

ANALISIS SIFAT MEKANIK KEKUATAN SAMBUNGAN LAS PADA PLAT ASTM 1010 AKIBAT DILAKUKAN PREHEATING DAN VARIASI ARUS PENGELASAN

Media Nofri

**Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik
Universitas Tama Jagakarsa**

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perubahan sifat mekanik pada pengaruh arus pengelasan terhadap struktur mikro, kekerasan dan kekuatan impact las SMAW dengan elektroda E6011. Penelitian ini menggunakan media plat ASTM 1010. Bahan diberi perlakuan panas atau preheating dengan suhu 220°C pada dapur preheat dan pengelasan dengan variasi arus 110 Ampere dan 125 Ampere. Hasil pengujian metalografi menunjukkan bahwa dari semua sampel tidak ditemukan adanya retak, porous atau cacat lainnya. Hasil uji kekerasan menggunakan arus 110 Ampere memiliki kekerasan paling tinggi yaitu sebesar 181 HV dan daerah yang memiliki kekerasan paling tinggi terdapat pada daerah HAZ (Heat Affected Zone). Untuk hasil uji kekerasan yang menggunakan arus 125 Ampere memiliki kekerasan paling tinggi pada daerah logam las (Weld Metal) sebesar 168 HV. Hasil uji impact menggunakan arus 110 A mendapatkan energi pukul paling tinggi sebesar 191.7 Joule. Untuk hasil uji impact yang menggunakan arus 125 A memiliki energi pukul paling tinggi sebesar 110.79 Joule

Kata kunci : SMAW, struktur mikro, kekerasan, Impact, Komposisi Kimia, Baja ASTM 1010

Abstract

The aims of this research is to determining change effects of the mechanical traits in welding current towards microstructure, hardness and impact strength SMAW with E6011 electrodes. This research uses ASTM 1010 media plate. Material treated with heat or preheating temperature of 220 ° C and welding current variation 110 Ampere and 125 Ampere using DC SMAW welding process with E6011 electrode diameter of 3.2 mm. The type of camp that is used is V at 70 °. Specimens were carried out micro-photographic testing, hardness and impact. Metallographic test results showed that there were no cracks, porous or other defects in all samples. Hardness test results using 110 Ampere current has the highest hardness that is equal to 181 HV and the area that has the highest hardness is in the HAZ area (Heat Affected Zone). In the results of the hardness test using the current 125 Ampere has the highest hardness in the weld metal area (Weld Metal) amounted to 168 HV. Impact test results using 110 currents get the highest energy of 191.7 Joules. For the impact test results that use 125 currents have the highest energy of 110.79 Joule.

Keyword : SMAW, microstructure, hardness, impact, chemical composition, steel ASTM 1010.

1. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Kemajuan teknologi serta kebutuhan untuk menghasilkan konstruksi yang kuat menjadikan teknik pengelesan menjadi pilihan utama dalam pembangunan konstruksi. Oleh karena itu dibutuhkan hasil las yang memiliki kualitas yang baik untuk menunjang konstruksi yang kuat, aman dan tahan lama. Suatu kontruksi dengan menggunakan cara pengelasan memberikan beberapa keuntungan diantaranya, paling murah dibanding dengan cara yang lain dan dapat dipakai di segala tempat dan pada posisi manapun, mudah untuk mendesain sambungan dan sangat fleksibel, memberikan kekuatan yang relatif sama dengan logam asli.

Pada beberapa sambungan las sering ditemukan satu sambungan yang tiba-tiba menjadi rapuh, salah satu penyebabnya adalah ada material tertentu sebelum dilakukan penyambungan harus dilaku kan pemanasan awal yaitu *preheating*. Pemanasan awal ini bertujuan untuk mencegah nantinya jika terjadi retak pada sambungan las. Perubahan metalurgi yang paling penting dalam pengelasan adalah perubahan struktur mikro, hal ini akan menentukan sifat mekanis terhadap sambungan las.

Dengan dilakukannya penyambungan plat baja ASTM 1010 dengan memakai pengelasan SMAW, yang terlebih dahulu dilakukan *preheating* dengan variasi arus pengelasan, maka akan didapat kekuatan kampuh las yang bervariasi, hal ini lah yang akan dilakukan penelitian sambungan las yang mempunyai kekuatan yang baik dengan berbagai variasi arus. Batasan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Material yang digunakan adalah pelat ASTM 1010 dengan ketebalan 10 mm dengan Arus pengelasannya pada plat yang sama adalah : 110 ampere dan 125

ampere dan diameter elektroda sesuai standar (tipe RD-260 E6011) diameter 3,25 mm

2. Sebelum dilakukan pengelasan terlebih dahulu dilakukan *preheating* temperatur 220°C
3. Jenis pengujian adalah :Metalografi, Uji Kekerasan, Uji Impact dan Komposisi Kimia

Tujuan Penelitian untuk mengetahui sifat mekanik sambungan las akibat pengaruh suhu *preheating* dengan suhu 220°C dan variasi arus las pada hasil pengelasan dan perubahan struktur mikro pada sambungan las-an setelah mengalami suatu siklus operasi pemanasan terutama pada daerah *Head Affected Zone (HAZ)*, disamping itu juga untuk melihat perubahan sifat mekanik lainnya terutama sifat impact dan kekerasan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Baja Karbon

Baja karbon adalah baja yang mengandung karbon antara 0,1% - 1,7%. Berdasarkan tingkatan banyaknya kadar karbon, baja digolongkan menjadi tiga tingkatan yaitu baja Karbon rendah yaitu baja yang mengandung karbon kurang dari 0,3%, baja Karbon sedang adalah baja yang mengandung karbon kurang 0,30% - 0,60% dan baja Karbon tinggi ialah baja yang mengandung karbon antara 0,6%-1,5%.

