

**PENGARUH KUAT ARUS LISTRIK PADA PENGELASAN SMAW ARUS DC
TERHADAP KEKUATAN TARIK DAN KEKERASAN
MATERIAL STAINLESS STEEL 201**

Muhammad Abdul Wahid*, Rinto Handoyo, S.M. Bondan Respati dan Agung Nugroho

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Wahid Hasyim

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

*Email : mabdulwahid@unwahas.ac.id

Abstrak

Penggunaan arus pengelasan yang berbeda pada Stainless steel 201 sangat mempengaruhi sifat fisik dan mekanik hasil pengelasan. Tujuan dari penelitian adalah untuk mengetahui pengaruh kuat arus pada sambungan pengelasan yang dapat dihasilkan oleh las SMAW pada material stainless steel 201 terhadap sifat mekaniknya. Metode penelitian adalah melakukan tiga kali pengujian tarik, kekerasan, dan struktur mikro pada pelat stainless steel 201 tebal 3 mm yang telah dilakukan pengelasan SMAW arus DC dengan variasi setelan arus kuat arus 60 A, 80 A, 100 A. Pembentukan benda uji menggunakan mesin frais berdasarkan standar ASTM D 638-03. Daerah yang diuji kekerasan dan struktur mikro adalah logam induk, heat affecting zone (HAZ) dan daerah las. Hasilnya plat stainless steel 201 setelah dilakukan pengelasan mengalami penurunan kekuatan tarik sampai 52.76% tetapi mengalami peningkatan keuletan sebesar 80%. Ini terjadi karena struktur tidak homogen. Kekuatan tarik pada setelan kuat arus 100 A adalah yang tertinggi sebesar 518.526 MPa karena nilai kekerasan pada setelan ini mengalami penurunan yang landai dari daerah induk (111 HRC) ke daerah HAZ sebesar 103.3 HRC (6.94%) dan ke daerah las sebesar 98.3 HRC (11.44%). Semakin tinggi setelan kuat arus menyebabkan kekuatan tarik akan semakin kuat.

Kata kunci : Arus, Uji Kekerasan, Tarik.

1. PENDAHULUAN

Dalam industri, teknologi konstruksi merupakan teknologi yang memiliki peran penting dalam pengembangan berbagai sarana dan prasarana kebutuhan manusia. Perkembangan teknologi yang semakin pesat tidak terpisahkan dari teknik pengelasan dalam merancang suatu produk konstruksi. Bisa dilihat hampir semua produk konstruksi dalam rancang bangun menggunakan pengelasan, karena pengelasan adalah salah satu teknik penyambungan yang mudah dan murah dalam operasionalnya. Teknik pengelasan terlihat begitu sederhana, meskipun demikian sebenarnya dalam melakukan pengelasan dibutuhkan keterampilan dan pengetahuan yang memadai. Pengaturan *heat input* akan mempengaruhi hasil pengelasan, bila terlalu rendah arus yang digunakan maka penyalaan busur listrik akan sukar. Busur listrik menjadi tidak stabil, sehingga panas yang dihasilkan agar elektroda dan bahan dasar meleleh tidak mencukupi, sehingga menghasilkan rigi-rigi pengelasan yang kecil dan tidak merata, serta penembusan kurang kedalam. Sebaliknya apabila terlalu tinggi arus yang digunakan menyebabkan elektroda mencair dengan cepat menimbulkan hasil permukaan las lebih lebar dan penembusan terlalu dalam sehingga hasil kekuatannya rendah dan hasil pengelasan akan bertambah rapuh. Untuk itu dibutuhkan cara agar pengelasan *bimetal* dapat diterima dan dapat diaplikasikan dengan baik sesuai dengan yang diinginkan. Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk melakukan pengelasan yaitu pengaturan besarnya arus pengelasan yang tepat.

Pengelasan baja tahan karat adalah suatu teknologi pengelasan yang membutuhkan proses tertentu, karena 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. *Stainless steel* (SS) sebagai salah satu material konstruksi di dalam dunia industri sering digunakan untuk menyambung atau membentuk komponen sesuai desain yang tepat dengan cara pengelasan. Proses pengelasan mempengaruhi sifat mekanik. Besarnya tegangan sisa akibat pemanasan dari proses pengelasan dapat menurunkan kekuatan material. Hal tersebut mengakibatkan material lebih mudah mengalami keretakan (Wiriyosumarto, 2000).

