

PENGUNAAN ELEKTRODE E 7016 PADA BAJA AISI 1050 TERHADAP SIFAT MEKANIK DENGAN VARIASI POSISI PENGELEASAN SMAW

Basuki Widodo, Aladin Eko Purkuncoro

Jurusan Teknik Mesin, FTI ITN Malang

Email : basuki_widodo@lectures.itn.ac.id

Abstrak

Objek penelitian ini adalah baja AISI 1050 silindris yang memiliki sifat mekanis kekerasan 92 HRB, kekuatan tarik (Kgf/mm^2) 600 – 800, penelitian ini bertujuan untuk menganalisa pengaruh pengelasan kampuh V dengan tiga posisi pengelasan yaitu posisi 1G, 2G dan 3G. Untuk mengetahui sifat mekanik maka dilakukan pengujian berupa uji kekerasan uji tarik dan struktur mikro. Pada posisi 3G memiliki nilai kekerasan tertinggi dengan rata-rata daerah las sebesar 87.38 HRB, daerah HAZ nilai kekerasan rata-rata 90.16 HRB dan logam induk nilai kekerasan rata-rata sebesar 84.53 HRB. Sedangkan kekuatan tarik posisi 3G memiliki nilai tarik tertinggi dengan rata-rata yaitu 3G (A) sebesar 54.31 Kgf/mm^2 , 3G (B) sebesar 42.56 Kgf/mm^2 dan 3G (C) sebesar 56.07 Kgf/mm^2 . Dari hasil kekuatan tarik ini dapat diambil rata-rata kekuatannya adalah 50.98 Kgf/mm^2 . Struktur mikro posisi 3G terdapat perlit lebih banyak pada posisi 1G karena tingkat kekerasan lebih tinggi dan kekuatan tarik tinggi. Disimpulkan kekerasan yang tertinggi dan mendekati nilai mekanis baja AISI 1050 adalah posisi pengelasan 3G yaitu dengan nilai rata-rata daerah las 87.38 HRB, daerah HAZ 90.16 HRB sedangkan logam induk sebesar 84.53 HRB, dan memiliki nilai Tensile strength tertinggi 50.98 Kgf/mm^2 .

PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Dewasa ini teknik las busur listrik dengan elektroda terbungkus telah dipergunakan secara luas dalam pmbungan batang-batang pada konstruksi bangunan baja dan konstruksi mesin. Luasnya penggunaan teknologi ini disebabkan karena konstruksi bangunan baja dan mesin yang dibuat dengan menggunakan teknik penyambungan ini lebih ringan dan proses pembuatannya juga lebih sederhana sehingga biaya secara keseluruhan menjadi lebih murah (Wiriyosumarto, 2004). Pengelasan busur listrik adalah proses penyambungan material yang menghasilkan bagian yang menyatu atau tumbuh bersama

dari material dengan memanaskannya pada temperatur pengelasan, dengan penggunaan logam pengisi (Cary, 1980). Pemakaian baja karbon rendah untuk bahan pembentukan struktur ruang seperti struktur atap, tiang serta batang kisi menambah keuntungan, karena logam mempunyai daya tahan yang besar terhadap patahan yang disebabkan oleh berbagai beban bergerak mekanis (Makowski, 1988). Sering kali pengelasan harus dilakukan pada posisi tertentu karena mengikuti rancangan suatu konstruksi seperti pengelasan langit-langit/plafon bangunan, pada pojok bangunan, diatas lantai dan sebagainya. Terlebih lagi pada proses pengelasan berkelanjutan yaitu suatu konstruksi memerlukan pengelasan yang

berurutan dan cepat dengan posisi pengelasan yang berbeda-beda. Dengan adanya keharusan posisi pengelasan tertentu, maka akan memberikan hasil yang berbeda terhadap kekuatan dan kekerasan hasil lasan (Cary, 1980)

2. LANDASAN TEORI

Pengelasan (welding) adalah salah satu teknik penyambungan logam dengan cara mencairkan sebagian logam induk dan logam pengisi dengan atau tanpa logam penambah dan menghailkan sambungan yang continue. Menurut Deutche Industry Normen (DIN) menyebutkan bahwa las merupakan suatu ikatan metalurgi pada sambungan logam atau logam paduan yang dilakukan dalam keadaan lumer atau cair. Mengelas menurut alip (1989) adalah suatu aktifitas menyambung dua bagian benda atau lebih dengan cara memanaskan atau menekan atau gabungan dengan keduanya sedemikian rupa, sehingga menyatuh seperti benda utuh. Penyambungan bias dengan atau tanpa bahan tambah (filler metal) yang sama atau berbeda titik cair maupun strukturnya.

