
ANALISA PENGARUH KUAT ARUS TERHADAP STRUKTUR MIKRO, KEKERASAN, KEKUATAN TARIK PADA BAJA KARBON RENDAH DENGAN LAS SMAW MENGGUNAKAN JENIS ELEKTRODA E7016

Anjis Ahmad Soleh^{1*}, Helmy Purwanto¹, Imam Syafa'at¹

¹Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim

Jl. Menoreh Tengah X/22, Sampangan, Semarang 50236

*Email:anjisahmad36@gmail.com

Abstrak

Pengelasan merupakan bagian yang tidak dipisahkan dari pertumbuhan industri karena memegang peranan utama dalam rekayasa, konstruksi dan reparasi produksi logam. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui struktur mikro, kekerasan dan kekuatan tarik plat baja St 41 kekebalan 10 mm yang dibuat kampuh V dan dilas dengan arus 100, 120 dan 140 A dengan las SMAW menggunakan elektroda E7016. Hasil pengamatan mikro memperlihatkan struktur ferit dan perlit pada logam induk. Pengamatan pada daerah las dan HAZ memperlihatkan bahwa penambahan arus pengelasan terlihat bahwa perubahan struktur mikro terutama terjadi pada HAZ dan daerah las. Terbentuknya butir yang besar pada HAZ menjadikan daerah ini memiliki kekerasan yang lebih rendah dibandingkan dengan daerah las. Struktur mikro daerah las terdiri dari struktur widmanstatten yang kasar dan daerah las merupakan daerah yang paling keras dan getas. Hasil pengujian tarik menunjukkan daerah putus terjadi pada HAZ, semakin tinggi temperatur kekuatan tarik semakin besar.

Kata Kunci : arus listrik pengelasan, struktur mikro, kekerasan dan kekuatan tarik

PENDAHULUAN

Pembangunan dan perkembangan konstruksi tidak dapat dipisahkan dari pengelasan karena mempunyai peranan penting dalam rekayasa dan reparasi logam. Pengerjaan konstruksi dengan logam pada era globalisasi ini banyak melibatkan unsur pengelasan khususnya bidang rancang bangun karena sambungan las merupakan salah satu pembuatan sambungan yang paling banyak digunakan dan secara teknis memerlukan peralatan, metode, proses dan ketrampilan yang baik bagi untuk mendapatkan sambungan dengan hasil yang baik. Penggunaan teknik pengelasan dalam konstruksi sangat luas yaitu antara lain: perkapalan, jembatan, rangka baja, bejana tekan, sarana transportasi, rel, pipa saluran dan lain sebagainya. Pembuatan konstruksi las yang sesuai rencana dan spesifikasi dengan menentukan semua hal yang diperlukan dalam pelaksanaan dipengaruhi beberapa faktor produksi. Faktor produksi pengelasan adalah jadwal pembuatan, proses pembuatan, alat dan bahan yang diperlukan, urutan pelaksanaan, persiapan pengelasan (meliputi: pemilihan mesin las, penunjukan juru las, pemilihan elektroda, penggunaan jenis kampuh) (Wiryosumarto, 2000).

Pengelasan berdasarkan klasifikasi cara kerjanya dapat dibagi dalam tiga kelompok yaitu pengelasan cair, pengelasan tekan dan pematrian. Pengelasan cair adalah suatu cara pengelasan dimana benda yang akan disambung dipanaskan sampai mencair dengan sumber energi panas. Cara pengelasan yang paling banyak digunakan adalah pengelasan cair dengan busur (las busur listrik) dan gas. Jenis dari las busur listrik ada 4 yaitu las busur dengan elektroda terbungkus, las busur gas TIG (*Tungsten Inert Gas*) MIG (*Metal Inert Gas*) las busur CO₂, las busur tanpa gas dan las busur rendam. Jenis dari las busur elektroda terbungkus salah satunya adalah las SMAW (*Shielding Metal Arc Welding*).