Baja karbon rendah pada umumnya mudah dilas dengan berbagai cara pengelasan (proses las). Dalam pengelasan baja karbon rendah ini dapat dilakukan tanpa proses *preheating* dan *postpreheating*, dan dapat dihasilkan dengan baik. Akan tetapi factor-faktor yang sangat mempengaruhi sifat mampu las dari baja karbon rendah adalah kekuatan tarik dan kepekaan terhadap retak las. Retak las yang mungkin terjadi pada pengelasan pelat tebal tersebut dapat dihindari dengan melakukan proses

preheating dan *postpreheating* atau dengan menggunakan elektroda hydrogen rendah.

Pengelasan

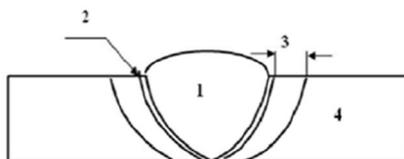
Penyambungan dua buah logam menjadi satu dilakukan dengan jalan pemanasan atau pelumeran, dimana kedua ujung logam yang akan disambung di buat lumer atau dilelehkan dengan busur nyala atau panas yang didapat dari busur nyala listrik (gas pembakar) sehingga kedua ujung atau bidang logam merupakan bidang masa yang kuat dan tidak mudah dipisahkan.

Proses Pengelasan (*Shield Metal Arc Welding*)

SMAW adalah proses pengelasan yang menggunakan panas untuk mencairkan material dasar atau logam induk dan elektroda (bahan pengisi). Panas tersebut dihasilkan oleh lonjakan ion listrik yang terjadi antara katoda dan anoda (ujung elektroda dan permukaan plat yang akan dilas).

Panas yang dihasilkan dari lonjakan ion listrik ini besarnya dapat mencapai 4000 derajat C sampai 4500 derajat C. Sumber tegangan yang digunakan pada pengelasan *Shield Metal Arc Welding* ini ada dua macam yaitu AC (Arus bolak balik) dan DC (Arus searah).

Panas akan mencairkan elektroda dan material dasar sehingga cairan elektrode dan cairan material dasar akan menyatu membentuk logam lasan (*weld metal*). Untuk menghasilkan busur yang baik dan konstan tukang las harus menjaga jarak ujung elektroda dan permukaan material dasar tetap sama. Adapun jarak yang paling baik adalah sama dengan 1,5 x diameter elektroda yang dipakai.



Gambar 1. Pengelasan

Perlakuan Panas

Secara umum perlakuan panas adalah memanaskan atau mendinginkan material, biasanya dalam suhu extreme, untuk mencapai hasil yang diinginkan seperti pengerasan atau pelunakan material. Yang termasuk teknik perlakuan panas adalah case hardening, annealing, tempering, quenching. Walaupun perlakuan panas sengaja dilakukan untuk tujuan mengubah sifat secara khusus, dimana pemanasan dan pendinginan dilakukan untuk tujuan mengubah sifat, pemanasan dan pendinginan sering terjadi secara kebetulan selama proses manufaktur atau pengelasan.

Pemanasan Awal (*Preheating*)

Pemanasan awal perlu dilakukan, karena pada waktu pengelasan akan terjadi panas pada daerah pengelasan. Panas yang tinggi akan terpusat pada daerah pencairan. Dengan bertambah jauh jaraknya busur akan berkurang panas yang terjadi pemanasan dan pendinginan yang tidak merata (perubahan temperatur) akan menyebabkan berbagai pengaruh pada daerah pengelasan. Dengan memanaskan logam sebelum pengelasan akan mengurangi perbedaan temperatur pada daerah pengelasan. Hal ini adalah salah satu cara untuk mengatasi perubahan pada logam yang dilas. Proses ini disebut *preheating*.

Sifat Mekanik Material

Untuk mengetahui sifat mekanik suatu material, maka harus dilakukan pengujian antara lain uji kekerasan, uji impact, uji leleh, tarik dan uji metalografi.

Pengujian Kekerasan (*Hardness Test*)

Dari penampang itu terdapat tiga daerah berbeda yang masing-masing memiliki karakteristik berbeda. Ketiga daerah yang dimaksud dilakukan uji kekerasan adalah daerah logam las, daerah pengaruh panas (HAZ) dan logam induk. Semua daerah itu hanya berjarak 1-2 mm untuk diuji kekerasan pada daerah sambungan las.

Metode Vickers

Pada metode Vickers ini, digunakan indentor intan berbentuk piramida dengan sudut 136°,

Panjang diagonal diukur dengan skala pada mikroskop pengukur jejak. Untuk menghitung nilai kekerasan suatu material menggunakan rumus

$$VHN = \frac{1.854 P}{d^2}$$

Dimana :

P = Besar beban (kg)

d = Rata-rata diameter pijakan identer d_1 dan d_2 (mm)

Uji Impact

Pengujian impact merupakan suatu pengujian yang mengukur ketahanan bahan terhadap beban kejut. Pada uji Impact terjadi proses penyerapan energi yang besar ketika beban menumbuk spesimen. Energi yang diserap material ini dapat dihitung dengan menggunakan prinsip perbedaan energi potensial.

