatif untuk memperbaiki sifat mekanik bahan pada baja karbon sedang adalah dengan cara perlakuan pendinginan yang baik agar meningkatkan kekerasan yang hendak dicapai (Arifin & Sulistyawan, 2017). Untuk dapat mengetahui adakah pengaruh jenis media pendingin air garam, air sumur dan terhadap *hardness* pada hasil pengelasan dengan las SMAW, maka perlu diadakannya pengujian terhadap benda uji hasil dari pengelasan las SMAW. Berdasarkan latar belakang diatas, maka peneliti tertarik melakukan penelitian untuk mengukur tingkat kekerasan pada baja karbon S45C menggunakan las listrik dengan jenis media pendingin yang berbeda (Adi Nugroho, 2018).

## II. Metode Penelitian

### 1. Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan jenis penelitian eksperimen, yang membandingkan jenis media pendingin yaitu air garam, air sumur, oli bekas dan udara pada pengelasan plat baja karbon sedang S45C menggunakan las busur listrik (*SMAW*). Metode penelitian eksperimen dapat diartikan sebagai metode penelitian yang digunakan untuk mencari pengaruh perlakuan terhadap yang lain dalam kondisi yang terkendali (Sugiyono, 2012).

### 2. Waktu dan Tempat Penelitian

Waktu pelaksanaan penelitian ini dilakukan dibulan

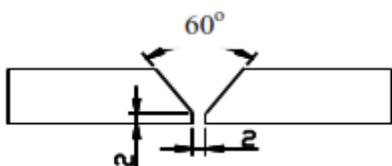
Oktober sampai Desember 2020 Tempat pembuatan spesimen di Laboratorium Fabrikasi Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang. Untuk memperoleh data dari pengujian kekerasan dilakukan di Laboratorium Metalurgi dan Metrologi Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang.

### 3. Objek Penelitian

Objek penelitian yang akan diteliti adalah plat baja karbon sedang S45C dengan Standar JIS (Japanese Industrial Standar) G4051 tebal 10 mm hasil dari pengelasan las busur listrik dengan menggunakan elektroda E7018  $\varnothing$  3,2 merek ENKA dengan jumlah keseluruhan spesimen yaitunya 15 spesimen dimana spesimen *Raw material*, 3 spesimen dengan pendinginanudara, 3 spesimen dengan pendinginan air garam, 3 spesimen dengan pendinginan air sumur, 3 spesimen dengan. Selanjutnya dilakukan pengujian kekerasan menggunakan metode *Rockwell* dengan alat uji kekerasan merek *Type Rockwell*, dan dilakukan pengujian 3 titik yaitu pada logam induk, daerah yang terkena pengaruh panas pada pengelasan (*HAZ*), pada daerah logam lasan.

### 4. Alat dan Bahan

Penelitian ini menggunakan mesin Gerinda untuk proses pembuatan spesimen kampuh V dan untuk pengelasan spesimen menggunakan mesin las STAHLWERK ARC250, untuk mengukur kekerasan material menggunakan metode *Rockwell* yang diatur berdasarkan standar DIN 50103 (Susanto et al., 2020). Alat Uji Kekerasan Merk *Type Rockwell Future Tech Hardness Tester*, bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah plat baja karbon sedang S45C dengan ketebalan 10 mm dengan ukuran 100 mm x 30 mm x 10 mm.



