

PENGAMATAN PENGARUH Cu PADA LASAN BESI COR KELABU

Nusin Samosir¹ dan Mulyadi Rizali²

¹P2TBDU - BATAN, Kawasan PUSPIPTK Serpong 15314

²Alumni UNJANI - Bandung

ABSTRAK

PENGAMATAN PENGARUH Cu PADA LASAN BESI COR KELABU DENGAN MIKROSKOP ELEKTRON SCANNING (SEM). Telah dilakukan pengamatan pengaruh Cu pada lasan besi cor kelabu dengan arus 75, 100 dan 125 A. Pada proses pengelasan kawat Cu diameter 1mm disisipkan pada kampuh las dengan tiga tahap. Tahap pertama 2 (dua) kawat Cu disisipkan pada lapisan ke-1 kampuh las, tahap kedua 2 (dua) kawat Cu disisipkan pada lapisan ke-2 kampuh las selanjutnya tahap ketiga 3 (tiga) kawat Cu disisipkan pada lapisan ke-3 (terakhir). Tujuan dari pemberian kawat Cu ini diharapkan untuk memberikan distribusi panas yang lebih homogen sehingga hasil lasan pada kampuh las lebih homogen dan lebih baik. Pengamatan dilakukan dengan cara metalografi selektif menggunakan SEM dan analisis distribusi unsur menggunakan WDS dan uji kekerasan dan uji kekuatan tarik pada setiap variasi arus yang digunakan dalam pengelasan. Hasil pengamatan memperlihatkan lasan dengan arus 100A adalah yang paling baik dimana distribusi martensit pada kampuh las, sementit pada daerah zona fusi lebih homogen dan halus. Pada pengelasan dengan arus 125A fasa martensit yang terjadi pada kampuh las dan sementit pada zona fusi lebih kasar serta lebih luas dibandingkan dengan dengan arus pengelasan 100A. Sehingga kekuatan dan kekerasan pengelasan 125A lebih tinggi dari pengelasan 100A namun lebih getas, yaitu 23,2 kgf/mm², 481 VHN dan 20,2 kgf / mm², 382 VHN.

ABSTRACT

EXAMINATION OF Cu EFFECT ON THE GRAY CAST IRON WELDING USING SCANNING ELECTRON MICROSCOPY (SEM). Examination has been done on gray cast iron welding using SEM and wavelength dispersive spectrometry (WDS) analysis. The welding process was at variation 75, 100 and 125 A (Ampere) . The welding process was done by inserting the copper wires of 1 mm diameter into groove in tree steps. The first step was 2(two) Cu wires inserted into the first layer of groove and second step was 2(two) Cu wires inserted into the second layer of groove and the third 3 (three) cu wires inserted into the third layer. The aim of using copper wire was to give more homogenous heat distribution in the groove, so that the welding result would be better and more homogenous. Examination are carry out with selective metallography using SEM with the element distribution analysis using WDS, and hardness and tensile testing to various welding of the applied current. The results using SEM and WDS analysis showed that the current used of 100A was better and more homogenous than that of the current of 125 A. The tensile strength and hardness resulted from the applied current of 125 A are higher than that of current of 100 A. (23,2 Kgf/mm², 481 VHN, 20,2 Kgf/mm², 382 VHN, and the fusion zone are wider and more brittle.

1. PENDAHULUAN

Pengelasan yang sukar dilakukan hingga saat ini adalah pengelasan besi cor, terutama besi cor kelabu. Besi cor kelabu memiliki matriks mikrostruktur grafit yang berbentuk serpih (memanjang dan pipih) yang sifatnya getas dan rapuh (*brittle*). Sehingga sifat mekanik Besi cor kelabu getas, rapuh dan sensitif terhadap perlakuan/pemberian panas, seperti proses pengelasan. Hal ini terjadi karena konsentrasi tegangan terjadi pada ujung-ujung serpihan grafit.

Salah satu usaha yang dilakukan untuk dapat mengatasi kesulitan pengelasan tersebut adalah dengan mensisipkan kawat tembaga (Cu) pada kampuh las pada saat pengelasan. Agar didapatkan hasil lasan yang baik dan homogen. Metoda yang digunakan sesuai dengan standar JIS G.5001. 1995. Arus yang digunakan pada saat pengelasan adalah 75, 100 dan 125 A (Ampere) dan media yang digunakan adalah gas CO₂.