Dari hasil pengujian impact dapat diketahui sifat ketangguhan logam dan harga impact untuk temperatur yang berbeda-beda, mulai dari temperatur yang sangat rendah (-30°C) sampai temperatur yang tinggi. Ada dua macam metode uji impact, yakni metode Charpy dan Izod, perbedaan mendasar dari metode itu adalah pada peletakan spesimen, Pengujian dengan menggunakan charpy lebih akurat karena pada izod pemegang spesimen juga turut menyerap energi, sehingga energi yang terukur bukanlah energi yang mampu di serap material seutuhnya.

Pengujian Metalografi

Pengujian Metallografi adalah pengamatan logam dengan cara melihat struktur mikro dengan menggunakan mikroskop, mikroskop yang digunakan mikroskop optik. Pada pengamatan metallografi dapat dipelajari kondisi fisik logam. Mempelajari dan mengetahui struktur mikro. dari suatu logam, dapat diketahui prosentase karbon yang dikandung dan tegangan tarik maksimum yang dimiliki.

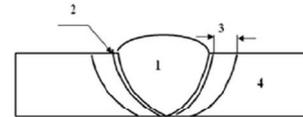
Komposisi Kimia

Baja memiliki kandungan unsur – unsur didalamnya dengan persentase yang berbeda

– beda. Oleh sebab itu, untuk mengetahui kandungan unsur kimia yang terdapat pada logam atau baja dari suatu benda uji, perlu dilakukan uji komposisi kimia. Biasanya, uji komposisi kimia juga dilakukan saat penelitian akan dimulai. Hal tersebut dimaksudkan agar sebelum melakukan suatu penelitian, sudah tahu terlebih dahulu mengetahui spesifikasi dari baja atau spesimen yang akan digunakan.

Daerah Pengaruh Panas

Daerah lasan terdiri dari 3 bagian yaitu Logam lasan, "Heat Affected Zone" d (HAZ) dan Logam induk yang tak terpengaruhi.



Gambar 2. Daerah Pengaruh Panas Pada Sambungan Las

Keterangan :

1. Logam Las (*Weld Metal*) adalah daerah dimana terjadi pencairan logam dan dengan cepat kemudian membeku.
2. *Fusion Line* Merupakan daerah perbatasan antara daerah yang mengalami peleburan dan yang tidak melebur. Daerah ini sangat tipis sekali sehingga dinamakan garis gabungan antara *weld metal* dan HAZ.
3. HAZ merupakan daerah yang dipengaruhi panas dan juga logam dasar yang bersebelahan dengan logam las yang selama proses pengelasan mengalami siklus termal pemanasan dan pendinginan cepat, sehingga terjadi perubahan struktur akibat pemanasan.
4. Logam Induk (*Parent Metal*) merupakan logam dasar dimana panas dan suhu pengelasan tidak menyebabkan terjadinya perubahan struktur dan sifat.

Struktur Mikro Sambungan Las

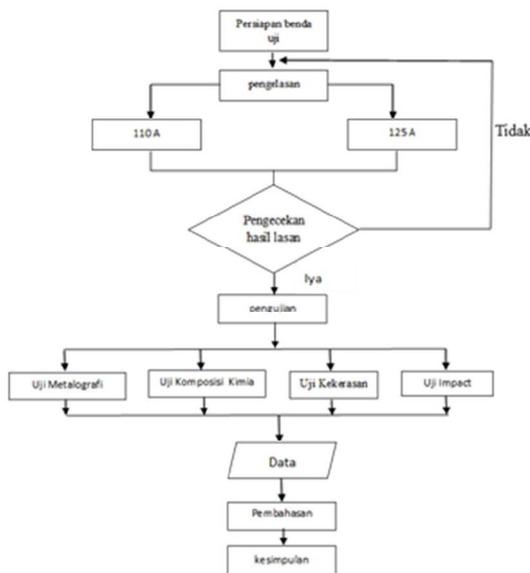
Pada daerah HAZ yang dekat garis lebur, kristalnya akan mengalami pertumbuhan dengan cepat pada saat proses pengelasan berlangsung sehingga membentuk butir – butir kasar, dan daerah ini disebut daerah HAZ kasar, dimana besar butir strukturnya

berubah sesuai dengan siklus thermal yang terjadi saat pengelasan dilakukan.

Butir – butir kasar yang terjadi pada daerah HAZ akan menyebabkan material menjadi sangat getas. Selain disebabkan butir yang kasar, penggetasan juga dapat disebabkan karena konsentrasi tegangan akibat adanya cacat las. Sehubungan dengan hal tersebut maka pengurangan penggetasan pada batas las merupakan usaha yang sangat penting dalam menjamin ketangguhan sambungan las.

3. METODOLOGI PENELITIAN

Prosedur penelitian secara umum dilakukan melalui beberapa tahap dasar yaitu seperti terlihat pada gambar 3



Gambar 3. Diagram Alir Penelitian

Proses Pengujian Sample dan Hasil Penelitian

Dimensi Benda Uji

Spesifikasi benda uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bahan yang digunakan adalah pelat ASTM 1010.
2. Ketebalan pelat 10 mm.

