

ANALISIS PENGELESAAN SMAW TEGANGAN DC TERHADAP KEKUATAN TARIK, KEKERASAN, FOTO MAKRO DAN MIKRO PADA STAINLESS STEEL 304

Harsono*, Sri Mulyo Bondan Respati dan Helmy Purwanto

Teknik Mesin, Universitas Wahid Hasyim

Jl. Menoreh Tengah x/22, Sampangan, Semarang

*Email : harsono27suzuki@gmail.com

Abstrak

Penggunaan kuat arus yang berbeda pada pengelasan Stainless Stell 304 sangat berpengaruh terhadap sifat fisik dan mekanik hasil lasan. Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh hasil foto makro, struktur mikro, mengujian tidak merusak, pengujian tarik dan juga distribusi kekerasan. Penelitian ini menggunakan bahan plat Stainless Steel 304 dengan ketebalan 8 mm. Selanjutnya spesimen dilakukan pengelasan dengan varisai kuat arus yang berbeda yaitu arus 80 A, 100 A, 120 A. Hasil pengelasan dilakukan pengamatan foto makro, mikro, uji tidak merusak, pengujian tarik dan distribusi kekerasan. Hasil pengujian foto makro menunjukkan pengelasan yang bagus dan halus terletak pada kuat arus 100 A, sedangkan kuat arus 80 A dan 120 A hasilnya rigi – rigi lasannya kasar, sedangkan hasil pengamatan struktur mikro menunjukkan hasil struktur mikro yang bagus adalah pada arus 100 A karena struktur mikronya halus dan rapat serta di dominasi struktur karbida krom. Hasil pengujian tidak merusak menunjukkan hasil semua lasan tidak ada cacat retak dan cacat porositas. Hasil pengujian tarik yang paling tinggi adalah 434.85 MPa terletak pada arus pengelasan 100 A, sedang distribusi kekerasan yang paling tinggi adalah 90.66 HRB terletak juga pada pengelasan arus 100 A.

Kata kunci: *stainless stell, arus, struktur mikro, kekerasan, kekuatan tarik.*

PENDAHULUAN

Pengelasan merupakan proses penyambungan dua buah logam khususnya baja untuk menghasilkan sebuah konstruksi mesin. Sambungan las digunakan untuk menyatukan dua buah baja atau lebih yang bersifat permanen. Penggunaan sambungan las dalam konstruksi mesin misalnya konstruksi *casis* kendaraan, dudukan mesin industri, sambungan pipa dan lain sebagainya. Penggunaan teknologi las biasanya juga dipakai dalam konstruksi industri makanan, bidang konstruksi, otomotif, perkapalan, pesawat terbang, dan bidang lainnya. Pengelasan cara kerjanya dibagi menjadi tiga kelompok yaitu pengelasan penekanan, pematrian dan pengelasan cair. Pengelasan cair yaitu cara pengelasan dimana benda yang disambung dipanaskan sampai mencair dan menambah logam las dengan sumber energi panas dari mesin las.

Pengelasan yang paling banyak digunakan pada konstruksi mesin adalah pengelasan cair dengan busur (las busur) dan gas (las gas). Jenis las busur listrik dibagi menjadi empat yaitu las busur gas TIG (*Tungsten Inert Gas*) Las busur elektroda terbungkus, MIG (*Metal Inert Gas*), Las busur CO₂, Las busur tanpa gas dan lan busur rendam. Jenis las busur elektroda

terbungkus salah satunya adalah SMAW (*Shielding Metal Arc Welding*). Pengelasan menggunakan mesin las SMAW dibedakan menjadi tiga yaitu mesin las arus bolak balik (*Alternating Current: AC*), Mesin las arus searah (*Direct Current: DC*) dan mesin las arus ganda yang merupakan mesin las yang digunakan untuk pengelasan arus searah maupun arus bolak balik (Soetadrjo, 1997).

