

Pengaruh Variasi Kuat Arus Terhadap Kekuatan Tarik Pada Hasil Pengelasan GMAW dan SMAW Baja Karbon ASTM A36 Dengan Posisi Pengelasan 1G

Bayu Himawan Ajitama^{*1}, Widiyanti², Marsono³

^{1,2,3} Universitas Negeri Malang, Indonesia

^{1,2,3} Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Malang

e-mail: ^{*1}bayu.himawan.160511@students.um.ac.id, ²widiyanti.ft@um.ac.id, ³marsono.ft@um.ac.id

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi kuat arus terhadap kekuatan tarik pada pengelasan GMAW dan SMAW pada baja karbon ASTM A36. Rancangan penelitian yang digunakan eksperimen dengan desain rancangan pre experimental design. Teknik analisis yang digunakan adalah teknik analisis deskriptif. Hasil penelitian menunjukkan pada pengelasan GMAW dengan variasi kuat arus 180 A merupakan kuat arus yang paling ideal digunakan karena menghasilkan nilai kekuatan tarik tertinggi, yaitu 442,73 MPa, sedangkan pada pengelasan SMAW dengan variasi kuat arus 100 A merupakan kuat arus yang paling ideal digunakan karena menghasilkan nilai kekuatan tarik tertinggi, yaitu 442,93 MPa.

Kata kunci: Variasi Kuat Arus, Kekuatan Tarik, GMAW, SMAW

Abstract: This study aims to determine the effect of variation welding current on tensile strength in GMAW and SMAW welding on carbon steel ASTM A36. The research design used experimentally with a pre-experimental design. The analysis technique used is the descriptive. The results GMAW with a welding current of 180 A is the most ideal current to use because it produces the highest tensile strength value, namely 442.73 MPa. Whereas in SMAW with a welding current of 100 A, it is the most ideal current to use because it produces the highest tensile strength value, which is 442.93 MPa.

Keywords: Variation Welding Current, Tensile Strength, GMAW, SMAW

Perkembangan serta pertumbuhan industri manufaktur dibidang konstruksi dari waktu ke waktu sangat mengalami kemajuan yang pesat, sehingga menuntut setiap individu harus dapat mengikuti perkembangan ilmu teknologi serta dapat menerapkan dalam setiap permasalahan yang ada. Teknologi pengelasan mengalami kemajuan yang sangat pada saat ini. Pengelasan memiliki peran yang sangat penting dalam bidang konstruksi, hal ini karena pengelasan memiliki tingkat efisiensi yang baik dari sambungan lainnya. Selain itu, sifat yang dihasilkan dari sambungan las memiliki kekuatan yang cukup baik. Pengelasan juga dapat digunakan untuk reparasi seperti mempertebal lapisan yang sudah aus, menutupi lubang pada hasil coran, memuat lapisan yang keras pada logam dan sebagainya (Wiryo sumarto & Okumura, 2000). Jenis pengelasan yang sering digunakan pada industri manufaktur khususnya bidang pengelasan saat ini adalah Gas Metal Arc Welding (GMAW) dan Shielded Metal Arc Welding (SMAW). Jenis ini sering digunakan karena memiliki beberapa keuntungan. Keuntungan dari jenis pengelasan GMAW yaitu tidak menghasilkan terak, efisiensi yang tinggi dan hasil lasan memiliki elastisitas dan ketangguhan yang baik. Sedangkan pada jenis pengelasan SMAW juga memiliki beberapa keuntungan yaitu mudah dibawa ke mana saja, peralatan yang digunakan sederhana, biaya yang relatif murah, elektroda yang digunakan memiliki banyak variasi diameter dan mudah untuk dicari. Pengelasan ini banyak digunakan pada industri pengelasan berskala besar maupun kecil. Pengaruh kuat arus dalam suatu proses pengelasan merupakan salah satu indikator terpenting yang harus diperhatikan guna memperoleh hasil lasan yang baik. Dengan adanya pengaruh tersebut, maka akan menyebabkan sifat-sifat hasil pengelasan yang berbeda antar spesimen. Hasil pengelasan sangat dipengaruhi oleh arus listrik yang digunakan. Tingginya penggunaan arus listrik akan menghasilkan penembusan (penetrasi) serta kecepatan pencairan yang tinggi. Pemilihan kuat arus pada suatu proses pengelasan ditentukan oleh beberapa faktor seperti elektroda atau kawat pengisi yang akan digunakan, komposisi bahan elektroda atau kawat pengisi yang digunakan, jenis material yang akan dilas serta metode pengelasan yang digunakan. Material yang sering digunakan pada proses pengelasan adalah baja karbon. Pada industri manufaktur, baja karbon menjadi material yang sering digunakan karena kemampuan hasil lasan yang baik, mudah dilakukan proses fabrikasi serta harganya relatif