Mesin las SMAW menurut arusnya dibedakan menjadi tiga macam yaitu mesin las arus searah atau *Direct Current* (DC), mesin las arus bolak balik atau *Alternating Current* (AC) dan mesin las arus ganda yang merupakan mesin las yang dapat digunakan untuk pengelasan dengan arus searah (DC) dan pengelasan dengan arus bolak-balik (AC). Mesin Las arus DC dapat digunakan dengan dua cara yaitu polaritas lurus dan polaritas terbalik. Mesin las DC polaritas lurus (DC-) digunakan bila titik cair bahan induk tinggi dan kapasitas besar, untuk pemegang elektrodanya dihubungkan dengan kutub negatif dan logam induk dihubungkan dengan kutub

positif, sedangkan untuk mesin las DC polaritas terbalik (DC+) digunakan bila titik cair bahan induk rendah dan kapasitas kecil, untuk pemegang elektrodanya dihubungkan dengan kutub positif dan logam induk dihubungkan dengan kutub negatif. Pilihan ketika menggunakan DC polaritas negatif atau positif adalah terutama ditentukan elektroda yang digunakan. Beberapa elektroda SMAW untuk digunakan hanya DC- atau DC+.

Elektroda las dalam pengelasan SMAW dapat berpengaruh terhadap hasil lasan, salah satu Elektroda yang dapat atau sering di gunakan adalah E7016. Elektroda lain dapat menggunakan arus DC- dan DC+. Penggunaan arus berkisar antara 115-165 Amper. Dengan interval arus tersebut, pengelasan yang dihasilkan akan berbeda-beda (Soetardjo, 1997).

Tidak semua logam memiliki sifat mampu las yang baik. Bahan yang mempunyai sifat mampu las yang baik diantaranya adalah baja karbon rendah. Baja ini dapat dilas dengan las busur elektroda terbungkus, las busur rendam dan las MIG (las logam gas mulia). Baja karbon rendah biasa digunakan untuk pelat-pelat tipis dan konstruksi umum (Wirjosumarto, 2000).

Penyetelan kuat arus pengelasan SMAW akan mempengaruhi hasil las. Bila arus yang digunakan terlalu rendah akan menyebabkan sukarnya penyalakan busur listrik. Busur listrik yang terjadi menjadi tidak stabil, panas yang terjadi tidak cukup untuk melelehkan elektroda dan bahan dasar sehingga hasilnya merupakan rigi-rigi las yang kecil dan tidak rata serta penembusan kurang dalam. Sebaliknya bila arus terlalu tinggi maka elektroda akan mencair terlalu cepat dan akan menghasilkan permukaan las yang lebih lebar dan penembusan yang dalam sehingga menghasilkan kekuatan tarik yang rendah dan menambah kerapuhan dari hasil pengelasan (Arifin, 1997). Kekuatan hasil lasan dipengaruhi oleh tegangan busur, besar arus, kecepatan pengelasan, besarnya penembusan dan polaritas listrik. Penentuan besarnya arus dalam penyambungan logam menggunakan las busur mempengaruhi efisiensi pekerjaan dan bahan las.

Masalah yang timbul dalam proses pengelasan dengan pengaruh besar arus pengelasan terhadap struktur mikro, kekerasan dan kekuatan tarik baja karbon rendah hasil pengelasan SMAW.

Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh arus pengelasan terhadap struktur mikro, distribusi kekerasan dan kekuatan tarik baja karbon rendah hasil pengelasan SMAW dengan elektroda E7016.

METODE PENELITIAN

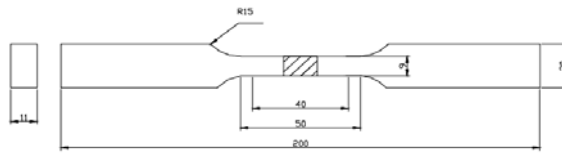
Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pelat baja St 41 dengan ukuran 200 mm × 20 mm dengan jumlah 12 specimen.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah mesin las SMAW jenis DC seperti terlihat Gambar 1.



