ANALISA KEKUATAN WELDING REPAIR BAJA AISI 420 DENGAN METODA GMAW

Cecep Slamet Abadi¹, Rosidi, Idrus Assagaf

Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta
Jalan Prof. Dr. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok 16425
e-mail: ¹cep_abadi@yahoo.com

ABSTRACT

Welding technology is used because besides being easy to use, it can also reduce costs so it is cheaper. Especially for welding repair. From the welding repair the extent to which the strength of GMAW welds can repair components from the molded plastic mold room made of AISI 420 stainless steel. Repair of the print room components using deposit welding is tested using tensile strength and hardness as realization of resistance when holding the rate of liquid plastic entering the print room by 25 to 40 MPa, depending on the plastic viscosity, the precision of the mold and the filling level of the print room. Deposition welding method as a welding repair can affect a procedure to be able to produce a component that is safe and capable of being used in accordance with the provisions. The welding process used is reverse polarity GMAW DC with 125 A current and ER 70 S welding wire diameter 1.2 mm. Test material AISI 420. Tests carried out were tensile test, impact test and hardness test in weld metal, HAZ and base metal. From the Charpy impact test and tensile test obtained the value of welding strength which is close to the strength of the complete object, which is equal to 65%. The energy absorbed by the impact test object with GMAW welding is 5.4 Joule while for the whole test object is 8.1 Joule. The welding tensile strength is 520 MPa compared to the tensile strength of 820 MPa.

Key words: AISI 420, Repair Welding, Tensile, Hardness, ER 70 S Welding Wire

ABSTRAK

Teknologi pengelasan digunakan karena selain mudah penggunaannya juga dapat menekan biaya sehingga lebih murah. terutama untuk welding repair. Dari Welding repair sejauh mana kekuatan las GMAW dapat memperbaiki komponen dari ruang cetak cetakan plastik yang terbuat dari baja tahan karat jenis AISI 420. Perbaikan komponen ruang cetak dengan menggunakan metoda las deposisi (deposit welding) diuji dengan menggunakan kekuatan tarik dan kekerasan sebagai realisasi katahahan saat menahan laju plastik cair yang memasuki ruang cetak sebesar 25 sampai 40 MPa, tergantung dari viskositas plastik, kepresisian cetakan dan tingkat pengisian ruang cetak. Metoda las deposisi (deposit welding) sebagai welding repair bias mempengaruhi suatu prosedur untuk dapat menghasilkan komponen yang aman dan mampu digunakan sesuai dengan ketentuan.. Proses pengelasan yang digunakan adalah GMAW DC polaritas terbalik dengan arus 125 A dan kawat las ER 70 S diameter 1,2 mm. Material uji AISI 420. Pengujian yang dilakukan adalah uji tarik, uji impak dan uji kekerasan di weld metal, HAZ dan base metal. dari pengujian impak Charpy dan pengujian tarik didapat nilai kekuatan pengelasan yang mendekati kekuatan benda ujin yang utuh yaitu sebesar 65 %. Energi yang diserap benda uji impak dengan las GMAW adalah 5,4 joule sedangkan untuk benda uji utuh adalah 8,1 joule. Kekuatan tarik pengelasan adalah 520 MPa dibandingkan dengan kekuatan tarik benda utuh sebesar 820 MPa

Kata kunci: AISI 420, Repair Welding, Kekuatan Tarik, Kekerasan, Kawat Las ER 70 S

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi Pengelasan yang digunakan di bidang konstruksi semakin maju dan mempunyai peranan penting dalam bidang rekayasa dan reparasi logam. Perbaikan dan perawatan di bidang pengelasan

memiliki prospek yang baik. Perbaikan pengelasan dapat mempengaruhi suatu prosedur untuk dapat menghasilkan produk yang aman dan mampu digunakan sesuai dengan ketentuan.

Dalam pengelasan kekuatan sambungan las harus benar-benar diperhatikan, minimal kekuatan hasil pengelasan

harus sama dengan kekutan base metal. Tetapi pada proses pengelasan selalu ada resiko kegagalan dalam proses pengerjaannya sehingga diperlukan perbaikan.