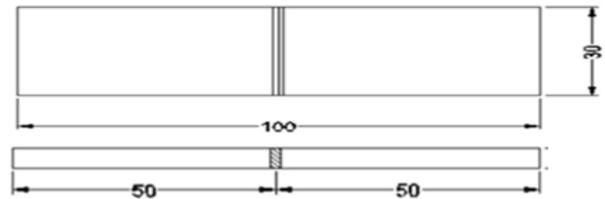
**Gambar 2.1** Spesimen Kampuh V



**Gambar 2.2** Mesin Las STAHLWERK ARC 250



**Gambar 2.3** Mesin Uji Kekerasan *Rockwell*



**Gambar 2.4** Spesimen Uji Kekerasan

### 5. Prosedur Pelaksanaan

Persiapkan bahan berupa baja karbon sedang S45C sebagai spesimen pengujian, selanjutnya dilakukan pemotongan bahan yang akan digunakan pada proses penelitian dengan ukuran 100 mm x 30 x 10 mm, bentuk ini dibuat sebanyak jumlah spesimen yaitunya 15 spesimen. Pembentukan spesimen dilakukan pada bagian tengah spesimen dengan dengan ukuran sama panjang menjadi 2 bagian, hal ini bertujuan untuk membuat kampuh V dengan sudut jahitan 50°, jarak akar 0,2 mm dan tinggi akar 0,3 mm (Jasman, 2018). Setelah pembentukan kampuh V dilakukan proses pengelasan dengan proses penyambungan antara dua logam dengan jalan mencairkan sebagian logam dengan menggunakan energi panas (Priyanto, 2017).

Langkah-langkah pengelasan adalah Mempersiapkan mesin las SMAW perlengkapannya posisi pengelasan dengan menggunakan posisi mendatar atau bawah tangan, sambungan yang akan digunakan adalah sambungan tumpul dengan jenis kampuh V dengan sudut lebih kurang 60°, dengan lebar celah 2 mm, mempersiapkan elektroda yang digunakan jenis E7018, kemudian lakukan pengelasan pada spesimen setelah itu dicelupkan dengan media pendingin udara, air sumur, air garam, oli bekas pada bagian akhir, ratakan bagian yang las dengan grinda, untuk mendapatkan hasil permukaan spesimen yang licin maka dilakuan proses grinding dengan menggunakan amplas grid 120 cw, 320 cw, 600 cw, 800 cw, dan 1000 cw.



**Gambar 2.5** Proses Penggrindaan dan Grinding

Hasil dari penggrindaan dan grinding terhadap spesimen maka dilakukan proses pengujian kekerasan dengan metode *Rockwell*, menggunakan Alat Uji Kekerasan Merk *Type Rockwell Future Tech Hardness Tester*, adapun langkah-langkahnya yaitu siapkan peralatan dan bahan yang berkaitan dengan uji kekerasan, lalu memasang indenter intan yang berbentuk kerucut atau brale dengan sudut  $120^{\circ}$ , kemudian meletakkan spesimen dimeja alat uji kekerasan dan menyeting beban dengan penetrasi 150 kg.f, setelah itu menentukan titik pengujian dengan menempelkan indenter pada spesimen dengan memutarakan ragum dan lakukan pengujian dengan cara menekan indenter sampai kepermukaan spesimen, kemudian memulai pengujian dengan menekan tombol start dan tunggu hasil uji keluar display layar monitor (Prasetyo, n.d.). Kemudian setelah selesai lepaskan spesimen dari ragum dan lakukan analisa pada setiap data pengujian yang dihasilkan.



