

Analisa Quenching Air Dan Oli Terhadap Terhadap Nilai Kekerasan Permukaan Baja Karbon Rendah Hardfacing Menggunakan Las Smaw Dengan Polaritas DC- Dan DC+

Lilin Hermawati^{1*}, Sunu Arsy Pratomo², Lilik Budiyanto³
^{1,2,3}Universitas Maritim AMNI Semarang

*Korespondensi penulis: linhermawati80@gmail.com

Abstract. When welding, you don't have to connect two metal materials, you can also weld the thickness of the component. Steel is a metal material that can be used in the engineering field to make alloys of other metals so that they can have better material properties than the original metal material. One thing that can be done to increase resistance to wear is to increase the surface hardness of the workpiece. This research carried out an analysis to increase the hardness of the surface of low carbon steel after heat treatment for 60 minutes with variations in quenching media resulting from hardfacing using SMAW welding (shield metal arc welding) with DC+ and DC- polarities. The data analysis technique used in this research is specimen testing. The results obtained later by the research show that DC+ polarity has higher hardness in all specimens tested with a value of 418.66 VHN water quenching, 402.8 VHN oil quenching, 348 VHN non-treatment when compared with DC- polarity with a value of 405, 92 VHN quenching water, 374.02 VHN quenching oil and 323.38 VHN non-treatment. Quenching media with water obtained the highest hardness results with a value of 405.92 VHN.

Keywords: Low Carbon Steel, Hardfacing, Quenching.

Abstrak. Dalam suatu Pengelasan tidak harus melakukan penyambungan pada dua material logam, dapat juga melakukan pengelasan pada penebalan komponen. Baja merupakan logam material yang bisa digunakan pada bidang teknik dalam membuat paduan logam lain agar dapat memiliki sifat bahan yang lebih baik lagi dari bahan logam aslinya. Salah satu yang dapat dilakukan agar dapat meningkatkan ketahanan terhadap keausan adalah dengan meningkatkan kekerasan permukaan benda kerja. Peneliti ini melakukan analisa untuk meningkatkan kekerasan pada permukaan baja karbon rendah sesudah dilakukan heat treatment selama 60 menit dengan variasi media quenching hasil hardfacing menggunakan pengelasan SMAW (shield metal arc welding) dengan polaritas DC+ dan DC-. Teknik analisis data yang digunakan pada penelitian ini adalah pengujian spesimen. Hasil yang nanti didapat penelitian menunjukkan bahwa Polaritas DC+ mendapatkan kekerasan yang lebih tinggi pada semua spesimen yang diuji dengan nilai 418,66 VHN quenching air, 402,8 VHN quenching oli, 348 VHN non treatment apabila diperbandingkan dengan polaritas DC- dengan nilai sebesar 405,92 VHN quenching air, 374,02 VHN quenching oli dan 323,38 VHN non treatment. Media quenching dengan air memperoleh hasil kekerasan yang paling tinggi dengan nilai 405,92 VHN untuk polaritas DC- serta 418,66 VHN untuk polaritas DC+ apabila diperbandingkan dengan oli. Struktur mikro yang dapat terbentuk pada weld metal spesimen non treatment yaitu bainit, sedangkan pada weld metal spesimen quenching air dan oli yang dapat terbentuk adalah martensit.

Kata kunci: Baja Karbon Rendah, Hardfacing, Quenching.

LATAR BELAKANG

Berkembangnya teknologi dan ilmu pengetahuan, pengelasan memiliki peranan yang sangat penting bagi perkembangan industri manufaktur di Indonesia. Proses produksi di industri permesinan melibatkan teknik pengelasan. Beberapa teknik yang ada dalam pengelasan sering banyak digunakan diberbagai industri adalah teknik pengelasan logam. Logam sangat banyak digunakan karena memiliki beberapa keunggulan diantaranya adalah kuat, tahan karat, tahan terhadap keausan dan bahan bakunya sangat ekonomis. Beberapa industri yang menggunakan teknik pengelasan logam diantaranya adalah industri pengangkutan, perpipaan, pembuatan mobil, perkapalan, jembatan, pesawat terbang serta bangunan lepas pantai.

Teknik las penebalan seringkali digunakan untuk menambahkan material yang lebih keras terhadap permukaan material atau benda kerja las yang lain. Teknik ini biasa digunakan untuk beberapa komponen yang mudah aus seperti pada alat berat dalam pertambangan atau dalam industri kecil maupun perkapalan contohnya scoops lift buckets , Ripper Teeth, Dozer Blades, Grader Blades, pada excavator, bull dozer, dump truck, dan masih banyak lainnya (Iskandar, 2013).

Baja merupakan material digunakan pada bidang teknik seperti pada saat membuat paduan logam lain agar memperoleh sifat bahan yang diinginkan. Baja bisa dibentuk dengan cara pengecoran, pencairan dan penempaan. Karbon merupakan salah satu unsur yang dapat meningkatkan kekerasan dan kekuatan pada baja. Industri menengah seringkali menggunakan material baja karbon rendah yang membutuhkan kekerasan tinggi. Sangat beralasan karena apabila terjadi interaksi secara terus menerus pada jangka waktu tertentu dapat menyebabkan gesekan yang akan mengakibatkan keausan.

Dalam melakukan peningkatan ketahanan terhadap keausan adalah dengan meningkatkan kekerasan permukaan benda kerja. Meningkatnya kekerasan dapat berbanding lurus dengan meningkatnya ketahanan keausan (Pramono, 2011). Terjadi karena gesekan yang terjadi hanya terdapat di permukaan saja. Satu diantara banyak metode yang dapat digunakan untuk meningkatkan kekerasan permukaan adalah dengan Hardfacing.