Jenis-Jenis Las

Berdasarkan jenis las, las dibedakan menjadi 4 diantaranya yaitu: Las berdasarkan tenaga listrik. Las berdasar dari panas dari kombinasi busur nyala listrik dan gas kekal (inert). Las berdasarkan atas panas dari pembakaran campuran gas dan las berdasarkan ledakan dan reaksi isothermis.

A. Las berdasarkan panas tenaga listrik

1. SMAW (Shielded Metal Arc Welding) adalah las busur nyala listrik terlindung adalah pengelasan dengan mempergunakan busur nyala listrik sebagai sumber panas pencair logam.

2. SAW (Submerged Arc Welding) adalah Las Busur Terbenam adalah pengelasan dengan busur nyala listrik. Untuk mencegah oksidasi cairan metal dan metal tambahan/logam pengisi, dipergunakan fluks/slag dalam bentuk butir-butir kecil seperti pasir, sehingga busur nyala listrik terbenam dalam urugan butir-butir tersebut. Karena panas busur nyala, butir-butir fluks mencair dan mengapung di atas cairan metal guna menghindari oksidasi.

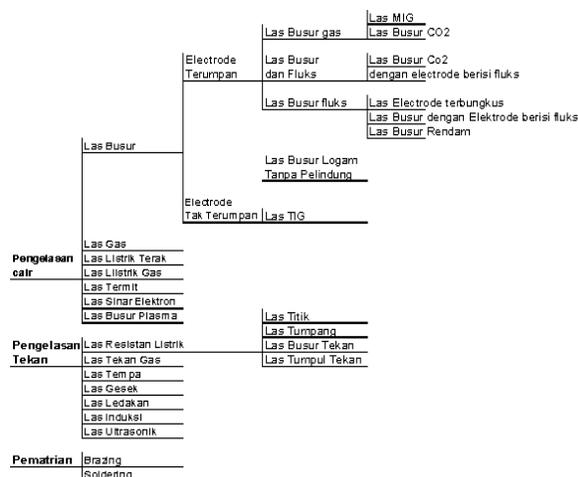
3. ESW (Elektroslag Welding) adalah Pengelasan Busur Terhenti. Pengelasan ini sejenis dengan SAW. Perbedaannya adalah begitu busur nyala mencairkan fluks, busur terhenti dan proses pencairan fluks berjalan terus dan menjadi bahan penghantar arus listrik (konduktif), sehingga elektroda terhubung dengan benda yang dilas melalui konduktor tersebut.

4. Stud Welding adalah Las Baut Pandasi, Pada las ini elektroda berfungsi sebagai bahan yang akan dipasang/disambungkan pada bagian lain. Misalnya dalam bentuk baut yang akan disambungkan/dipasang pada badan kapal. Baut/stud terpasang pada benda utama melalui tiga tahap: setting posisi, pencairan ujung stud dan benda utama oleh busur nyala dan penekanan stud pada benda utama sesaat setelah busur nyala dimatikan. Pengelasan dilaksanakan dengan mempergunakan tang las khusus

5. ERW (Electric Resistance Weld) adalah Las Tahanan Listrik dengan tahanan yang besar, panas yang dihasilkan oleh aliran listrik menjadi sedemikian tingginya sehingga dengan cepat dapat mencairkan logam yang akan dilas. Las tahanan ini

prosesnya jauh lebih cepat dan hasilnya pun jauh lebih baik karena permukaan sambungan tetap rata jika dibandingkan dengan sambungan keling sehingga las tahanan ini menggeser pemakaian paku keling untuk penyambungan pelat-pelat yang tipis.

6. EBW (Electron Beam Welding/Electron Bombardment Welding) adalah Las Pemboman Elektron. EBW adalah suatu pengelasan yang pencairannya disebabkan oleh panas yang dihasilkan dari suatu berkas loncatan elektron yang dikonsentrasikan atau dimampatkan dan diarahkan/ditembakkan ke benda yang dilas. Pengelasan dilaksanakan di dalam ruang hampa, sehingga menghapus kemungkinan oksidasi atau kontaminasi dengan zat kimia lainnya. Panas yang terjadi lebih besar dari busur listrik. Proses pengelasan berlangsung lebih cepat sehingga sangat cocok untuk produksi massal. Daerah panas menjadi lebih sempit sehingga sangat cocok untuk bahan yang sensitif terhadap perubahan panas.