**Gambar 2.6** Proses Pengujian Kekerasan

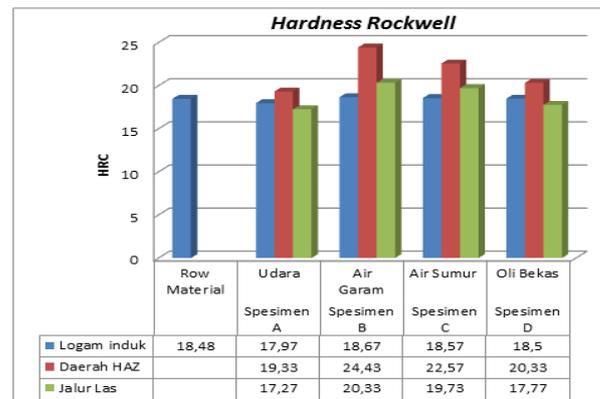
### III. Hasil dan Pembahasan

#### 1. Data Hasil Pengujian Kekerasan

Data dari hasil uji kekerasan yang didapatkan dengan melakukan pengujian terhadap seluruh specimen uji, pada penelitian ini dilakukan pengujian kekerasan specimen dengan menggunakan metode *Hardness Rockwell* yang diatur berdasarkan standar DIN 50103, dengan pembebanan penetrasi 150 kgf dan indenter yang digunakan berbentuk intan kerucut yang memiliki sudut puncak  $120^{\circ}$  dimana bagian ujungnya sedikit dibulat dengan jari-jari 0,2 mm. Pengujian kekerasan specimen menggunakan alat uji kekerasan merk *Type Rockwell Future Tech Hardness Tester*, dari pengujian ini diperoleh data yang di ilustrasikan berupa table dan grafik. Adapun nilai kekerasan pada baja karbon sedang S45C didapatkan melalui proses pengelasan SMAW setelah itu dilakukan proses pendingin dengan cara mencelupkan spesimen ke dalam media pendingin yang telah disediakan, jenis media pendingin yang digunakan berbeda-beda dimana dapat dilihat nilai uji kekerasan pada table dan grafik dibawah ini:

**Tabel 3.1** Data Hasil Pengujian Kekerasan

No	Jenis Media Pendingin	Spesimen Uji	Hardness Rockwell			Rata-rata (HRC)	
			Area Pengujian	Titik 1	Titik 2		Titik 3
1		Spesimen Tanpa perlakuan ( <i>Raw Material</i> )	Logam induk	18,9	17,7	18,7	18,43
				18,5	18,9	18,4	18,60
				19,1	17,9	18,2	18,40
2	Udara	Spesimen A	Jalur Las	16,1	17,5	18,2	17,27
			Daerah haz	19,8	19,3	18,9	19,33
			Logam induk	18,1	18	17,8	17,97
3	Air Garam	Spesimen B	Jalur Las	20	20,7	20,3	20,33
			Daerah haz	24,5	25	23,8	24,43
			Logam induk	18,2	18,2	18,3	18,67
4	Air Sumur	Spesimen C	Jalur Las	19,1	19,8	20,3	19,73
			Daerah haz	21,5	23,2	23	22,57
			Logam induk	18,3	18	18,2	18,57
5	Oli Bekes	Spesimen D	Jalur Las	18	17,8	17,5	17,77
			Daerah haz	19,7	20,4	20,9	20,33
			Logam induk	18,5	17,4	18,6	18,50



**Grafik 3.1** Nilai Kekuatan Tarik

Hasil pengujian kekerasan diatas, menunjukkan bahwa perlakuan panas melalui proses quenching pasca pengelasan dapat mempengaruhi terbentuknya martensit (kekerasan) yang berbeda dari bahan dasar (*raw material*) (Prasetyo, n.d.). Perbedaan nilai kekerasan tersebut dikarenakan perlakuan media pendingin yang berbeda-beda sehingga mempengaruhi cepat lambat terbentuknya martensit pada specimen baja S45C. Dari table dan grafik diatas dapat dilihat bahwa masing-masing specimen memiliki nilai rata-rata kekerasan yang berbeda-beda pada setiap spesimennya. Perbedaannya terlihat pada setiap tiga daerah pengelasan yaitu daerah jalur las, daerah *Heat Affected Zone (HAZ)* dan daerah logam induk. Hal ini dikarenakan setiap media pendingin memiliki laju pendingin yang berbeda-beda, perbedaannya disebabkan viskositas (kekentalan) dan densitas (massa jenis) (Sultoni et al., 2019). Pada pengujian specimen B dengan media pendingin air garam memiliki nilai rata-rata kekerasan yang paling tinggi dari seluruh specimen, hal ini bisa terjadi karena dari Penggunaan media pendingin air garam memiliki laju pendinginan yang cepat dan sifat pendinginan yang teratur dan cepat. Proses perlakuan panas, setelah pemanasan mencapai temperatur yang ditentukan dan diberikan waktu tahan (*holding time*) secukupnya dan dilakukan proses pendinginan dengan laju tertentu maka sifat mekanik yang terjadi