Salah satu bagian dari mesin injeksi yang sering mengalami kegagalan pada waktu operasi adalah *plastic mold* (cetakan plastik) karena cetakan ini mengalami yang terus berulang baik berupa temperatur defleksi dikarenakan beban *flexural* atau *Heat Deflection Temperature* (HDT) pada posisi *edgewise*, tetapi juga ketangguhan cetakan plastik terhadap panas asing pada beban jangka panjang, serta beban jangka panjang terhadap gesekan. Jika hanya sisi resistensi terhadap gesekan diambil ke account tanpa mempertimbangkan sisi beban panas asing, terutama pada *high-carbon* atau baja paduan tinggi yang digunakan yang mengalami beban tersebut, hal ini yang menyebabkan retak karena kurangnya ketangguhan.

Retak yang terjadi dapat dilakukan pengelasan ulang atau repair welding untuk menghemat biaya dibandingkan untuk merekayasa cetakan plastik yang lebih kuat dan tahan lama yang memerlukan biaya yang lebih besar. Oleh karena itu penggunaan las pada material cetakan plastik sangat memungkinkan sejauh mana kekutan sambungan las tersebut mendekati kekutan material cetak plastik. Perbaikan yang dilakukan pada cetakan plastik berkisar dari mengelas komponen pembentuk ruang cetak cetakan plastik. Berdasarkan uraian di atas, peneliti merasa perlu untuk melakukan penelitian terhadap aplikasi produk cetak plastik agar dapat membandingkan kualitas mekanik antara material cetakan plastik utuh dengan material yang sudah dilas. Langkah yang perlu dilakukan untuk mendapatkan kualitas yang baik tersebut maka perlu dilakukan pengujian, karena hasil pengelasan

memiliki pengaruh yang besar pada daerah *weld metal* dan HAZ (*Heat Affected Zone*) sehingga perlu menjadi hal yang diperhatikan..

L.P. Borego, J.T.B. Pires, J.M.Costa dan J.M. Ferreira 2007, meneliti dan menyimpulkan bahwa perbaikan disposisi baja cetakan plastik dengan menggunakan las laser adalah lebih baik dibandingkan deposisi dengan menggunakan las TIG. Terutama adalah komposisi logam di sekitar daerah pengelasan dengan las laser hanya berubah sedikit saja, dan akurasi dari proses deposisi menggunakan las laser jauh lebih presisi untuk volume yang kecil. Kesimpulan ini didapat setelah mereka melakukan uji kelelahan pada dua jenis bahan cetak plastik yang disambung menggunakan las laser (AISI H13 dan AISI P20) dan setelah diberi luka dan dilas kembali dengan las laser yang bertujuan untuk menciptakan distorsi, lalu diberi pembebanan dengan amplitudo yang konstan dengan rasio tegangan $R=0$ dan $R=4$. Hasilnya lalu diperiksa dengan SEM untuk mempelajari kelelahan yang terjadi.

Dahlan Fandi, 2014, meneliti Pengaruh Welding Surface Repair Berulang-ulang Pada Bahan Stainless Steel SUS 304 Dengan Menggunakan Las GTAW Terhadap Sifat Mekanik Sambungan. Dari hasil penelitian yang dilakukan, dapat disimpulkan *Welding surface repair* berulang-ulang berpengaruh signifikan terhadap sifat kekerasan bahan, kekuatan tarik, dan ketangguhan bahan, pada proses pengelasan GTAW dan *Welding surface repair* berulang-ulang berpengaruh signifikan terhadap struktur mikro bahan stainless steel SUS 304 dan tidak akan membuat sifat mekanik bahan tersebut sama dengan logam induknya pada proses pengelasan GTAW.