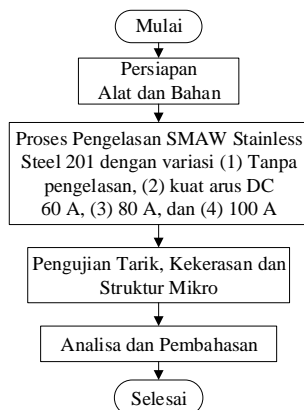
Berdasarkan itu, maka penelitian merumuskan bagaimana pengaruh arus listrik pada pengelasan SMAW arus DC terhadap kekuatan tarik dan kekerasan material *stainless steel 201*. Tujuan dari penelitian adalah untuk mengetahui pengaruh kuat arus pada sambungan pengelasan yang dapat dihasilkan oleh las SMAW pada material *stainless steel 201* terhadap sifat mekaniknya. Proses pengelasan menggunakan variabel arus yang disetel sebagai input untuk menghasilkan kekuatan tarik dan kekerasan berbeda. Manfaat penelitian ini untuk mengetahui penyetelan arus yang digunakan pada proses pengelasan SMAW menggunakan material *stainless steel 201* untuk mendapatkan sifat mekanis yang diinginkan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Perlakuan pada material menyebabkan perubahan sifat mekanisnya. Sebagai contoh yang dilakukan Prayitno (2018), peningkatan arus lasan baja tahan karat ASTM A316 dari 120 A ke 140 A dapat meningkatkan kekerasan permukaan lasan dari 465 HV menjadi 514.7 HV. Tahun 2018, Jasman, dkk. Menggunakan variasi kuat arus 100 A, 130 A dan 160 A terhadap baja karbon rendah. Nilai kekerasan yang paling tinggi pada 130 A. Pada penelitian lain, perubahan heat input sangat mempengaruhi nilai dari kekerasan, struktur mikro dan uji tariknya. Semakin rendah heat input yang diterima, makin tinggi nilai kekerasan dan kekuatannya (Naryono dan Farid Rakhman, 2011). Pengaruh kuat arus lasan pada material *stainless steel 201* belum pernah dilakukan pada kuat arus dibawah 100 A. Sehingga perlu untuk dilakukan penelitian.

3. METODE

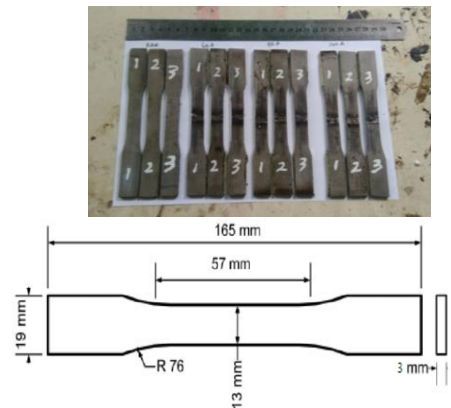
Alur penelitian dapat dilihat pada Gambar 1. Permulaan diawali dengan persiapan alat dan bahan. Benda uji yang digunakan pada pengujian tarik adalah plat *stainless steel 201*. Benda uji terdiri dari 4 jenis variasi yaitu (1) tanpa dilakukan pengelasan, (2) dilakukan pengelasan dengan setting kuat arus 60 A, (3) 80 A dan (4) 80 A. Setelah pengelasan dilakukan proses pendinginan menggunakan udara biasa atau secara perlahan. Pembentukan benda uji berdasarkan standar ASTM D 638-03 menggunakan mesin frais. Pengujian tarik dilakukan sebanyak 3 kali setiap variasi menggunakan mesin uji tarik GOTECH-GT-7001-LC10 yang mempunyai kapasitas maksimal 100 ton (lihat Gambar 4).



Gambar 1. Diagram alir penelitian



Gambar 2. Mesin Las SMAW



Gambar 3. Diagram alir penelitian

Pengujian kekerasan dan mikrofografi dilakukan sebanyak tiga titik pada tiga daerah berbeda setiap benda uji hasil lasan. Daerah tersebut adalah daerah logam induk, *heat affective zone* (HAZ) dan daerah las. Alat yang digunakan adalah untuk pengujian kekerasan adalah *universal hardness tester* diperlihatkan pada gambar 5. Metode pengujian menggunakan metode *Rockwell* berindenter kerucut pada beban 150 kgf. Struktur mikro logam dapat dilihat pada uji mikrofografi menggunakan mikroskop mikrofografi seperti pada gambar 6.



