

PENGARUH ARUS LAS TERHADAP KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO HASIL LAS BAJA S50C DENGAN PROSES LAS GMAW

Dadang Jatnika¹, Ma'mun Hidayat²

Teknik Mesin, Sekolah Tinggi Teknologi Mandala Bandung

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perbedaan arus pengelasan terhadap kekerasan, dan struktur mikro hasil las dengan proses las GMAW menggunakan elektroda ER70S-6 diameter 1 mm pada baja S50C dengan ketebalan 16 mm. Jenis logam yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan baja karbon sedang dengan kadar C = 0,5397 %. Pengelasan dilakukan dengan menggunakan arus 100A, 190A dan 280A. Pengelasan pada baja S50C dengan ketebalan 16 mm arus yang paling optimim digunakan pada pengelasan menggunakan arus 280A. Hal ini terlihat dari nilai kekerasan yang didapat pada daerah logam induk sebesar 196,6 HB sedangkan pada daerah logam las sebesar 196,9 HB. Hal ini sangat mendekati nilai kekerasan pada logam induk tanpa proses las yaitu 196,3 HB., tetapi pada daerah HAZ mempunyai nilai kekerasan tertinggi yaitu sebesar 320,4 HB, sehingga disarankan untuk pengelasan pada baja S 50 C dengan ketebalan 16 mm sebaiknya dilakukan proses pemanasan awal dengan temperatur 150°C dan dijaga temperatur antar jalur las dengan temperatur yang sama sedangkan setelah selesai melakukan pengelasan dilakukan PWHT pada suhu 590 - 675°C. Hal ini dimaksudkan untuk menormalkan kembali struktur mikro pada daerah tersebut sehingga mempunyai kekerasan yang merata pada logam induk, HAZ maupun pada daerah logam las.

Kata kunci : Arus pengelasan, GMAW, Kekerasan, ER70S-6.

1. PENDAHULUAN

Penggunaan jenis pengelasan yang tepat dan sesuai akan membantu proses produksi berjalan lancar dan meningkatkan produktivitas. Las GMAW pada masa sekarang ini banyak digunakan didunia industri karena banyak keuntungan yang didapat diantaranya kecepatan, ketepatan dan hasil las yang lebih sempurna juga lebih mudah dibandingkan dengan jenis las yang lain.

Kualitas hasil pengelasan tergantung dari persiapan sebelum pengelasan dan proses pengelasannya sendiri. Persiapan pengelasan

menyumbang peranan yang mempengaruhi mutu hasil las.

Kualitas hasil las merupakan hal utama yang perlu dipertimbangkan karena akan menyebabkan bahaya-bahaya yang diakibatkan oleh perubahan struktur yang sangat besar pada daerah lasan maupun daerah yang sekeliling pengelasan yang terimbas panas atau disebut *Heat Affected Zone* (HAZ).

Pada penelitian ini permasalahan yang menjadi pokok bahasan adalah seberapa besar pengaruh perbedaan arus las yang digunakan pada pengelasan Baja S50C, khususnya terhadap nilai kekerasan dan struktur

mikronya pengaturan arus las tersebut yaitu 100A, 190A, dan 280A .

Batasan-batasan masalah dan asumsi- asumsi yang berhubungan dengan penelitian ini, yaitu :

- Material yang digunakan adalah Baja S50C.
- Gas yang digunakan dalam proses pengelasan adalah gas CO₂.
- Sambungan las yang digunakan adalah sambungan tumpul (*butt-joint*) dengan jenis alur tunggal dengan posisi pengelasan 1G.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental. Eksperimen dilaksanakan di laboratorium dengan kondisi dan peralatan yang disesuaikan guna memperoleh data tentang pengaruh perbedaan Arus pengelasan terhadap mutu hasil las baja S50C dengan tebal 16 mm dengan proses las GMAW (MAG).

Spesifikasi benda uji yang digunakan dalam eksperimen ini adalah mengacu pada standar AWS D1.1/D1.1M:2004 Material dasar yang digunakan dalam penelitian ini adalah baja karbon sedang S50C.

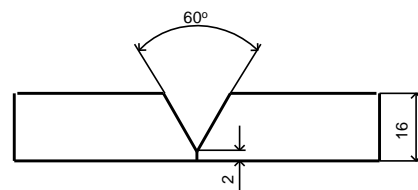
Tabel 2.1 Kandungan tipe logam las AWS A5.18 ER60S-6

Unsur	(%)
C	0,06 – 0,15
Mn	1,50 – 1,85
Si	0,80 – 1,15
S	0,035
P	0,025
Cu	0,50
Lainnya	≤ 0,50

2.1 Pelaksanaan Penelitian.

a) Persiapan Bahan.

