

ANALISIS PENGARUH VARIASI ELEKTRODA TERHADAP SIFAT MEKANIK PADA HASIL PENGELASAN BESI TUANG KELABU FC-15

Aladin Eko Purkuncoro¹, Erni Junita²

Abstraksi

Pada proses pengelasan plat Besi Tuang Kelabu FC-15, bagian yang dilas menerima panas pengelasan setempat dan selama proses pengelasan, suhu pada bagian yang dilas mengalami perubahan akibat distribusi panas yang tidak merata sehingga terjadi pengembangan *thermal* dan pada bagian yang dingin mengalami peregangan. Hasil pengujian kekerasan pengelasan besi tuang kelabu FC-15 menggunakan variasi elektroda yaitu E 7016, G 4107 dan E 7018, diperoleh rata-rata dari tiga spesimen yang diuji bahwa penyambungan besi tuang kelabu dengan elektroda E 7018 lebih tinggi. Hal ini disebabkan karena panas yang dihasilkan pada saat pengelasan merubah struktur besi tuang kelabu ini, yaitu kandungan *silicon* yang rendah dan laju pendinginan yang sangat cepat tidak akan muncul grafit pada struktur dan sebagai gantinya akan terbentuk sementit, maka dari itu spesimen ini bersifat keras dan sangat getas. Sedangkan pada pengujian tarik menunjukkan spesimen yang menggunakan elektroda G 4107 membutuhkan tegangan yang tinggi untuk kekuatannya yaitu 11.78 kgf/mm² karena pada saat pengelasan terjadi panas dan mengakibatkan sebagian karbonnya akan menjadi grafit, sehingga menghasilkan sifat yang lebih kuat dan ulet. Pada pengujian struktur mikro terdapat perbedaan grafit, pearlit dan ferit antara spesimen yang menggunakan elektroda las E 7106, G 4107 dan E 4108 baik dari daerah Las, HAZ dan logam induknya.

Kata Kunci : Pengelasan, Elektroda, Sifat Mekanik

PENDAHULUAN

Industri logam dewasa ini mengalami kemajuan yang cukup pesat. Banyak penemuan unsur-unsur paduan logam yang baru, dengan sifat – sifat semakin meningkat. Namun demikian, penemuan logam dengan unsur–unsur paduan yang baru tersebut membawa pengaruh pada pengolahan lebih lanjut yang dilakukan terhadap logam tersebut.

Salah satu penggolongan lebih lanjut adalah proses pengelasan. Pada waktu ini pengelasan merupakan pelaksanaan pengerjaan yang amat penting dalam teknologi produksi dengan bahan baku logam. Pengelasan adalah proses penyambungan antara dua bagian logam atau lebih dengan menggunakan energi panas. Pengelasan menurut *Deutsche Industrie Normen* (DIN) adalah ikatan metalurgi pada

sambungan logam atau logam paduan yang dilakukan dalam keadaan lumer atau cair.

Dalam proses pengelasan plat, bagian yang dilas menerima panas pengelasan setempat dan selama proses berjalan suhunya berubah terus sehingga distribusi suhu tidak merata, karena panas tersebut maka pada bagian yang dilas terjadi pengembangan termal. Sedangkan bagian yang dingin tidak berubah sehingga akan terjadi peregangan. Peregangan ini disamping akan menyebabkan terjadinya perubahan bentuk tetap setelah pendinginan juga menyebabkan adanya tegangan yang sifatnya tetap yang disebut dengan tegangan sisa.

Oleh karena itu sangat diperlukan sekali suatu penelitian yang diharapkan dapat merumuskan cara pengelasan yang tepat untuk dapat mengetahui kekuatan fisik diantaranya kekuatan tarik, kekerasan

¹ Dosen Jurusan Mesin Fakultas Teknik, Institut Teknologi Malang

² Dosen Jurusan Mesin Fakultas Teknik, Institut Teknologi Malang

dan struktur mikronya dari hasil pengelasan tersebut. Maka peneliti mengangkat permasalahan tersebut diatas dengan judul “Analisis Pengaruh Variasi Elektroda Terhadap Sifat Mekanik pada Hasil Pengelasan Besi Tuang Kelabu FC-15”.