setelah pendinginan akan tergantung pada laju pendingin (Trihutomo, 2014). Sebagai tambahan pendukung dalam jurnal Hamzah nur dengan judul pengaruh penggunaan media pendingin air garam, air tawar dan air asam pada perlakuan terhadap kekerasan baja ST 60 menyatakan bahwa larutan air garam yang dipakai sebagai bahan pendinginan akan mengakibatkan ikatannya menjadi lebih keras karena pada permukaan benda kerja tersebut akan meningkat zat arang (Nur, 2017). Sementara nilai rata-rata kekerasan terendah pada spesimen A dengan media pendingin udara dari perlakuan jenis media pendingin yang lain, ini bisa terjadi karena udara memiliki massa jenis dan viskositas yang sangat kecil sehingga laju pendinginnya sangat lambat. Viskositas merupakan tingkat kekentalan yang dimiliki suatu fluida, semakin tinggi angka viskositas maka semakin lambat laju pendinginnya dan densitas merupakan massa jenis yang dimiliki media pendingin, maka semakin tinggi densitas yang dimiliki maka semakin cepat laju pendinginan (Streeter,1992).

**Tabel 3.2 Data Rata-rata Hasil Uji Kekerasan**

No	Jenis Media Pendingin	Jalur Las	Daerah HAZ	Logam Induk
1	Udara	17,27	19,33	17,97
2	Air Garam	20,33	24,43	18,67
3	Air Sumur	19,73	22,57	18,57
4	Oli Bekas	17,77	20,33	18,50

Analisis yang dilakukan menunjukkan nilai rata-rata kekerasan yang berbeda-beda pada setiap daerah pengujianya. Pada material baja S45C memiliki nilai rata-rata nilai kekerasan sebesar 18,48 HRC.

## 2. Pembahasan Hasil Pengujian Kekerasan

### a. Row Material

Spesimen ini tidak mendapatkan perlakuan panas pada proses pengelasan, hal ini bertujuan untuk menjadi kontrol terhadap spesimen yang menerima perlakuan pengelasan. Dari pengujian kekerasan untuk material baja karbon sedang S45C didapatkan nilai kekerasan dari spesimen 1 sebesar 18,43 HRC, nilai kekerasan dari spesimen 2 sebesar 18,60 HRC, dan nilai kekerasan dari spesimen 3 sebesar 18,40 HRC. Sehingga rata-rata nilai kekerasan yang didapat sebesar 18,48 HRC. Nilai kekerasan ini merupakan nilai kekerasan dari baja karbon sedang S45C.

### b. Spesimen uji kekerasan dengan Jenis Media Pendingin Udara

Hasil pengujian kekerasan didapatkan rata-rata nilai kekerasan pada daerah jalur las 17,27 HRC, pada daerah jalur las nilai kekerasan menurun 7% dari nilai kekerasan *raw material*. Sebab penurunan

kekerasan ini terjadi karena pada daerah jalur las terjadi siklus pemanasan dan pendingin yang lebih lama. Nilai rata-rata kekerasan daerah HAZ sebesar 19,33 HRC, pada daerah ini nilai kekerasannya meningkat 4,6% dari nilai rata-rata kekerasan *raw material*. Sedang nilai kekerasan pada daerah logam induk sebesar 17,97 HRC, pada daerah ini terjadi penurunan nilai kekerasan sebesar 2,8%, dari nilai rata-rata kekerasan *raw material*. Nilai rata-rata pada specimen ini sebesar 18,19 HRC.