Terdapat beberapa keuntungan dengan penggunaan metode Hardfacing diantaranya hasil lasnya mempunyai tingkat kekerasan serta ketahanan aus yang

tinggi, menghemat penggunaan baja paduan yang harganya relatif sangat mahal, menurunkan biaya-biaya yang ada serta berbagai macam material yang dapat digunakan dengan menggunakan metode ini. Setelah metode ini selesai dilakukan, selanjutnya heat treatment dengan holding time yang ditentukan. Langkah berikutnya setelah proses tersebut selesai dilakukan yaitu pemberian quenching secara cepat ke media pendingin yang digunakan. Pada proses heat treatment, holding time dapat meningkatkan kekerasan suatu material, sehingga pada metode pemadaman untuk meningkatkan kekerasan ini, transformasi fasa yang terbentuk adalah fasa martensit. Peneliti ini nantinya akan menganalisa cara yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kekerasan pada permukaan baja karbon rendah sesudah dilakukan heat treatment selama 60 menit dengan variasi media quenching hasil hardfacing menggunakan pengelasan SMAW (shield metal arc welding) dengan polaritas DC+ dan DC-.

KAJIAN TEORITIS

Pengelasan (Welding) salah satu teknik penyambungan logam dengan cara mencairkan sebagian logam induk dan logam pengisi dengan atau tanpa tekanan. Sedangkan menurut DIN (Deutsche Industrie Normen) pengelasan merupakan suatu ikatan metalurgi pada sambungan logam atau logam paduan yang dilaksanakan dalam keadaan lumer atau cair. Mengelas adalah menyambung dua bagian benda atau lebih dengan cara memanaskan, menekan atau suatu gabungan dari keduanya sehingga menyatu seperti benda utuh (Wiryo Sumarto dan Okumura, 2008). Kelebihan dalam sambungan las adalah konstruksi ringan, dapat menahan kekuatan yang tinggi, mudah melakukannya, serta cukup ekonomis. Memiliki kelemahan yang paling banyak adalah terjadinya perubahan struktur mikro bahan yang dilas, sehingga terjadi perubahan sifat fisik maupun mekanis dari bahan yang dilas. Penyambungan dalam pengelesan dapat dilakukan dengan atau tanpa bahan tambah (Filler Metal) yang sama atau berbeda titik cair maupun strukturnya (Alip, 1989).

Proses pengelasan dapat dibedakan menjadi beberapa jenis, dan salah satunya adalah SMAW. Jenis ini salah satu proses pengelasan yang umum digunakan, utamanya pada pengelasan singkat dalam produksi, pemeliharaan dan perbaikan pada bidang konstruksi. SMAW (Shielded Metal Arc Welding). Pengelasan ini menggunakan elektroda terbungkus didefinisikan sebagai proses pengelasan dengan penyambungan dua logam atau lebih, menjadi suatu sambungan yang tetap, dengan menggunakan sumber panas listrik dan bahan tambah/pengisi berupa elektroda

terbungkus. Proses las elektroda terbungkus dilakukan, busur api listrik yang terjadi antara ujung elektroda dan base metal/benda kerja (base metal) akan menghasilkan panas. Panas inilah yang mencairkan ujung elektroda dan benda kerja secara setempat.

Hardfacing yang juga dikenal sebagai permukaan keras adalah penerapan pembentukan deposit paduan khusus dengan cara proses pengelasan untuk menahan abrasi, korosi, temperatur tinggi atau benturan, paduan semacam itu dapat diendapkan pada permukaan, ujung atau hanya titik bagian yang harus dipakai. Pengerasan pada permukaan melalui metode pengelasan ini dapat mengembalikan komponen dan memperpanjang masa kerja. Cara pengelasan hardfacing dengan menggunakan las SMAW, elektroda harus menyentuh jarak sekitar $1/3-1/2$ dari lebar jalur las, agar semua sisi dari jalur las dapat terisi tidak ada ruang untuk terak mengumpul.

Baja karbon rendah merupakan baja yang memiliki kadar campuran karbon kurang dari 0,3%. Baja ini tidak dapat dikeraskan karena kandungan karbonnya tidak cukup untuk membentuk struktur martensit. Baja karbon rendah ini memiliki karakteristik yang mudah untuk dijadikan bahan fabrikasi atau konstruksi. Hal ini sangat beralasan karena baja karbon rendah ini merupakan baja paduan mikro berkadar karbon rendah (0,05-0,30% C). Apabila dilihat dari kadar karbonnya, baja jenis ini mempunyai nilai kekerasan yang masih rendah. Kadar karbon yang rendah membuat materialnya dapat dengan mudah dibentuk. Baja karbon rendah ini banyak digunakan untuk kapal, alat berat maupun industri kecil seperti pada bidang pertanian. Alasan dipilihnya material ini untuk proses hardfacing karena berdasarkan komposisi yang tertera menunjukkan nilai kekerasan yang kecil sehingga peneliti ingin meningkatkan nilai kekerasan baja karbon rendah tersebut dengan metode hardfacing serta selanjutnya dilakukan heat treatment dengan temperatur 1000° C selama 60 menit yang kemudian dicelupkan dalam media quenching oli dan air.

Nilai kekerasan yang tinggi dapat diperoleh dengan metode heat treatment. Heat treatment dapat didefinisikan sebagai proses pemanasan dalam furnace dengan temperatur tinggi sampai dengan mencapai temperatur austenit. Proses perlakuan panas untuk memperoleh fasa martensit pada baja biasanya berhubungan dengan pendinginan yang dilakukan secara cepat dari temperatur austenit dalam beberapa media pendingin seperti air, oli, atau udara (William dan David, 2011). Temperatur dan waktu penahan pada proses ini memiliki penting yang sangat penting agar memperoleh fasa martensit yang mendominasi keseluruhan permukaan material. Martensit dapat terbentuk saat material berada pada temperatur austenit dan

selanjutnya dilakukan quenching/pendinginan secara cepat menuju temperatur kamar atau temperatur lingkungan sekitar. Apabila pendinginan yang dilakukan terlalu lambat maka kemungkinan fasa yang terbentuk adalah bainit, pearlit. Perlu diperhatikan waktu pendinginan agar fasa martensit yang terbentuk mempunyai jumlah yang mendominasi karena jumlah martensit yang terbentuk menunjukkan nilai kekerasan pada suatu material.