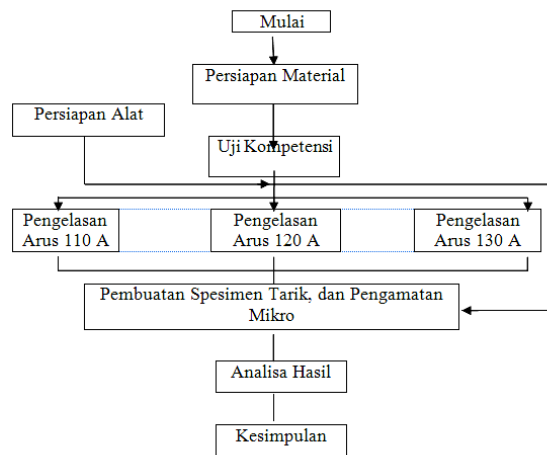
Gambar 1. Mesin las SMAW jenis DC

Masing-masing plat baja dibuat kampuh V pada daerah yang akan dilakukan pengelasan. Pengelasan dilakukan dengan menggunakan arus 100,120,140 A. dengan kecepatan penegelasan konstant. Hasil pengelasan dibuat specimen pengamatan mikro dan kekerasan pada daerah logam induk, HAZ dan daerah las. Hasil lasan juga dibuat specimen uji tarik sesuai dengan standard ASTM E. Standard specimen uji tarik sesuai dengan ASTM E8 seperti terlihat pada gambar 2.



Gambar 2. Spesimen uji tarik sesuai dengan standard ASTM E8

Alur penelitian mengikuti diagram seperti yang terlihat pada gambar 3.

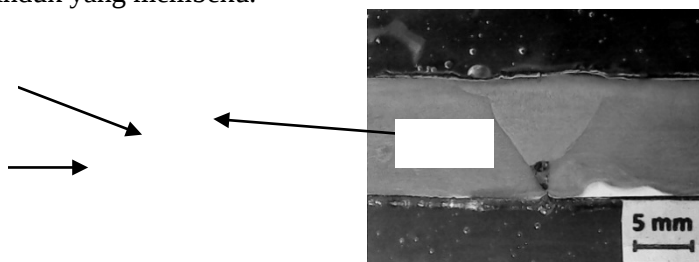


Gambar 3 Diagram alir penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Struktur Mikro

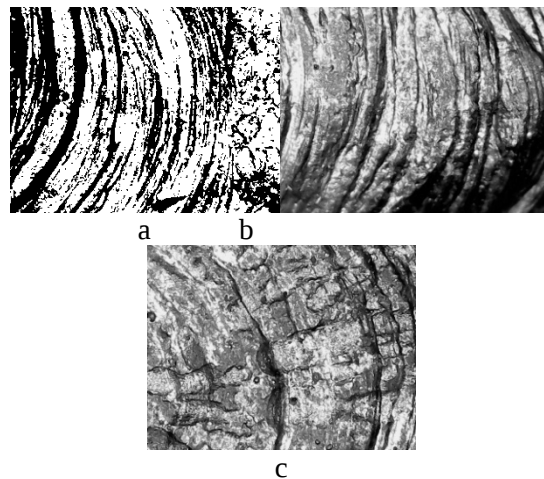
Penampang melintang dari hasil pengelasan seperti terlihat pada gambar 4. Hasil lasan terlihat daerah logam induk dimana daerah tersebut tidak terpengaruh oleh panas las, *heat affected zone* (HAZ) atau daerah terpengaruh oleh panas las dan daerah las yang merupakan logam las dan logam induk yang membeku.



Gambar 4. Penampang melintang daerah hasil pengelasan

Pengamatan makro permukaan hasil pengelasan seperti terlihat pada gambar 4. Pengamatan visual atau foto makro pada pengelasan dengan arus 100 A (gambar 5.a) terlihat bahwa hasil las tidak melebar dan kemungkinan tidak terlalu dalam, setelah diperbesar hasilnya pun tidak menunjukkan adanya retak atau bergaris.