2. TEORI DASAR

Besi cor kelabu adalah salah satu jenis besi cor yang pada dasarnya paduan terner dari Karbon (C), Silikon (Si) dan Besi (Fe). Jenis lainnya adalah besi cor putih, besi cor mampu tempa dan besi cor paduan tinggi [1].

Pada diagram fasa Fe-Fe₃C, garis batas antara besi cor dan baja adalah 2% C [1]. Besi cor biasanya mempunyai karbon total 3%C dan batas tertinggi 3,8 - 4%C. Keberadaan karbon dalam besi cor ada dalam dua bentuk yaitu sebagai grafit yang lebih dikenal sebagai karbon bebas dan besi karbida (sementit). Dalam besi cor, komposisi kimia yang sama dapat menghasilkan beberapa tipe mikrostruktur yang berbeda. Besi cor jarang diklasifikasikan berdasarkan komposisi kimia akan tetapi diklasifikasikan / distandarkan berdasarkan sifat mekanik

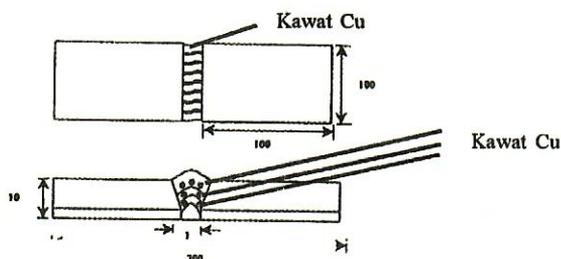
(hasil uji tarik minimum). Untuk membedakan karakteristik mikrostrukturnya berdasarkan keberadaan serpihan grafit dalam matriks, yaitu ferit, perlit dan austenit. Pada besi cor kelabu serpihan grafit menempati kira-kira 10% dari total volume sehingga besi cor mempunyai densitas lebih rendah dari baja.

3. TATA KERJA

3.1. Bahan

Bahan lasan adalah besi cor kelabu (FC25) dengan komposisi kimianya : 4,01% C; 1,2% Si dan 0,05% P serta besi (Fe) sisanya. Dimensinya adalah 100 mm x 200 mm x 10 mm. Bahan pengisi (*filler metal*) : baja karbon rendah dengan kandungan karbon 0,04% dan logam penambah tembaga Cu (99,9%) dalam bentuk kawat dengan ϕ (diameter) 1 mm dan panjang 100 mm seperti Gambar 1. Sistem pelasan seperti *Metal Inert Gas* (MIG) akan tetapi gasnya bukan inert, melainkan gas CO₂ karena pertimbangan harga (ekonomi).

Seperti diperlihatkan dalam Gambar 1. Sesuai dengan standar JIS . G.5001. 1995. Pada saat pengelasan pada kampuh las ditambahkan kawat Cu sebagai berikut:



Gambar 1. Metoda pengelasan dan penyisipan kawat Cu pada las (*groove*)

Pada lapisan I dan lapisan II disisipi batang kawat Cu dengan $\phi = 1$ mm, sebanyak 2 buah serta pada lapisan III disisipi batang kawat Cu dengan $\phi = 1$ mm, sebanyak 3 buah.

3.2. Cara Kerja

Semua hasil pengelasan dengan arus, 75A, 100A dan 125A terlebih dulu dipreparasi yaitu dengan pemotongan , penggerindaan dan pemolesan dan pengetsaan dengan nital 2% . Selanjutnya dilakukan pemeriksaan dengan mikroskop elektron scanning (SEM - 840A) dan dilakukan analisis distribusi komposisi unsur Cu dengan dispersif spektrometri berdasarkan panjang gelombang (*Wavelength dispersive spectrometry, WDS*) yang ada pada alat SEM tersebut. Baik morfologi hasil lasan maupun analisis komposisi kimia direkam dalam foto dari masing-masing variabel arus pengelasan yang digunakan selanjutnya dianalisis. Sebelum diamati dengan SEM terlebih dulu dilakukan uji mekanik yaitu uji tarik dan kekerasan mikro.

