

ANALISIS PENGARUH VARIASI ARUS LISTRIK 90 A, 10 A, 130 A TERHADAP SIFAT MEKANIS DAN STRUKTUR MIKRO HASIL PENGELASAN GAS METAL ARC WELDING (GMAW) PADA BAJA KARBON JIS S50C

Aladin Eko Purkuncoro

Teknik Mesin , Fakultas Teknologi Industri , Institut Teknologi Nasional Malang
aladin_smart@yahoo.com

Abstrak, Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh arus pengelasan terhadap kekuatan tarik, kekerasan, dan struktur mikro las GMAW dengan elektroda AWS 18ER70S- 6 dengan Ø 0.8 mm. Penelitian ini menggunakan bahan baja karbon JIS S50C. Bahan diberi perlakuan pengelasan dengan variasi arus 90 A, 110 A, 130 A dengan menggunakan las GMAW. Jenis kampuh yang digunakan adalah kampuh V dengan sudut 70°. Spesimen dilakukan pengujian Tarik, kekerasan dan foto mikro. Dari pengelasan tersebut didapat beban maksimum yang dibutuhkan untuk memutuskan dari masing-masing jenis Variasi arus pada pengelasan GMAW, bahwa specimen yang paling besar menerima beban yaitu pada Arus 130 A sebesar 74773,3 Newton sedangkan yang paling rendah menerima beban adalah pada Arus 90 A yaitu 71003 Newton. Kekuatan luluh terjadi pada variasi arus 130 A yaitu 337,36 Mpa, urutan kedua yaitu pada Arus 110 A dengan nilai 279 Mpa, sedangkan yang paling rendah yield strengthnya adalah pada Arus 90 A yaitu 299,65 Mpa. Tingkat kekerasan tertinggi terjadi pada daerah HAZ sebesar 254,1 HV dari variasi 130 A, hal ini terlihat pada struktur mikronya yang mengalami perubahan bentuk butir lebih lembut dari arus pengelasan yang lainnya.

Kata Kunci : Arus, GMAW, Beban Maksimum, Struktur Mikro

PENDAHULUAN

Teknologi berkembang seiring dengan perubahan waktu, terutama dalam proses produksi yang banyak di pakai dalam dunia industri khususnya untuk pelaksanaan pekerjaan konstruksi bangunan, konstruksi kapal, konstruksi perpipaan, pembuatan mesin peralatan pabrik, dan pekerjaan teknik lainnya. Selain untuk pengerjaan pembuatan produk baru, juga banyak di pakai pengerjaan reparasi dan perawatan diantaranya proses penambalan retak – retak, mengisi lubang coran, sebagai pemotong bagian – bagian yang akan dibuang maupun mempertebal bagian yang aus.

Pengelasan (*GMAW*) adalah pengelasan yang menggunakan shielding gas. Shielding gas berfungsi sebagai pelindung logam las saat proses pengelasan berlangsung agar tidak terkontaminasi dari udara lingkungan sekitar logam lasan. Karena logam lasan sangat rentan terhadap difusi hidrogen yang dapat menyebabkan cacat *porosity*. Pengelasan GMAW dapat menggunakan gas argon (Ar)

yang biasa disebut MIG ataupun gas Karbondioksida (Co2) yang biasa disebut MAG.

Berdasarkan latar belakang diatas maka penelitian ini mengambil judul: “Analisa Pengaruh Variasi Arus Listrik 90 A, 110 A, 130 A Terhadap Sifat Mekanis dan Struktur Mikro Hasil Pengelasan *Gas Metal Arc Welding* (GMAW) Pada Baja Karbon *JIS S50C*.”