3. Elektroda yang digunakan adalah jenis E6011 dengan diameter 3,25.
4. Posisi penegrjaan pengelasan dengan menggunakan posisi bawah tangan
5. Arus pengelasan yang digunakan adalah 110 A, 125 A.
6. Kampuh yang digunakan jenis kampuh V terbuka, jarak celah plat 2 mm, tinggi akar 2 mm dan sudut kampuh 70° .

Proses Pengujian Metalografi

Pengamatan metalografi adalah pengamatan logam dengan cara melihat struktur mikro dengan menggunakan mikroskop, mikroskop yang digunakan adalah mikroskop optik. Dengan mengetahui struktur mikro dari suatu logam, dapat diketahui presentase karbon yang dikandung dan tegangan tarik maksimum yang dimiliki. Semakin besar butiran menandakan logam tersebut mempunyai kekuatan rendah, dan apabila ukuran butirannya kecil, maka logam tersebut memiliki kekuatan yang tinggi.

Metode dari pengujian ini memerlukan persiapan yang cukup teliti dan cermat agar diperoleh hasil metalografi yang baik. Beberapa tahapan dalam persiapan. Proses pembuatan sample Pemotongan Benda Uji, *Mounting, Grinding, Polishing* dan Etsa



Gambar 4. Mikroskop Optik

Proses Pengujian Kekerasan

Specimen sebelumnya dipoles terlebih dahulu dengan menggunakan autosol, kemudian dietsa jenis HNO₃. Langkah pengujian:

- a. Memasang indenter piramida intan, penekanan piramida intan 1360 dipasang pada tempat indenter mesin uji,

kencangkan secukupnya agar penekanan intan tidak jatuh.

- b. Memberi garis warna pada daerah logam las, HAZ dan logam induk yang akan diuji.
- c. Meletakkan benda uji di atas landasan.
- d. Menentukan titik yang akan diuji
- e. Menekan tombol indentor



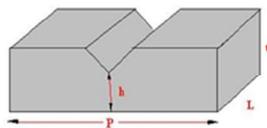
Gambar 5. Mesin Uji Hardness Test

Proses Pengujian Impact

Uji impact dilakukan untuk menentukan kekuatan material sebagai sebuah metode. uji impact digunakan dalam dunia industry khususnya uji impact charpy dan uji impact izod. Dasar pengujian ini adalah penyerapan energy potensial dari beban yang mengayun dari suatu ketinggian tertentu dan menumbuk material uji sehingga terjadi deformasi.



Gambar 6 Alat uji impact



DIMENSI SPESIMEN UJI IMPAK

Keterangan : P = 55 mm Sudut takikan = 45°
 L = 10 mm h = 8mm t = 10 mm

Gambar 7. Dimensi spesimen uji impact

Berikut ini adalah langkah – langkah yang dilakukan dalam proses uji *impact*.

- a. Menentukan benda uji.
- b. Membuat spesimen benda uji
- c. Meratakan permukaan benda uji yang telah dipotong.
- d. Uji impact charpy dengan benda.
- e. Pengambilan data yang didapatkan dari sampel uji material, yaitu dengan menentukan patahan.

4. HASIL PENGUJIAN

Tabel 1. Hasil Pengujian Impact Pada Sambungan Las

Pengujian	Arus	
	110 A	125 A
Impact (Joule)	179,54	103,82
	189,82	110,70
	191,70	110,79
Rata-Rata	187,02	108,44



Gambar 8. Hasil uji Impact Sambungan las dengan arus 125 A

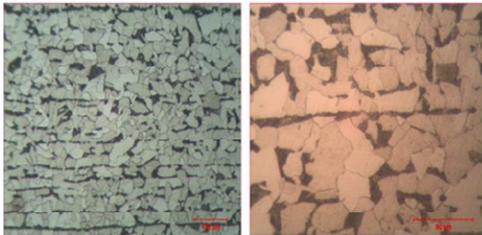
Terlihat hasil patahan sambungan las yang menggunakan arus 125 A hingga putus.



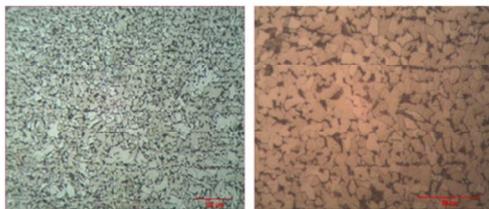
Gambar 9. Hasil uji Impact Sambungan las dengan arus 110 A

Terlihat hasil patahan sambungan las yang menggunakan arus 110 tidak putus.

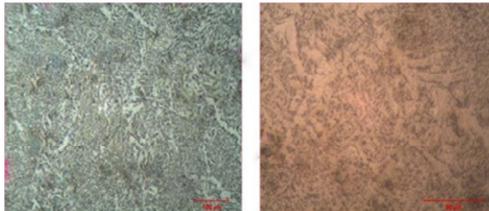
**Hasil Pengujian Metalografi
Hasil Pengujian Struktur Mikro
Sambungan Las Arus Pengelasan 110
Ampere**



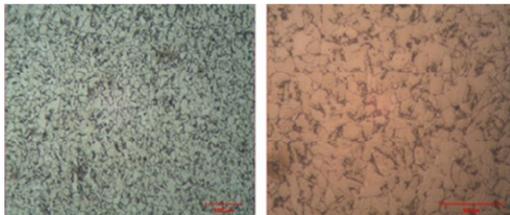
Gambar 10. Struktur Mikro BM (*base metal*) 110 A