METODE PENELITIAN

Analisis data dapat didefinisikan sebagai proses menyusun data secara sistematis yang diperoleh dari catatan lapangan serta dokumentasi dengan cara mengorganisasikan data ke dalam kategori, melakukan sintesa, menyusun ke dalam pola, memilih hal yang penting untuk dipelajari, serta membuat kesimpulan hingga dapat secara mudah dipahami diri sendiri maupun orang lain (Sugiyono, 2016). Teknik analisis data yang digunakan pada penelitian ini adalah pengujian spesimen. Pengujian ini berguna untuk memperoleh data yang mana data yang telah didapatkan akan diperbandingkan antara spesimen. Pengujian dilakukan di Laboratorium Uji Departemen Teknik Metalurgi dan Material Fakultas Teknik Universitas Indonesia, Depok Jawa Barat. Adapun langkah-langkah pengujiannya dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Pengujian Kekerasan

Adapun langkah-langkah dari pengujian kekerasan dapat diuraikan sebagai berikut:

- a. Siapkan spesimen bahan uji sebanyak 6 spesimen, dengan spesimen berpolaritas berbeda serta quenching berbeda akan diuji.
- b. Pastikan mesin uji kekerasan siap untuk digunakan.
- c. Pasang bahan yang akan diuji ke alat uji.
- d. Kalibrasi alat uji kekerasan.
- e. Ukur nilai kekerasannya.
- f. Baca dan Buat catatan yang berkaitan dengan hasil pengujian bahan yang terdapat di alat uji.
- g. Pelepasan spesimen bahan.

2. Pemolesan Spesimen yang akan dilakukan pengamatan struktur mikro

Adapun langkah-langkah dari pemolesan spesimen ini dapat diuraikan sebagai berikut:

- a. Siapkan spesimen bahan uji.

Analisa Quenching Air Dan Oli Terhadap Terhadap Nilai Kekerasan Permukaan Baja Karbon Rendah Hardfacing Menggunakan Las Smaw Dengan Polaritas DC- Dan DC+

- b. Siapkan amplas yang akan digunakan pada proses pemolesan.
- c. Lakukan pengamplasan terhadap spesimen dengan menggunakan mesin poles otomatis.
- d. Mulailah pengamplasan dengan amplas yang mempunyai tingkat kekasaran yang rendah sampai dengan kekasaran yang tinggi.
- e. Lakukan pemolesan terhadap spesimen dengan ditambah dengan autosol diatas kain biru agar mendapatkan hasil yang bersih mengkilap seperti kaca.
- f. Setelah itu langkah terakhir yaitu lakukan pengetsaan

3. Proses Pengetsaan

Adapun langkah-langkah dari proses pengetsaan dapat diuraikan sebagai berikut:

- a. Siapkan spesimen bahan uji.
- b. Buatlah larutan asam HNO₃ 4% dengan dicampur dengan alkohol 96%.
- c. Letakkan/ celupkan spesimen bahan uji kedalam larutan etsa pada waktu yang berbeda untuk setiap spesimen.
- d. Setelah itu lakukan pengeringan dengan menggunakan hair dryer.

4. Pengujian Mikro

Adapun langkah-langkah dari pengujian mikro dapat diuraikan sebagai berikut:

- a. Siapkan spesimen bahan uji.
- b. Letakkan spesimen yang sudah kering tersebut di mikroskop optik.
- c. Amati struktur mikro yang terbentuk pada monitor atau secara komputerisasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengukuran Pelat Hasil Hardfacing

Proses pengelasan pada permukaan ini menggunakan mesin las SMAW, dengan 2 polaritas yaitu DC+ dan DC-. Pengelasan pada permukaan dilakukan sebanyak 2 layer. Setelah dilakukan proses pengelasan pada permukaan base metal atau logam induk, langkah selanjutnya pengukuran tebal pelat hasil pengelasan. Hasil pengelasan dilakukan 2 layer pada pelat yang mana dapat menambah ketebalan permukaan pelat dengan tebal 7 - 8mm dengan ampere yang sama kedua polaritas. Angka ketebalan pre dan post weld metal dapat digambarkan sebagai berikut:

Tabel 1 Ketebalan Pre dan Post Weld Metal

No	Polaritas	Amp		Tickness/mm		
		Layer 1	Layer 2	Base Metal	Layer 1	Layer 2
1	DC+	110	120	8	12	16
2	DC-	110	120	8	12	15

Proses pengelasan permukaan yang dilakukan memberikan hasil bahwa polaritas DC- dan DC+ mempunyai ketebalan yang tidak jauh berbeda bertambah 7mm - 8mm dari ketebalan material induknya.

B. Hasil Perlakuan Heat Treatment dengan Quenching Oli dan Air

Proses selanjutnya sesudah melakukan pengukuran terhadap ketebalan plat yaitu membuat spesimen untuk digunakan pada saat uji keras. Plat dengan ukuran 100 x 60 nantinya di potong menjadi 3 bagian untuk spesimen uji keras. Sebelum dilakukan uji keras, langkah selanjutnya adalah dilakukan heat treatment pada temperatur 1000⁰ C dengan holding time 60 menit. Sebelum diuji keras, terlebih dahulu dilakukan heat treatment pada temperatur 1000⁰ C dengan holding time 60 menit. Contoh spesimen hasil dari quenching oli dan air digambarkan sebagai berikut:

**Gambar 1. Spesimen Hasil Quenching Oli dan Air**

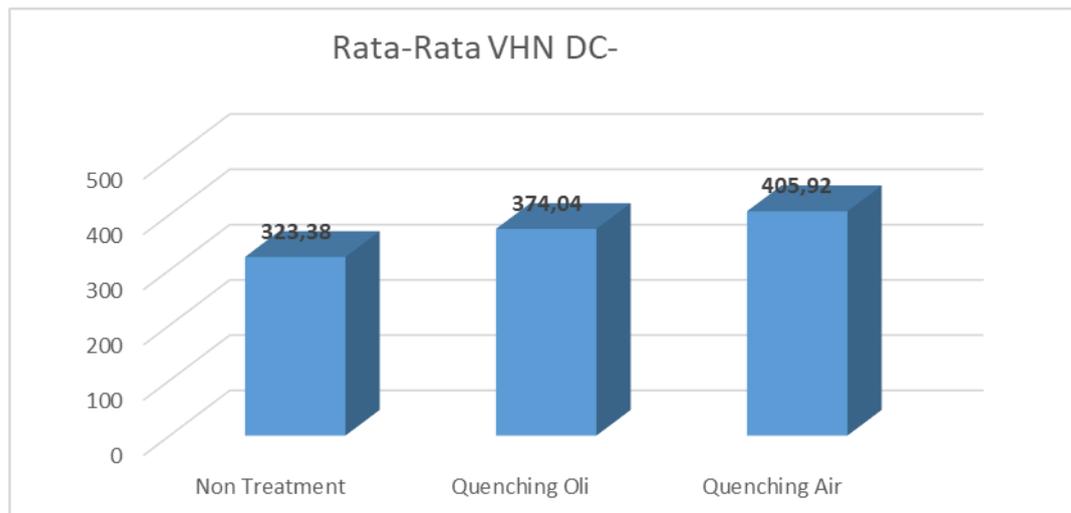
C. Hasil Uji Kekerasan

Nilai kekerasan vickers spesimen dengan polaritas DC- dapat dihitung secara manual dengan rumus sebagai berikut:

$$VHN = \frac{1,854 \times P}{L^2} \left(\frac{Kgf}{mm^2} \right)$$

$$L = \frac{d1+d2}{L^2} (mm^2)$$

Rata-rata dari nilai kekerasan spesimen dengan polaritas DC- dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 2. Grafik Rata – Rata Nilai Kekerasan Hasil Uji Keras Vickers Polaritas DC-

Grafik diatas menggambarkan bahwa tingkat kekerasan dari suatu material akan lebih tinggi setelah dilakukannya quenching dengan air maupun oli sebagai medianya. Media pendingin yang digunakan bukan hanya air dan oli, namun masih banyak yang lain seperti air garam, air hujan dan udara, namun dalam penelitian ini peneliti membatasi penggunaan media pendingin hanya pada air dan oli. Pengelasan hardfacing pada permukaan baja karbon rendah menggunakan polaritas DC- ini, nilai kekerasan yang didapatkan tertinggi melalui uji kekerasan vickers adalah 405.9 VHN dengan air sebagai media pendinginnya, setelah itu tertinggi kedua setelah air adalah 374 VHN dengan oli sebagai media pendinginnya, serta nilai kekerasan terendah adalah 323 VHN tanpa perlakuan.

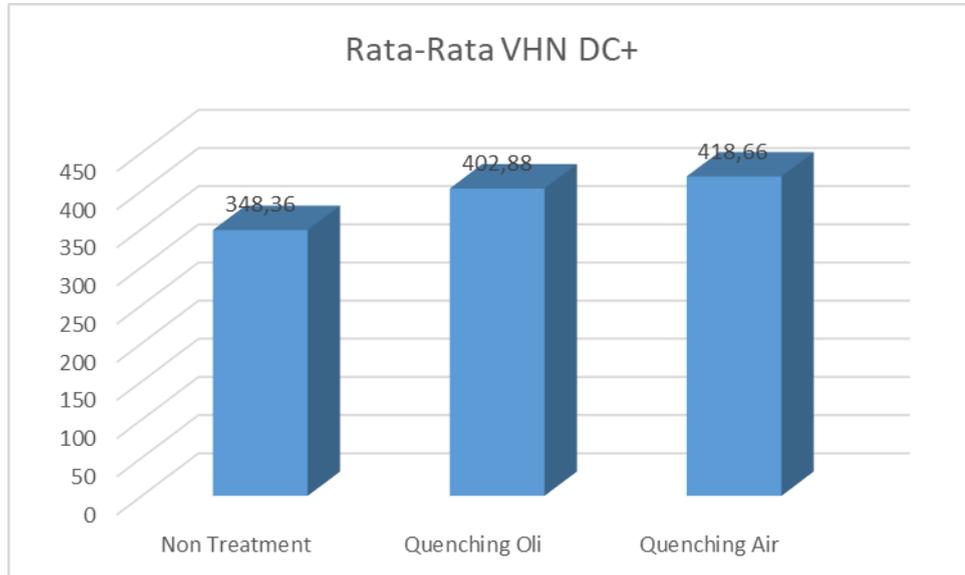
Quenching yang cepat setelah dipanaskan dengan suhu tinggi dengan holding time akan menghasilkan struktur martensit yang dapat membuat sifat keras dari baja meningkat. Nilai kekerasan yang diperoleh dari hasil quenching menggunakan air lebih tinggi dibanding dengan menggunakan oli dan non treatment. Hal ini sangat beralasan karena quenching menggunakan air lebih cepat dari media pendingin yang lain sehingga nilai kekerasan yang dihasilkan lebih tinggi dan baja yang dihasilkan lebih keras. Berbeda dengan pendinginan yang lambat akan menghasilkan struktur mikro pearlit yang mempunyai sifat lunak dengan kekerasan yang masih rendah.

Nilai kekerasan vickers spesimen dengan polaritas DC+ dapat dihitung secara manual dengan rumus sebagai berikut:

$$VHN = \frac{1,854 \times P}{L^2} \left(\frac{Kgf}{mm^2} \right)$$

$$L = \frac{d_1+d_2}{L^2} \text{ (mm}^2\text{)}$$

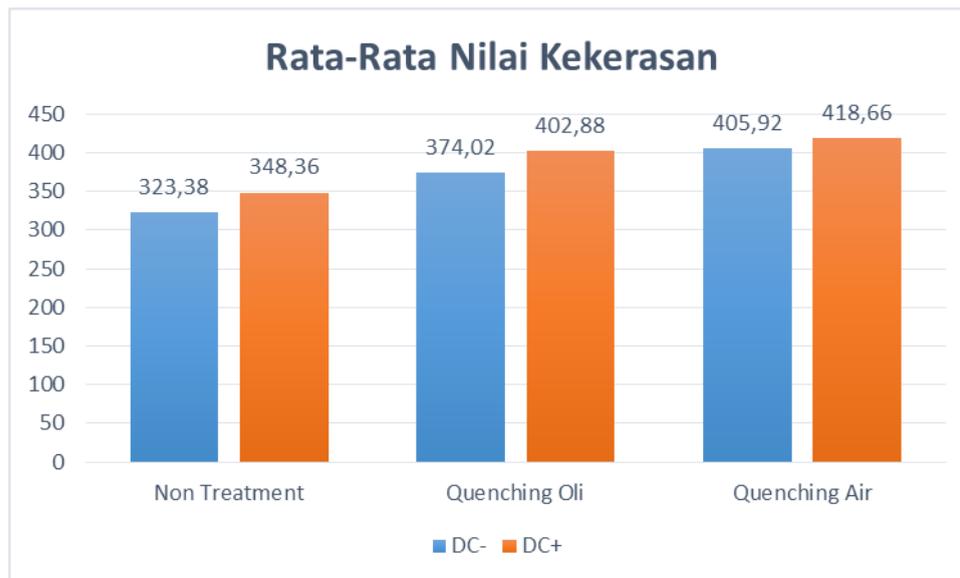
Rata-rata dari nilai kekerasan spesimen dengan polaritas DC+ dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 3. Grafik Rata – Rata Nilai Kekerasan Hasil Uji Keras Vickers Polaritas DC+

Grafik diatas dapat menggambarkan tingkat kekerasan dari suatu material akan lebih tinggi setelah dilakukannya quenching dengan air maupun oli sebagai medianya. Pengelasan hardfacing pada permukaan baja karbon rendah menggunakan polaritas DC+, nilai kekerasan yang tertinggi melalui uji kekerasan vickers adalah 418.6 VHN dengan air sebagai media pendinginnya, setelah itu tertinggi kedua setelah air adalah 402.8 VHN dengan oli sebagai media pendinginnya, serta nilai kekerasan terendah adalah 348 VHN tanpa perlakuan.

Proses hardfacing pada penelitian ini menggunakan 2 polaritas berbeda, yang terdiri dari polaritas DC+ dan DC- agar dapat membandingkan tingkat kekerasan permukaan baja karbon rendah yang dihasilkan. Perbandingan nilai kekerasan dari 2 polaritas dengan quenching berbeda dapat dilihat sebagai berikut:



Gambar 4. Grafik Perbandingan Nilai Rata – Rata Kekerasan 2 Polaritas

Grafik diatas menggambarkan adanya perbandingan nilai kekerasan dengan pengelasan hardfacing menggunakan dua polaritas yang berbeda. Setiap proses media quenching yang dilakukan pasca pengelasan, diperoleh hasil bahwa dengan menggunakan polaritas DC+ menghasilkan nilai kekerasan yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan pengelasan menggunakan polaritas DC-. Pengelasan hardfacing menggunakan polaritas DC+ dengan quenching air sebagai media pendingin setelah perlakuan panas menghasilkan nilai 418.6 VHN, nilai kekarasan ini lebih tinggi dari pengelasan hardfacing menggunakan polaritas DC-. Sedangkan pengelasan menggunakan polaritas DC- dengan quenching air sebagai media pendingin setelah perlakuan panas memiliki nilai relatif lebih rendah jika dibandingkan dengan nilai kekerasan yang dihasilkan polaritas DC- yaitu 405.92 VHN.

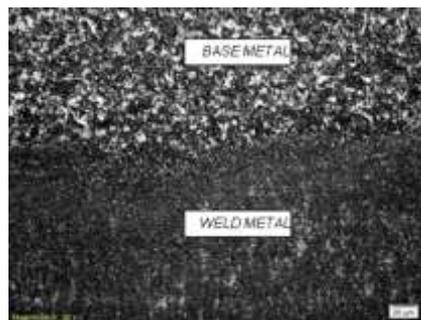
Hasil ini memperlihatkan bahwa kedua polaritas dengan quenching air sebagai media pendingin setelah perlakuan panas tersebut, menjadi nilai tertinggi dari media pendingin yang lain. Nilai kekerasan ini menunjukkan bahwa baja karbon rendah yang dilakukan hardfacing menggunakan kedua polaritas tersebut dengan quenching air menjadi yang paling keras dari media pendingin yang lain. Pengelasan hardfacing menggunakan polaritas DC+ dengan quenching oli sebagai media pendinginnya menghasilkan nilai 402.8 VHN. Nilai kekarasan tersebut lebih tinggi jika dibandingkan dengan pengelasan hardfacing menggunakan polaritas DC- yang menghasilkan nilai yaitu 374.02 VHN. Spesimen non treatment dari pengelasan hardfacing menggunakan polaritas DC+ juga menghasilkan nilai kekerasan 348 VHN

yang lebih tinggi dari spesimen pengelasan hardfacing menggunakan polaritas DC- dengan nilai kekerasan 323,38 VHN. Nilai kekerasan yang dihasilkan dari pengelasan hardfacing menggunakan polaritas DC+ dengan pendingin air, oli dan non treatment menghasilkan nilai lebih tinggi dari DC- disemua media pendingin yang digunakan.

D. Hasil Penelitian Struktur Mikro

Pengamatan struktur mikro dilakukan pada batas daerah HAZ dan weld metal. Pengamatan yang dilakukan menggambarkan adanya fasa yang nantinya terbentuk karena perlakuan panas yang selanjutnya diberikan diberi quenching dengan cepat. Spesimen sendiri diambil dari 3 spesimen pada 2 polaritas yang berbeda, 1 spesimen non treatment serta 2 spesimen dengan media pendingin yang digunakan yaitu oli dan air. Harapannya kedua media tersebut dapat membentuk struktur martensit yang menggambarkan nilai kekerasan yang tinggi.