Karena luasnya permasalahan yang dihadapi, maka perlu diberikan batasan- batasan masalah guna mempermudah dalam pemahaman dan pengerjaan penulisan ini. Batasan-batasan permasalahannya adalah sebagai berikut:

1. Material yang digunakan untuk dilakukan penelitian proses pengelasan adalah baja carbon JIS S50C.
2. Proses pengelasan menggunakan mesin las *Metal*

Active Gas (MAG),

3. Pengelasan menggunakan variasi arus :
 - a. Arus 90 A
 - b. Arus 110 A
 - c. Arus 130 A
 - d. Pengujian yang dilakukan antara lain :
 - 1) Ujian kekerasan mikro (Vickers)
 - 2) Uji Tarik
 - 3) Penpengujian dan pengamatan struktur mikro

Standar Penomoran Elektroda

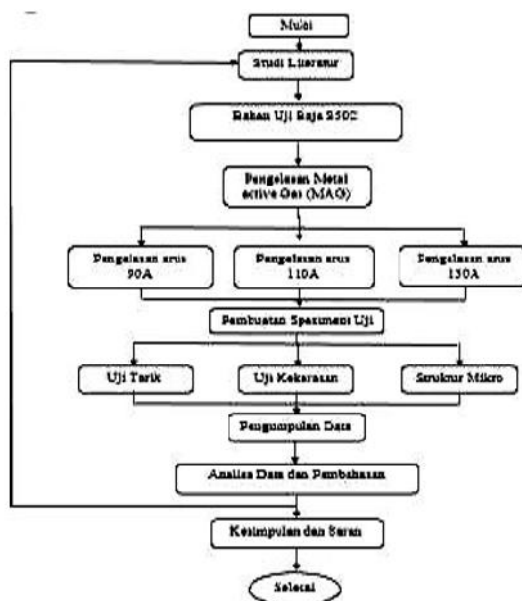
Sesuai dengan klasifikasi elektroda *carbon steel* menurut AWS A5.18-93, elektroda *carbon steel* diberi penomoran sebagai berikut :



Gambar 1. Model Penomoran Elektroda

METODE

Diagram Alir Penelitian



Gambar1. Diagram Alir

Variabel Penelitian

Variable-variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Variabel Bebas
Variabel bebas adalah variabel yang tidak mempengaruhi oleh variabel lainnya. Besar variabel bebas dapat kita tentukan, berfungsi sebagai sebab dalam didalam penelitian. Dalam penelitian ini yang menjadi variabel bebas adalah arus las listrik, jenis elektroda dan merek mesin las.
2. Variabel Terikat
Variabel terikat adalah variabel dengan besar nilai tergantung dari nilai variabel bebas dan besar variabel terikat dapat diketahui setelah penelitian dilakukan. Dalam penelitian yang menjadi variabel terkait setelah pengelasan yaitu : uji kekerasan,
3. Variabel Terkontrol
Variabel terkontrol adalah variabel yang besarnya ditentukan sebelum penelitian dan nilainya dijaga tetap sama selama pengujian berlangsung, dalam penelitian ini variabel terkontrolnya adalah variasi arus pengelasan. Bahan atau material yang digunakan Baja Karbon *JIS S50C* yang berbentuk plat panjang. Proses pengelasan menggunakan las *Metal Active Gas (MAG)* dimana variasi arusnya adalah 90 A, 110 A, 130 A.

Bahan dan Alat

Bahan Uji Yang Digunakan

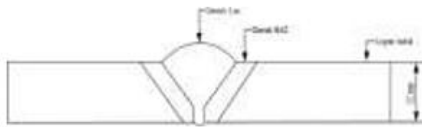
Dalam penelitian ini uji yang digunakan adalah baja karbon *JIS S50C* dengan ukuran panjang 200 mm dan lebar 30mm tinggi 10mm, kemudian dipotong dan dibentuk menjadi specimen uji tarik, uji kekerasan dan specimen pengamatan struktur mikro.



Gambar 2. Pemotongan dan Pembuatan
Spesimen Uji

Setelah proses pemotongan selesai selanjutnya dilanjutkan pembuatan jenis kampuh las, dengan menggunakan mesin scrap. Untuk menentukan besar sudut yang akan dibuat diperlukan *Bevel provactor* atau busur derajat. Bentuk jenis kampuh yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah:

Kampuh V tunggal



Gambar 3. Standart JSSC (Japan Society Of
Steel Construction)

Proses Pengelasan

Spesimen yang akan dilas pada penelitian ini ada 24 spesimen yang terdiri dari 18 spesimen uji tarik, 6 spesimen uji kekerasan dan struktur mikro yang kemudian di las menggunakan las *Metal Active Gas* (MAG). Dengan tahapan proses pengelasan menggunakan variasi arus pengelasan.