Gambar 4. Mesin Uji Tarik



Gambar 5. Ultimate Hardness Tester Rockwell



Gambar 6. Mikroskop mikrofografi

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

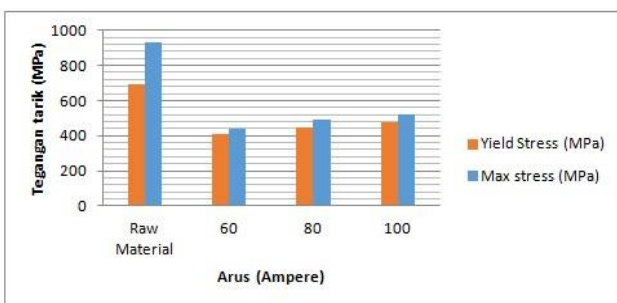
Hasil yang diperoleh pada penelitian ini adalah nilai kekuatan tarik dan kekerasan material *stainless steel* 201 setelah menerima perlakuan pengelasan SMAW pada sejumlah variasi penyetelan kuat arus. Sebagai penguat hasil uji tarik dan kekerasan dilakukan pengujian struktur mikro. Pengujian tersebut dilakukan untuk mengetahui daerah struktur yang dapat mempengaruhi kekuatan tarik dan kekerasan.

Pengujian Tarik

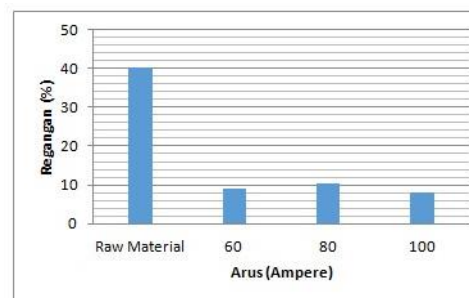
Pada pengujian tarik hasil yang didapat adalah *Yield Stress*, *Max Load*, *Max Stress* dan *Elongation*. Pada Tabel 1 dapat dilihat bahwa *yield stress* dan *max stress* paling tinggi yaitu 473.294 Mpa dan 518.526 Mpa didapat pada setelan kuat arus 100 A. *Yield stress* dan *max stress* paling rendah pada kuat arus 60 A. Hasil *elongation* yang paling rendah pada setelan 100 A. Fenomena ini sudah lazim bahwa kekuatan tarik semakin tinggi, maka keuletan juga akan semakin turun yang ditunjukkan dengan nilai *elongation* semakin rendah seperti ditunjukkan pada gambar 7 dan 8. Jika dibandingkan dengan logam induk, maka sifat mekanis bahan setelah dilakukan proses pengelasan mengalami penurunan kekuatan maksimum 52.76% dan penurunan keuletan 80.18%.

Tabel 1. Hasil Pengujian Tarik

| Arus (A) | Area (mm ²) | Yield Stress (MPa) | Prosentase penurunan (%) | Max Load (N) | Max Stress (Mpa) | Prosentase penurunan (%) | Elongation (%) |
|-------------|-------------------------|--------------------|--------------------------|--------------|------------------|--------------------------|----------------|
| Logam induk | 44.541 | 693.973 | 0 | 41523.28 | 932.248 | 0 | 40.175 |
| 60 | 44.243 | 405.389 | 41.58 | 19482.9 | 440.363 | 52.76 | 9.013 |
| 80 | 44.356 | 445.08 | 35.86 | 21678.74 | 488.749 | 47.57 | 10.329 |
| 100 | 44.243 | 473.294 | 31.80 | 22941.19 | 518.526 | 44.38 | 7.961 |



Gambar 7. Grafik pengaruh kuat arus terhadap tegangan tarik



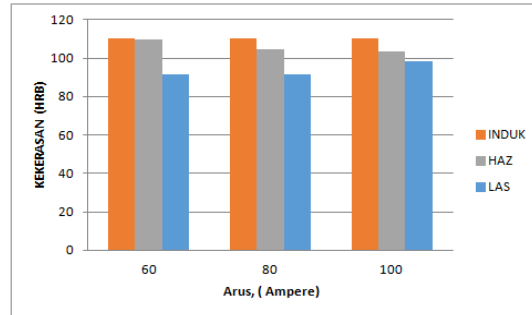
Gambar 8. Grafik hubungan kuat Arus dengan regangan

Pengujian Kekerasan

Pengujian kekerasan Rockwell (HRC) yang telah dilakukan menghasilkan data dari logam induk, daerah las dan daerah HAZ dengan variasi Arus yang telah dilakukan. Tabel 2 menunjukkan hasil uji kekerasan Rockwell (HRC) terhadap variasi kuat arus yang digunakan dalam pengelasan.