Pengelasan pada baja tahan karat adalah salah satu teknologi pengelasan yang membutuhkan proses tertentu karena dalam prosesnya baja tahan karat tidak boleh bereaksi. Material baja tahan karat sangat sering digunakan dalam rancangan konstruksi di industri, terutama industri yang memproduksi makanan. Sifat tahan korosi ini menyebabkan waktu penggunaan dalam jangka yang lama. Penggunaan *stainless steel* (SS) sebagai material konstruksi di industri sering dilakukan proses penyambungan untuk membentuk komponen sesuai desain yang tepat. Penyambungan tersebut dilakukan melalui proses pengelasan. Sifat mekanik dan performa peralatan dipengaruhi proses pengelasan. Besarnya tegangan sisa akibat pemanasan dari proses pengelasan dapat menurunkan kekuatan suatu material karena adanya tegangan sisa. Hal

tersebut menyebabkan material lebih mudah mengalami keretakan (Wirjosumarto, 2000).

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah:

1. Mengetahui dan menganalisa perbedaan makro dan mikro dari hasil pengelasan baja tahan karat pada pengelasan SMAW DC dengan arus pengelasan 80 A, 100 A, 120 A.
2. Mengetahui pengaruh perbedaan Cacat permukaan dari hasil pengelasan baja tahan karat pada pengelasan SMAW DC dengan arus pengelasan 80 A, 100 A, 120 A.
3. Mengetahui dan menganalisa kekuatan tarik dan disrtibusi kekerasan dari hasil pengelasan baja tahan karat pada pengelasan SMAW DC dengan arus pengelasan 80 A, 100 A 120 A.

METODOLOGI

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah plat *Stainless Steel* 304 dengan komposisi kimia: C 0.08 %, Mn 2.00 %, Si 0.75 %, P 0.045 %, Cr 20.00 %, Ni 12.00 %, N 0.10, Fe Balanc (Royen, 2016).

Persiapan Bahan Penelitian antarlain adalah

1. Mempersiapkan bahan yaitu plat *Stainless Steel* 304 dengan ketebalan 8 mm lebar 130 mm dan panjang 250 mm, dengan kampuh V. Mempersiapkan mesin las dan peralatan las berupa las listrik, pemegang elektroda serta jenis elektrodanya sekalian AWS A5.4 E308-16, kabel las, topeng las, sikat baja, palu terak, tang las dan yang lainnya. Pengaturan arus 80A,100A dan 120A. kemudian las kedua ujung benda kerja dengan hati-hati agar tidak terjadi perubahan bentuk dan defleksi dalam pengelasan benda kerja. Bahan seperti Gambar 1.



Gambar 1. Bahan Stainless Steel

2. Pemotongan bahan dengan menggunakan CNC, dengan ukuran plat 100 x 100 x 8 mm sebanyak 9

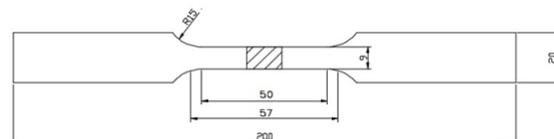
buah dan 200 x 100 x 8 mm sebanyak 1 buah Raw material.

3. Membuat kampuh las pada masing-masing pelat yaitu kampuh V 60° seperti terlihat pada Gambar II.



Gambar 2. Stainless Steel dengan Kampuh V

4. Tempatkan benda kerja pada meja kerja las dengan sudut elektroda posisi datar 45°-70°, (dari arah pengelasan).
5. Rangkai mesin las SMAW DC
6. Hidupkan mesin las dan atur besar arus sesuai dengan variabel penelitian yaitu 80 A, 100 A dan 120 A.
7. Pasang elektroda pada pemegang las.
8. Pengelasan pada setiap sampel seperti terlihat pada Gambar
9. Pengamatan makro hasil pengelasan seperti terlihat pada Gambar
10. Pengamatan mikro hasil pengelasan.
11. Pengujian kekerasan.
12. Pembuatan spesimen uji tarik seperti terlihat pada Gambar 3.
13. Dimensi spesimen uji tarik seperti pada Gambar 3.