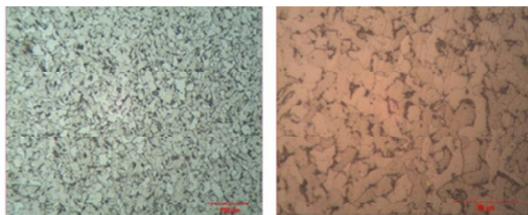
Gambar 11. Struktur Mikro HAZ (*heat affected zone*) 110 A



Gambar 12. Struktur Mikro Lebur Atas 110 A

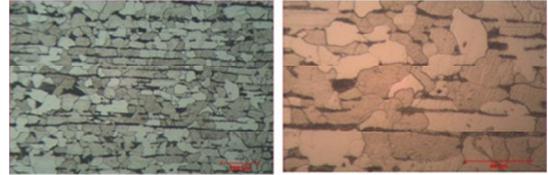


Gambar 13. Struktur Mikro Lebur Tengah 110 A

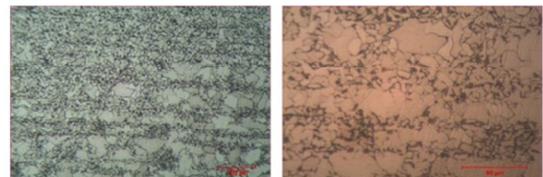


Gambar 14. Struktur Mikro Lebur Bawah 110 A

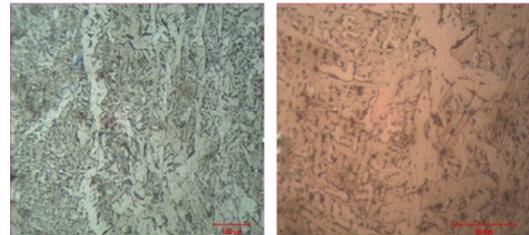
**Hasil Pengujian Struktur Mikro
Sambungan Las Arus Pengelasan 125
Ampere**



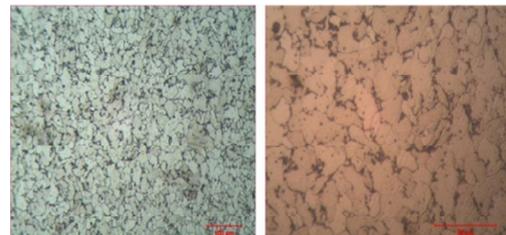
Gambar 15. Struktur Mikro BM (*Base Metal*) 125 A



Gambar 16. Struktur Mikro HAZ (*Heat Affected Zone*) 125 A



Gambar 17. Struktur Mikro Lebur Atas 125 A

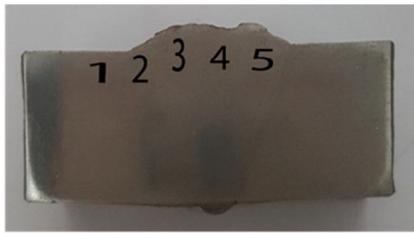


Gambar 18. Struktur Mikro Lebur Tengah 125 A



Gambar 19. Struktur Mikro Lebur Bawah 125 A

Hasil Pengujian Kekerasan



Gambar 20. Posisi Titik Pengujian Kekerasan

Tabel 2. Hasil Uji Kekerasan Baja ASTM 1010

Lokasi	Nilai Kekerasan	
	110 A	125 A
1	175	164
2	181	151
3	180	168
4	162	161
5	170	156
Rata-Rata	173,6	160

Hasil Pengujian Komposisi Kimia

Setelah melakukan uji komposisi kimia pada Baja ASTM 1010 maka hasilnya dapat dilihat pada tabel 3 berikut ini.

Tabel 3 Hasil Pengujian Komposisi Kimia

Code	Unsur	Result
		(Wt %)
Baja 1010	Fe	99,18
	C	0,3
	Cu	0,2
	Ni	1,5
	Mn	1,5
	P	0,04
	Si	1
	Si	0,03
	Ni	0,03

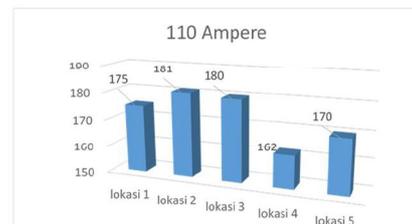
5. ANALISA

Pembahasan Uji Komposisi Kimia

Berdasarkan data yang diperoleh dari pengujian komposisi kimia yang dilakukan pada material sambungan las baja ASTM 1010 mempunyai komposisi kimia seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3. Terlihat bahwa material sambungan las

baja ASTM 1010, untuk material dan sambungan las mempunyai kandungan Fe 99,18%, C 0,13%, Si 1,00%, Mn 1,50%, Cu 0.20%, pengaruh unsur paduan dan perlakuan panas sangat mempengaruhi dalam menghasilkan perubahan jenis yang baik pada mikro struktur dan susunannya (karakteristik). Satu unsur paduan dapat mengubah unsur lainnya, sehingga dapat saling mempengaruhi antar unsur paduan. Hubungan ini harus diperhatikan saat menentukan perubahan dalam komposisi baja.