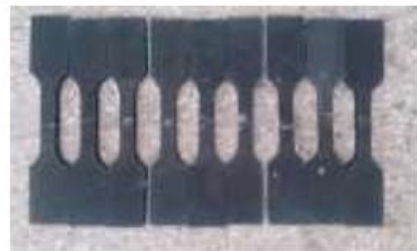
Gambar 4. Mesin Las GMAW (*Gas Metal Arc
Welding*)



Gambar 5. Spesimen Uji Setelah Dilas

Tahapan Pengujian yang Akan Dilakukan Benda Uji Kekerasan

Setelah pengelasan telah dilakukan selanjutnya menyiapkan benda uji Baja Karbon JIS S50C, kemudian pada benda uji diberi penandaan untuk tempat yang akan ditekan yaitu mencakup daerah lasan, daerah HAZ (*Heat Affected Zone*) dan daerah logam induk.



Gambar 6. Benda Uji Kekerasan

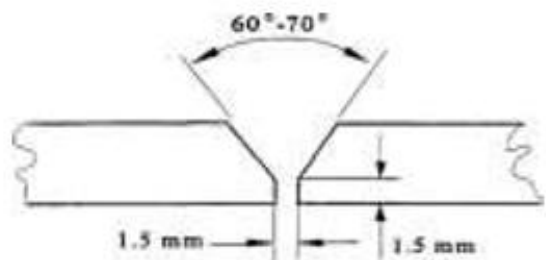
Benda Uji Struktur Mikro

1. Alat dan Bahan Yang Digunakan
Material yang digunakan yaitu
Baja Karbon JIS S50C
Alat : 1. Microscope
2. Mesin Poles
3. Bahan etsa : Alkohol (95 %), NH_4OH (3%)

Uji Struktur Mikro Daerah las adalah bagian dari material yang mengalami proses pengelasan, bagian ini yang mengalami proses pencairan karena adanya panas dibawah titik cair dan kemudian membeku dikarenakan terjadinya penurunan suhu.

Pengujian Tarik

Pengujian dilakukan sampai sampai spesimen mengalami patah atau putus dengan kecepatan tarik konstan. Kecepatan pengujian harus mereta dan teratur.



Gambar 7 Uji Tarik Sebelum Diuji Tarik

Pengujian Kekerasan

Pada penelitian ini dilakukan pengujian kekerasan Micro Vickers (uji Vickers) dengan tujuan untuk mengetahui distribusi kekerasan pada daerah las (*weld Metal*), daerah HAZ dan daerah logam induk.



Gambar 8. Spesimen Uji Kekerasan Micro Vicker

Pengamatan Struktur Mikro

Sifat-sifat fisis dan mekanik dari material tergantung dari struktur mikro material tersebut. Struktur mikro dalam suatu material dan paduannya ditunjukkan dengan besar butiran-butiran dari materialnya, bentuk dan orientasi butirannya, jumlah fasaproporsi dan kelakuan dimana mereka tersusun atau terdistribusi. Struktur mikro dari paduan tergantung dari beberapa factor seperti elemen paduannya, konsentrasi dan perlakuan panas yang diberikan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Hasil Pengujian

Setelah proses pengelasan selesai, hasilnya kemudian dilanjutkan dengan tahapan pengujian. Diantaranya adalah pengujian tarik, kekerasan dan pengamatan struktur mikro. Untuk pelaksanaan pengujian tarik dilakukan di Laboratorium pengujian bahan Teknik Sipil Universitas Negeri Malang, pengujian Kekerasan dan pengamatan struktur mikro dilaksanakan di Lab Pengujian Bahan Teknik Mesin Universitas Brawijaya. Dengan tujuan untuk mengetahui data hasil pengujian kekuatan tarik, kekerasan dan struktur mikro dari material Baja Karbon JIS S50C dengan menggunakan

pengelasan GMAW (Gas Metal Arc Welding) AWS 18ER70S-6 dengan $\varnothing$ 0.8 mm dan gas pelindung menggunakan gas Karbondioksida. Serta menggunakan variasi Arus Pengelasan yaitu 90 A, 110 A, 130 A.