Berdasarkan uraian terdahulu, maka masalah yang akan dikaji lebih lanjut adalah :

- Seberapa besar pengaruh terhadap kekuatan tarik dan kekerasan lasan besi tuang kelabu FC-15.
- Sifat mekanik apa yang terjadi pada sambungan besi tuang kelabu FC-15 bila dilas menggunakan dua jenis elektroda yaitu SMAW G.4107 *free cast iron* dan E.7016 *low hydrogen*

Adapun batasan – batasan sebagai range pembahasan sebagai berikut :

1. Logam yang digunakan adalah Besi Tuang Kelabu FC-15 dengan kadar karbon \pm 2% - 3,5% dengan tebal 10 mm.
2. Parameter pengelasan yang digunakan sebagai perlakuan adalah variasi jenis elektroda, sedangkan parameter pengelasan lainnya seperti besar arus dan tegangan busur las, kecepatan pengelasan dianggap konstan.
3. Elektroda yang digunakan adalah jenis : Elektroda standar besi tuang, E 7018, G 4107, E 7018
4. Jenis alur kampuh yang digunakan.
5. Pengelasan hanya dilakukan dengan las SMAW.
6. Media pendinginannya digunakan udara bebas.

7. Pengamatan hanya dilakukan setelah proses pengelasan pada variasi jenis elektroda, pengaruhnya terhadap kekerasan besi tuang..

8. Kuat arus yang dipakai untuk penetrasi 80 A, 90 A.

KAJIAN PUSTAKA

Proses pengelasan dapat didefinisikan sebagai suatu proses kerja yang dilakukan untuk menyambung logam satu dan logam lainnya dengan cara pemanasan seperti pada pengelasan SMAW yang menggunakan bahan elektroda logam yang terbungkus dengan fluks. Busur listrik terbentuk diantara logam induk dan ujung elektroda. Karena panas dari busur ini maka logam induk dan ujung elektroda tersebut mencair dan kemudian membeku, pada saat mencair itulah logam pada elektroda akan bersatu dengan bidang logam yang di las dengan sarat logam yang di las memiliki temperatur yang sesuai.

Fenoria Putri (2010), Dari hasil penelitian dan pengujian yang dilakukan dengan menggunakan arus 70 A – 110 A dengan jarak kampuh 1 mm dan 2 mm, diperoleh arus 110 A dengan jarak kampuh 1 mm yang memiliki kekuatan tarik maksimum yaitu 507,33 N/mm². Makin besar arus dan makin besar jarak pengelasan maka makin lebar weldment yang terjadi.

Kahraman, N (2005), dalam penelitiannya tentang pengaruh parameter las titik pada titanium. Tebal titanium 1,5 mm dengan parameter pengelasan untuk arus konstan yaitu 10.000 A, gaya elektroda 2000 N, 2000 N , 6000 N dan waktu pengelasan

5 siklus, 15 siklus, 25 siklus serta suasana pengelasan pada udara terbuka menggunakan gas argon . Hasil uji tarik didapatkan bahwa hasil dari kekuatan geser dengan menggunakan gas argon lebih tinggi daripada di udara terbuka, dan hasil uji kekerasan memperlihatkan bahwa daerah nugget adalah daerah yang paling keras diikuti dengan daerah HAZ dan logam las.

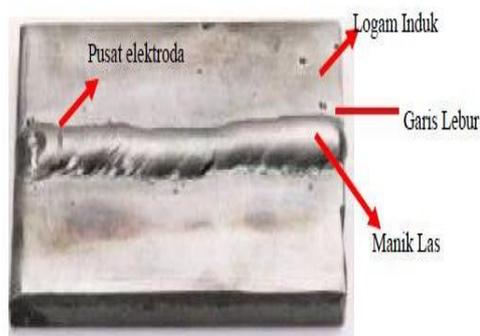
Metalurgi Las

Metalurgi adalah ilmu tentang struktur logam dan hubungannya struktur tersebut dengan kemampuan logam tersebut. Topik-topik yang berhubungan dengan pengelasan adalah : padatan dan cairan, pelelehan dan pembekuan, ekspansi panas, perlakuan panas, difusi, campuran dan paduan