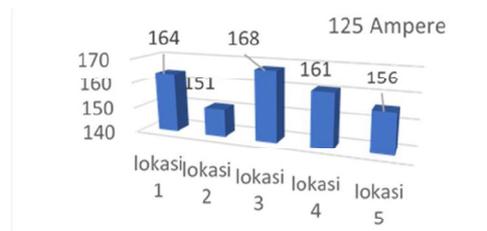
Pembahasan Uji Kekerasan



Gambar 21. Grafik Nilai Kekerasan Sambungan Las Baja ASTM 1010

Menunjukkan bahwa lokasi 1 adalah nilai untuk daerah logam induk, nilainya adalah 175 kg/mm². Lokasi 2 merupakan daerah HAZ yang mempunyai nilai kekerasan sebesar 181 kg/mm². Lokasi 3 merupakan daerah material las yang mempunyai nilai kekerasan sebesar 180 kg/mm². Nilai kekerasan tertinggi spesimen dengan variasi arus 110 Ampere terletak didaerah logam HAZ yaitu sebesar 181 kg/mm².

Menunjukkan bahwa lokasi 1 adalah nilai kekerasan untuk daerah logam induk, nilainya adalah 164 kg/mm². Lokasi 2 merupakan daerah HAZ yang mempunyai nilai kekerasan 151 kg/mm².



Gambar 22. Grafik Nilai Kekerasan Sambungan Las Baja ASTM 1010

Lokasi 3 merupakan daerah logam las yang mempunyai nilai kekerasan 168 kg/mm². Nilai tertinggi pada spesimen dengan variasi arus 125 Ampere terletak didaerah logam las yaitu 168 kg/mm².



Gambar 23. Grafik Perbandingan Nilai Kekerasan Dari 2 Variasi Arus

Merupakan rata – rata nilai kekerasan hasil pengelasan variasi arus 110 Ampere dan 125 Ampere. Dapat dilihat rata – rata nilai kekerasan 110 Ampere merupakan nilai kekerasan paling tinggi diantara variasi arus 125 Ampere dan 110 Ampere

Pembahasan Pengujian Impact

Pada pengujian ini menggunakan uji impact dengan metode charphy, identitas bahan sampel plat baja ASTM 1010 dan menggunakan mesin uji TINUS OLSEN, dan menggunakan specimen : P= 55 mm, t= 10 mm, L= 75 mm, H= 8 mm, r= 0,025, sudah ditakikkan = 45° dan suhu uji memakai suhu ruangan (Room Temperatur). Dan setiap sampel membutuhkan waktu pengujian selama 10 menit.

Setelah dilakukan pengujian impact pada sampel plat baja ASTM 1010 menghasilkan nilai perbandingan energi pukul, baik pada sambungan pengelasan plat baja ASTM 1010 sampel yang menggunakan variasi arus pengelasan 110 Ampere dan arus pengelasan 125 Ampere.

Setelah melihat hasil uji impact pada gambar 24 diatas didapat pembahasan sebagai berikut

- Sampel pengelasan plat baja ASTM 1010 dengan preheating pada arus pengelasan 110 Ampere memiliki energy pukul rata – rata 187.02 Joule.

- Sampel pengelasan plat baja ASTM 1010 dengan preheating pada arus pengelasan 125 Ampere memiliki energi pukul rata – rata 108.44 Joule.

Dapat dilihat perbedaan hasil uji impact sambungan las plat baja ASTM 1010 menggunakan preheating dengan variasi arus pengelasan 110 Ampere dan 125 Ampere.

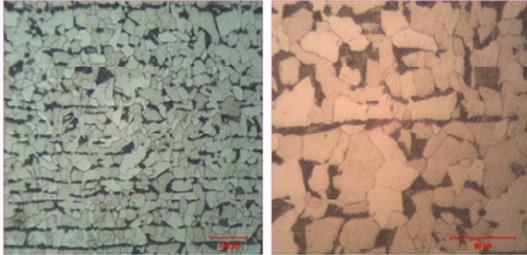


Gambar 25. Hasil Benda Uji Impact Sambungan Las Pada Arus Pengelasan 110 A & 125 A

Terlihat pada Gambar 25 hasil patahan benda uji sambungan las dengan dilakukan preheating sebelum dilas pada arus pengelasan 110 Ampere, benda uji patah tetapi tidak sampai putus dikarenakan memiliki nilai kekerasan rata – rata 173.6 HV dan bersifat ulet dengan energi pukul 187.02 Joule.

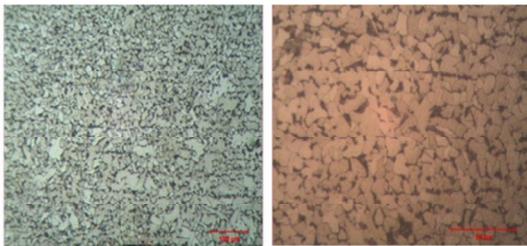
Dan hasil patahan benda uji sambungan las dengan proses preheating pada arus pengelasan 125 Ampere, benda uji patah dan sampai putus dikarenakan memiliki nilai kekerasan rata – rata 160 HV dan bersifat getas dengan energi pukul 108.44 Joule.