Data Hasil Pengelasan

Hasil Pengujian Kekerasan Vickers

Pengujian kekerasan ini menggunakan pengujian kekerasan Vickers, daerah yang diuji adalah bagian Logam las, daerah Haz, dan daerah induk. Hasil pengujian kekerasan terbagi dari tiga titik di logam las, begitu juga daerah Haz dan daerah Induk di ambil tiga titik, dimana hasil pengujian tersebut sebagai berikut:

Tabel 1. Data Hasil Pengujian Kekerasan Vickers

Jenis Kampuh	Daerah Pengujian	Titik pengujian	D1	D2	HV	Nilai rata-rata
Arus 90 A	Daerah Las	1	33,87	34,44	188,8	181,8 HV
		2	36,83	36,69	137,8	
		3	34,28	34,84	161,0	
	Daerah Haz	1	33,44	33,87	188,2	169,3 HV
		2	34,94	36,88	188,2	
		3	34,00	34,69	184,7	
Arus 110 A	Daerah Las	1	33,09	33,88	171,0	172,2 HV
		2	31,82	32,38	180,4	
		3	33,00	33,78	186,2	
	Daerah Haz	1	38,28	38,38	214,0	198,8 HV
		2	31,63	31,60	186,2	
		3	28,62	30,00	186,2	
Arus 130 A	Daerah Las	1	28,80	29,23	231,8	231,8 HV
		2	27,78	28	241,0	
		3	27,28	27,84	233,0	
	Daerah Haz	1	26,44	26,32	231,8	264,1 HV
		2	27,13	36,69	136,0	
		3	37,78	38,19	131,0	
Logam Induk	Logam Induk	1	27,94	28,62	223,2	211,9 HV
		2	30,28	30,07	204,2	
		3	31,19	31,32	192,2	

Pembahasan Dari Hasil Diagram

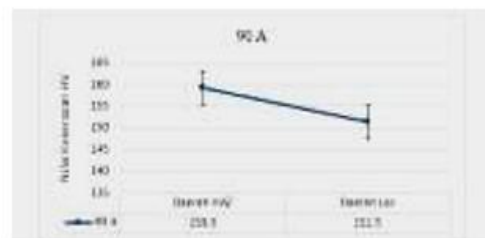
Pada diagram diatas merupakan nilai kekerasan hasil pengelasan Gas metal Arc Weldings (GMAW) dengan variasi Arus pengelasan 90A, 110A dan 130A. didapat nilai kekerasan arus 130 A merupakan nilai kekerasan spesimen paling tinggi pada daerah las yaitu dengan nilai kekerasan 231,8 HV.

Kekerasan kedua setelah Arus 130 A yaitu Arus 110 A dengan nilai kekerasan 172,2 HV dan kekerasan yang terendah adalah arus 90 A dengan nilai 151,5 HV. Pada daerah HAZ terdapat kekerasan tertinggi pada

Variasi Arus 130 A dengan nilai kekerasan 254,1 HV kekerasan kedua yaitu arus 110 A dengan nilai kekerasan 198,8 HV dan nilai kekerasan terendah adalah arus 90 A dengan nilai kekerasan 159,3 HV.