Benda awal dari spesimen ini adalah lembaran pelat dengan dimensi 240 cm x 120 cm x 16 mm. Benda kerja dipersiapkan dan dipotong dengan mesin potong pelat dengan ukuran 30 cm dan lebar 15 cm. Kemudian dari masing-masing plat dibuat sudut bevel dengan mesin skrap dengan sudut 30°.



Gambar 2.1 Alur V

b) Proses pengelasan benda kerja.

Langkah-langkah yang dilakukan dalam proses pengelasan adalah:

- Mempersiapkan mesin las GMAW dengan gas pelindung CO₂. Gas pelindung di setting pada level 15 liter/menit dengan memutar katup pada regulator.
- Pembuatan *Jig* penumpu agar setiap benda yang akan dilas sama mengenai jarak celah dan kemiringan 3°.
- Masing-masing pasangan spesimen dilas kunci (*tack weld*) di atas *jig* yang telah dibuat.
- Posisi pengelasan dengan menggunakan posisi pengelasan mendatar atau bawah tangan 1G.
- Memodifikasi mesin potong api otomatis dengan jalan memasang *torch* mesin las GMAW untuk mendapatkan kecepatan pengelasan yang stabil sesuai yang dikehendaki.



Gambar 2.2 Foto modifikasi pengelasan dengan mesin potong api.

- Menyetel mesin las pada arus 100 Ampere dengan kondisi penyetelan tegangan otomatis untuk mengelas spesimen pertama



Gambar 2.3 Foto penyetelan arus dan tegangan

- Menyetel kecepatan pengelasan sebesar 150 mm/menit



Gambar 2.4 Foto penyetelan kecepatan pengelasan

- Pengelasan dilakukan sampai selesai.
- Menyetel mesin las pada arus 190 Ampere dengan kondisi

penyetelan tegangan otomatis untuk mengelas spesimen kedua.

- Menyetel kecepatan pengelasan sebesar 300 mm/menit.
- Pengelasan dilakukan sampai selesai.
- Menyetel mesin las pada arus 280 Ampere dengan kondisi penyetelan tegangan otomatis untuk mengelas spesimen pertama
- Menyetel kecepatan pengelasan sebesar 450 mm/menit.
- Pengelasan dilakukan sampai selesai.
- Semua proses pengelasan untuk masing-masing specimen dilakukan dengan cara yang sama agar didapatkan data pengelasan yang sama.



Gambar 2.5 a. Foto hasil Lasan Capping



Gambar 2.5 b. Foto hasil Lasan root

2.2 Pembuatan Spesimen

Pemotongan Spesimen

Dalam hal pemotongan hasil lasan, langkah-langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut :

- Garis dengan penggores atau marker untuk pemotongan spesimen uji.
- Potong benda kerja dengan menggunakan gergaji pada garis untuk mendapatkan hasil potongan untuk spesimen uji mikro dan spesimen uji kekerasan.
- Tandai masing-masing potongan untuk memilah benda uji agar tidak tercampur atau salah proses pengujian.
- Kemudian bentuk spesimen sesuai dengan keperluan pengujian.

Spesimen Uji Mikro

Untuk spesimen uji mikro, tidak ada ukuran atau dimensi khusus atau standarisasi dimensi benda uji, namun yang harus diperhatikan dalam pembuatan spesimen uji mikro adalah mencakup dari semua bagian lasan yang meliputi daerah lasan (*weld metal*), HAZ dan daerah logam induk (*base metal*).

Setelah proses pembentukan selesai, bagian muka yang akan diuji digerinda dengan *surface grinding* kemudian diampelas sampai halus dan *autusol* agar permukaan mengkilap.

Langkah terakhir sebelum dilihat struktur mikro adalah dengan mencelupkan spesimen kedalam larutan etsa dengan penjepit tahan karat dan permukaan menghadap keatas.

Kemudian spesimen dicuci, dikeringkan dan dilihat stuktur mikronya.



Gambar 2.6 Foto spesimen uji mikro

Foto Struktur Mikro

Sebelum melakukan pengujian foto struktur mikro benda uji perlu dipoles dahulu. Pemolesan dengan menggunakan ampelas *grade* 80 sampai 2000. Setelah spesimen diampelas dengan ukuran 2000 sampai halus kemudian diberi *autosol* agar spesimen lebih halus lagi.