**Pembahasan Uji Metalografi
Sample 1 (arus pengelasan 110 A)**



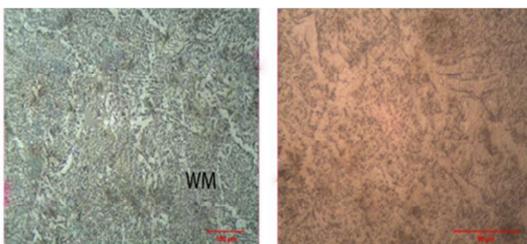
Gambar 26 Struktur Mikro Lokasi 1 (Base Metal)

Struktur mikro pada gambar 26 material dasar didominasi butir – butir ferit yang berwarna terang, sedangkan fasa perlit lebih sedikit (berwarna gelap). Butir ferit cenderung lebih halus sedangkan butir perlit lebih kasar. butir perlit cenderung keras karena mengandung karbon, sedangkan ferit cenderung lunak.



Gambar 27. Struktur Mikro HAZ (Lokasi 2)

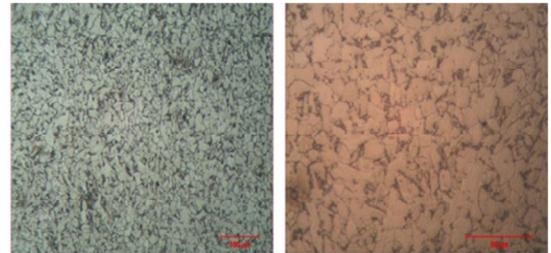
Struktur mikro pada gambar 27 material dasar didominasi butir – butir ferit yang berwarna terang, sedangkan fasa perlit lebih sedikit (berwarna gelap). Butir ferit cenderung lebih halus sedangkan butir perlit lebih kasar. butir perlit cenderung keras karena mengandung karbon, sedangkan ferit cenderung lunak.



Gambar 28 Struktur Mikro (Lokasi 3)

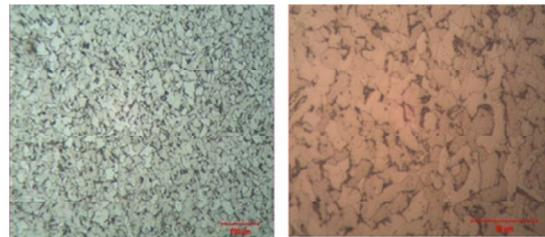
Gambar 28 pada material las bagian atas (lokasi 3) menunjukkan struktur berupa widmanstatten (bainit dan ferit, perlit) yang

dimana widmanstatten terjadi akibat dari pemansan pada saat pengelasan dan juga struktur berupa bainit dengan pro-eutektoid, tidak ditemukann adanya retak,porous atau cacat lainnya.



Gambar 29. Struktur Mikro (Lokasi 4)

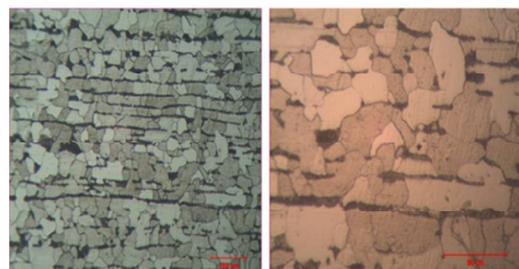
Pada gambar 29 menunjukkan struktur pada material las bagian tengah berupa ferit-perlit halus yang terbentuk dari pencairan material dasar dan elektroda las. Pada gambar tersebut tidak ditemukan adanya retak, porous atau cacat lainnya.



Gambar 30. Struktur Mikro (Lokasi 5)

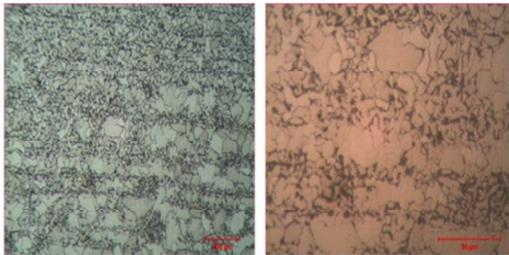
Pada gambar 30 material las bagian bawah (lokasi 5) menunjukkan struktur yang terbentuk berupa bainit dengan pro-eutektoid ferit halus. Dari hasil gambar tersebut tidak ditemukan adanya retak, porous atau cacat lainnya.

Sample 2 (Arus Pengelasan 125 A)



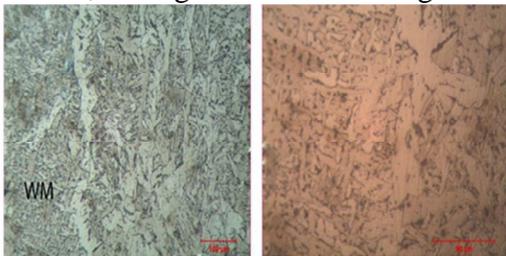
Gambar 31. Struktur Mikro Lokasi 1 (Base Metal)

Struktur mikro pada gambar 31 material dasar didominasi butir – butir ferit yang berwarna terang, sedangkan fasa perlit lebih sedikit (berwarna gelap). Butir ferit cenderung lebih halus sedangkan butir perlit lebih kasar.butir perlit cenderung keras karena mengandung karbon, sedangkan ferit cenderung lunak.



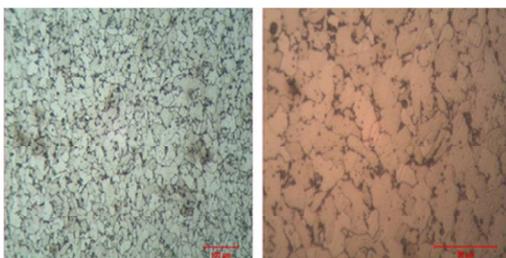
Gambar 32. Struktur Mikro HAZ (Lokasi 2)

Struktur mikro pada gambar 32 material dasar didominasi butir – butir ferit yang berwarna terang, sedangkan fasa perlit lebih sedikit (berwarna gelap). Butir ferit cenderung lebih halus sedangkan butir perlit lebih kasar.butir perlit cenderung keras karena mengandung karbon, sedangkan ferit cenderung lunak.