Hasil fotomakro pada pengelasan arus 120 A (gambar 5.b) seperti terlihat bahwa hasil visualnya hampir sama dengan hasil pengelasan 100A, namun yang menjadi perbedaannya adalah ketika diperbesar sedikit adanya keretakan itu disebabkan adanya pengaruh temperatur arus las.

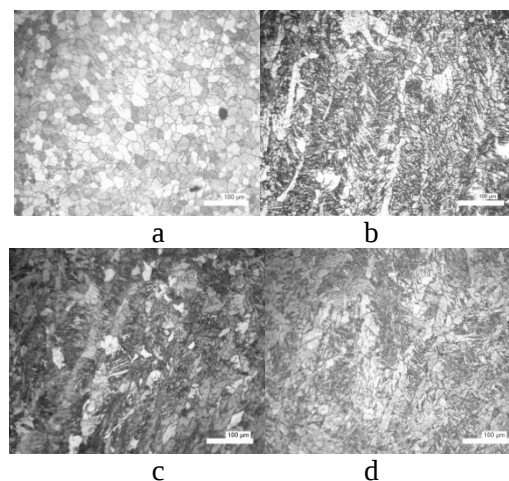


**Gambar 5. Stuktur makro hasil pengelasan
a). 100A, b).120A , c). 140 A**

Hasil foto makro pada pengelasan arus 140 A (gambar 5.c) bahwa hasil visualnya hampir sama dengan hasil pengelasan 120 A, namun yang menjadi perbedaannya adalah ketika diperbesar adanya perbedaan yang signifikan yaitu terjadinya keretakan yang besar itu disebabkan pengaruh temperatur.

Hasil foto makro pada pengelasan arus 140 A (gambar 5.c) terlihat bahwa hasil visualnya hampir sama dengan hasil pengelasan 120 A, namun yang menjadi perbedaannya adalah ketika diperbesar adanya perbedaan yang signifikan yaitu terjadinya keretakan yang besar itu disebabkan pengaruh temperature yang tinggi.

Struktur mikro logam induk dan logam las seperti terlihat pada gambar 6. Dari hasil penelitian bagian logam dasar di mana panas dan suhu pengelasan tidak menyebabkan terjadinya perubahan-perubahan struktur dan sifat. Disamping ketiga pembagian utama tersebut masih ada satu daerah pengaruh panas, yang disebut batas las (Wiryosumarto, 2000).



**Gambar 6. Struktur mikro a). logam induk, b). daerah las pada arus las 100 A,
c). daerah las pada arus las 120 A, d). daerah las pada arus las 140 A**

Struktur mikro logam induk pada gambar 6.a didominasi butir-butir ferit yang berwarna putih (terang), sedangkan fasa perlit lebih sedikit (berwarna gelap). Butir ferit cenderung lebih halus sedangkan butir perlit lebih kasar. Butir perlit cenderung keras karena mengandung karbon, sedangkan butir ferit cenderung lunak.

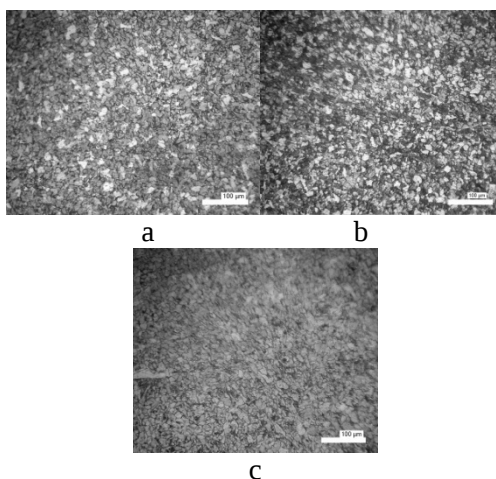
Pada hasil las 100 A (gambar 6.b) pada daerah logam las menunjukkan struktur mikro yang terbentuk adalah ferit widmanstatten (FW) dan ferit batasbutir. Bentuk dari struktur mikro ini

adalah bilah atau panjang, ini dikarenakan Struktur ini berawal dari logam induk dan tumbuh ke arah tengah daerah logam las (Sonawan, 2004).