Karena pengelasan adalah proses penyambungan dengan menggunakan energi panas, maka logam disekitar lasan mengalami siklus termal cepat yang menyebabkan terjadinya perubahan-perubahan metalurgi, deformasi dan tegangan-tegangan termal. Hal ini sangat erat hubungannya dengan pengerasan logam las, ketangguhan, cacat las, retak, reaksi logam, reaksi keadan padat, pengaruh panas (HAZ) dan lain sebagainya, yang umumnya mempunyai pengaruh yang fatal terhadap keamanan dan konstruksi las. Logam akan mengalami pengaruh pemanasan akibat pengelasan dan mengalami perubahan struktur mikro di sekitar daerah lasan. Bentuk struktur mikro bergantung pada temperatur tertinggi yang dicapai pada pengelasan, kecepatan pengelasan dan laju

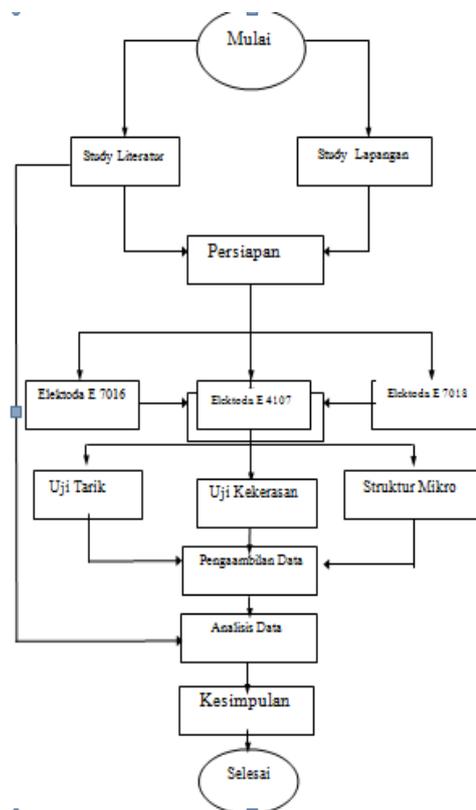
pendinginan daerah lasan.

Struktur mikro di logam las dicirikan dengan adanya struktur berbutir panjang (*columnar grains*). Struktur ini berawal dari logam induk dan tumbuh ke arah tengah daerah logam las untuk arah pembekuan.



Gambar 1. Teknologi pengelasan logam (Wiriyosumarto, 2000)

METODOLOGI



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil seluruh rangkaian penelitian yang dilakukan terhadap pengelasan besi tuang kelabu FC-15 yang telah disambung dengan menggunakan variasi elektroda yaitu E 7016, G 4107 dan E 7018, maka selanjutnya akan dilakukn penelitian pengujian tarik, pengujian kekerasan dan struktur mikro yang akan menghasilkan data-data .

A. Data Hasil Pengujian Kekerasan

Pengujian ini dilakukan pada logam lasan HAZ dan pada logam induk. Metode dalam pengujian kekerasan ini menggunakan metode Rockwell, dan data hasil pengujian adalah sebagai berikut :

Tabel 1. Data Hasil Uji Kekerasan

No	Elektroda	Kekerasan (HB)		
		Logam Induk	HAZ	Lasan
1	E 7016	96	97	94
		91	93	54
		96	94	15
		96	95	14
		87	94	17
		98	93	16
		97	95	13
		92	94	14
		98	95	12
Rata-rata		94.5	94.4	27.6
2	G 4107	96	98	18
		91	93	17
		96	94	18
		96	93	90
		87	89	15
		98	90	16
		97	95	17
		92	96	18
		98	97	11
Rata-rata		94.5	89.4	24.4
3	E 7018	96	98	20
		91	99	94
		96	96	83
		96	96	11
		87	93	13
		98	95	10
		97	92	10
		92	99	11
		98	98	12
Rata-rata		94.5	96.2	29.2

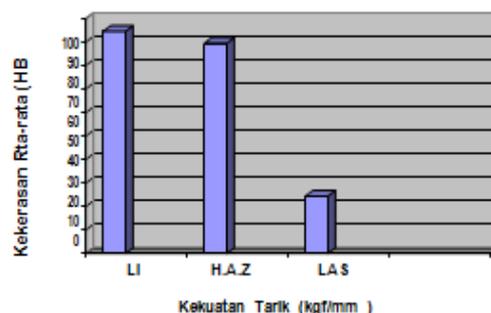
B. Data Hasil Pengujian Tarik

Pengujian tarik dilakukan untuk mengetahui perubahan - perubahan variabel kekuatan tarik dan elongation pada besi tuang kelabu pada hasil penyambungan dengan las dan variasi elektrodanya.