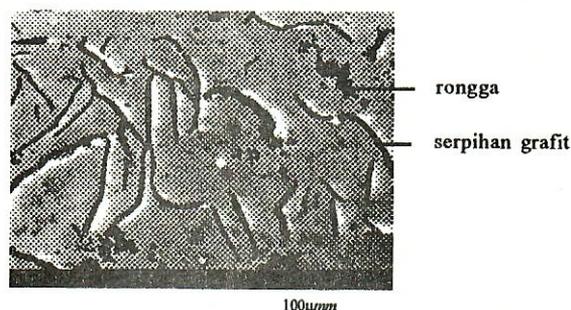
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian Mekanik dengan uji tarik, berdasarkan AWS D.1.1. 1994 dan uji kekerasan mikro dapat dilihat pada Tabel 1.

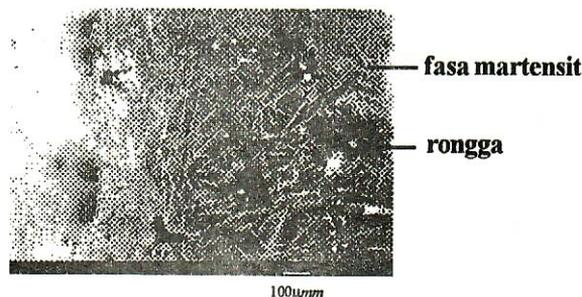
Tabel 1. Hasil uji tarik dan kekerasan dari lasan besi cor kelabu dengan arus yang berbeda

No. sampel	Besarnya arus pelasan Ampere	Kekuatan tarik maksimum (σ_u) kg/mm ²	Kekerasan Vickers, VHN
1	75	12,26	286
2	100	20,2	382
3	125	23,2	481

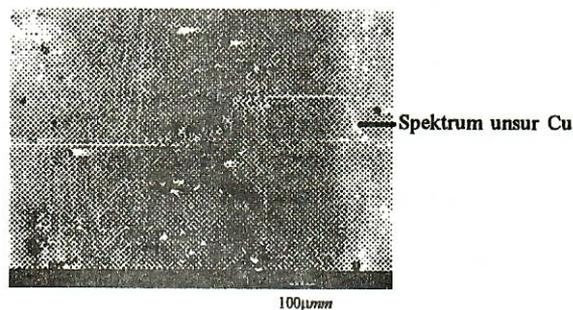
Hasil fotografi mikrostruktur dan analisis komposisi kimia secara kualitatif dengan menggunakan SEM merk Jeol 840A dapat dilihat pada Gambar 2 sampai 10.



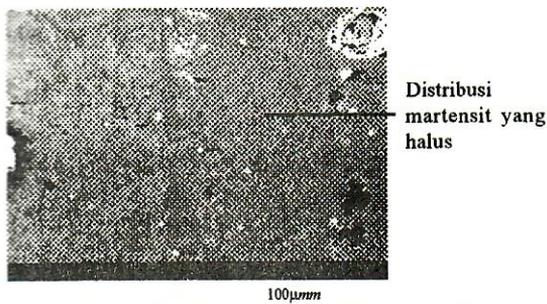
Gambar 2. Mikrostruktur besi cor kelabu (logam induk), perbesaran 500 x



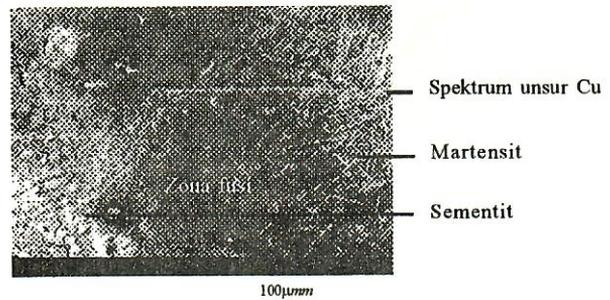
Gambar 3. Mikrostruktur lapisan ke-1 dan ke-2 di daerah kampuh las , fasa martensit yang tidak merata, arus 75 A dan perbesaran 75 x



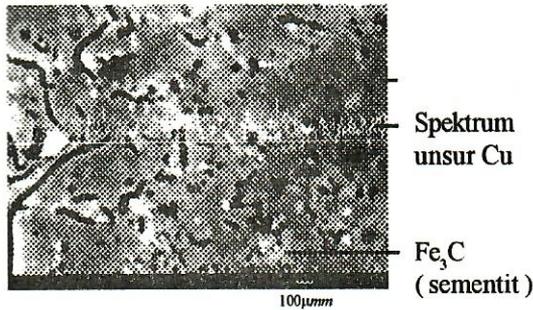
Gambar 4. Mikrostruktur dan X-ray line scanning unsur Cu di daerah lapisan ke-1 dan ke-2, pada kampuh las, arus 75 A dan perbesaran 75x.