Gambar 1. Klasifikasi Cara Pengelasan

Merupakan suatu teknik pengelasan dengan menggunakan arus listrik berbentuk busur arus dan elektroda berselaput. Tipe-tipe lain dari pengelasan dengan busur arus listrik adalah submerged arc welding (SAW), gas metal arc welding (GMAW- MIG), gas tungsten arc welding (GTAW – TIG) dan plasma arc. Jadi las busur termasuk dalam jenis las cair. Las busur listrik sendiri dapat dibagi mejadi beberapa jenis yaitu:

1. Las elektroda terbungkus: memakai elektroda logam yang terbungkus fluks.
2. Las busur gas: gas dihembuskan ke daerah las untuk melindungi busur dan logam yang mencair. Gas yang dipakai yakni helium, argon, karbondioksida dan campuran.
3. Las busur tanpa gas: hampir sama dengan las busur gas tapi semi otomatis dan otomatis juga tidak menggunakan selubung gas apapun.
4. Las busur rendam: cara mengelas dimana logam cair ditutup dengan fluks. Pengelasan ini busur listriknya terendam dengan fluks.

Shielded Metal Arc Welding (SMAW) adalah proses pengelasan dengan mencairkan material dasar yang menggunakan panas dari listrik antara penutup metal (elektroda). SMAW merupakan pekerjaan manual dengan peralatan meliputi power source, kabel elektroda, kabel kerja (work cable), electrode holder, work clamp, dan elektroda. Elektroda dan system kerja adalah bagian dari rangkaian listrik. Las SMAW sering disebut las listrik, las elektroda, las stik, las MMA. Energi panas yang digunakan untuk mencairkan logam berasal dari busur listrik

pada elektroda. Temperatur busur listrik dari elektroda mampu mencapai 6000°C. Fleksibilitas penggunaan dilapangan maupun didalam bengkel merupakan keunggulan utama disbanding proses las lainnya. Keunggulannya lainnya antara lain: Harga mesin las cukup murah, bias digunakan untuk mengelas berbagai macam logam tergantung dari kesediaan jenis elektroda.

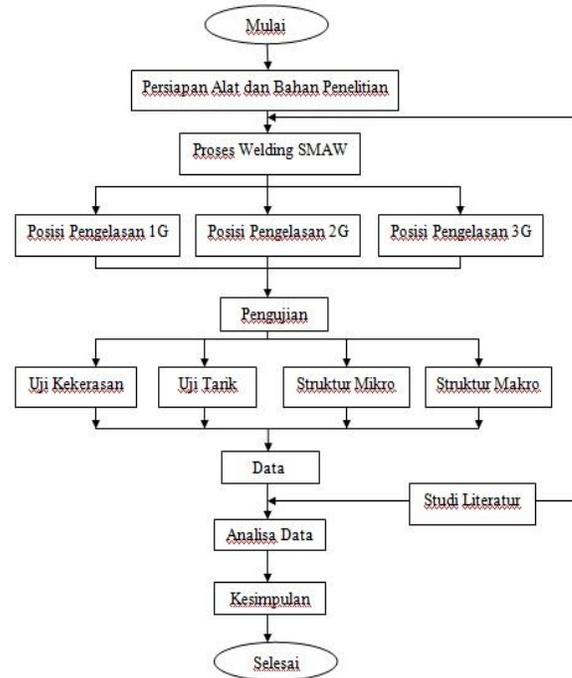
Pola pemindahan logam cair sangat mempengaruhi sifat mampu las dari logam. Logam mempunyai sifat mampu las yang tinggibila pemindahan terjadi dengan butiran yang halus. Pola pemindahan cairan dipengaruhi oleh besar kecilnya arus dan komposisi dari bahan fluks yang digunakan. Bahan fluks yang digunakan untuk membungkus elektroda selama pengelasan mencair dan membentuk terak yang menutupi logam cair yang terkumpul ditempat sambungan dan bekerja sebagai penghalang oksidasi.