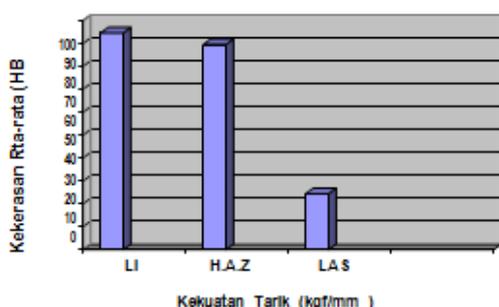
Berdasarkan data pengujian tarik maka dapat diperoleh kekuatan tarik (σ) dan elongation (ε) dari material atau spesimen sehingga dapat dibuat tabel sebagai berikut :

Tabel 2. Data Hasil Uji Tarik

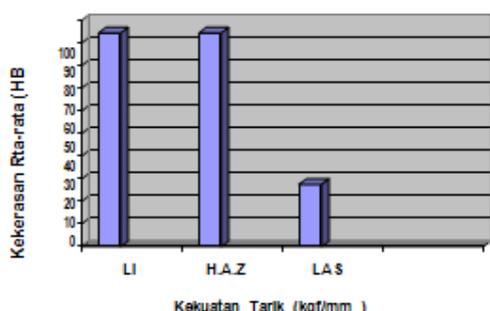
Elektroda	P (kg.f)	Luas (mm ²)	σ (kgf/mm ²)	σ rata-rata	ε %	ε rata-rata
Besi Tuang Kelabu E70161	1712	250	6.85	10.72	51.2	26.69333
Besi Tuang Kelabu E70162	3689.5	250	14.76		14.56	
Besi Tuang Kelabu E70163	2637	250	10.55		14.32	
Besi Tuang Kelabu G41071	1728	250	6.91	11.78333	8.88	12.98667
Besi Tuang Kelabu G41072	3266	250	13.06		15.52	
Besi Tuang Kelabu G41073	3845.5	250	15.38		14.56	
Besi Tuang Kelabu E70181	1189.5	250	4.76	9.813333	11.04	13.73333
Besi Tuang Kelabu E70182	2159.5	250	8.64		9.6	
Besi Tuang Kelabu E70183	4011	250	16.04		20.56	



Gambar 3. Grafik Hubungan Kekerasan Rata-Rata Dengan Kekuatan Tarik 10.75kg/mm² Dengan Elektroda E 7016



Gambar 4. Grafik Hubungan Kekerasan Rata-Rata Dengan kekuatan Tarik 11.78 kg/mm² Dengan Elektroda G 4107



Gambar 5. Grafik Hubungan Kekerasan Rata-Rata Dengan kekuatan Tarik 9.81 kg/mm² Dengan Elektroda E 7018

C. Uji Kekerasan Rockwell

Dari hasil pengujian dapat diperoleh bahwa besarnya nilai kekerasan rata-rata paling tinggi adalah spesimen yang menggunakan sambungan las E 7018 yang nilai kekerasan pada daerah LAS 29,2 HB dan HAZ 96,2HB

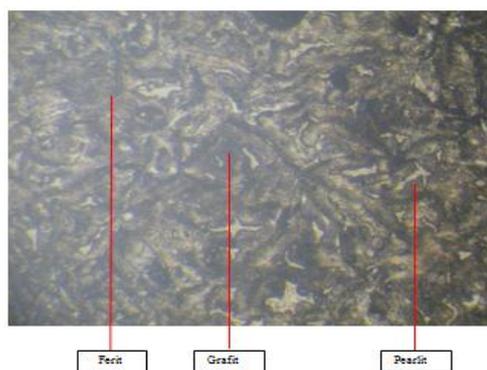
D. Uji Kekuatan Tarik

Diantara spesimen yang dilas dengan menggunakan tiga elektroda yang berbeda maka kekuatan tariknya juga berbeda. Tegangan paling besar terjadi pada spesimen yang menggunakan elektroda G4107 dengan tegangan tarik rata-rata 11.78 kgf/mm²