murah. Sehingga pada penelitian ini dipilih baja karbon tipe ASTM A36. Baja karbon jenis ini dipilih karena memiliki sifat yang mudah menerima perlakuan dengan mudah. Dengan sifatnya yang mudah menerima perlakuan panas, baja karbon ASTM A36 di dunia industri sering digunakan untuk konstruksi jembatan, konstruksi kapal, pembuatan instalasi kapal. Perlu adanya suatu pengujian terhadap material yang telah mengalami proses pengelasan. Pengujian pada material tersebut ditujukan untuk mengetahui sifat mekanik suatu material setelah diberi perlakuan pengelasan. Pada suatu pengujian material, ada 2 (dua) metode pengujian material yang digunakan, salah satunya yaitu pengujian merusak atau destructive test (DT). Pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui nilai dari kekuatan sambungan las pada material setelah dilakukannya proses pengelasan. Pengujian destructive test (DT) memiliki beberapa pengujian seperti pengujian tarik, pengujian bengkok, pengujian puntir, pengujian tekan. Pada industri manufaktur pengelasan pengujian tarik merupakan pengujian yang sering digunakan, hal ini dikarenakan pengujian ini untuk mengetahui nilai kekuatan dari hasil sambungan las ketika diberi beban secara maksimum. Hasil dari penelitian ini dapat digunakan sebagai acuan dalam pemilihan kuat arus, jenis material, jenis elektroda yang digunakan, dan dapat menjadi pembandingan hasil nilai kekuatan tarik yang diperoleh dari pengelasan metode GMAW maupun metode SMAW pada baja karbon rendah ASTM A36 dengan ketebalan 8 mm di industri manufaktur khususnya bidang pengelasan.

METODE

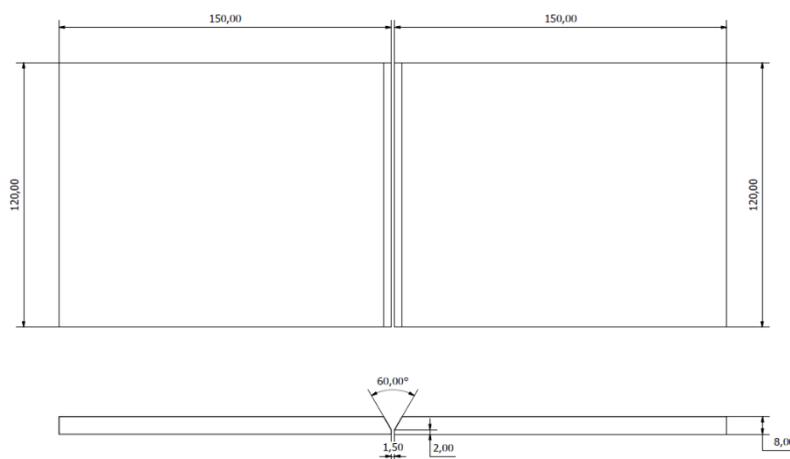
Rancangan penelitian yang digunakan eksperimen dengan desain rancangan pre-experimental design. Teknik analisis yang digunakan adalah teknik analisis deskriptif di mana data statistik diperoleh dari hasil pengujian sambungan las kemudian dideskripsikan (Sugiyono, 2008). Penelitian ini menggunakan 5 (lima) variasi kuat arus dengan masing-masing kuat arus sebesar 140 A, 150 A, 160 A, 170 A, dan 180 A pada pengelasan GMAW dan kuat arus sebesar 80 A, 90 A, 100 A, 110 A, 120 A pada pengelasan SMAW. Elektroda yang digunakan pada masing-masing pengelasan GMAW dan SMAW, yaitu ER 70S-6 dan E 7018. Objek penelitian adalah sambungan hasil pengelasan. Objek penelitian yang digunakan adalah baja ASTM A36 dengan ketebalan 8 mm dengan komposisi sebagai berikut (Tabel 1).