Posisi Pengelasan

Posisi-posisi pengelasan pada las busur listrik sama dengan poisi-posisi pada pengelasan dengan gas astelin, yaitu: posisi penegelasan dibawah tangan, posisi pengelasan tegak (*vertikal*), posisi pengelasan mendatar (*horizontal*), dan posisi pengelasan diatas kepala.

Kekuatan konstruksi las sangat tergantung pada mutu sambungannya, pemilihan bentuk sambungan dan alur pengelasan berpengaruh pada hasil las, seperti halnya kekuatan sambungan, efesiensi sambungan, dan salah satu upaya meminimalisir adanya cacat pada hasil las.

METODELOGI PENELITIAN



Gambar 2. Diagram Alir Metodologi Penelitian

PEMBAHASAN.

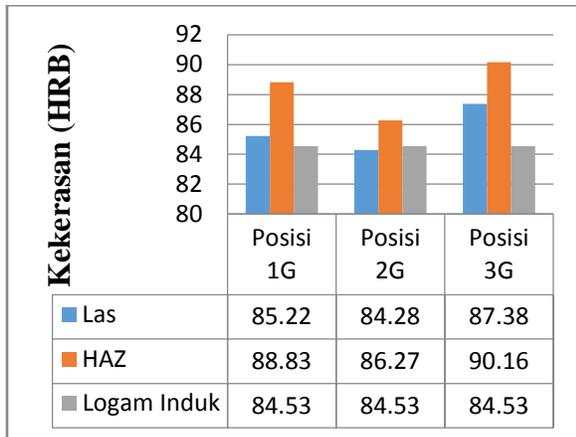
Data Hasil pengujian kekerasan,

Table 1. Data Hasil Pengujian Kekerasan Rockwell

Variabel Bebas	Daerah Pengujian	Titik Pengujian			Nilai Rata-rata tiap Titik (HRB)	Nilai Kekerasan Rata-rata (HRB)
		1	2	3		
Posisi 1G	Daerah Las	71.8	82	83.4	79.06	85.22
		85.6	88	90	87.86	
		83	86.8	96.5	88.76	
	Daerah HAZ	85	89	87	87	
		86.2	91	89.9	89.03	
		87.8	92.6	91	90.46	
Posisi 2G	Daerah Las	71	89	80	80	84.28
		85.2	90	87	87.4	
		84.4	86.2	85.8	85.46	
	Daerah HAZ	90	78.2	84	84.06	
		78	89.5	90	85.83	
		87.5	89.5	89.8	88.93	
Posisi 3G	Daerah	85.8	88.5	86	86.76	87.38

	Las	87	84	86	85.66	90.16
		91	88.2	90	89.73	
Daerah	84	85.4	88	85.8		
	HAZ	87.2	90	92	89.73	
	HAZ	94.5	94.2	96.2	94.96	
Logam Induk		82.6	86	85	84.53	

Grafik 1. Hubungan Kekerasan Terhadap Posisi Pengelasan



KEKERASAN.

Daerah Las posisi pengelasan 1G, 2G dan 3G

Dari hasil pengujian kekerasan daerah las untuk spesimen 1G, 2G dan 3G di peroleh kekerasan yang berbeda. Perbedaan ini disebabkan oleh posisi pengelasan, spesimen 1G kekerasannya adalah 85,22 HRB untuk spesimen 2G adalah 84,28 HRB dan spesimen 3G adalah 87,38 HRB. Sehingga pengelasan spesimen 3G memiliki kekerasan tertinggi karena terjadi penetrasi yang sangat baik, sehingga hasil las jadi lebih padat. Kepadatan inilah yang membuat logamisi lebih keras. Seperti yang ditulis oleh Tylecote (1992): untuk pengelasan posisi 3G, terjadi penetrasi yang sangat baik. Factor yang mempengaruhi perbedaan kekerasan pada masing – masing specimen ialah “masukan panas yang diterima

spesimen berbeda –beda pada proses pengelasan ini berdampak pada nilai kekerasan ". (Arif Fisca Sunandar,2012).

Daerah HAZ posisi pengelasan 1G, 2G dan 3G

Dari hasil pengujian kekerasan daerah HAZ untuk spesimen 1G, 2G dan 3G di peroleh kekerasan rata-rata spesimen 1G sebesar 88,83 HRB, spesimen 2G sebesar 86,27 HRB ada spesimen 3G sebesar 90,16 HRB. Faktor yang mempengaruhi perbedaan kekerasan HRB pada masing – masing spesimen ialah posisi pengelasan, dimana untuk posisi 3G dalam teknik pengelasan ini mendapatkan nilai kekerasan yang besar dan panas yang diterima spesimen 3G lebih merata di daerah HAZ, dikarenakan panas yang diterima specimen 3G akan merubah komposisi kimia specimen. *Handbook* (metallurgi/ilmu logam). Jika komposisi kimia AISI 1050 dipanaskan dengan merata maka nilai kekerasannya akan meningkat.