Spesimen yang telah diproses dilanjutkan dengan pengujian foto struktur mikro.

Pengujian Kekerasan

Seperti halnya pada pengujian struktur mikro, uji kekerasan juga tidak memiliki standarisasi ukuran spesimen yang akan diuji. Hanya saja harus mencakup titik-titik yang akan diuji.

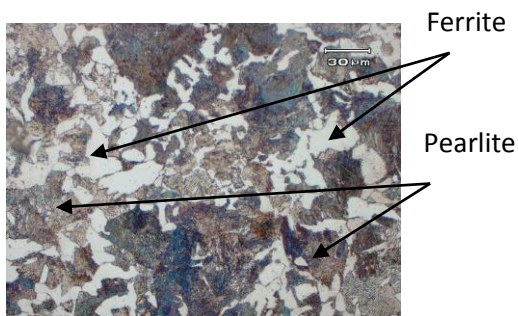
Pengujian kekerasan dilakukan dengan menggunakan metode pengujian kekerasan Vickers.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Uji Struktur Mikro

Foto mikro digunakan untuk menganalisa struktur sekaligus untuk mengetahui HAZ. Laju pemanasan dan pendinginan juga akan mempengaruhi hasil struktur mikro dan kekerasan logam ataupun logam las.

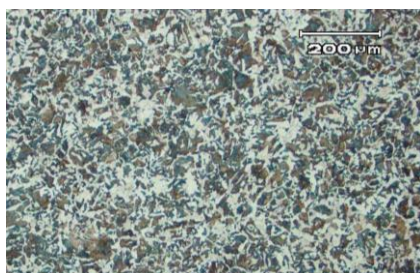
- **Struktur mikro logam induk tanpa pengelasan.**



Gambar 3.1 Foto struktur mikro logam Induk tanpa pengelasan

Struktur mikro pada gambar diatas adalah logam induk dimana terlihat butir kristal yang ada antara *ferrite* dan *pearlite*, butir kristal *pearlite* lebih banyak dibanding *ferrite*, dimana butir-butir kristal *ferrite* yang tampak berwarna putih (terang), sedangkan *pearlite* tampak berwarna gelap, butir *ferrite* cenderung lebih halus, sedangkan butir *paerlite* lebih kasar. Butir *pearlite* cenderung keras karena mengandung karbon, sedangkan butir *ferrite* cenderung lunak.

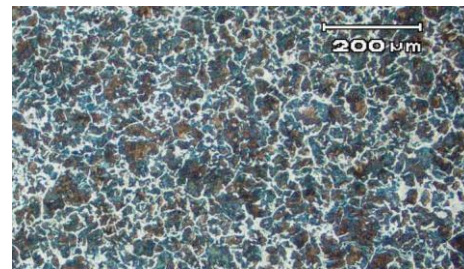
- **Struktur mikro logam induk pada lasan**



Gambar 3.2 Foto struktur mikro logam induk pd pengelasan dgn arus 100 A (putih = Ferit, gelap = Perlit)

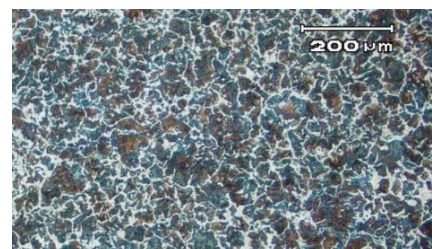
Pada gambar 3.2. Diatas adalah gambar foto mikro dari logam induk pada

pengelasan 100 A terlihat butir-butir Kristal terdiri dari *ferrite* dan *pearlite*, dimensi butiran kristal *ferrite* terlihat jumlahnya banyak, dari hasil foto mikro dapat diperkirakan nilai kekerasan dari daerah logam induk pada pengelasan dengan arus 100 A akan turun jika dibandingkan dari nilai kekerasan pada logam induk.



Gambar 3.3 Foto struktur mikro logam induk pd pengelasan dgn arus 190 A (putih = Ferit, gelap = Perlit)

Pada gambar 3-3. Diatas adalah gambar foto mikro dari logam induk pada pengelasan dengan Arus 190 A terlihat struktur mikro butiran kristal *ferrite* menjadi lebih sedikit sedangkan perlit jumlahnya lebih banyak dan membesar, dengan melihat strutur Kristal yang ada pada daerah ini dapat diperkirakan nilai kekerasanya lebih tinggi dibanding daerah logam induk dengan pengelasan menggunakan arus 100 A.