Tabel 1. Kandungan Unsur Baja ASTM A36

| Nama | Ketebalan | C | Si | Mn | P | S | Cr | Al |
|----------|-----------|------|------|-----|-------|-------|------|------|
| ASTM A36 | 8 mm | 0,14 | 0,23 | 0,8 | 0,015 | 0,004 | 0,03 | 0,03 |

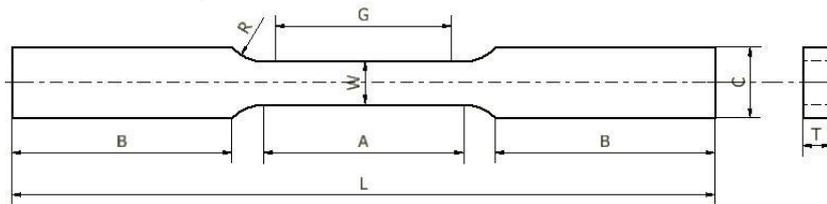
Sumber: PT. Gunawan Dianjaya Steel Tbk (2020)

Pengelasan ini menggunakan ukuran spesimen 150 mm×120 mm dengan kempuh V menurut standar AWS D1.1 ($\alpha = 60^\circ$, jarak root face 2 mm, dan root opening 1,5 mm) (Gambar 1).



Gambar 1. Geometri Spesimen Pengelasan

Pada setiap spesimen pengelasan dilakukan tiga kali uji tarik untuk memperoleh nilai rata-rata dari hasil uji tarik tersebut, sehingga uji tarik dilakukan pada 30 spesimen yang berbeda. Untuk ukuran spesimen pengujian tarik berdasarkan standar ASTM E8/E8M-09 (Gambar 2 dan Tabel 2).