) Pembahasan Perbandingan Variasi Arus Pengelasan

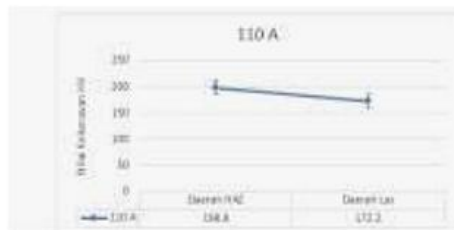
Untuk mendapatkan data perbandingan kekerasan dari setiap variasi arus dari proses pengelasan GMAW dapat diketahui dengan grafik yang digambarkan sebagai berikut :



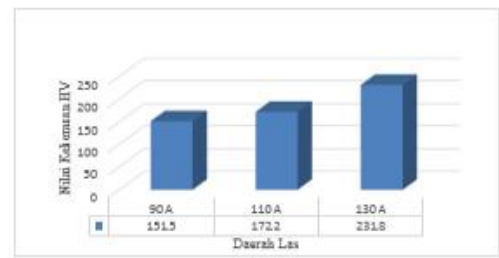
Gambar 9. Grafik Perbandingan Kekerasan Arus 90 A Didasarkan Las Dan HAZ

) Pembahasan dari hasil grafik

Dari data diatas didapat nilai kekerasan dari berbagai jenis variasi arus dengan metode pengelasan GMAW, daerah HAZ pada Arus 90 A lebih tinggi nilai kekerasannya dibandingkan dengan daerah Las.



Gambar 10. Grafik Perbandingan Kekerasan Arus 110 A Didasarkan Las Dan HAZ

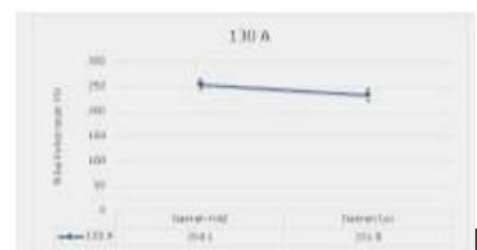


Gambar 11. Diagram Perbandingan Kekerasan Daerah Las



Gambar 12. Diagram Perbandingan Kekerasan Daerah HAZ

Dari data diatas didapat nilai kekerasan dari berbagai jenis variasi arus dengan metode pengelasan GMAW, daerah HAZ pada Arus 110 A lebih tinggi nilai kekerasannya dibandingkan dengan daerah Las.



Gambar 13. Grafik Perbandingan Kekerasan Arus 130 A Didasarkan Las Dan HAZ

) Pembahasan dari hasil grafik

Dari data diatas didapat nilai kekerasan dari berbagai jenis variasi arus dengan metode pengelasan GMAW, daerah HAZ pada Arus 130 A lebih tinggi nilai kekerasannya dibandingkan dengan daerah Las.

Perbandingan Kekuatan Tarik dari setiap Variasi Arus Pengelasan

Tabel 2. Data Hasil Pengujian Kekuatan Tarik

Spesimen		Area mm ²	Max Force Newton	Yield Strength Mpa	Tensile Strength Kg/mm ²	Elongation %
Arus 90 A	1	125	68020	248	614	8,1
	2	125	73030	321,84	587,11	8,5
	3	125	71003	292,01	568,48	7,7
Rata-Rata		125	71003	279	568,54	8
Arus 110 A	1	125	68442	367,74	707,37	7,7
	2	125	76306	320,48	408,84	6,8
	3	125	77810	299,65	420,13	7,6
Rata-Rata		125	74019	290	443,41	7,3
Arus 130 A	1	125	75900	278,93	501,05	6,5
	2	125	76300	292	402,53	7,6
	3	125	76120	308,48	402,53	7,2
Rata-Rata		125	74773,3	337,56	402,4	7,1
Logan Industri		125	80690	327,58	441,87	8,8



Gambar 14. Diagram Perbandingan Mas Force (N) Pada Tiap Variasi Arus Pengelasan

Analisa dan Pembahasan

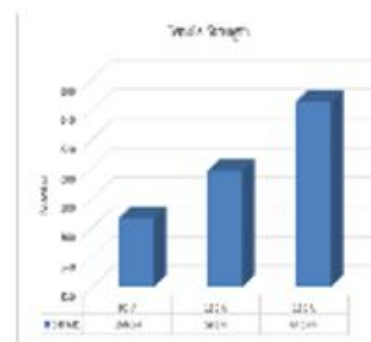
Dari gambar diatas didapat beban maksimum yang dibutuhkan untuk memutuskan dari masing- masing jenis Variasi arus pada pengelasan GMAW, dapat disimpulkan bahwa specimen yang paling besar menerima beban yaitu beban pada Arus 130 A sebesar 74773,3 Newton, sedangkan yang paling rendah menerima beban adalah pada Arus 90 A yaitu 71003 Newton.