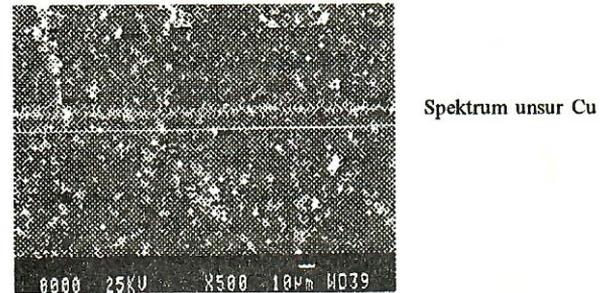
Gambar 5. Kampuh las antara lapisan ke-1 dan ke-2, fasa martensit halus, arus 100A dan perbesaran 500x.



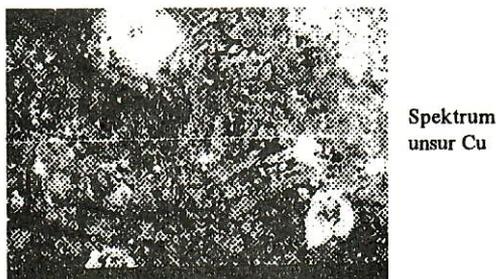
Gambar 8. Mikro struktur pada lapisan ke-2 antara zona fusi dan logam induk, arus 125A, perbesaran 75x,



Gambar 6. X-ray scanning unsur Cu pada lapisan ke-3 antara logam induk dan zona fusi (terbentuk sementit halus), arus 100A dan perbesaran 500x



Gambar 9. X-ray line scanning unsur Cu pada lapisan ke-2 (daerah kampuh las) arus 125 A dan perbesaran 500x.



Gambar 7. X-ray scanning unsur Cu antara zona fusi dan logam induk pada lapisan ke-2, fasa campuran (grafit + sementit) , arus 100A perbesaran 100x



Gambar 10. Struktur martensit pada kampuh las lapisan ke-3, arus 125 A dan perbesaran 500x

Pada Tabel 1 memperlihatkan bahwa kekuatan tarik dan kekerasan yang paling rendah adalah pada pengelasan dengan arus 75 A yaitu 12,26 kgf/mm² dan 286 VHN. Hal ini terjadi karena panas yang dibutuhkan untuk melelehkan logam induk tidak cukup sehingga antara logam induk dan kampuh las terjadi rongga yang sangat besar disatu pihak, dipihak lain pada kampuh las antara lapisan terjadi fasa martensit (di daerah dekat kawat Cu) akibat pendinginan yang cepat, juga karena temperatur pemanasan awal kurang tinggi kira-kira 300°C dengan waktu 1 jam. Karena fasa matensit terjadi pada baja sekitar temperatur 400°C[2,3]. Hal ini membuat daerah antara kampuh las dan logam induk terjadi daerah yang kritis (lemah). Keadaan ini diperlihatkan hasil pengamatan dengan mikroskop elektron scanning (SEM) Gambar 3 dan 4 dimana, Cu masih menumpuk pada bagian tengah kampuh las yang diperlihatkan spektrum unsur Cu yang dianalisis dengan WDS (Gambar 4). Dengan arus pengelasan 100A kekuatan tarik dan kekerasan naik menjadi 20,2 dan 382 VHN keadaan ini

terjadi, karena dengan arus 100 A panas yang dihasilkan telah mampu melelehkan logam induk dan logam penambah (kawat Cu) yang terdistribusi dengan merata baik pada kampuh las maupun pada zona fusi, yang diperlihatkan Gambar 5 dan 6. Karena unsur Cu terdistribusi homogen mengakibatkan pendinginan yang relatif merata baik pada kampuh las maupun pada zona fusi; sehingga terbentuk distribusi fasa campuran martensit dan sementit yang relatif halus dan homogen. Hal ini membuat kekuatan dan kekerasan naik relatif tinggi yaitu : 7,94 kfg/mm² dan 96 VHN. Pada pengelasan besi cor yang menggunakan arus 125 ampere karena panas yang ditimbulkan lebih besar mengakibatkan zona fusi dan fasa sementit lebih luas, martensit yang terbentuk lebih banyak dan relatif lebih kasar baik pada daerah zona fusi maupun pada kampuh las. Akibat pendinginan yang lebih cepat disatu pihak karena luasnya pengaruh panas (*heat effective zone, HAZ*) maka fasa martensit terbentuk lebih runcing dan lebih kasar dan banyak pada daerah zona fusi; dipihak lain karena luasnya daerah HAZ sehingga Cu tidak cukup terdistribusi ke daerah logam