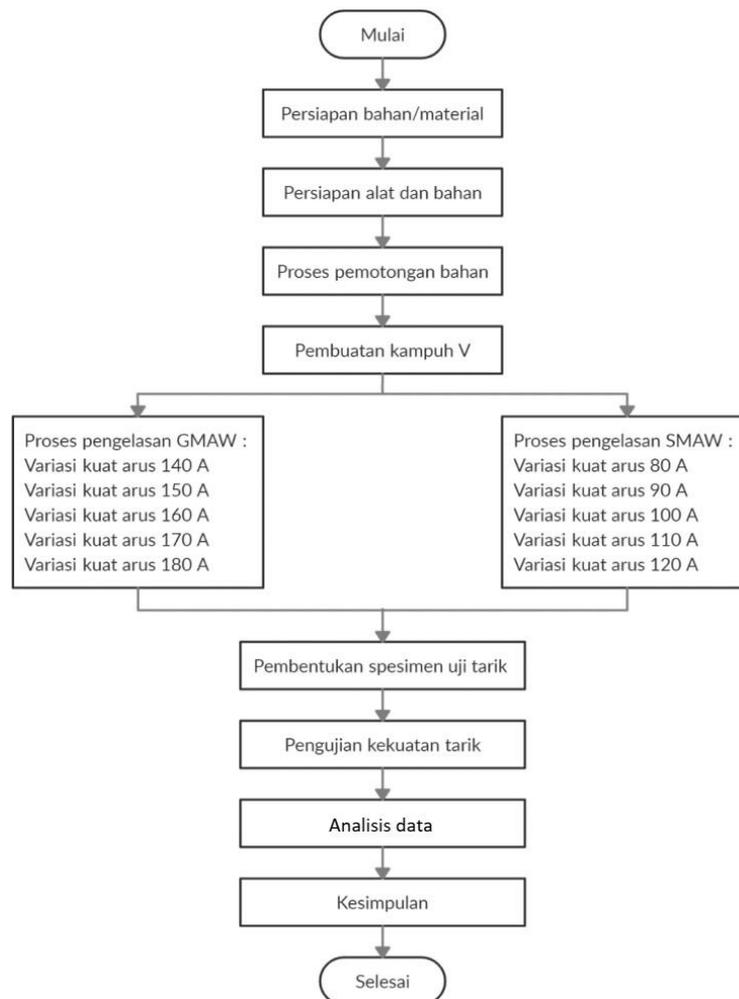


Gambar 2. Spesimen Uji Tarik Standar E8/E8M-09
Sumber: ASTM E8/E8M-09

Tabel 2. Dimensi Spesimen Uji Tarik Berdasarkan Standar E8/E8M-13a

| Dimensions | |
|--|---|
| | Standard Specimens Sheet-Type, 12.5 mm [0.500 in.] Wide |
| | mm [in.] |
| G – Gage Length | 50.0 ± 0.1 [2.000 ± 0.005] |
| W – Width | 12.5 ± 0.2 [0.500 ± 0.010] |
| T – Thickness | thickness of material |
| R – Radius of fillet, min. | 12.5 [0.500] |
| L – Overall length | 200 [8] |
| A – Length of reduced section, min | 57 [2.25] |
| B – Length of grip section, min | 50 [2] |
| C – Width of grip section, approximate | 20 [0.750] |

Sumber: ASTM E8/E8M-13a



Gambar 3. Diagram Alur Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menghasilkan data berupa angka hasil dari pengujian kekuatan tarik pengelasan GMAW dan SMAW menggunakan variasi kuat arus pada baja karbon ASTM A36. Data hasil pengujian dipaparkan dalam bentuk tabel guna mempermudah untuk pembacaannya. Selain dalam bentuk tabel hasil data dari pengujian kekuatan tarik juga akan dipaparkan dalam bentuk diagram dan grafik sebagai perbandingannya.

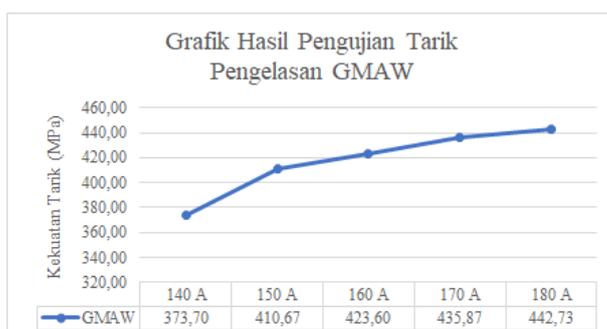
Pengaruh Variasi Kuat Arus Pengelasan GMAW terhadap Kekuatan Uji Tarik

Pengujian tarik pada spesimen hasil pengelasan mengacu pada standar Amerika, yaitu ASTM E8/E8M-13a. Data hasil pengujian kekuatan tarik dari pengelasan GMAW menggunakan variasi kuat arus pada baja karbon ASTM A36 dapat dilihat pada Tabel 3 berikut ini.

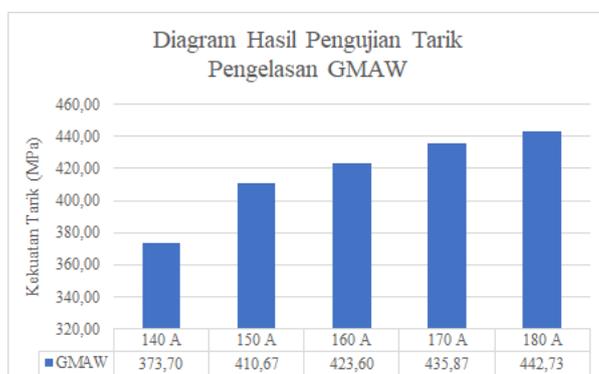
Tabel 3. Data Hasil Pengujian Tarik Pengelasan GMAW

| Kode Spesimen | Kuat Arus | Kekuatan Tarik (MPa) |
|-----------------|-----------|----------------------|
| A11 | | 359 |
| A12 | 140 A | 439,3 |
| A13 | | 322,8 |
| Nilai rata-rata | | 373,7 |
| A21 | | 416,1 |
| A22 | 150 A | 437,7 |
| A23 | | 378,2 |
| Nilai rata-rata | | 410,67 |
| A31 | | 405,1 |
| A32 | 160 A | 431,8 |
| A33 | | 433,9 |
| Nilai rata-rata | | 423,6 |
| A41 | | 434,5 |
| A42 | 170 A | 439,8 |
| A43 | | 433,3 |
| Nilai rata-rata | | 435,87 |
| A51 | | 442,5 |
| A52 | 180 A | 443,8 |
| A53 | | 441,9 |
| Nilai rata-rata | | 442,73 |

Berdasarkan Tabel 4 dapat dilihat nilai kekuatan tarik spesimen pengelasan GMAW dengan variasi kuat arus mengalami peningkatan nilai kekuatan tarik pada setiap kuat arus yang digunakan. Hasil rata-rata dari nilai kekuatan tarik jika diakumulasikan ke dalam bentuk grafik dan diagram adalah sebagai berikut (Gambar 4 dan Gambar 5).