Pada Struktur mikro logam las 120 A (gambar 6.c) dapat ketahui bahwa struktur mikronya adalah ferit widmanstatten, ferit acicular dan perlit . Struktur perlit masih sangat sedikit yang terjadi. Ferit widmanstatten sangat mendominasi strukturnya, bisa dilihat bentuk struktur ini garis-garis miring. Struktur batas butir yang berbentuk memanjang pada bagian las.

Hasil struktur mikro pada pengelasan dengan arus 140 A (gambar 6.d) pada daerah logam las terlihat jelas struktur mikro yang terbentuk adalah Ferit widmanstatten dan ferit acicular dan Perlit. Ferit widmanstatten sangat banyak dan terlihat lebih besar dibandingkan pada pengelasan 120 A. Ferit acicular dan perlit juga terbentuk sedikit, ini dikarenakan pengaruh pendinginan yang sangat lambat

Struktur mikro daerah terpengaruh panas seperti terlihat pada gambar 7.



Gambar 7. Struktur mikro daerah terpengaruh panas (HAZ) a). arus las 100 A, b). arus las 120 A, c). arus las 140A

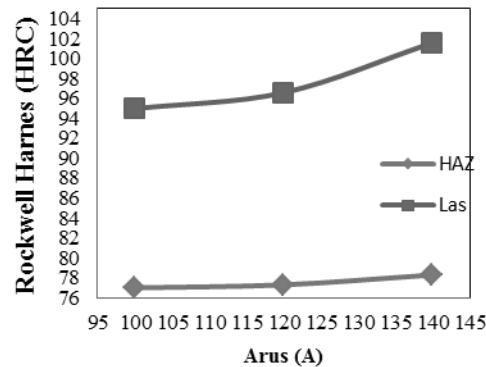
Struktur mikro dengan arus 100 A (gambar 7.a) pada HAZ menunjukkan struktur yang terbentuk adalah ferit halus dan perlit. Struktur yang terbentuk oval dan lebih halus, kalau dibandingkan dengan bentuk struktur pada logam induk sangat berbeda sekali. Struktur ini lebih kecil dan

Struktur mikro dengan arus 120 A (gambar 7.b) pada HAZ menunjukkan struktur yang terbentuk adalah ferit halus, ferit kasar dan perlit. Struktur yang terbentuk oval dan lebih halus, kalau dibandingkan dengan bentuk struktur dan ukuran pada pengelasan 100 A.

Struktur mikro dengan arus 140 A (gambar 7.c) pada HAZ menunjukkan struktur yang terbentuk adalah ferit dan perlit. Ukurannya pun lebih halus dibandingkan pengelasan pada arus 120 A. ini menunjukkan pengaruh arus dan temperatur panas.

Distribusi Kekerasan

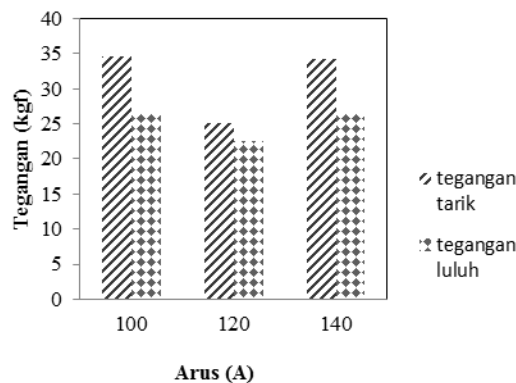
Kekerasan pada masing masing hasil pengelasan seperti terlihat pada grafik gambar 8. Grafik hasil uji kekerasan Rockwell baik pada daerah HAZ ataupun pada daerah las ini menunjukkan bahwa semakin tinggi arus pengelasan, maka hasil nilai kekerasan rockwellnya akan semakin tinggi pula. Kekerasan di daerah las lebih tinggi dibandingkan kekerasan di daerah HAZ, hal ini diakibatkan oleh logam las yang bercampur dengan logam induk mempunyai kekerasan yang tinggi, sedangkan pada HAZ kekerasan lebih rendah karena mengalami perubahan struktur.