Kosasih Poniman Deny, Nurramdhan Fadli, Hakim Rachman Arif, meneliti Analisa Perbandingan Pengaruh *Welding Repair* Pada Pengelasan

SMAW Dengan Menggunakan Elektroda RB -26 Kobe Steel dan RD-260 Nikko Steel Terhadap Nilai Kekerasan Baja Karbon Rendah. Dari hasil penelitian yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa akibat dari *multiple repair* yang dilakukan akan berpengaruh besar terhadap daerah HAZ dan *weldability* dari *base metal* itu sendiri. Pekerjaan las ini dilakukan dengan metode SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*) pada posisi 1G (datar) dengan elektroda AWS RB-26 KOBE STEEL dan RD-260 NIKKO STEEL. Melalui pengamatan metalografi struktur makro untuk elektroda RB-26 KOBE STEEL, pada pengelasan repair specimen C terlihat jelas pelebaran input panas pada HAZ. Pada pengamatan struktur mikro, tampak bahwa fase sementit terlihat lebih merata pada daerah *weld metal* untuk specimen D. Kekerasan material yang paling tinggi terdapat pada specimen D yaitu untuk daerah BM harga VHN nya 158,5 ,untuk daerah HAZ harga VHN nya 179,8 dan untuk daerah WM harga VHN nya 210.

Dari uraian tersebut, *welding repair* yang dilakukan akan berpengaruh besar terhadap daerah HAZ dan *weldability* dari *base metal* itu sendiri.

Baja Tahan Karat AISI 420

Baja tahan karat secara umum adalah baja paduan yang mengandung kromium dan nikel sebagai elemen paduan. Kromium menjadikan baja tahan karat terhadap karat karena membentuk lapisan oksida yang pasif diseluruh permukaan yang dapat menahan air dan variasinya sehingga tidak terjadi pengkaratan, sedangkan nikel pada paduan ini menjadikan struktur austenitic yang stabil.

Baja tahan karat AISI 420 adalah suatu baja tahan karat yang cocok bahan cetakan plastik karena sifatnya bahan tersebut yang tahan karat dan mampu dimesin dan dipoles serta mempunyai suhu kerja yang tinggi yaitu 650°C. Dan

sifat mekanik dari AISI 420 seperti pada tabel 1.

Pengelasan

Pengelasan adalah proses penyambungan antara dua bagian logam atau lebih dengan menggunakan energi panas. Menurut *Deustche Industry Normen* (DIN), pengelasan adalah ikatan metalurgi pada sambungan logam paduan yang terjadi dalam keadaan lumer atau cair, dengan kata lain pengelasan adalah penyambungan setempat dari dua logam dengan menggunakan energi panas. Pengelasan merupakan salah satu bagian yang tak terpisahkan dari proses manufaktur. Pengelasan adalah salah satu teknik penyambungan logam dengan cara mencairkan sebagian logam induk dan logam pengisi dengan atau tanpa tekanan dan dengan atau tanpa logam tambahan dan menghasilkan sambungan yang kontinu (Wirjosumarto, 2010).

Pengelasan GMAW

Pengelasan GMAW (*Gas Metal Arc Welding*) 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 menggunakan gas Karbondioksida (CO₂) yang biasa disebut MIG.

Gambar 1. Proses las GMAW

Proses Las MIG (*Metal Inert Gas*) menggunakan gas CO₂ sebagai gas pelindung dan menggunakan kawat las pejal sebagai logam pengisi dan digulung dalam rol kemudian diumpankan secara terus menerus selama proses pengelasan berlangsung. Karena menggunakan gas pelindung CO₂ yang bersifat oksidator maka pengelasan ini bagus untuk pengelasan pada konstruksi maupun manufaktur. Untuk proses pengelasan MIG ini biasanya digunakan untuk mengelas material yang terbuat dari aluminium atau baja tahan karat.