Gambar 3. ASTM E 8M- 09

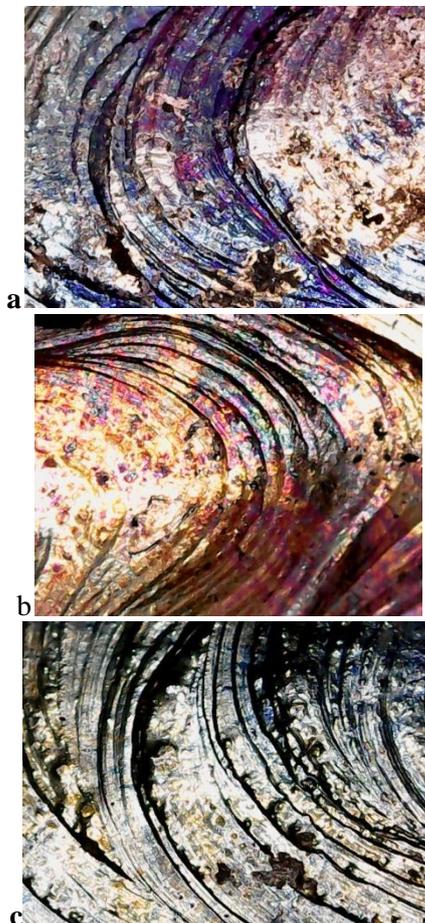
HASIL DAN PEMBAHASAN

Material *stainless steel AISI 304* memiliki kandungan Carbon (C), dimana carbon mempunyai sifat dapat meningkatkan kekerasan dan kekuatan tetapi dapat menurunkan kemampuan tempa dan keliatan. kandungan *Crom (Cr)* sebanyak 11 – 20% Unsur Chromium dapat memberikan pengaruh yang besar terutama dalam proses kimia pada saat proses pemanasan yaitu terjadinya peristiwa sensitasi pada baja sehingga mengakibatkan peningkatan kualitas bahan tersebut, *Nikel (Ni)* sebanyak 8 – 12%, dan *Mangan (Mn)* 3 – 4% karena *mangan*

merupakan unsur deoksidasi dan khususnya sebagai pengikat unsur belerang (S), pemurni sekaligus meningkatkan fluiditas, kekuatan dan kekerasan baja. Baja dengan kandungan Mn tinggi tidak mudah patah pada temperatur tinggi. Bila kadarnya semakin besar dalam baja maka kemungkinan meningkatkan terbentuk ikatan kompleks dengan karbon. *Stainless steell 304* dipilih sebagai material kerja dikarenakan sifat tahan panas pada temperatur tinggi dan sifat ketahanan korosinya yang sangat baik.

Hasil Foto Makro

Hasil pengamatan foto makro pada pengelasan bahan plat *Stainless Steel 304* Hasilnya terlihat pada Gambar 4.



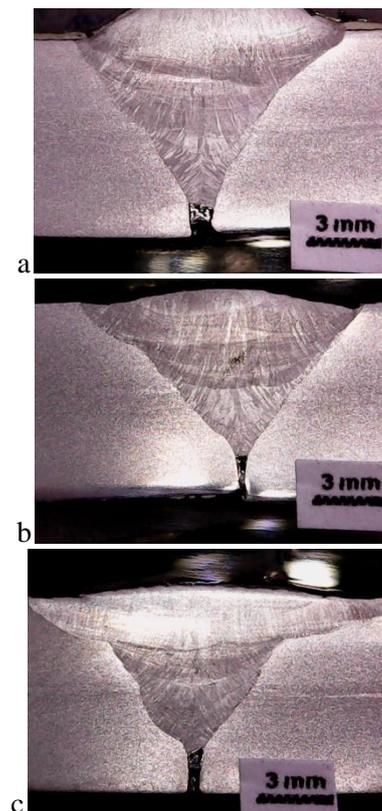
Gambar 4. Hasil foto Makro, a.Pengelasan Arus 80 A, b. 100 A, c. 120 A

Hasilnya yang paling bagus adalah pada pengelasan dengan menggunakan kuat arus 100 A, sedangkan pada pengelasan yang menggunakan Arus 80 A agak kasar dikarenakan arus yang digunakan kecil jadi

kurang sempurna untuk melumerkan material dan Arus 120 A hasilnya kurang bagus terlihat rigi-riginya kasar, ini juga disebabkan karena terjadinya lubang dari HAZ terlihat kasar. Semua perbedaan tersebut memang dipengaruhi oleh besar kecilnya kuat Arus yang dipakai dalam pengelasan, serta juga kecepatan dalam pengelasan.