### c. Spesimen uji kekerasan dengan Jenis Media Pendingin Air Garam

Pengujian kekerasan didapatkan rata-rata nilai kekerasan pada daerah jalur las sebesar 20,33 HRC, pada daerah jalur las nilai kekerasan meningkat 10% dari nilai rata-rata kekerasan *raw material*. Sebab peningkatan ini terjadi karena pada daerah jalur las terjadi siklus pemanasan dan pendingin yang lebih cepat. Sedangkan rata-rata nilai kekerasan pada daerah HAZ sebesar 24,43 HRC, pada daerah ini nilai kekerasannya meningkat 32,2% dari nilai rata-rata kekerasan *raw material*. Peningkatan nilai kekerasan pada daerah HAZ ini adalah nilai kekerasan yang paling tinggi dari pada media pendingin yang lain, ini menunjukkan bahwa pengelasan mengakibatkan kekerasan pada daerah HAZ, karena pada daerah ini terjadi siklus termal pemanasan dan laju pendinginan yang cepat. Daerah HAZ yaitu daerah yang terkena pengaruh panas atau logam dasar yang bersebelahan dengan daerah jalur las yang selama proses pengelasan mengalami siklus termal pemanasan dan laju pendinginan (Nur, 2017). Sedang nilai kekerasan pada daerah logam induk sebesar 18,67 HRC, pada daerah ini terjadi peningkatan nilai kekerasan sebesar 1,03%, dari nilai rata-rata kekerasan *raw material*, hal ini disebabkan karena pada daerah logam induk telah terjadi pengaruh panas dari proses pengelasan. Nilai rata-rata pada specimen ini sebesar 21,14 HRC.

### d. Spesimen Uji Kekerasan dengan Jenis Media Pendingin Air Sumur

Spesimen ini dilakukan proses pengelasan dan kemudian hasil dari pengelasan itu didinginkan dengan media pendingin air sumur. Dari hasil pengujian pengujian kekerasan didapatkan rata-rata nilai kekerasan pada daerah jalur las sebesar 19,73 HRC, pada daerah jalur las nilai kekerasan meningkat 6,8% dari rata-rata nilai kekerasan *raw material*. Sebab peningkatan ini terjadi karena pada daerah jalur las terjadi siklus pemanasan dan laju pendingin yang lebih cepat, sedangkan rata-rata nilai kekerasan pada daerah HAZ sebesar 22,57 HRC, pada daerah ini nilai kekerasannya meningkat 22,1% dari nilai rata-rata kekerasan *raw material*. Sedikit mengalami penurunan 8,3% dari daerah HAZ dengan media pendingin air garam. Nilai kekerasan pada daerah

logam induk sebesar 18,57 HRC, pada daerah ini terjadi peningkatan nilai kekerasan sebesar 0,49%, dari nilai rata-rata kekerasan *raw material*, hal ini disebabkan karena pada daerah logam induk telah terjadi pengaruh panas dari proses pengelasan. Nilai rata-rata pada spesimen ini sebesar 20,29 HRC.