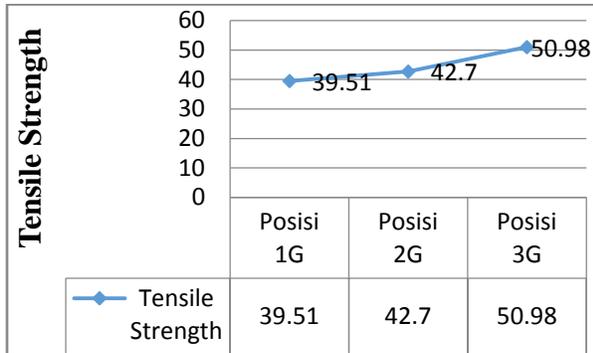
Data hasil pengujian Tarik.

Table 2. Data Hasil Uji Tarik Posisi 1G, 2G Dan 3G

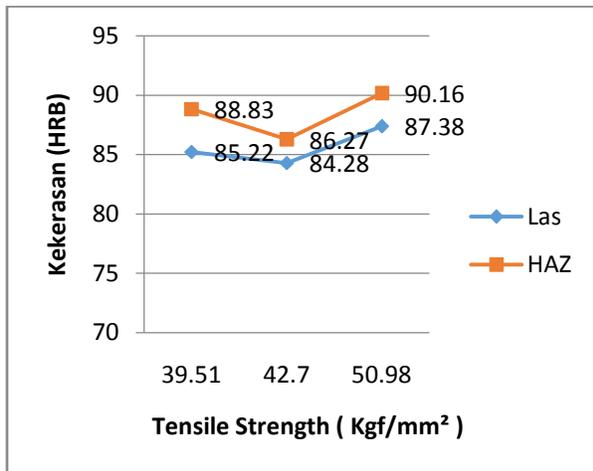
Variable Posisi Pengelasan	Max.force (Kgf)	Yield Strength (Kgf/mm ²)	Tensile Strength (Kgf/mm ²)	Elongation (%)
Posisi Pengelasan 1G	15928.5	36.77	46.85	39.02
	13708	31.7	40.32	26.56
	10800.5	24.73	31.37	29.24
Rata-rata	13479	31.06667	39.51333	31.60667
Posisi Pengelasan 2G	14203.5	32.2	41.77	36.63
	13870	27.45	40.79	29.68
	15487.5	35.91	45.56	47.2
Rata-rata	14520.3333	31.85333	42.70667	37.83667

Posisi Pengelasan 3G	18464	41.3	54.31	34.31
	14465.5	32.05	42.56	28.8
	18723	42.51	56.07	44.36
Rata-rata	17217.5	38.62	50.98	35.82333

Grafik 2. Hubungan Tensile Strength Terhadap Posisi Pengelasan



Grafik 3. Hubungan Antara Kekerasan Dan Tensile Strenght Terhadap Posisi Pengelasan



Uji Tarik

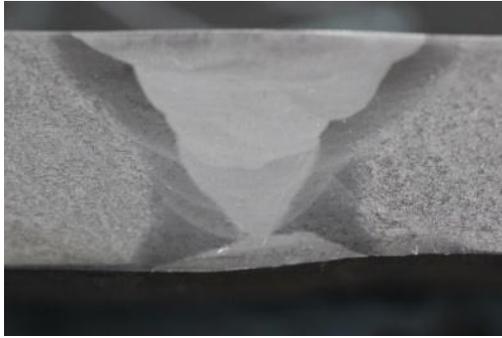
Kekuatan Tarik pada posisi 1G ini ada tiga yaitu 1G sebesar 46.85Kgf/mm², 1G (B) sebesar 40.32Kgf/mm² dan 1G (C) sebesar 31.37Kgf/mm². Dari hasil kekuatan tarikh ini dapat diambil rata-rata tensile