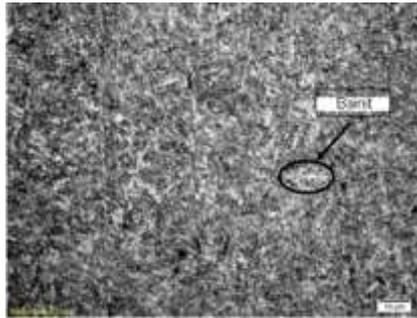
1. Struktur Mikro pada batas HAZ Spesimen Non Treatment dengan Polaritas DC+



Gambar 5. Struktur Mikro pada Batas HAZ Spesimen Non Treatment

Berdasarkan hasil di atas dapat dilihat bahwa bagian yang berada di atas gambar merupakan base metal, sedangkan yang bawahnya merupakan weld metal. Agar dapat memperoleh lebih jelas perbedaan struktur pada daerah HAZ ini tidak mudah, karena terdapat perbedaan unsur kimia yang terkandung pada base metal dan weld metal. Selain itu waktu celup dalam larutan juga berbeda. Waktu yang diperlukan untuk pencelupan bagian bahan pengisi lebih lama dibanding dengan waktu pencelupan base metal.

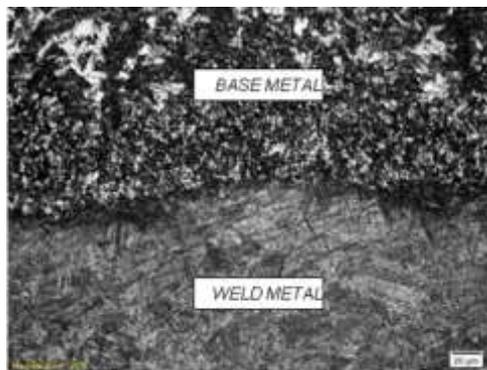
2. Struktur Mikro pada Weld Metal Spesimen Non Treatment dengan Polaritas DC+



Gambar 6. Struktur Mikro pada Weld Metal Spesimen Non Treatment dengan Polaritas DC+

Berdasarkan hasil di atas dapat dilihat bahwa struktur mikro didaerah logam lasan struktur yang terbentuk adalah bainit. Fasa ini hampir mendominasi ke bagian permukaan baja. Butir yang terlihat sangat berbeda dengan material induknya pada gambar sebelumnya yaitu baja karbon rendah bentuknya yang terlihat lebih besar dan tersusun. Logam las juga terlihat terdapat bulatan yang berwarna hitam. Hal ini merupakan cacat bukan unsur dari karbon, karena weld metal ini memiliki kandungan baja yang rendah, cacat ini cukup banyak diseluruh bagian logam las ini. Weld metal non treatment ini sudah terkena heat input sebanyak 2 kali dari proses pengelasan hardfacing sehingga nilai kekerasan lebih keras dari logam induknya dan struktur mikronya berbeda.

3. Struktur Mikro pada batas HAZ Material Quenching Oli dengan Polaritas DC+

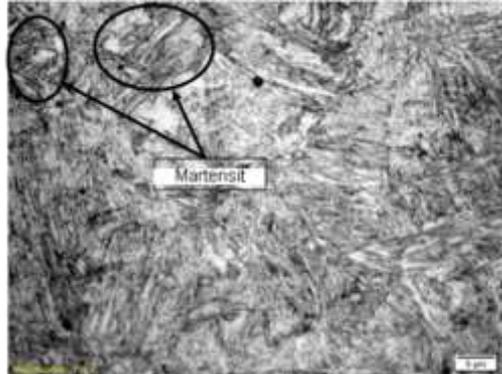


Gambar 4. 1 Struktur Mikro pada Batas HAZ Spesimen Quenching Oli dengan Polaritas DC+

Berdasarkan hasil di atas dapat dilihat bahwa Struktur mikro didaerah HAZ pada spesimen quenching oli dengan Polaritas DC+ ini jelas terlihat perbedaan keduanya. Bagian yang berada di atas gambar terlihat logam induk, sedangkan yang bawahnya terlihat bagian logam lasnya. Proses untuk melihat agar kedua struktur mikronya terlihat jelas perlu adanya dua waktu pengetsaan. Tidak dapat hanya dalam 1 waktu pengetsaan saja. batas antara logam induk dan logam lasnya dapat dilihat cukup untuk 1 waktu pengetsaan saja, walaupun

tidak terlihat jelas pembentukan struktur keduanya. Peneliti dapat membedakan 2 logam yang menyatu.

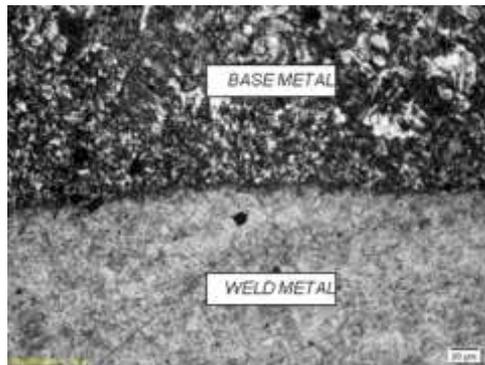
4. Struktur Mikro Weld Metal dengan Quenching Oli pada Polaritas DC+



Gambar 8. Struktur Mikro Weld Metal dengan Quenching Oli pada Polaritas DC+

Berdasarkan hasil di atas dapat dilihat bahwa Struktur mikro didaerah weld metal dengan quenching oli pada Polaritas DC+ ini jelas terlihat struktur martensit tidak menyebar keseluruh bagian permukaan.

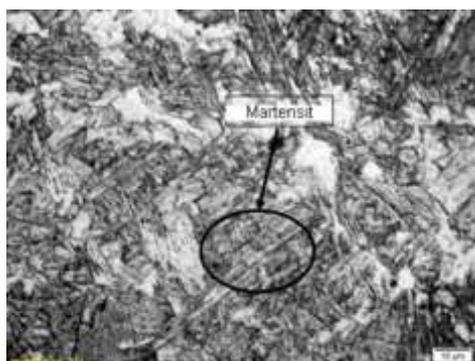
5. Struktur Mikro pada Batas HAZ spesimen Quenching Air pada Polaritas DC+



Gambar 9. Struktur Mikro pada Batas HAZ Spesimen Quenching Air pada Polaritas DC+

Berdasarkan hasil di atas dapat dilihat bahwa struktur mikro didaerah batas HAZ pada spesimen quenching oli dengan polaritas DC+ ini jelas terlihat perbedaan keduanya.