Gambar 2. Perlengkapan mesin las GMAW

Kawat Elektroda

GMAW adalah salah satu jenis proses las cair (*fusion welding*) yang banyak digunakan pada pengerjaan konstruksi ringan sampai berat. Hasil maksimal akan dapat dicapai apabila jenis kawat elektroda yang digunakan sama dengan jenis logam yang di las. Jenis logam yang dapat di las menggunakan GMAW ada beberapa macam antara lain :

- Baja tegangan tinggi dan menengah
- Baja paduan rendah
- Baja tahan karat
- Aluminium
- Tembaga
- Tembaga paduan

Bentuk kawat elektroda yang digunakan pada GMAW secara umum adalah *solid wire* dan *flux cored wire*, di mana

penggunaan kedua tipe tersebut sangat tergantung pada jenis pekerjaan.

a. *Solid wire* digunakan secara luas untuk mengelas konstruksi ringan sampai sedang dan dioperasikan pada ruangan yang relatif tertutup, sehingga gas pelindungnya tidak tertiup oleh angin.

b. *Flux cored wire* lebih banyak dipakai untuk pengelasan konstruksi sedang sampai berat dan tempat pengelasannya memungkinkan lebih terbuka (ada sedikit tiupan angin).

Untuk kawat las GMAW diklasifikasikan dengan kode ER XXS-X yang mempunyai pengertian sebagai berikut.

Kode ER : *Electrode* atau *Welding Rod*

Kode XX : Kekuatan tarik dari kawat las x 1000 psi, misalnya jika diisi 70 berarti 70×1000 psi.

Kode S : *Solid Wire*, artinya bentuk dari kawat las GMAW adalah Solid atau tidak berongga.

Kode X : kode dari komposisi kimia kawat las.

Metalurgi las

Metalurgi dalam pengelasan adalah proses yang terjadi pada logam yang mengalami pengelasan menyebabkan terjadinya perubahan-perubahan metalurgi, deformasi, dan tegangan-tegangan termal pada logam las dan daerah yang dipengaruhi panas atau HAZ (*Heat Affected Zone*) yang erat hubungannya terhadap kekuatan las. Aspek-aspek yang timbul selama dan sesudah pengelasan harus benar-benar diperhitungkan sebelumnya, karena perencanaan yang kurang tepat dapat mengakibatkan kualitas hasil las yang kurang baik. Dengan demikian pengetahuan metalurgi las dan ditambah dengan keahlian dalam operasi pengelasan dapat ditentukan prosedur pengelasan yang baik untuk menjamin hasil las-lasan yang baik. Pada setiap penyambungan dengan las, selalu dijumpai daerah-daerah atau bagian-

bagian dari sambungan las seperti yang terlihat pada Gambar 3.

Gambar 3. Daerah pengelasan

Pengujian Las

Untuk mengetahui kekuatan mekanik dari hasil pengelasan ini dilakukan pengujian tarik dimana nilainya sama atau lebih besar dengan kekuatan tarik bahan yang disambung dan patahan tidak boleh terjadi pada sambungan las, selain itu juga dilakukan pengujian kekerasan untuk mengetahui kekerasan yang terjadi pada daerah pengelasan dimana nilainya sama atau lebih besar dengan logam induknya.

METODE PENELITIAN

Diagram Alir dari penelitian ini dapat dilihat pada gambar 4. Spesifikasi bahan benda uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bahan yang digunakan adalah pelat baja tahan karat AISI 420
2. Ukuran plat yang digunakan : 2000 mm × 100 mm × 10 mm
3. Elektroda yang digunakan adalah ER 70S dengan diameter 1,2 mm
4. Posisi pengelasan di bawah tangan (posisi 1G)
5. Arus yang digunakan adalah 125A

Alat Uji yang digunakan :

1. Mesin Las
2. Gerinda Tangan
3. Gergaji
4. Kikir
5. Amplas
6. Jangka Sorong
7. Mesin uji tarik
8. Mesin uji kekerasan
9. Mesin uji impak
10. Mesin sekrap

HASIL dan PEMBAHASAN

Pengujian Impak

Pengujian sampel benda uji dilakukan laboratorium metalurgi Fakultas Teknik Universitas Indonesia baik pengujian tarik, impak dan kekerasan. Parameter mesin yang digunakan GOTECH-7052 *Charpy Impact Tester*.