Gambar 8. Distribusi kekerasan pada daerah las dan HAZ

Kekuatan Tarik

Kekuatan tarik masing-masing hasil pengelasan seperti ditunjukkan grafik pada gambar 9.



Gambar 9 Grafik tegangan tarik dan tegangan luluh

Pada Gambar 9 Grafik tegangan tarik dan tegangan luluh menjelaskan bahwa pengelasan menggunakan Arus 100 A adalah 34,697 kgf, Arus 120 A adalah 25,127 kgf, sedangkan Arus 140 A adalah 34,291 ini menunjukkan pada pengelasan dengan menggunakan arus 100 A dan 140 A tegangan tarik maksimalnya tinggi dibandingkan pengelasan arus 120 A. Maka pengelasan pada kedua arus tadi dapat dikatakan berhasil. Nilai tegangan luluhnya raw material 24,240 kgf/mm², arus 100 A nilainya 26,727 kgf/mm² mengalami peningkatan 10 % dari raw material, arus 120 A nilainya 22,671 kgf/mm² mengalami penurunan 6 % dari raw material, sedangkan arus 140 A nilainya 26,650 kgf/mm² mengalami peningkatan 10 % dari raw material.

KESIMPULAN

Kesimpulan

Dari hasil analisa data percobaan yang dilakukan pada bab sebelumnya, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Hasil struktur mikro adalah pada logam induk tanpa pengelasan struktur mikronya ferrit dan pearlit sama mendominasi, struktur mikro pada daerah las arus 100 A hasilnya ferrit widmanstatten dan ferrit batas butir, arus las 120 A hasilnya pearlit, ferrit acicular dan ferrit widmanstatten, sedangkan pada arus las 140 A hasilnya sama dengan arus las 120 A yaitu pearlit, ferrit acicular, ferrit widmanstatten. Struktur mikro daerah HAZ adalah arus las 100 A hasilnya ferrit dan pearlit mendominasi, arus las 120 A hasilnya ferrit halus dan ferrit kasar serta pearlit, arus las 140 A hasilnya ferrit dan pearlit.
2. Hasil nilai kekerasan Rockwell logam induk 72,66 HRC, daerah HAZ adalah arus 100 A hasilnya 77 HRC, arus 120 A hasilnya 77,3 HRC, arus 140 A hasilnya 78,3 HRC, sedangkan

pada daerah las adalah arus 100 A hasilnya 95 HRC, arus 120 A hasilnya 96,6 HRC, arus 140 A hasilnya 101,6 HRC.

3. Hasil pengelasan pengujian ini diketahui bahwa lokasi putus sewaktu pengujian tarik dilakukan terhadap hasil pengelasan adalah terjadi pada daerah HAZ. Hal ini dikarenakan HAZ adalah daerah yang mengalami perubahan akibat siklus termal pengelasan, oleh sebab itu putus akibat tarikan terjadi pada daerah ini karena memiliki kekuatan yang lebih rendah dari daerah pengelasan. Kekuatan tarik hasil lasan dengan arus 100 A adalah 34,697 kgf, arus las 120 A adalah 25,127 kgf dan arus las 140 A adalah 34,291 kgf.

Saran

1. Jika mengelas dengan elektroda E7016 sebaiknya menggunakan arus dari 115 sampai 165, karena jika kurang maka penembusan yang terjadi akan kecil dan jika lebih dari 165 Amper akan menyebabkan busur listrik yang terjadi tinggi sekali sehingga akan menyebabkan pencairan logam induk besar.
2. Perlu dilakukan penelitian setelah selesai pengelasan untuk mengetahui apakah ada cacat atau tidak.

DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, 1997. Las Listrik dan Ototen, Ghalia Indonesia, Jakarta
- Soetardjo, 1997. Teknologi Pengelasan Logam, Rineka Cipta, Jakarta
- Wirjosumarto, Harsono dan Okumura.
- ASTM E-8. 2004, Standard Test Methods of Tension Testing of Metallic Materials, ASTM Internasional. 2004