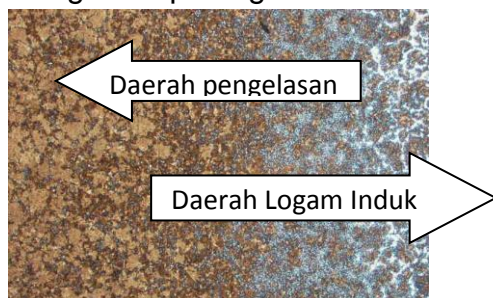


Gambar 3.4 Foto struktur mikro logam induk pd pengelasan dgn arus 180 A (putih = Ferit, gelap = Perlit)

Pada gambar 4.4. Diatas adalah gambar foto mikro dari logam induk pada pengelasan dengan Arus 280A terlihat struktur mikro dengan kandungan masih identik sama dengan pengelasan menggunakan arus 190 A yaitu terdiri dari *ferrite* dan *pearlite*, hanya saja ukurannya membesar dan terlihat lebih kasar dibanding dengan pengelasan menggunakan arus yang lain. Dari foto mikro diatas diperkirakan nilai kekerasannya akan lebih tinggi dari pengelasan pada menggunakan arus 190 A.

- **Struktur mikro pada daerah HAZ**

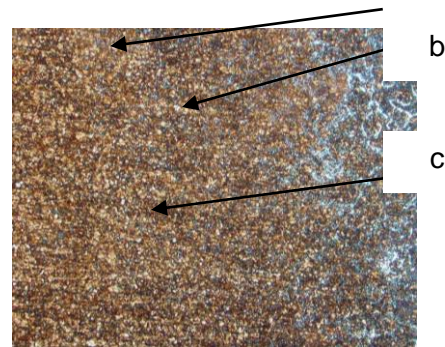
Gambar 3.5. Adalah Foto Struktur mikro daerah HAZ pada pengelasan menggunakan arus 100A, pada gambar diatas terlihat strukturnya didominasi oleh *Ferrite Acicular* sehingga menyebabkan nilai kekerasannya mengalami peningkatan.



Gambar 3.5 Foto struktur mikro HAZ pd pengelasan dgn arus 100 A

Hal ini disebabkan adanya pertumbuhan struktur yang sangat cepat butir kristal *ferrite* terlihat kecil dan sangat sedikit sedangkan butiran *pearlite* juga terlihat lebih kecil dan halus. Dari struktur mikro diatas dapat diperkirakan nilai kekerasan pada daerah HAZ dengan pengelasan menggunakan arus 100A ini akan naik

dan melebihi dari nilai kekerasan logam induk tanpa pengelasan.



Gambar 3.6 Foto struktur mikro HAZ pd pengelasan dgn arus 190 A
(a = ferrit; b = ferrit acicular; c = perlit)

Gambar 3-6. Adalah Foto Struktur mikro HAZ pada pengelasan dengan arus 190 A, dimana struktur butiran kristal yang terbentuk menjadi lebih kecil dan kasar hal ini karena semakin bertambahnya temperatur maka kristal-kristal akan terbentuk semakin cepat sehingga butiran-butiran kristal menjadi bertambah banyak. Butir-butir kristal terlihat hampir seimbang jumlahnya antara *pearlit*, *ferrite* dan *ferrite acicular*. Dari struktur yang ada dapat diperkirakan nilai kekerasan pada daerah HAZ pada pengelasan dengan arus 190 A akan meningkat jika dibandingkan dengan nilai kekerasan pada daerah HAZ pada pengelasan dengan menggunakan arus 100 A.



Gambar 3.7 Foto struktur mikro HAZ pd pengelasan dgn arus 280 A

Gambar 3.7. Adalah Foto Struktur mikro HAZ pada pengelasan dengan Arus 280 A, dimana struktur butiran Kristal yang terbentuk menjadi lebih kasar. Butir-butir Kristal terlihat didominasi *pearlite* dan sebagian kecil *ferrite*. Pada daerah ini terlihat butiran *ferrite* yang ada jumlahnya sedikit, kandungan *ferrite* pada daerah HAZ pada pengelasan dengan arus 280A lebih sedikit jika dibandingkan dengan kandungan *ferrite* pada daerah HAZ pada pengelasan dengan arus 190A, dari sini dapat diperkirakan nilai kekerasannya akan tinggi melebihi nilai kekerasan dari logam induk dan daerah HAZ dengan pada pengelasan dengan arus 190 A.