Masa Bandul : 30 kg, Panjang lengan 75 cm, Sudut ketinggian awal 146° dengan ketinggian awal 137 cm. Suhu Pengujian 24°.

Pengujian Tarik

Suhu uji : 24°C

Kapasitas mesin : 20 Ton

Tipe : *Servopulser Shimadzu*

Pengujian Kekerasan

Gambar 5. Posisi pengujian kekerasan

Aspek Teknis

Difusi yang terjadi antara kawat las dan bahan dasar pada daerah HAZ sangat baik hasilnya, terbukti dengan tidak adanya hasil pengelasan yang terlepas karena pembebanan, semua benda uji telah patah tepat di tengah daerah pengelasan, yang mempunyai tingkat kekerasan paling rendah dan dapat disimpulkan bahwa patah yang terjadi karena kandungan sulfur pada kawat yang terlalu tinggi.

Gambar 6. Patahan pada benda uji impak

Gambar 7. Patahan pada benda uji tarik

Dalam memperbaiki yang berhubungan dengan cetakan plastik dapat memanfaatkan teknologi pengelasan GMAW dengan mencari kawat las yang cocok dengan bahan dasar yang di pergunakan sesuai dengan kebutuhan. Dalam pengelasan yang terpenting adalah parameter pengelasan harus dicarikan kombinasinya yang cocok untuk setiap variasi bahan dan kawat las yang dipergunakan.

Aspek Ekonomis

Cetakan plastik yang sedang dalam proses pembuatan dan ternyata terjadi kesalahan dan perlu perbaikan, maka yang paling penting untuk dipertimbangkan adalah kepercayaan pelanggan atas kualitas pekerjaan dan waktu penyelesaian pembuatan cetakan plastik. Dengan adanya teknologi pengelasan GMAW yang dapat diandalkan bila rancangan cetakan plastik terjadi kesalahan atau kegagalan yang dapat diperbaiki dengan pengelasan kemudian di-machining kembali.

KESIMPULAN

Proses las GMAW untuk perbaikan cetakan plastik sangat direkomendasikan karena prosesnya cepat dan dapat dikontrol sehingga pada waktu melakukan permesinan dapat dilakukan dengan mudah dan seminimal mungkin. Kekuatan memang menurun dibandingkan dengan bahan dasarnya, tetapi masih sangat cukup untuk dapat bekerja pada cetakan plastik dengan tekanan pengisian tertinggi.

Tekanan plastik yang memasuki ruang cetak adalah rata-rata sebesar 25-40 MPa atau 250 - 400 kgf/cm². Sedangkan dari pengujian impak Charpy dan pengujian tarik didapat nilai kekuatan pengelasan yang mendekati kekuatan benda ujin yang utuh yaitu sebesar 65 %. Energi yang diserap benda uji impak dengan las GMAW adalah 5,4 joule sedangkan untuk benda uji utuh adalah

8,1 joule. Kekuatan tarik pengelasan adalah 520 MPa dibandingkan dengan kekuatan tarik benda utuh sebesar 820 MPa.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Alam, Mohammad Shah. 2005. *Structural Integrity and Fatigue Crack Propagation Life Assessment of Welded and Weld-Repaired Structures*. Dissertation in Bangladesh University of Engineering and Technology.
- [2] ASTM. "E8 Standard Test Methods of Tension Testing of Metallic Materials". Annual Book of ASTM Standards. American Society for Testing and Materials. Vol. 3, 01.
- [3] ASTM. "E384 Standard Test Method for Rockwell Hardness of Metallic Materials". Annual Book of ASTM Standards. American Society for Testing and Materials. Vol. 3, 01
- [4] Dominic V Rosato, P.E. and Donald V Rosato. 2000. *Injectio Molding Handbook (The Complete Molding Operation, Technology, Performance, Economic)*, Van Nostrand, New York, Kluwer Academic Publisher 101 Philip Drive, Assinipi Park, Norwell Massachusetts 020611, USA
- [5] Dahlan, Fandi. 2014. *Pengaruh Welding Surface Repair Berulang-ulang Pada Bahan Stainless Steel SUS 304 Dengan Menggunakan Las GTAW Terhadap Sifat Mekanik Sambungan*. Jurnal PPPPTK BOE Malang. September 2014.
- [6] Kosasih Poniman Deny, Nurramdhan Fadli, Hakim Rachman Arif. 2008. *Analisa Perbandingan Pengaruh Welding Repair Pada Pengelasan SMAW Dengan Menggunakan Elektroda RB -26 Kobe Steel dan RD-260 Nikko Steel Terhadap Nilai Kekerasan Baja Karbon Rendah*. Jurnal mesa Fakultas Michael Mc. Guirea,