e. Spesimen Uji Kekerasan dengan Jenis Media Pendingin Oli Bekas

Hasil pengujian pengujian kekerasan didapatkan rata-rata nilai kekerasan pada daerah jalur las sebesar 17,77 HRC. Pada daerah jalur las ini nilai kekerasan menurun 4%, dari rata-rata nilai kekerasan *raw material*. Sebab penurunan terjadi karena pada daerah jalur las terjadi siklus pemanasan dan laju pendingin yang lebih lambat. Sedangkan rata-rata nilai kekerasan pada daerah HAZ sebesar 20,33 HRC, pada daerah ini nilai kekerasannya meningkat 10% dari nilai rata-rata kekerasan *raw material*, dan mengalami kenaikan kekerasan sebesar 5,2% dari daerah HAZ dengan media pendingin udara. Ini terjadi karena media pendingin oli bekas memiliki laju pendingin yang lebih cepat dari pada udara. Nilai rata-rata kekerasan pada daerah logam induk sebesar 18,50 HRC, pada daerah ini terjadi peningkatan nilai kekerasan sebesar 0,11%, dari nilai rata-rata kekerasan *raw material*, hal ini disebabkan karena pada daerah logam induk telah terjadi pengaruh panas dari proses pengelasan. Nilai rata-rata pada spesimen ini sebesar 18,87 HRC. Berdasarkan dari analisis data diatas dapat disimpulkan bahwa spesimen dengan jenis media pendingin air garam memiliki rata-rata nilai kekerasan yang paling tinggi diantara semua spesimen dengan media pendingin yang lain. Seperti yang diketahui bahwa yang mempengaruhi hasil kekerasan adalah viskositas (kekentalan) dan densitas (massa jenis) dari media pendingin yang digunakan. Air garam merupakan jenis media pendingin yang sangat cepat karena air garam memiliki viskositas yang rendah sehingga laju pendinginnya cepat dan massa jenis yang juga besar dibandingkan dengan yang lain sehingga dapat memberikan pengaruh yang sangat tinggi terhadap sifat mekanik (kekerasan) pada proses pengelasan.

#### IV. Kesimpulan

Hasil pengujian kekerasan pada baja karbon sedang S45C hasil las SMAW dengan perlakuan media pendingin yang berbeda-beda, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Perlakuan media pendingin terhadap hasil pengelasan las SMAW menunjukkan terjadinya peningkatan nilai kekerasan terhadap spesimen *row materil* .

2. Penggunaan media pendingin terhadap hasil pengelasan las SMAW menunjukkan spesimen dengan media pendingin air garam memiliki nilai rata-rata kekerasan yang paling tinggi jika dibandingkan dengan pendingin yang lain, sedangkan memiliki rata-rata nilai kekerasan yang paling rendah didapatkan melalui spesimen dengan media pendingin udara.
3. Media pendingin mampu mempengaruhi nilai kekerasan nilai kekerasan material, dimana spesimen dengan media pendingin air garam memiliki viskositas yang rendah dan densitas yang paling tinggi diantara media pendingin yang lain, sehingga nilai kekerasan pada baja S45C menggunakan media pendingin air garam menjadi yang paling tinggi. Dari hasil pengujian bahwa spesimen dengan media pendingin air garam memiliki nilai rata-rata kekerasan yang paling tinggi yaitu 21,14 HRC, media pendingin air sumur memiliki nilai rata-rata kekerasan sebesar 20,29 HRC, media pendingin oli bekas memiliki kekerasan sebesar 18,87 HRC dan media pendingin udara memiliki nilai rata-rata kekerasan yang paling rendah ghmsebesar 18,19 HRC.

#### Referensi

- Adi Nugroho, E. S. (2018). Pengaruh Variasi Arus Pengelasan Terhadap Kekutan Tarik dan Kekerasan Sambungan Las Plate Carbon Steel ASTM 36. *Jurnal Rekayasa Sistem Industri*, 3(2), 134–142.
- Arifin, A., & Sulistyawan, T. (2017). Peningkatan Kualitas Sambungan Las Baja Karbon Rendah dengan Metode Taguchi. *Jurnal Teknik Mesin Untirta*, III(2), 59–63.
- Aziza, Y., Pradani, Y. F., Teknik, F., Komputer, I., Islam, U., Rahmat, R., Teknik, F., Komputer, I., Islam, U., & Rahmat, R. (2017). PENGARUH KADAR GARAM DAPUR ( NaCl ) DALAM MEDIA PENDINGIN TERHADAP TINGKAT KEKERASAN PADA PROSES PENGERASAN BAJA ST-60. 1(1), 18–25.
- Hariyadi, Y., Mesin, J. T., Teknik, F., Padang, U. N., & Tarik, K. (2018). ANALISIS VARIASI ARUS PADA HASIL PENGELASAN BAJA KARBON RENDAH DENGAN ELEKTRODA E 7018 TERHADAP KEKUATAN TARIK DAN KEKERASAN JALUR LAS. 43.
- Jasman. (2018). *Pengelasan Smaw Pada Sambungan Pengelasan Logam Baja Jis G 3131 Sphc Dengan Baja Aisi 201 Terhadap Sifat Program Studi Teknik Mesin S-1*.
- Jasman, & Pratomo, M. A. (2020). Pengaruh Variasi Arus Listrik Terhadap Kekuatan Tarik Sambungan Baja Karbon Rendah dengan

Elektroda E7018. *Teknomekanik*, 3(1), 9–16.