Hasil foto Mikro

Pengamatan posisi daerah hasil mikronya antara lain daerah raw material, HAZ, las. Seperti terlihat pada Gambar 5.

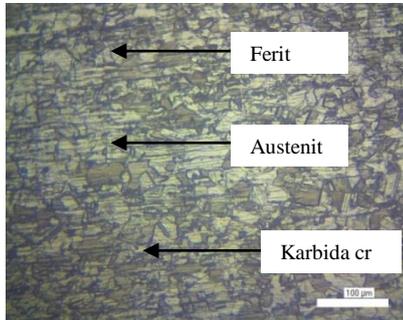


Gambar 5. Foto makro setelah dietza a.Arus 80 A b, Arus 100 A, c.Arus 120

Hasil makro atau juga bisa disebut secara visual bahan plat *Stainless Steel 304* yang telah dilas, kemudian juga dipotong serta dihaluskan. Bahan yang dihaluskan tadi kemudian dietsa, maka terlihatlah perbedaan antara pengelasan dengan kuat Arus 80 A, kuat Arus 100 A dan kuat Arus 120 A. Pada gambar V (a) dilas dengan arus 80 A hasil sudut kambuhnya tidak jauh berbeda dengan kampuh awal, dan pada gambar V (b) dilas dengan arus 100 A hasil sudut kampuinya lebih lebar sedikit dengan kampuh awal, dan pada gambar V (c) dilas dengan arus 120 A hasil sudut kampuinya lebih

lebar ini karena adanya *overheat* pada pengelasan tersebut. Semakin besar Arus semakin besar pula panas yang mengakibatkan *overheat*.

a. Struktur mikro Raw Material



Gambar 6. Raw material

Terlihat sangat jelas bahwa hasil pengujian pada struktur mikro pada hasil uji metallografi raw material menunjukkan ada tiga fasa yang terlihat yaitu: fasa ferit (kelihatan warna hitam), fasa austenite (terlihat warna terang), dimana fasa austenite disini lebih mendominasi dan fasa karbida Cr (terlihat warna titik hitam kecil), fasa ini sangat sedikit sekali karena belum ada perlakuan sama sekali.

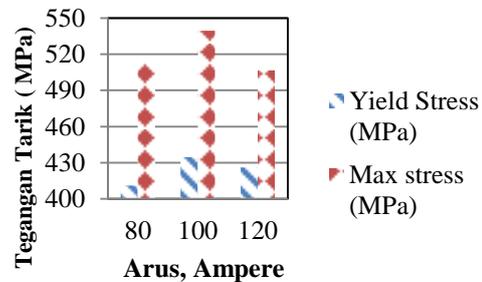
Pada Tabel 1 menunjukkan perbedaan hasil struktur mikro pada daerah HAZ dan daerah las. Perbedaan struktur mikro pada daerah HAZ menunjukkan bahwa pada pengelasan kuat arus 80 A menghasilkan struktur mikro ferit, austenite dan karbida crom, tapi lebih didominasi austenite dan karbida cromnya sedikit. Pada pengelasan dengan kuat arus 100 A hasil struktur mikronya ferit, austenite dan karbida crom, akan tetapi feritnya dihasilkan lebih gelap dan karbida cromnya lebih banyak dibandingkan dengan 80 A tadi. Pada pengelasan dengan kuat arus 120 A hasil struktur mikronya ferit, austenite dan karbida crom, akan tetapi hasilnya hampir sama dengan pengelasan pada arus 80 A.

Perbedaan struktur mikro pada daerah las menunjukkan bahwa pada pengelasan kuat arus 80 A menghasilkan struktur mikro ferit, austenite dan karbida crom yang kasar. Pada pengelasan dengan kuat arus 100 A hasil struktur mikronya ferit, austenite dan karbida crom lebih halus dibandingkan mikro pada pengelasan arus 80 A. Pada pengelasan dengan kuat arus 120 A hasil struktur mikronya ferit, austenite dan karbida crom kasar, hasilnya hampir sama dengan pengelasan pada arus 80 A.