Tabel 2. Hasil Uji Kekerasan Rockwell (HRC)

| Arus (A) | INDUK | | | Rata rata | HAZ | | | Rata rata | Prosen tase (%) | LAS | | | Rata rata | Prosen tase (%) |
|----------|-------|-----|-----|-----------|-----|-----|-----|-----------|-----------------|-----|----|-----|-----------|-----------------|
| | 1 | 2 | 3 | | 1 | 2 | 3 | | | 1 | 2 | 3 | | |
| 60 | 110 | 109 | 111 | 110 | 109 | 110 | 110 | 109.6 | 1.26 | 95 | 90 | 89 | 91.3 | 17.75 |
| 80 | 110 | 109 | 111 | 110 | 103 | 106 | 105 | 104.6 | 5.77 | 90 | 95 | 90 | 91.6 | 17.48 |
| 100 | 110 | 109 | 111 | 110 | 103 | 105 | 102 | 103.3 | 6.94 | 103 | 92 | 100 | 98.3 | 11.44 |



Gambar 9. Grafik Hasil Kekerasan Rockwell

Berdasarkan Gambar 9 dapat dilihat material stainless steel 201 setelah dilakukan proses pengelasan, mengalami penurunan nilai kekerasan pada daerah terdampak temperatur pengelasan. Semakin menuju daerah pengelasan akan semakin turun. Nilai kekerasan juga semakin turun seiring dengan penyetelan kuat arus yang semakin tinggi. Kuat arus yang semakin tinggi mengakibatkan temperatur pengelasan semakin tinggi.

Pada setelan kuat arus 60 A, terjadi penurunan nilai kekerasan drastis dari daerah induk (111 HRC) ke daerah HAZ sebesar 109.6 HRC (1.26%) dan ke daerah las sebesar 91.3 HRC (17.17%). Daerah las menjadi yang terendah nilai kekerasannya atau yang paling kritis karena kurang homogen. Hal ini menyebabkan kekuatan tarik pada setelan ini menjadi yang terkecil sebesar 440,363 MPa. Kekuatan tarik pada setelan kuat arus 100 A adalah yang tertinggi sebesar 518.526 MPa karena nilai kekerasan pada setelan ini mengalami penurunan yang landai dari daerah induk (111 HRC) ke daerah HAZ sebesar 103.3 HRC (6.94%) dan ke daerah las sebesar 98.3 HRC (11.44%).

Pengujian Mikrografi

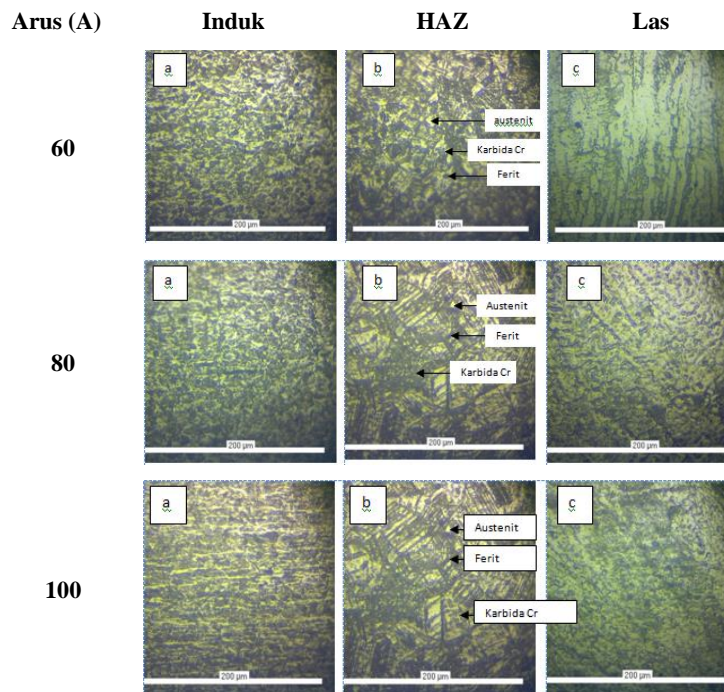
Pada Gambar 10 terlihat hasil struktur mikro pada daerah logam induk, HAZ, dan las dari bahan plat *stainlees stell* 201 setelah dilakukan pengelasan dengan variasi setelan kuat arus 60, 80 dan 100 Ampere.