strength posisi pengelasan 1G adalah 39.51 Kgf/mm². Kekuatan tarik pada posisi 2G ini ada tiga yaitu 2G (A) sebesar 41.77 kgf/mm², 2G (B) sebesar 40.79Kgf/mm² dan 2G (C) sebesar 45.56 Kgf/mm². Dari hasil tensile strength ini dapat diambil rata-rata kekuatan tarik posisi pengelasan 2G adalah 42.70 Kgf/mm². Kekuatan tarik pada posisi 3G ini ada tiga yaitu 3G (A) sebesar 54.31 Kgf/mm², 3G (B) sebesar 42.56 Kgf/mm² dan 3G (C) sebesar 56.57/mm². Dari hasil kekuatan tarik ini dapat diambil rata-rata tensile strength posisi pengelasan 3G adalah 50.98 Kgf/mm². Dari hasil diatas nilai rata-rata kekuatan tarik tertinggi terdapat pada posisi pengelasan 3G. Hal ini dipengaruhi tingkat kekerasan rendah namun keuletan posisi 3G tinggi. Menurut DipoWirachi P (2009) Pada posisi 3G mengalami deformasi yang sempurna ketika diberikan beban tarik dikarenakan logam isi yang rendah dan daerah mulur dan ulet yang tinggi.

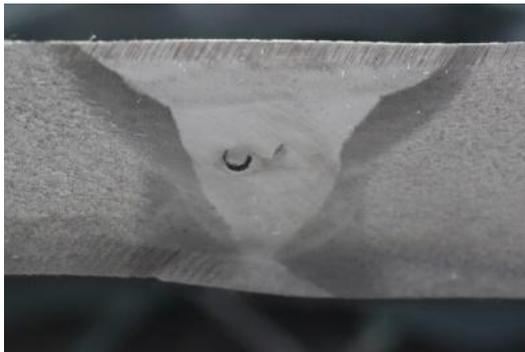
FOTO STRUKTUR MAKRO



Posisi 1G



Posisi 2G



Posisi 3G

Gambar 9. Struktur makro posisi pengelasan

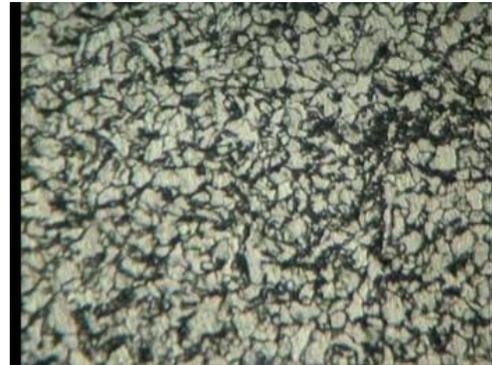
Struktur Makro

Setelah dilakukan pengamatan, hasil foto makro sambungan las SMAW yang terdiri dari logam las, HAZ, dan logam induk. Dengan menggunakan larutan etsa *reagent* nital 2% didapatkan lebar daerah HAZ (*heat affected zone*) yang berbeda pada tiap spesimen seperti pada gambar 9. Dari hasil foto makro tersebut, daerah HAZ yang warnanya lebih menghitam daripada daerah weld metal dan base metal dan didapatkan lebar HAZ yang berbeda dari setiap spesimen. Untuk spesimen posisi pengelasan 1G lebar HAZ lebih kecil dibandingkan spesimen dengan variasi posisi pengelasan 2G dan posisi pengelasan

3G. Hal ini dikarenakan pada daerah HAZ yang dekat dengan garis lebur, kristalnya tumbuh dengan cepat dan membentuk butir-butir kasar. (Wiryosumarto, 2000).

FOTO STRUKTUR MIKRO

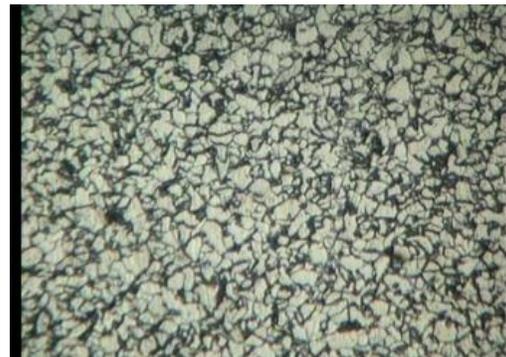
:



Posisi 1G



Posisi 2G



Posisi 3G

Gambar 10. Daerah Las



Posisi 1G



Posisi 2G



Posisi 3G

Gambar 11. Daerah HAZ



Gambar 12. Logam Induk

Struktur Mikro.