Tabel 1 perbedaan mikro HAZ dan LAs

ARUS	HAZ	LAS
80		
100		
120		

Hasil Uji Tarik



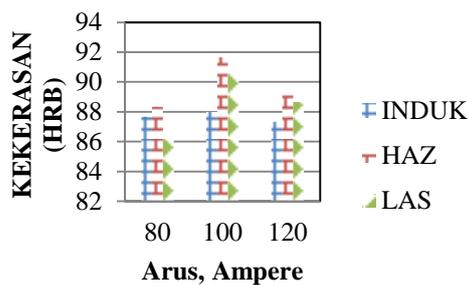
Gambar 7. Grafik pengujian tarik

Pada Gambar 7 menunjukkan bahwa hasil tegangan tarik yang paling tinggi 434.85 MPa terletak pada pengelasan dengan menggunakan kuat arus 100 A karena struktur mikro karbida kromnya lebih banyak dibandingkan kuat arus yang lain. sedangkan tegangan tarik dengan nilai rendah 411.16 MPa terletak pada pengelasan dengan kuat arus 80 A. Tegangan tarik maksimal nilai tertinggi 539.58 MPa juga terletak pada pengelasan dengan kuat arus 100 A. Adapun hal hal yang mempengaruhi hasil pengujian Menurut

penelitian yang dilakukan Yakub, bahwa semakin besar arus pengelasan untuk SS 304 akan menurunkan kekuatan tarik maksimum dan saat pengujian tarik material putus di daerah HAZ.

Hasil Pengujian Kekerasan

Pengujian kekerasan Rockwell (HRB) yang telah dilakukan menghasilkan data dari logam induk, daerah las dan daerah HAZ dengan variasi Arus yang telah dilakukan seperti Gambar 8

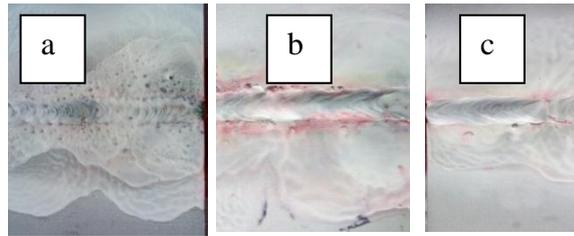


Gambar 8. Hasil uji kekerasan

Pada Gambar 8 Grafik kekerasan Rockwell menunjukkan bahwa kekerasan pada daerah HAZ yang paling tinggi adalah 91.66 HRB terjadi pada pengelasan dengan menggunakan kuat Arus 100 A, dan nilai kekerasan yang paling rendah adalah 88.33 HRB yang terjadi pada pengelasan dengan menggunakan kuat Arus 80 A. Nilai kekerasan pada daerah las tertinggi adalah 90.66 HRB terjadi pada pengelasan dengan kuat arus 100 A karena hasil struktur mikro karbida crom lebih banyak, dimana sifat karbida krom itu keras. Nilai terendah adalah 86.33 HRB terjadi pada pengelasan dengan menggunakan kuat Arus 80 A. Adapun hal hal yang mempengaruhi hasil pengujian kekerasan menurut penelitian yang dilakukan setiawan bahwa secara umum untuk daerah las lebih lunak dibandingkan daerah HAZ maupun logam induk, Karena suplay panas yang paling tinggi maka butir butir logam akan membesar dan menurunkan kekerasan.

Hasil Pengujian Tidak Merusak

Hasil pengujian *Non Destructive Test* menggunakan Metode *Liquid Penetrant Test* seperti terlihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Hasil uji tidak merusak

Pada Gambar 9 menunjukkan bahwasannya hasil pengelasan dengan kuat Arus 80 A, 100 A dan 120 A tidak menunjukkan cacat, baik cacat porositas ataupun cacat retak pada permukaan setelah diuji dengan *penetrant*. Pengujian dengan penetrant ini akan menunjukkan cacat-cacat halus yang disebabkan karena pengelasan yang baik. Hasil pengelasan yang cacat atau porositas akan terlihat ada bintik-bintik merah, namun hasilnya setelah dilakukan pengujian tidak ada cacat sedikitpun. Hasil tersebut terjadi karena temperature pengelasan cukup untuk melelehkan atau melumerkan dua material yang akan disambung. Hasil pengelasannya cukup halus dan cukup bagus.