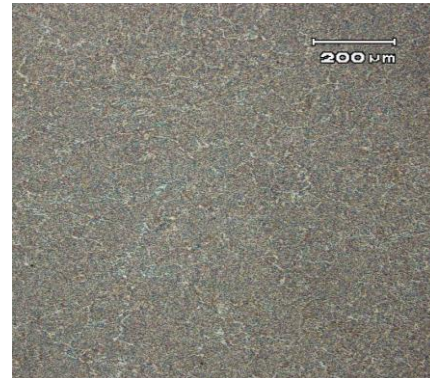
- **Struktur Mikro Pada Daerah Lasan**



Gambar 3.8 Foto struktur mikro logam lasan pd pengelasan dgn arus 100 A

Gambar 3.8. Adalah Foto Struktur mikro logam lasan pada pengelasan dengan arus 100A, butiran Kristal yang ada sudah mulai beragam yang didominasi dari *ferrite* dan sedikit *pearlite*. *Ferrite* disini ada yang berbentuk Kristal-kristal besar, memanjang dan juga kecil, dimana *ferrite* yang berbentuk memanjang adalah *ferrite widmanstatten* dan yang butirannya seragam kecil-kecil adalah *ferrite acicular*. Nilai kekerasan dari daerah lasan diperkirakan akan lebih rendah jika dibandingkan dengan

nilai kekerasan pada daerah HAZ, ini dikarenakan butiran struktur kristal yang ada didominasi oleh *ferrite* dan sedikit *pearlite*.



Gambar 3.9 Foto struktur mikro logam lasan pd pengelasan dgn arus 190 A

Gambar 3.9. Adalah Foto Struktur mikro logam lasan pada pengelasan dengan arus 190 A, butiran Kristal yang ada jumlah antara *ferrite* dan *pearlite* hampir seimbang. *Ferrite* disini ada yang berbentuk Kristal-kristal kecil yang disebut *ferrite acicular*, dan *ferrite* yang berbentuk memanjang adalah *ferrite widmanstatten*. Butiran kristal *pearlite* yang ada pada daerah lasan dengan arus 190A tampak kecil dan jumlah *pearlitenya* bertambah banyak, maka dapat diperkirakan nilai kekerasan meningkat dibandingkan pada daerah las dengan arus 100A tetapi masih dibawah daerah HAZ.



Gambar 3.10 Foto struktur mikro logam lasan pd pengelasan dgn arus 280 A

Gambar 3.10. Adalah Foto Struktur mikro logam lasan pada pengelasan dengan arus 280 A, butiran kristal yang ada bentuknya semakin kasar dan jumlah *ferrite* dan *pearlite hampir seimbang*. *Ferrite* disini kebanyakan berentuk kristal-kristal besar, ada juga yang memanjang, dimana *ferrite* yang berbentuk memanjang adalah *ferrite windmanstatten*. Pada daerah logam lasan pada pengelasan dengan arus 280 A terdapat banyak *ferrite windmanstatten* dan dapat diperkirakan bahwa nilai kekerasannya meningkat dibandingkan dengan pengelasan dengan arus 100 A dan 190 A tetapi masih dibawah daerah HAZ.

3.2 Uji Kekerasan

Nilai kekerasan diperoleh dari pengujian kekerasan di bagian Logam induk tanpa pengelasan, Logam induk pengelasan, HAZ dan daerah lasan pada masing-masing spesimen. Masing-masing pengujian kekerasan diambil lima titik. Pada pengujian kekerasan ini, didapatkan hasil pada tabel sebagai berikut :

Table 3.2. Hasil pengujian kekerasan pada daerah Logam induk tanpa pengelasan

	KEKERASAN (HB)					
	PENGUJIAN					
Spesi- men	1	2	3	4	5	Rata- rata
	195,5	197,5	194,0	196,5	198,0	196,8

Table 3.3. Hasil pengujian kekerasan pada daerah Logam induk dengan pengelasan menggunakan variasi arus

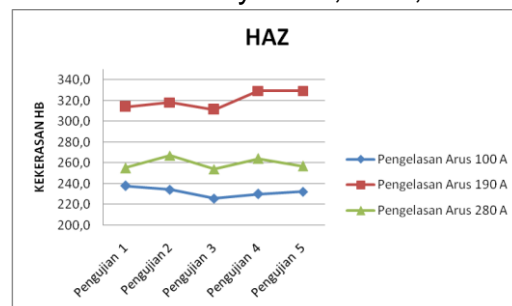
Spesi- men	KEKERASAN (HB)					
	PENGUJIAN					
Arus	1	2	3	4	5	Rata- rata
100 A	166,2	164,3	163,6	166,2	167,2	166,5
190 A	176,1	176,1	181,1	181,4	179,8	178,9
280 A	192,3	191,2	201,2	201,2	196,8	196,6

Tabel 3.4. hasil pengujian kekerasan pada daerah HAZ

Spesi- men	KEKERASAN (HB)					
	PENGUJIAN					
Arus	1	2	3	4	5	Rata- rata
100 A	237,8	234,2	225,9	230,1	232,5	232,1
190 A	255,1	267,1	254,0	264,1	256,9	259,4
280 A	313,8	318,1	311,3	329,3	329,3	320,4

Dari hasil pengujian kekerasan dapat dibuat grafik perbandingan nilai kekerasan pada HAZ dengan variasi arus yang telah dilakukan.