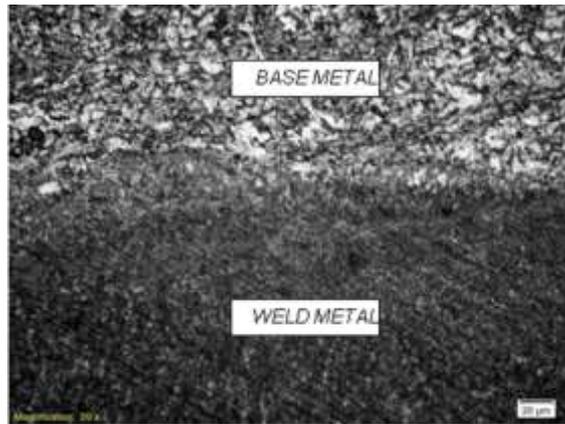
6. Struktur Mikro Weld Metal spesimen Quenching Air pada Polaritas DC+



Gambar 10. Struktur Mikro Weld Metal Spesimen Quenching Air pada Polaritas DC+

Berdasarkan hasil di atas dapat dilihat bahwa struktur mikro weld metal spesimen quenching air pada polaritas DC+ yang terbentuk yaitu martensit yang kasar dan cenderung ukurannya panjang.

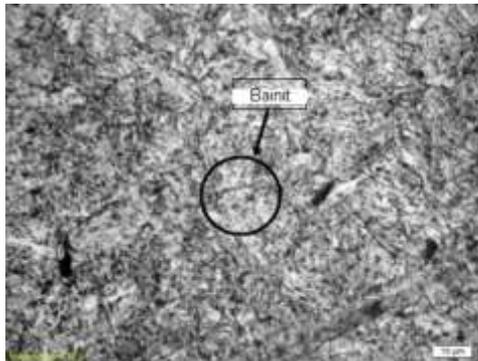
7. Struktur Mikro pada Batas HAZ Spesimen Non Treatment dengan Polaritas DC-



Gambar 11. Struktur Mikro pada Batas HAZ Spesimen Non Treatment dengan Polaritas DC-

Berdasarkan hasil di atas dapat dilihat bahwa struktur mikro pada daerah batas HAZ spesimen non treatment dengan polaritas DC- ini dapat kita lihat, bagian atas dari gambar adalah base metal dan yang bawah adalah weld metal.

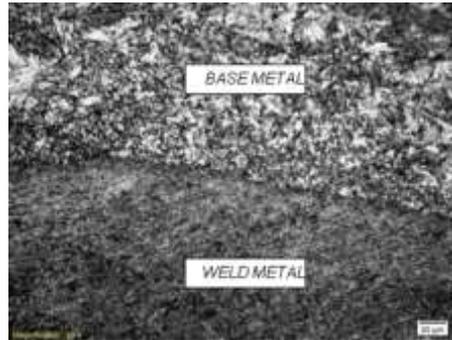
8. Struktur Mikro Weld Metal Spesimen Non Treatment pada Polaritas DC-



Gambar 12. Struktur Mikro Weld Metal Spesimen Non Treatment pada Polaritas DC-

Berdasarkan hasil di atas dapat dilihat bahwa struktur mikro pada daerah logam las spesimen Non Treatment pada Polaritas DC- ini struktur yang terbentuk adalah bainit.

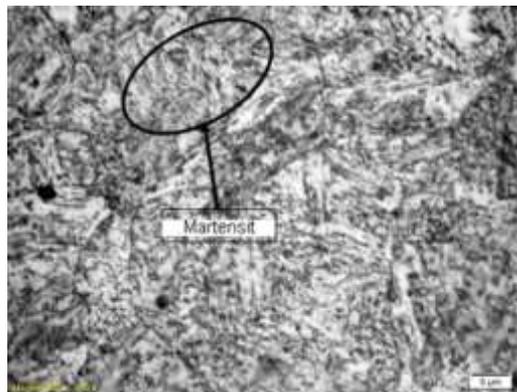
9. Struktur Mikro HAZ Spesimen Quenching Oli pada Polaritas DC-



Gambar 13. Struktur Mikro pada Batas HAZ Spesimen Quenching Oli pada Polaritas DC-

Berdasarkan hasil di atas dapat dilihat bahwa struktur mikro pada daerah batas HAZ spesimen quenching oli dengan polaritas DC- terdiri dari bagian atas dari gambar yang merupakan base metal serta yang bawah merupakan weld metal. Perbedaan ini terlihat antara keduanya.

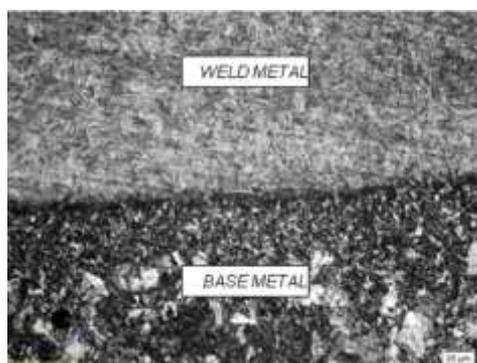
10. Struktur Mikro Weld Metal Spesimen Quenching Oli pada Polaritas DC-



Gambar 14. Struktur Mikro Weld Metal spesimen Quenching Oli pada Polaritas DC-

Berdasarkan hasil di atas dapat dilihat bahwa struktur mikro pada daerah weld metal dengan quenching oli pada Polaritas DC- ini jelas terlihat struktur martensit.