induk, sehingga seolah-olah seperti pengelasan tanpa Cu yang menyebabkan pada daerah logam induk terjadi sementit kasar dan kekerasan relatif jauh lebih tinggi (23,2 kfg/mm² dan 481 VHN) dari pada pengelasan dengan arus 100A. Kemungkinan karena logam Cu tidak cukup lagi untuk mendistribusikan panas yang terjadi pada daerah logam induk sehingga terjadi seolah-olah seperti pelasan tanpa Cu menyebabkan pada daerah logam induk terjadi sementit yang kasar dan kekerasan relatif jauh lebih tinggi (481 VHN) hal ini diperlihatkan pada Gambar 8. Akan tetapi pada daerah kampuh las unsur Cu nya lebih banyak dan dominan (Gambar 8 dan 9) sehingga kecepatan pendinginannya tinggi (sifat dari Cu yang memiliki konduktivitas panas yang sangat tinggi) mengakibatkan terjadi fasa martensit yang relatif kasar dan runcing (Gambar 10). Walaupun kekerasan sampel yang dilas dengan arus 125 ampere, 99 VHN lebih tinggi dari kekerasan yang dilas dengan arus 100A , namun kenaikan kekuatannya relatif kecil (3kgf/mm²). Dan pada saat uji tarik besi cor yang dilas dengan arus 125 ampere, waktu patah relatif singkat, dengan kata lain sangat getas.

5. KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil pengamatan pelasan besi cor kelabu dengan logam penambah Cu variasi arus 75,100 dan 125 Ampere dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Hasil pengelasan dengan arus 75 A, panas yang dihasilkan belum cukup untuk melelehkan kampuh las, yang ditandai dengan masih menumpuknya logam penambah Cu pada kampuh las dan terjadinya rongga besar di antara logam induk dan zona fusi, kekuatan tarik dan kekekerasannya rendah yaitu 12,26 kgf/mm² dan 286 VHN.
2. Hasil pengelasan dengan arus 100A menunjukkan yang terbaik dimana distribusi unsur Cu lebih homogen baik pada kampuh las maupun pada zona fusi serta distribusi fasa sementit dan martensit juga lebih homogen serta lebih halus. Kekuatan tarik dan kekerasan adalah 20,2 kgf/mm² dan 382 VHN.
3. Hasil pengelasan dengan arus 125 A memperlihatkan terjadinya fasa martensit dan sementit yang kasar serta zona fusi yang lebih luas akibat kelebihan panas sehingga kekuatan tarik lebih tinggi dan pada zona fusi kekerasan lebih tinggi membuat bahan lebih getas. Kekutan tarik dan kekekerasannya adalah 23,2 Kg/mm dan 482 VHN.

5.2 Saran

1. Dari hasil pengamatan ini, disarankan pemanasan awal pada temperatur 425°C selama waktu kira-kira 1 (satu jam) sesuai dengan acuan [1,2,3] agar kontaminan pada permukaan las menguap. Dan pemanasan pasca pengelasan dilakukan pemanasan untuk anil pada tungku 899°C dan ditahan pada temperatur 621°C selanjutnya ditahan pada suhu 371°C dan didinginkan di udara.
2. Pengelasan ini dilakukan secara manual diharapkan untuk pengelasan selanjutnya agar kecepatan pengelasan sama dilakukan secara semi otomatis sehingga hasilnya lebih homogen dan baik.
3. Untuk mendapatkan data yang lebih akurat pada penelitian selanjutnya rentang arus pengelasan dibuat rebih kecil dari rentang 25A diantara arus 100A dan 125 Amper.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1]. HENRY R. CLAUSER, "Industrial And Engineering Materials, International Student Edition", 1975, Mc.Graw - Hill Inc. .
- [2]. HANS-JUERGEN BARGEL, SCHULZE, Werkstoffkunde, 1983, Duesseldorf, VDI-Verlag GmbH
- [3]. Metals Handbook ,Ninth Edition, Volume 6 : Welding, Brazing And Soldering, ASM