Dari grafik dibawah dapat dilihat bahwa nilai kekerasan dari tiap-tiap spesimen berbeda pada HAZ material pengelasan dengan arus 100A diperoleh nilai rata-rata kekerasannya 232,1 HB,



Gambar 3.11 variasi nilai kekerasan daerah HAZ

pada HAZ dengan arus 190 A nilai kekerasannya meningkat menjadi 259,4

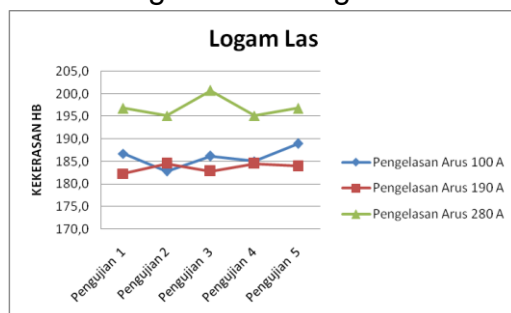
HB, pada HAZ pengelasan arus 280A diperoleh nilai rata-rata kekerasannya 320,4 HB.

Table 3.5. hasil pengujian kekerasan pada daerah Logam Las

Spesi- men Arus	KEKERASAN (HB)					
	PENGUJIAN					
	1	2	3	4	5	Rata-rata
100 A	186,7	182,8	186,2	185,1	189,0	185,9
190 A	182,3	184,5	182,8	184,5	183,9	183,6
280 A	195,1	195,1	200,7	295,1	196,8	196,9

Dari hasil pengujian kekerasan dapat dibuat grafik perbandingan nilai kekerasan pada daerah Logam las dengan variasi arus yang telah digunakan.

Dari grafik dibawah dapat dilihat bahwa nilai kekerasan dari tiap-tiap specimen berbeda pada daerah Logam Las dengan arus 100 A diperoleh nilai rata-rata kekerasannya 185,9 HB, pada daerah Logam Las dengan arus

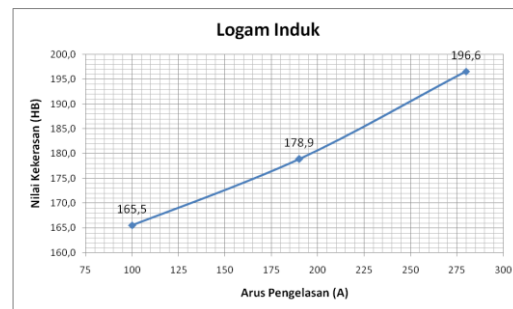


Gambar 3.12 Variasi kekerasan daerah Logam Las

190 A nilai kekerasannya 183,6 HB, pada daerah Logam Las dengan arus 280 A diperoleh nilai rata-rata kekerasannya 196,9 HB.

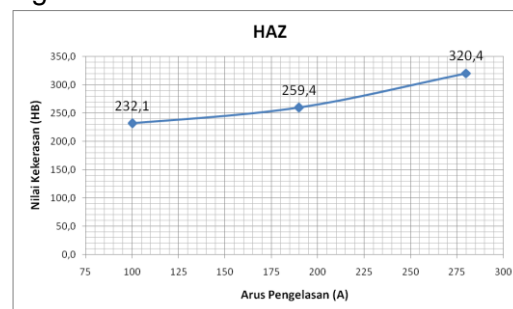
Dari data yang telah didapat dari pengujian kekerasan dapat dibuat grafik

pengaruh perbedaan arus terhadap nilai kekerasan.