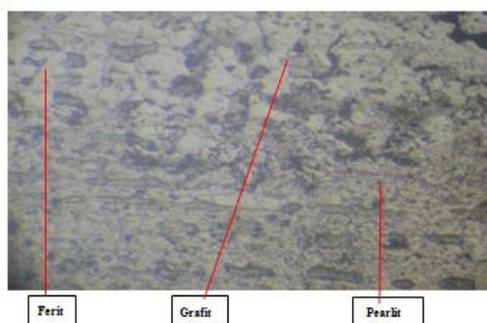
E. Foto Hasil Struktur Mikro

Pengamatan struktur mikro bertujuan

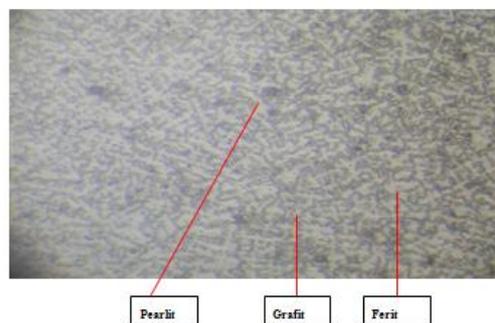
untuk mengetahui bagaimana struktur yang terbentuk pada specimen besi tuang yang disambung dengan variasi elektroda pada daerah lasan, HAZ dan logam induk. Hasil pemotretan menunjukkan perbedaan antara spesimen satu dan lainnya yang terlihat di bawah ini :



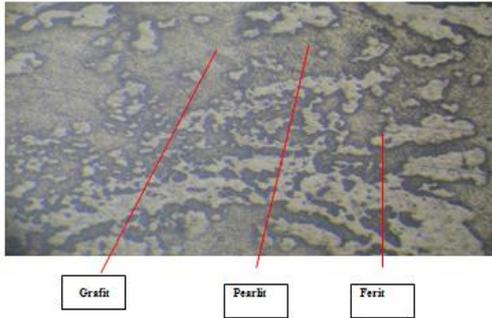
Gambar 6. Struktur Mikro Daerah Logam Induk



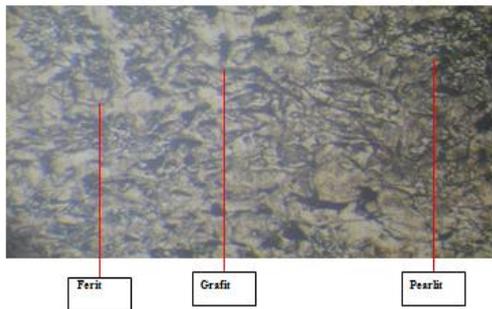
Gambar 7. Struktur Mikro Daerah HAZ Spesimen yang Menggunakan Sambungan Las E 7016



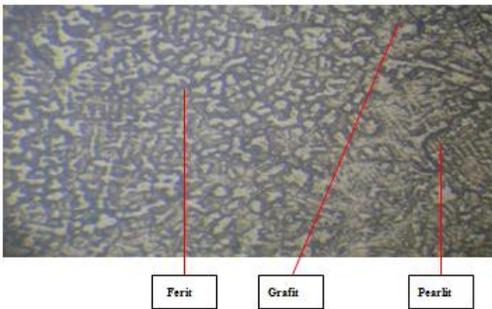
Gambar 8. Struktur Mikro Daerah Las Spesimen yang Menggunakan Sambungan Las E 7016