Gambar 4. Grafik Pengaruh Variasi Kuat Arus terhadap Kekuatan Uji Tarik pada Pengelasan GMAW



Gambar 5. Diagram Pengaruh Variasi Kuat Arus terhadap Kekuatan Uji Tarik pada Pengelasan GMAW

Peningkatan nilai kekuatan tarik yang dihasilkan pada setiap kuat arus dapat diamati pada Gambar 4 dan Gambar 5. Nilai kekuatan tarik pada hasil pengelasan GMAW baja karbon ASTM A36 pada kuat arus 140 A s.d 180 A memiliki angka berturut-turut 373,7 MPa, 410,67 MPa, 423,6 MPa, 435,87 MPa, dan 442,73 MPa. Setelah di analisis hasil kekuatan tarik pada penelitian ini, terlihat untuk variasi kuat arus sebesar 140 A memiliki angka nilai kekuatan tarik yang paling rendah dibandingkan dengan variasi kuat arus lainnya. Kuat arus yang kecil menyebabkan masukan panas yang diterima kurang sehingga berpengaruh pada penetrasi yang dihasilkan. Pada saat yang bersamaan logam pengisi (filler) tidak mencair dengan sempurna, logam induk dan logam las tidak menyatu dengan baik, dan menyebabkan kekuatan yang dihasilkan dari sambungan tersebut memiliki nilai yang rendah. Selain itu penggunaan kuat arus yang rendah akan menyebabkan sukarnya penyalaan busur listrik sehingga mengalami ketidakstabilan pada busur listrik yang dihasilkan. Berbeda dengan variasi kuat arus 140 A, pada variasi kuat arus 180 A memiliki nilai kekuatan tarik yang paling tinggi diantara variasi kuat arus lainnya. Penggunaan kuat arus yang tinggi secara tidak langsung menghasilkan masukan panas yang tinggi, penetrasi yang dalam, serta kecepatan pencairan pada logam yang tinggi. Hal ini akan berpengaruh pada sambungan ketika dilakukan pengujian dan akan menghasilkan nilai kekuatan yang tinggi.

Hal ini selaras dengan pendapat yang disampaikan oleh (Wiryosumarto & Okumura, 2000) bahwa kuat arus listrik adalah salah satu parameter las yang mempengaruhi penetrasi dan kecepatan pencairan. Sehingga dapat dikatakan semakin tinggi kuat arus listrik yang digunakan maka semakin besar penetrasi dan kecepatan pencairan yang dihasilkan. Sejalan dengan penelitian ini, (Sivakumar & Kumar, 2015) dalam penelitiannya menunjukkan bahwa semakin tinggi kuat arus yang digunakan maka kekuatan tarik yang dihasilkan semakin besar. Hal ini dapat dilihat dari variasi kuat arus yang digunakan (110 A, 120 A, 130 A, dan 140 A) pada penelitian ini, kuat arus sebesar 140 A memiliki nilai kekuatan tarik tertinggi dibandingkan dengan kuat arus lainnya dan terjadi peningkatan nilai kekuatan tarik pada setiap kuat arus yang digunakan. Pada hasil penelitian lain yang membahas tentang pengaruh variasi kuat arus dilakukan oleh (Jain, dkk., 2015) menunjukkan bahwa dalam penelitiannya tersebut menghasilkan variasi kuat arus dengan range 10 A setiap kuat arus yang digunakan (90 A, 100 A, 110 A) terjadi peningkatan kekuatan tarik seiring dengan besarnya kuat arus yang digunakan, tetapi berbanding terbalik dengan nilai kekerasan yang dihasilkan. Hal ini disebabkan pada saat penggunaan kuat arus yang besar akan mempengaruhi struktur mikro dan terjadi proses laju pendinginan lambat yang mengakibatkan material menjadi lunak. Selaras dengan penelitian (Jain, dkk., 2015), hasil penelitian yang dilakukan oleh (Wijoyo & Aji, 2015) menghasilkan semakin tinggi kuat arus yang digunakan (80 A, 100 A, 110 A) maka nilai kekerasan dari material tersebut akan mengalami penurunan. Penurunan tersebut disebabkan oleh laju pendinginan yang cepat, sehingga menyebabkan struktur mikro yang terbentuk pada sambungan menjadi lebih kasar. Struktur mikro ini mempunyai sifat keras, hal ini dapat dilihat pada kuat arus 80 A yang memiliki nilai kekerasan tertinggi sedangkan pada kuat arus listrik 100 A struktur mikro yang dihasilkan lebih halus sehingga mengalami penurunan nilai kekerasan. Penurunan nilai kekerasan juga terlihat pada kuat arus listrik 120 A, memiliki nilai kekerasan yang paling rendah, laju pendinginan yang lambat merupakan faktor yang menyebabkan nilai kekerasan menjadi rendah. Sehingga dapat dikatakan bahwa peningkatan arus listrik akan meningkatkan masukan panas yang diperoleh yang berdampak pada peningkatan kekuatan sambungan las dihasilkan dan lambatnya laju pendinginan.