Gambar 3.13 Pengaruh arus pengelasan terhadap hasil kekerasan pada pengelasanbaja S50 C di daerah Logam induk

Pada Gambar 4.13 diatas dapat dilihat untuk penggunaan arus 280 A, mempunyai nilai kekerasan tertinggi yaitu 196,6 HB, hal ini sangat mendekati kekerasan logam induk tanpa pengelasan, dengan kata lain penggunaan arus 280 A adalah arus optimum yang dapat digunakan dalam pengelasan agar kekerasan didaerah logam induk tidak berubah

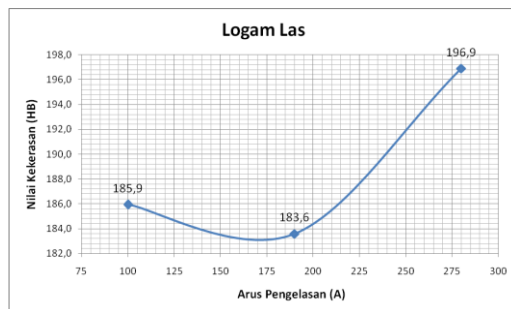


Gambar 3. 14 Pengaruh arus pengelasan terhadap nilai kekerasan pada pengelasan baja S50 C di daerah HAZ

Pada Gambar 3.14 diatas terlihat pada pengelasan menggunakan arus 100 A nilai kekerasan pada daerah HAZ mendapatkan nilai paling kecil yaitu 232,1 HB, sedangkan pada pengelasan menggunakan arus 190A mendapatkan nilai kekerasan 259,4 HB. Sedangkan pada pengelasan menggunakan arus 280A mendapatkan nilai kekerasan tertinggi yaitu 320 HB. Hal ini disebabkan karena panas yang terjadi

disekitar pengelasan ini paling tinggi, sehingga struktur butiran Kristal yang terbentuk menjadi lebih kasar. Butir-butir Kristal didominasi *pearlite* sedangkan kandungan *ferrite* jumlahnya sedikit.

Pada daerah HAZ arus optimim berada pada pengelasan menggunakan arus 100 A dengan nilai kekerasan 232,1 HB.



Gambar 3.15 Pengaruh arus pengelasan terhadap hasil kekerasan pada pengelasan baja S50 C di daerah Logam Las

Pada Gambar 4.15, diatas terlihat pada pengelasan menggunakan arus 280 A mempunyai nilai kekerasan 196,9 HB, nilai tersebut sangat mendekati nilai kekerasan dari logam induk yaitu 196,3 HB. Jika pada grafik diatas kita tarik garis lurus pada kekerasan 196,3HB maka didapat arus optimum pada 278A, atau dapat dikatakan pada pengelasan dengan arus 280A merupakan nilai optimum karena pada saat proses pengelasan arus las tidak akan tetap pada 280 A tetapi mempunyai rentang naik dan turun yang diijinkan sebesar 10 %.

Hasil penelitian menunjukan adanya perbedaan nilai kekerasan dan struktur mikro dari logam induk tanpa proses pengelasan, logam induk dengan proses pengelasan, logam las maupun pada daerah HAZ dengan variasi arus yang digunakan. Pada spesimen material S50C yang masuk dalam

kategori baja karbon sedang nilai kekerasan material tanpa pengelasan diperoleh 196,3 HB. Setelah dilakukan pengelasan nilai material kekerasannya berubah karena pengaruh pemanasan yang bersifat cepat pada bagian lasan dan pendinginan yang lambat, maka terjadi perubahan butir disetiap daerah lasan.

Nilai kekerasan pada logam induk yang paling mendekati atau dikatakan hampir sama dengan logam induk tanpa pengelasan terdapat pada proses pengelasan dengan menggunakan arus 280A, pada daerah HAZ nilai kekerasan yang paling mendekati logam induk adalah pada saat pengelasan menggunakan arus 100 A yaitu sebesar 232,1 HB (terdapat selisih nilai kekerasan sebesar 35,8 HB) sedangkan nilai tertinggi pada proses pengelasan menggunakan arus 280 A yaitu sebesar 320,4 HB. Pada daerah logam las nilai kekerasan yang paling mendekati logam induk terdapat pada pengelasan dengan arus 280 A yaitu sebesar 196,9 HB sedangkan nilai terkecil terdapat pada penggunaan arus 190 A yaitu sebesar 183,6 HB.

Dari ketiga penggunaan arus tersebut rata-rata kekerasan yang paling mendekati logam induk terdapat pada penggunaan arus sebesar 280 A yaitu pada logam induk dan pada daerah logam las, sedangkan pada daerah HAZ mengalami peningkatan karena masukan panas pada proses pengelasan maka daerah HAZ struktur kristalnya banyak berubah dibandingkan dengan logam induknya sehingga kekerasannya meningkat, hal ini terjadi karena banyaknya struktur *pearlite* pada daerah HAZ ini. Hal ini disebabkan karena masukan panas pada penggunaan arus 280 A tinggi, struktur pada daerah tersebut akan mengalami perubahan yang

cepat dan struktur mikro didominasi oleh unsur *pearlite* dengan bentuk lebih kasar sehingga berbanding lurus dengan kekerasannya.