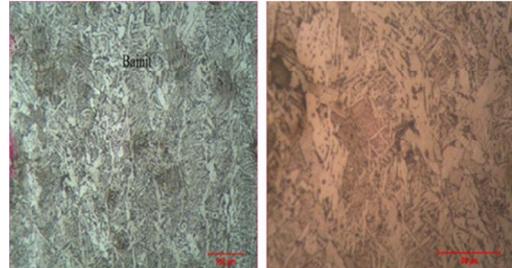
Gambar 33. Struktur Mikro (Lokasi 3)

Gambar 33 pada material las bagian atas (lokasi 3) menunjukkan struktur berupa widmanstatten (bainit dan ferit, perlit) yang dimana widmanstatten terjadi akibat dari pemansan pada saat pengelasan dan juga struktur berupa bainit dengan pro-eutektoid, tidak ditemukann adanya retak,porous atau cacat lainnya.



Gambar 34. Struktur Mikro (Lokasi 4)

Gambar 34 pada material las bagian atas (lokasi 3) menunjukkan struktur berupa bainit dengan pro-eutektoid, tidak ditemukann adanya retak,porous atau cacat lainnya.



Gambar 35. Struktur Mikro (Lokasi 5)

Pada gambar 35 material las bagian bawah (lokasi 5) menunjukkan struktur yang terbentuk berupa bainit dengan pro-eutektoid ferit halus. Dari hasil gambar tersebut tidak ditemukan adanya retak, porous atau cacat lainnya.

6. SIMPULAN

1. Dari hasil pengujian metalografi menunjukkan bahwa, struktur mikro material dasar (*base metal*) baja karbon rendah berupa ferit (putih) dan perlit (hitam), struktur mikro pada HAZ (*heat affected zone*) berupa widmanstatten, tidak ditemukan adanya retak atau cacat lainnya dan struktur mikro pada logam las (*weld metal*) berupa Bainit dan pro eutektoid Ferit, tidak ditemukan adanya retak atau cacat lainnya dan kondisi baik.
2. Hasil uji kekerasan menunjukkan sampel yang memiliki nilai kekerasan tertinggi terdapat pada sampel (110 Ampere) yaitu berkisar 181 HV pada daerah HAZ (*heat affected zone*). Nilai kekerasan pada material dasar (*base metal*) berkisar 175 HV, sedangkan pada logam las (*weld metal*) berkisar 180 HV.
3. Pada pengujian Impact sambungan las material baja ASTM 1010 arus pengelasan 110 Ampere memiliki energy pukul yang besar dibanding arus 125 Ampere, material baja ASTM 1010 baik dilas dengan menggunakan arus pengelasan 110

Ampere karena memiliki sifat ulet dan kuat

4. Ditinjau dari hasil dua pengujian menunjukkan bahwa arus pengelasan paling baik yang digunakan untuk menyambungkan logam plat ASTM 1010 dengan ketebalan 10 mm, dengan diameter elektroda 3,2 mm adalah 110 Ampere. Dengan memberi *heat input* yang sesuai pada proses sambungan las akan memberikan penetrasi lasan mempunyai kekerasan lebih tinggi.

<https://danidwikw.wordpress.com/2010/12/17/pengujian-impak-dan-fenomena-perpatahan/>.

11. Beumer. 1985. Ilmu bahan logam jilid II. Jakarta : bharata karya aksara
12. Callister, William D, 2007. *Material Science and Engineering*. Jhon wiley&sons,Inc.kanada

DAFTAR PUSTAKA

1. Arifin, S. , 1997, *Las Listrik dan Otogen*, Ghalia Indonesia, Jakarta
2. Aljufri., 2008., *Pengaruh Variasi Sudut Kampuh V Tunggal dan Kuat Arus Pada Sambungan Logam Aluminium Terhadap Kekuatan Tarik Hasil Pengelasan TIG.*,Universitas Sumatra Utara., Medan.
3. Akhmad Herman Y., 2008. *Buku Panduan Praktikum Karakterisasi Material Pengujian Merusak (Destructive testing).*, Fakultas Teknik Universitas.,Jakarta.
4. Bintoro, A. Gatot.,2000.,*Dasar-Dasar Pekerjaan Las*, Bumi Angkasa., Yogyakarta: Kanisius.,
5. Herry Sonawan, 2002., *Las Listrik SMAW dan Pemeriksaan Hasil Pengelasan.*, Penerbit, Alfabeta., Jakarta
6. Sri Widharto., 1996“*Petunjuk Kerja Las*”,. Pradnya Paramita, Jakarta.
7. Wiryosumarto, Prof. Dr. Ir. Harsono, Okumura, Prof. Dr. Toshie, 2000, *Teknologi Pengelasan Logam*, Jakarta, PT Pradnya Paramita
8. Sri Widharto., 2013”*WELDING INSPECTION*” Mitra Wacana Media, Jakarta.
9. Suherman,W, *Perlakuan panas*, ITS, Surabaya, 1991
10. Dany, 2010. “*Pengujian Impact Dan Fenomena Patahan*”