KESIMPULAN

1. Hasil pengujian foto makro menunjukkan pengelasan yang bagus dan halus terletak pada kuat arus 100 A, sedangkan kuat arus 80 A dan 120 A hasilnya rigi – rigi lasannya kasar, sedangkan hasil pengamatan struktur mikro menunjukkan hasil struktur mikro yang bagus adalah pada arus 100 A karena struktur mikronya halus dan rapat serta di dominasi struktur karbida krom.
2. Hasil pengujian tidak merusak menunjukkan hasil semua lasan tidak ada cacat retak dan cacat porositas.
3. Hasil pengujian tarik yang paling tinggi adalah 434.85 MPa terletak pada arus pengelasan 100 A, sedang distribusi kekerasan yang paling tinggi adalah 90.66 HRB terletak juga pada pengelasan arus 100 A.

DAFTAR PUSTAKA

- Dieter, George E. 1987. *Metalurgi Mekanik*. Jakarta: Erlangga.
- Dewa , C, 2004, *Analisa proses quenching pada stainless steel seri 304 produk di pasaran*. Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta.

- Mega, 2015, "Pengaruh Suhu Preheating pada Hasil Pengelasan GTAW terhadap Sifat Fisis dan Mekanis Stainless Steel 304.
- Naryono dan Rahman F., 2013. Pengaruh variasi kecepatan pengelasan pada penyambungan pelat baja SA 36 menggunakan elektroda E6013 dan E7016 terhadap kekerasan, struktur mikro dan kekuatan tarikannya.
- Putra, 2011, Analisa hasil pengelasan SMAW pada baja tahan karat Feritik dengan variasi arus dan elektroda. Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, 2011.
- Royen, 2016, Memahami Komposisi dan Spesifikasi Stainless Steel Tipe 304 dan 304L, <http://abi-blog.com/memahami-komposisi-dan-spesifikasi-stainless-steel-tipe-304-dan-304l>.
- Soetardjo, 1997. Petunjuk praktek las asitelin dan las listrik.
- Sonawan, H, 2003, Las Listrik SMAW dan Pemeriksaan Hasil Pengelasan.
- Supardi, E., 1996, Pengujian Logam Angkasa, Bandung.
- Setyo dan Rendy P., 2013. Pengaruh Kecepatan Pengelasan dan Jenis Elektroda Terhadap Kekuatan Tarik Hasil Pengelasan SMAW baja ST 60, Jurnal Teknik Mesin Univ. Brawijaya Malang.
- Santoso J., 2006. Pengaruh arus pengelasan terhadap kekuatan tarik dan ketangguhan las SMAW dengan elektroda E7018.
- Setyowati, 2016, Variasi arus dan sudut pengelasan pada material Austenitic stainless steel 304 terhadap kekuatan Tarik dan struktur makro. Teknik Mesin – Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya.
- Wirjosumarto, H., 2000, Teknologi Pengelasan Logam, Erlangga, Jakarta.
- Wirjosumarto, H. dan T. Okumura. 2000. Teknologi Pengelasan Logam. Jakarta: PT. Pradya Paramita.
- Widodo dan Suheini, 2016, Pengaruh kuat arus listrik dan jenis kampuh las Terhadap kekerasan dan strukturmakro pada Pengelasan Stainless steel AISI 304. Intitut Teknologi Adhi Tama Surabaya.
- Yunus dan Nofri, 2013, Variasi arus listrik terhadap Sifat mekanik mikro sambungan las baja tahan Karat aisi 304, Volume 1 Nomor 1 Juli-Desember 2013, E-Journal WIDYA Eksakta.
- Yakub, Y, 2013, Variasi Arus Listrik terhadap Sifat Mekanik Mikro Sambungan Las Baja Tahan Karat AISI 304. E-journal Widya Eksakta. 1(1).
- Setiawan, A , 2016, Penelitian stainless steel 304 terhadap pengaruh pengelasan (gas tungsten arc welding GTAW untuk variasi arus 50A,100A dan 160A dengan uji komposisi, uji struktur mikro, uji kekerasan dan uji impact. Universitas Muhammadiyah Surakarta.