Pada proses pengelasan menggunakan arus 100 A nilai kekerasan pada daerah HAZ mempunyai nilai paling kecil yaitu sebesar 232,1 HB tetapi pada saat pengelasan ada beberapa bagian yang mengalami cacat *incomplete fusion* hal ini disebabkan karena panas yang masuk tidak mampu untuk meleburkan logam induk dengan sempurna sehingga cacat tersebut tidak dapat dihindarkan. Dengan kata lain pengelasan pada material S50C menggunakan arus 100A sebaiknya dihindarkan terutama untuk pengelasan bagian pengisian (*fill*) maupun untuk bagian penutup (*caping*).

4. SIMPULAN DAN SARAN

4.1 Simpulan

Dari penelitian ini dapat diambil simpulan sebagai berikut :

- a. Pada pengelasan menggunakan arus 280 A nilai kekerasan pada daerah logam induk sebesar 196,6 HB sedangkan pada daerah logam las sebesar 196,9 HB. Ini berarti pengelasan menggunakan arus 280 A merupakan arus yang paling optimal untuk mengelas logam jenis S50 C.
- b. Pada daerah HAZ pengelasan dengan menggunakan arus 280 A didapat nilai kekerasan tertinggi dibandingkan spesimen lainnya yaitu sebesar 320,4 HB, hal ini menyebabkan material ini mempunyai sifat mekanik kekuatannya tinggi, sedangkan keuletanya rendah.

- c. Pada pengelasan menggunakan arus 100 A terdapat cacat las jenis *incomplete fusion*, hal ini disebabkan panas yang dihasilkan tidak cukup untuk melelehkan logam jenis S50 C.

4.2 Saran

- a. Untuk menghasilkan keseragaman kekerasan dan struktur mikro pada daerah logam induk, daerah HAZ dan daerah logam las sebaiknya dilakukan pemanasan awal dan pemanasan antar jalur las sebesar 150°C, sedangkan setelah selesai melakukan pengelasan dilakukan PWHT pada suhu 590 - 675°C
- b. Pada pengujian struktur material sebaiknya menggunakan pembesaran yang lebih tinggi atau menggunakan SEM (*Scanning Elektron Microscope*) agar mendapatkan strukturnya yang lebih jelas dan detail.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Callister Jr, William, D, 1994, *Material Science And Engineering, 3rd edition*, John Wiley & Sons, Inc., New Jersey
- [2] Chevron Corporation - *Welding Fundamentals*, <http://www.bunkclass.com> diakses tanggal 28 Desember 2011
- [3] Kou, Sindo, 2003. *Welding Metallurgy, 2nd edition*, John Wiley & Sons, Inc., New Jersey
- [4] Malau, V., 2003. *Diktat Kuliah Teknologi Pengelasan Logam*, Yogyakarta

- [5] Raymond A Higgins, 1999. *"Engineering Metallurgy, Part I, Applied Physical Metallurgy"*, Six Edition, Arnold, London
- [6] Smallman, Bishop, 1999. *Metalurgi Fisik Modern dan Rekayasa Material*, Erlangga : Jakarta
- [7] Sonawan, H., Suratman, R., 2004. *Pengantar Untuk Memahami Pengelasan Logam*, Alfa Beta, Bandung.
- [8] Totten, George E., 2007. *Steel Heat Treatment Handbook, Second Edition*, Taylor & Francis Group., Boca Raton
- [9] Van Vlack, Lawrence H., 2004. *Elemen-elemen Ilmu dan Rekayasa Material Edisi Keenam*, Erlangga, Bandung
- [10] Wiryosumarto, H. Toshie, O. 2004. *Teknologi Pengelasan Logam. Cetakan ke-9*, Pradnya Paramitha, Jakarta
- [11] ASM International, 1993. *ASM Handbook, Volume 1, Properties and Selection: Irons, Steels, and High-Performance Alloys*
- [12] _____, 1993. *ASM Handbook, Volume 6, Welding, Brazing, And Soldering*
- [13] _____, 2004. *ASM Handbook, Volume 9, Metallography and Microstructures*
- [14] AWS D1.1/D1.1M 2004, *Structural Welding Code—Steel, 19th Edition*, American Welding Society, Miami.