Dari hasil struktur mikro daerah logam induk yang mengalami rambatan suhu pengelasan menghasilkan struktur perlit dan Ferrit. Untuk daerah HAZ dengan posisi pengelasan 3G dengan nilai kekerasan sebesar 90,16 HRB yang mengalami rambatan panas yang cepat pada saat pengelasan hingga mencapai suhu $\pm 900^{\circ}\text{C}$ akan membentuk struktur austenit + ferrit dan perlit. Perlit terlihat lebih banyak, ini disebabkan karena kadar karbon yang tidak sempat larut dalam besi α akan menjadi perlit yang tumbuh lebih banyak dan menyebar membentuk lamel – lamel. Ukuran butir tidak beraturan, ada yang halus dan ada yang kasar. Hal ini disebabkan pada daerah ini butiran mengalami tahap pertumbuhan. Sedangkan untuk daerah las yang menggunakan elektroda E 7016 dengan temperatur lasan mencapai $1350^{\circ}\text{C} - 1500^{\circ}\text{C}$, akan membentuk struktur ferrit pada matrik austenit dan struktur perlit. Pembentukan perlit dimulai dengan terbentuknya inti sementit di batas butir austenit

KESIMPULAN

Dari hasil analisa data serta pembahasan pengujian kekerasan maupun uji tarik yang dilakukan pada posisi pengelasan SMAW menggunakan elektroda E7016 pada baja AISI 1050 Terhadap Sifat Mekanis, dapat diperoleh beberapa kesimpulan, yaitu:

1. Nilai kekerasan yang tertinggi dan mendekati nilai mekanis baja AISI 1050 adalah pada posisi pengelasan 3G, yaitu, memiliki nilai kekerasan rata-rata daerah las sebesar 87,38 HRB, daerah HAZ nilai kekerasan rata-rata 87,38 HRB,

logam induk kekerasan rata rata sebesar, 84,53 HRB.

2. Nilai kekuatan Tarik yang tertinggi juga terjadi pada posisi pengelasan 3G yaitu, dengan nilai *maks force* sebesar 17217.5 kgf, *Yield Strenght* 38.62 kgf/mm², *Tensile Strenght* 50.98kgf/mm² serta *Elongation* sebesar 35.82 %

DAFTAR PUSTAKA

- Harsonowiryosumarto, Toshie Okumura, 2000, "Teknologi Pengelasan Logam", Paramitha Jakarta.
- Eko.Santoso.1996. *Welding untuk SPV dan JR.Engineering PT Truba Jaya Engineering*. Jakarta
- Daryanto. 2012. *Teknik Las*. Bandung: CV.Alfabeta
- L.Littele Richard. 1982. *Welding and Welding Technology*. London
- Pudin Saragih 1 April 2012. Pengaruh Posisi Pengelasan Terhadap Kekuatan Takik Dan Kekerasan Pada Sambungan Las Pipa, *Jurnal Pendidikan Teknologi Dan Kejuruan Fakultasteknik Unimed Vol.14 No.1*.
- Santhiarsa, I Gusti Ngurah Nintya, dan Budiarsa, I Nyoman. 2008. Pengaruh Posisi Pengelasan dan Gerakan Elektroda Terhadap Kekerasan Baja JIS SSC 41, *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin CAKRAM*. Vol. 2 No. 2.
- Sri.Widharto. 2006. *petunjuk kerja las*. Jakarta: PT Pradnya Paramita
- Sri.Widharto.1964. *welding inspection*. Jakarta: PT Pradnya Paramita
- Widharto, Sri, 2006, "petunjuk kerja las" Jakarta: PT Pradnya Paramita.
- Yanuar Pribadi, Eko Siswanto, Rudy Soenoko. 2013. Pengaruh Posisi Pengelasan Dan Jenis Elektroda Temper Bead Welding Terhadap Ketangguhan Hasil Las Smaw Pada Baja Ss 41, *Jurnal Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang Vol. 3 No. 3*.
- Yaqin, M. K.. 2011. *Pengaruh Preheat dan Postheat terhadap Lebar HAZ, Struktur Mikro, dan Distribusi Kekerasan pada Proses Pengelasan SMAW Besi Cor Kelabu FC 25*. Skripsi. Jurusan Teknik Mesin. ITS. Surabaya