Struktur mikro antara daerah HAZ, las dan logam induk mempunyai fasa yang sama yaitu Fasa *Ferrite* (warnanya gelap), Fasa *Austenite* (warnanya terang), dan Fasa Karbida Cr (titik-titik hitam). Adapun Yang membedakan lagi adalah batas butirnya. Bentuk batas butir untuk daerah logam induk dan daerah logam HAZ hampir sama dengan bentuk oval atau kotak. Bentuk pada daerah pengelasan adalah *columnar*. Pada daerah induk terlihat menunjukkan struktur yang hampir sama setelah dilakukan pengelasan dengan beberapa variasi kuat arus. Batas dan ukuran butir hampir sama.

Bentuk butir pada daerah HAZ juga sama, hanya saja ukuran butir yang berbeda. Ukuran butir pada setelan 60 A memiliki butir paling kecil dan prosentase karbida lebih banyak sehingga pada setelan ini memiliki nilai kekerasan yang paling tinggi jika dibanding daerah HAZ pada setelan 80 atau 100 A.

Pada daerah las butir yang paling halus terlihat pada setelan 100 A. Jenis butir berupa *columnar* karena sempat melewati suhu austenisasi pada saat pengelasan, sehingga daerah terang semakin banyak

jika dibanding dengan daerah induk dan HAZ. Warna semakin gelap menandakan nilai kekerasan semakin tinggi dan juga sebaliknya.



Gambar 10. Foto struktur mikro hasil pengelasan dengan variasi kuat arus 60, 80 dan 100 A (a) Induk, (b) HAZ, (c) Las

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dilanjutkan dengan analisa, dapat diambil beberapa kesimpulan. Plat stainless steel 201 yang telah dilakukan pengelasan dengan variasi setelan kuat arus 60 A, 80 A, dan 100 A akan mengalami penurunan kekuatan tarik sampai 52.76% tetapi mengalami peningkatan keuletan sebesar 80%. Ini terjadi karena struktur tidak homogen.

Kekuatan tarik yang paling kecil terjadi pada setelan kuat arus 60 A. Hal ini terjadi karena penurunan nilai kekerasan drastis dari daerah induk (111 HRC) ke daerah HAZ sebesar 109.6 HRC (1.26%) dan ke daerah las sebesar 91.3 HRC (17.17%). Daerah las menjadi yang paling kritis ketika uji tarik. Kekuatan tarik pada setelan kuat arus 100 A adalah yang tertinggi sebesar 518.526 MPa karena nilai kekerasan pada setelan ini mengalami penurunan yang landai dari daerah induk (111 HRC) ke daerah HAZ sebesar 103.3 HRC (6.94%) dan ke daerah las sebesar 98.3 HRC (11.44%). Semakin tinggi setelan kuat arus menyebabkan kekuatan tarik akan semakin kuat.

DAFTAR PUSTAKA

- Jasman, J. (2018). *Pengaruh Kuat Arus Pengelasan Terhadap Kekerasan Baja Karbon Rendah Hasil Las SMAW dengan Elektroda 7018*.
- Naryono dan Rahman F., 2013. *Pengaruh variasi kecepatan pengelasan pada penyambungan plat baja SA 36 menggunakan elektroda E6013 dan E7016 terhadap kekerasan, struktur mikro dan kekuatan tariknya*.
- Putra, 2011, *Analisa hasil pengelasan SMAW pada baja tahan karat Feritik dengan variasi arus dan elektroda*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, 2011.
- Setyo dan Rendy P, 2013. *Pengaruh Kecepatan Pengelasan dan Jenis Elektroda Terhadap Kekuatan Tarik Hasil Pengelasan SMAW baja ST60*, *Jurnal Teknik Mesin Univ. Brawijaya Malang*.