Gambar 15. Diagram Perbandingan Yield Strength Pada Tiap Variasi Arus

Analisa dan Pembahasan

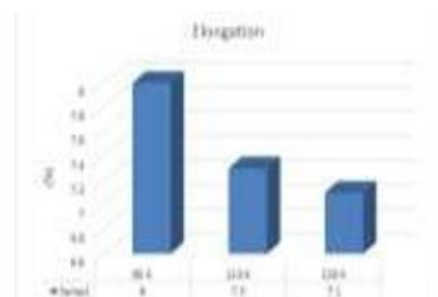
Dari gambar diatas didapat yield strength dari masing-masing jenis kampuh pada pengelasan GMAW, dapat disimpulkan bahwa specimen yang mempunyai yield strength paling tinggi yaitu pada Arus 130 A dengan nilai 337,36 Mpa, urutan kedua yaitu pada Arus 110 A dengan nilai 279 Mpa, sedangkan yang paling rendah yield strengthnya adalah pada Arus 90 A yaitu 299,65 Mpa.



Gambar 16. Diagram Perbandingan Tensile Strength Kg/mm² Pada Tiap Variasi Arus Pengelasan

Analisa dan Pembahasan

Dari gambar diatas didapat tensile strength yang paling besar dari masing- masing jenis kampuh pada pengelasan Gas Metal Arc Welding (GMAW), yaitu pada Variasi Arus 130 A sebesar 645,44 Kg/mm², dan tensile strength paling rendah adalah pada arus 90 A yaitu 566,54 Kg/mm².



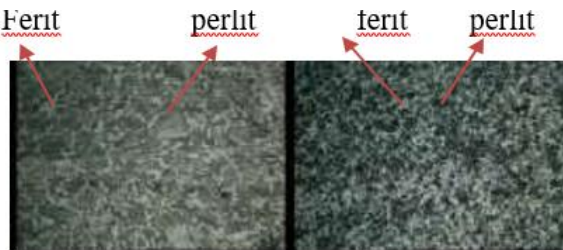
Gambar 17. Diagram Perbandingan Elongation % Pada Tiap Variasi Arus

Analisa dan Pembahasan

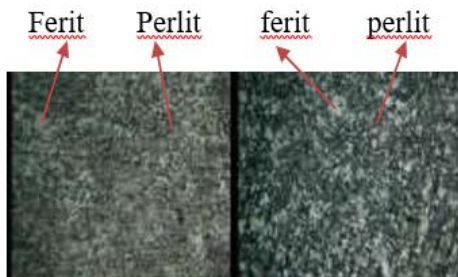
Dari gambar diatas Perbandingan elongation pada setiap jenis kampuh dengan pengelasan GMAW didapat

nilai elongation tertinggi pada Arus 130 A dengan nilai 8,1 %, urutan kedua setelah Arus 110 A dengan nilai 7,7 %, sedangkan nilai terendah pada Arus 90 A yaitu dengan nilai 7,2 %.

Hasil Pengujian Struktur Mikro



Gambar 18 Strkur Mikro Daerah Las Dan Daerah HAZ Pada Arus 90 A Dengan Pembesaran 400 Kali



Gambar 19 Strkur Mikro Daerah Las Dan Daerah HAZ Pada Arus 110 A Dengan Pembesaran 400 Kali



Gambar 20 Strkur Mikro Daerah Las Dan Daerah HAZ Pada Arus 130 A Dengan Pembesaran 400 Kali

Pembahasan Hasil Pengujian Struktur Mikro

Hasil dari pengamatan struktur mikro berdasarkan struktur yang dianalisa melalui foto-foto, berupa gambar struktur benda uji hasil pemotretan dari mikroskop optik. Setelah dilakukan pembesaran 400 X, maka dapat diamati yaitu Struktur mikro logam induk (Baja Karbon JIS S50C) dapat dilihat pada gambar diatas terdiri atas ferrit dan perlit.