- Stainless Steel for Design Engineers, ASM International Material Park, Ohio 44073-0002.
- [7] Surdia, Tata dan Saito, Shinroku. 2000. *Pengetahuan Bahan Teknik*. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.
- [8] Setiawan, Anang dan Wardana, Yusa Asra Yuli. 2006. *Analisa Ketangguhan dan Struktur Mikro pada Daerah Las dan HAZ Hasil Pengelasan Submerged Arc Welding pada Baja SM 490*. Jurnal Teknik Mesin Vol. 8, No. 2, Oktober 2006: 57 – 63.
- [9] Sonawan, Hery dan Suratman, Rochim. 2006. *Pengantar untuk Memahami Proses Pengelasan*. Edisi kedua. Bandung: Alfabeta
- [10] Sugiyono. 2002. *Las TIG dan MIG*. Bandung: Alfabeta

Tabel 1. Sifat mekanik AISI 420

Suhu (°C)	Kuat Tarik <i>Tensile S</i> (MPa)	Kuat Luluh <i>Yield .S</i> (MPa)	Elongasi (% dlm 50 mm)	Kekerasan (HB/HRC)	Impact Charpy V (Joule)
Anil	655	345	25	241/23	-
320	1580	1365	14	444/47	19
650	1035	810	18	302	22

Tabel 2. Klasifikasi bahan dan elektroda dalam GMAW

Logam Dasar	Elektroda yang Direkomendasikan		Spesifikasi AWS	Kisaran Arus	
	Tipe Bahan	Klasifikasi Elektoda		mm	Arus (A)
Aluminium dan Aluminum Paduan	1100	ER1100, ER4043	A5.10	0.8	50-175
	3003.3004	ER1100, ER5356		1.2	90-250
	5052, 5454	ER5554, ER5356		1.6	160-350
	5083,5086,5456	ER5556,ER5356		2.4	225-400
	6061, 6063	ER4043, ER5356		3.2	350-475
Baja	Baja karbon rol panas atau pembentukan dingin	ER70S-3,ER70S-1	A5.18	0.8	40-220
		ER70S-2,ER70S-4		0.9	60-280
		ER70S5-ER70S6		1.2	125-380
				1.6	260-460
				2.0.	275-450

Tabel 3. Hasil pengujian impak

Benda Uji	Luas penampang (mm ²)	Energi yang diserap (joule)	Harga Impak (Joule/ mm ²)
Benda Utuh	45,12	8,0	0,20
Benda A(las)	45,86	5,4	0,10
Benda B(las)	45,34	5,4	0,10
Benda C(las)	46,84	5,4	0,10

Tabel 4. Hasil pengujian tarik

Luas Area (mm ²)	Benda Utuh	Kekuatan Tarik (kg/mm ²) [Mpa]	Batas luluh (kg/mm ²) [Mpa]	Regangan (% dalam 49 mm)
49,79	Benda utuh	83 [820]	72,5 [710]	8
50,02	Benda A (Las)	54 [529]	54 [529]	-
49,94	Benda B (Las)	54 [529]	54 [529]	-
49,84	Benda C (Las)	54 [529]	54 [529]	-

Tabel 5. Hasil pengujian kekerasan

1	2	3	4
294 HV	561 HV	352 HV	339 HV
279 HB	525 HB	334 HB	322 HB
29 HRC	53 HRC	36 HRC	35 HRC

Gambar 4. Diagram alir metodologi penelitian