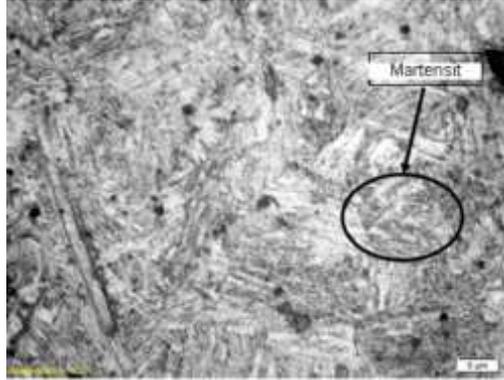
11. Struktur Mikro pada Batas HAZ Spesimen Quenching Air pada Polaritas DC-



Gambar 15. Struktur Mikro pada Batas HAZ Spesimen Quenching Air pada Polaritas DC-

Berdasarkan hasil di atas dapat dilihat bahwa struktur mikro pada daerah batas HAZ spesimen quenching Air dengan polaritas DC- ini dapat dilihat, bagian atas dari gambar merupakan weld metal serta yang bawah merupakan Base Metal.

12. Struktur Mikro Weld Metal Spesimen Quenching Air pada Polaritas DC-



Gambar 16. Struktur Mikro Base Metal spesimen Quenching Air pada Polaritas DC-

Berdasarkan hasil di atas dapat dilihat bahwa struktur mikro pada daerah weld metal spesimen quenching air pada polaritas DC- yang terbentuk yaitu martensit yang halus yaitu cenderung ukuran panjang namun lebarnya kecil sehingga terlihat martensit ini saling berhimpit dan bertumpuk.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan dari proses hardfacing dengan polaritas DC+ dan polaritas DC- pada baja karbon rendah melalui proses quenching ditemperatur 1000⁰C dengan holding time selama 60 menit yang dilakukan dari spesimen dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Polaritas DC+ mendapatkan kekerasan yang lebih tinggi pada semua spesimen yang diuji dengan nilai 418,66 VHN quenching air, 402,8 VHN quenching oli, 348 VHN non treatment apabila diperbandingkan dengan polaritas DC- dengan nilai sebesar 405,92 VHN quenching air, 374,02 VHN quenching oli dan 323,38 VHN non treatment.
2. Media quenching dengan air memperoleh hasil kekerasan yang paling tinggi dengan nilai 405,92 VHN untuk polaritas DC- serta 418,66 VHN untuk polaritas DC+ apabila diperbandingkan dengan oli.

3. Struktur mikro yang dapat terbentuk pada weld metal spesimen non treatment yaitu bainit, sedangkan pada weld metal spesimen quenching air dan oli yang dapat terbentuk adalah martensit.

Beberapa saran yang dapat diberikan pada penelitian ini diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Penting halnya untuk teliti pada tiap-tiap proses penelitian yang sedang dilakukan.
2. Utamakan selalu faktor keamanan serta keselamatan kerja pada setiap tahapan proses pembuatan spesimen sampai tahap pengujian.

DAFTAR REFERENSI

- Adiansyahrie. (2010). Melakukan Rutinitas Pengelasan dengan Las Busur Manual. In Kompetensi Keahlian Teknik Pengelasan SMK Negeri 53 Jakarta. Jakarta
- Alip, M. 1989. Teori Dan Praktik Las. Penerbit Departemen Pendidikan Dan Kebudayaan.
- Amanto, H dan Daryanto. 1999. Ilmu Bahan. Cetakan Pertama. Bumi Aksara..
- Bangsawan, I. G. (n.d.). Pengaruh Variasi Temperatur dan Holding Time dengan Media Oli SAE 40 terhadap Struktur Mikro dan Kekerasan Baja Assab 760. Skripsi, UNS
- Callister D. William and Retchwisch G. David. 2011. Materials Science and Engineering. In SI Version, Eighth Edition (8th ed., p. 425). Asia: Wiley John & Sons.
- D.E. Porter and K.E. Easterling. 1992. Phase Transformations in Metals and Alloys (2nd ed.) London: Chapman & Hall.
- Dieter E. George. (1988). Mechanical Metallurgy. In Bacon David (Ed.), Materials Science & Metallurgy (SI Metric). London.
- Eddy. 2014. Materi Uji Kekerasan dan Impak. <http://eddme27.blogspot.co.id/2014/11/bab-i- pendahuluan-1.html>
- Jokosisworo, S. 2009. Pengaruh Besar Arus Listrik dengan Menggunakan Elektroda SMAW Terhadap Kekuatan Sambungan Las Butt Joint pada Plat Mild Steel.
- Iskandar, M. A. 2013. Analisa Sifat Fisis dan Mekanis Tooth Bucket Excavator Sebelum dan Sesudah Proses Heat Treatment. Tugas Akhir:UMS
- Laurence H, Van Vlack. 1995. Ilmu Dan Teknologi Bahan. Edisi Kelima. Erlangga. Jakarta.
- Marwanto,A. 2007. Materi Lifeskill Las SMAW. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta

Analisa Quenching Air Dan Oli Terhadap Terhadap Nilai Kekerasan Permukaan Baja Karbon Rendah Hardfacing Menggunakan Las Smaw Dengan Polaritas DC- Dan DC+

- Pramono, A., 2011. Karakteristik Mekanik Proses Hardening Baja Aisi 1045 Media. Teknik, J., Fakultas, M., Universitas, T., Ageng, S., & Cilegon, T. Quenching Untuk Aplikasi Sprochet Rantai. Jurnal Ilmiah Teknik Mesin,.
- Sonawan, H, Suratman, R. 2004. Pengantar Untuk Memahami Pengelasan Logam. Alfa Beta. Bandung
- Supardi, E. 1996. Pengujian Logam. Angkasa. Bandung.
- Widharto, S. Teknologi dan Proses Pengelasan. Balai Besar Bahan dan Barang Teknik. Bandung.
- Widharto, Sri. 2007. Inspeksi Teknik Buku 6. Pradnya Paramita. Jakarta.
- William, Callister D. and David, Retchwisch G.. 2011. Materials Sciene and Engineering. In S1 Version, Eighth Edition (8th ed., p. 425). Asia: Wiley John & Sons.
- Wirjosumarto, Harsono, Toshi Okumura. 2008. Teknologi Pengelasan Logam. PT Balai Pustaka (Persero), Jakarta.