Pengamatan struktur mikro dimaksudkan untuk mengetahui bentuk, susunan, dan ukuran butir pada daerah las dan HAZ. Struktur mikro pengelasan ditentukan oleh banyak faktor diantaranya masukan panas, kuat arus, *filler* dan *fluks*, kecepatan las, dan laju pendinginan.

Pengaruh masukan panas terhadap setruktur mikro daerah las terlihat dari gambar diatas dimana struktur perlit yang bersifat lebih keras dan berwarna gelap lebih dari pada struktur ferit yang berwarna terang, sama halnya dengan daerah HAZ dimana struktur perlitnya lebih banyak dari struktur ferit. Terlihat seperti gambar 18. pada variasi arus 90 A dimana daerah HAZ memiliki kekerasan yang lebih tinggi dibandingkan pada daerah las, karena daerah HAZ memiliki struktur perlit yang lebih banyak dari pada daerah las. Daerah HAZ mengalami kekerasan lebih tinggi disebabkan oleh pendinginan yang lebih cepat daridaerah las.

Dapat di lihat pada gambar struktur mikro variasi arus diatas dimana variasi arus 130 A memiliki kekerasan yang lebih tinggi, karena terlihat memil iki struktur perlit yg lebih banyak dari pada variasi arus 110 A dan 90 A, sedangkan kekerasan yg paling rendah terjadi pada daerah las dan HAZ variasi arus 90 A.

Dapat di simpulkan bahwa semakin besar arus pengelasan yang digunakan maka kekerasan yang di dapat pada daerah las dan HAZ juga semakin tinggi.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Pada pengujian kekerasan vickers ini, setiap spesimen dilakukan pengujian di tiga daerah pengujian yaitu : didaerah

las, daerah HAZ dan logam induk. Nilai rata - rata kekerasan dari setiap spesimen berbeda – beda, nilai rata-rata kekerasan

2. Tertinggi terdapat pada arus 130 A, daerah las dengan nilai 127,13 HV sedangkan pada daerah HAZ dengan nilai 114,8 HV. Nilai kekerasan tertinggi kedua setelah arus 130 A adalah arus 110 A dengan nilai didaerah las 70,33 HV sedangkan didaerah HAZ nilai kekerasannya 135,1 HV. Nilai kekerasan yang terendah terdapat pada arus 90 A yaitu dengan nilai pada daerah las 84,35 HV, sedangkan kekerasan didaerah HAZ yaitu 81,99 HV.
3. Pada hasil pengujian tarik, kekuatan rata – rata max force tertinggi terdapat pada spesimen variasi arus 130 A pengelasan GMAW yaitu sebesar 18263 Newton, untuk kekuatan tarik atau tensile strength nilai tertinggi juga terdapat pada arus 130 A dengan nilai 146,74 Kgf/mm². Pada yield strength nilai tertinggi adalah arus 130 A yaitu 46,26

Mpa, dan untuk nilai elongation nilai tertinggi juga pada arus 130 A yaitu dengan nilai 7,7 %.

4. Pada pengamatan struktur mikro variasi arus 130 A memiliki kekerasan yang lebih tinggi, karena terlihat memiliki struktur perlit yg lebih banyak dari pada variasi arus 110 A dan 90 A, sedangkan kekerasan yg paling rendah terjadi pada daerah las dan HAZ variasi arus 90 A. Dapat di simpulkan bahwa semakin besar arus pengelasan yang digunakan maka kekerasan yang di dapat pada daerah las dan HAZ juga semakin tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] ASM, 1989, *Metallurgy and Microstructures*, ASM Handbook Committee, Metal Park, Ohio.
- [2] Sonawan, H., Suratman, R., 2004, *Pengantar Untuk Memahami Pengelasan Logam*, Alfa Beta, Bandung.
- [3] Suharto, 1991, *Teknologi Pengelasan Logam*, Rineka Cipta, Jakarta.
- [4] Zainun Achmad. (2006). *Elemen Mesin 1*, Penerbit PT Refika Aditama, Bandung