K., A., & Putra, I. (2019). Analisis Kekuatan Tarik dan Impact Hasil Sambungan Las Gesek pada Baja St37. *Ranah Research*, 1(4), 914–920.

Nugroho, E., & Handono, S. D. (2019). *Pengaruh Temperatur dan Media Pendingin pada Proses Heat Treatment Baja AISI 1045 terhadap Kekerasan dan Laju Korosi*. 8(1), 99–110.

Nur, H. (2017). *Pengaruh Penggunaan Media Pendingin Air Garam , Air Tawar , dan Air Asam pada Perlakuan Panas terhadap Kekerasan Baja ST 60*. 1–11.

Nurdin, H., Wari, A., & Ya, K. Z. (2020). Porosity Defect Analysis in ST 37 Steel Welding Joints Using the Dye Penetrant Method. *Teknomekanik*, 3(1), 1–8.

Pencegahan, M. P., & Paun, R. (2012). *ADLN Perpustakaan Universitas Airlangga* 22. 071211533039, 22–72.

Prasetyo, H. C. (n.d.). *ANALISA PENGARUH HEAT TREATMENT TERHADAP KEKERASAN MATERIAL BAJA S45C UNTUK APLIKASI POROS RODA SEPEDA MOTOR Abstrak*. 29–34.

Pratowo, B., & Fernando, A. (2008). Analisa Kekerasan Baja Karbon AISI 1045 Setelah Mengalami Perlakuan Quenching. *Jurnal Teknik Mesin*, 5(2), 1–30.

Priyanto, I. (2017). *Pengaruh temperatur media pendingin (air, collant, oli) pada pengelasan GMAW terhadap struktur mikro, kekuatan tarik dan kekerasan pada baja st*. 1–59.

Rifelino, Irzal, Hamdani, D., & Helmi, N. (2020). Conventional Lathe Processes Pengaruh Cutting Condition Terhadap Tingkat Kekasaran Permukaan Baja ST 42 Pada Proses Bubut Konvensional. *Motivaction*, 2(3), 11–20.

Sugiyono. (2012). *Pengaruh Proses Post Weld Heat Treatment Pada Hasil*. 1–7.

Sultoni, Finahari, N., & Sahbana, M. A. (2019). *Analisa Pengaruh Variasi Media Pendingin Air Dan Oli Pada Sambungan Lap Joint Terhadap Sifat Mekanik Menggunakan Las Smaw ( Dc )*. 11(1).

Susanto, W., Kadir, A., & Penulis, E. (2020). *Analisa Pengaruh Variasi Media Pendingin Terhadap Kekerasan dan Kekuatan Tarik Sambungan Las Menggunakan Pola Ayunan Melingkar Pada Baja Carbon Sedang Abstrak perlu dipersiapkan ukuran dan benda kerja yang*. 5(2), 40–44.

Trihutomo, P. (2014). Pengaruh Proses Annealing

Pada Hasil Pengelasan Terhadap Sifat Mekanik Baja Karbon Rendah. *Jurnal Teknik Mesin Universitas Negeri Malang*, 22(1), 81–88.

Trihutomo, P. (2015). Analisa Kekerasan Pada Pisau Berbahan Baja Karbon Menengah Hasil Proses Hardening Dengan Media Pendingin Yang Berbeda. *Teknik Mesin*, 28–34.