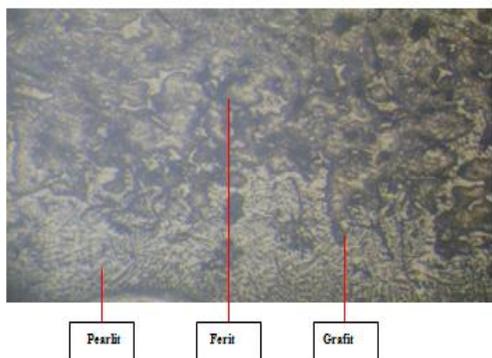
Gambar 9. Struktur Mikro Daerah Las Spesimen yang Menggunakan Sambungan Las G 4107



Gambar 10. Struktur Mikro Daerah HAZ Spesimen yang Menggunakan Sambungan Las G 4107



Gambar 11. Struktur Mikro Daerah Las Spesimen yang Menggunakan Sambungan Las E 7018



Gambar 12. Struktur Mikro Daerah HAZ Spesimen yang Menggunakan Sambungan Las E 7018

SIMPULAN

Berdasarkan uraian diatas maka dapat diambil kesimpulan bahwa pengujian penyambungan besi tuang kelabu FC-15 dengan menggunakan variasi elektroda memiliki perbedaan yang signifikan. Hasil pengujian kekerasan rata-rata dari tiga spesimen yang diuji bahwa penyambungan besi tuang kelabu dengan elektroda E 7018 lebih tinggi. Hal ini disebabkan karena panas yang dihasilkan pada saat pengelasan merubah struktur besi tuang kelabu ini, yaitu kandungan silicon yang rendah dan laju pendinginan yang sangat cepat tidak akan muncul grafit pada struktur tetapi akan terbentuk sementit, maka dari itu spesimen ini bersifat keras dan sangat getas.

Hasil pengujian tarik menunjukkan spesimen yang menggunakan elektroda G 4107 menghasilkan kekuatan tarik yaitu 11.78 kgf/mm^2 karena panas pengelasan yang terjadi menyebabkan sebagian karbon akan menjadi grafit, sehingga sifat yang terjadi lebih kuat dan ulet. Pada pengamatan struktur mikro terdapat perbedaan grafit, pearlit dan ferit antara specimen yang menggunakan elektroda las E 7106, G 4107 dan E 4108 baik dari logam lasan, HAZ dan logam induknya.

DAFTAR PUSTAKA

- Avner, Sydney H, 1986, *Introduction To Physical Metallurgy*, Second Edition, international Student Edition, Mc Graw-Hill Book Co, Singapore,
- Harsono Wiryosumarto, Toshie Okumura, 1981, *Teknologi Pengelasan Logam* Pradnya Paramita, Jakarta

www.fupei.com/.../INFO--Rupa-rupa-tentang-besi-dan-baja www.fupei.com

Metals Hand Book, *Atlas Of Microstructures of Industrial Alloys*, 8th edition, vol 7, American Society For Metals, Metals Park, Ohio.

Fenoria Putri, 2010, **Analisa Pengaruh Variasi Kuat Arus dan Jarak Pengelasan Terhadap Kekuatan Tarik, Kekerasan dan Struktur Mikro Sambungan Las Baja Kerbon Rendah Dengan Elektroda 6013 Metode Anova**, Thesis S2, Universitas Pancasila, Jakarta.

Kahraman N. 2005, *The Influence Of Welding Parameter On The Joint Strength Of Resistance Spot Welding Titanium Sheets*, SPE Journal

Jokosisworo, Sarjito, 2006, *Weldability, Welding Metallurgy, Welding Chemistry* (online) Universitas Diponegoro. [http:// www. teknologi/ metalurgi.las.com](http://www.teknologi/metalurgi.las.com) (17 November 2013)

Mulyadi, Yeyes, Dkk, 2010, **Studi Kekuatan Mekanik Dan Struktur Mikro Hasil Pengelasan SMAW Dengan Variasi Preheat Dan Postheat Menggunakan Metode Pendingin Cepat Dan Lambat**, ITS (online) [http:// www. Struktu mikro pada baja/logam.com](http://www.Struktu.mikro.pada.baja/logam.com) (8 Januari 2014)

Wirjosumarto, H., 2000, **Teknologi Pengelasan Logam**, Erlangga, Jakarta. *Logam*, Alfa Beta, Bandung.