Dari data yang telah dipaparkan diatas, maka kesimpulan yang didapat ialah bahwa nilai kekuatan tarik yang dihasilkan akan semakin besar seiring meningkatnya kuat arus yang digunakan. Selain itu besarnya kuat arus listrik yang digunakan akan menghasilkan penetrasi yang sangat besar dan berpengaruh pada kekuatan sambungan las, karena salah satu faktor untuk mendapatkan penetrasi yang besar yaitu tergantung dari besar kecilnya kuat arus yang digunakan. Selain itu pada penelitian ini juga menghasilkan variasi kuat arus yang paling ideal digunakan pada pengelasan GMAW pada baja karbon rendah ASTM A36 dengan tebal 8 mm pada posisi pengelasan 1G adalah variasi kuat arus 180 A. Hal ini dikarenakan pada kuat arus 180 A memiliki nilai kekuatan tarik tertinggi dibandingkan kuat arus lainnya yaitu sebesar 442,73 MPa dan nilai kekuatan tarik yang dihasilkan tersebut sudah melebihi nilai kekuatan tarik pada raw material yaitu sebesar 440 MPa.

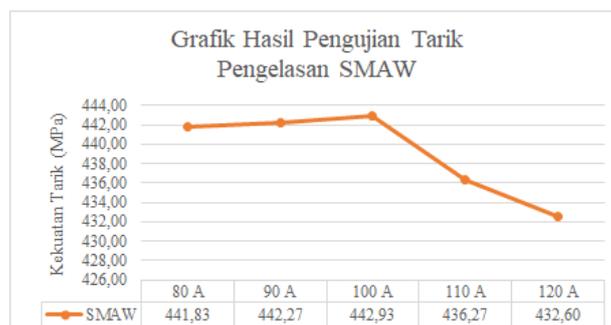
Pengaruh Variasi Kuat Arus Pengelasan SMAW terhadap Kekuatan Uji Tarik

Pengujian tarik pada spesimen hasil pengelasan mengacu pada standar Amerika, yaitu ASTM E8/E8M-13a. Data hasil pengujian kekuatan tarik dari pengelasan SMAW menggunakan variasi kuat arus pada baja karbon ASTM A36 dapat dilihat pada Tabel 4 berikut ini.

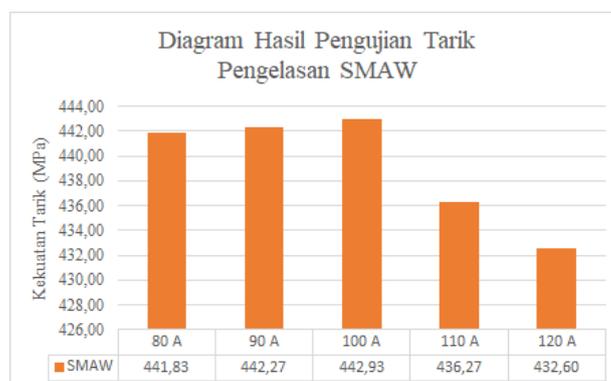
Tabel 4. Data Hasil Pengujian Tarik Pengelasan SMAW

| Kode Spesimen | Kuat Arus | Kekuatan Tarik (MPa) |
|-----------------|-----------|----------------------|
| B11 | 80 A | 446,2 |
| B12 | | 440,5 |
| B13 | | 438,8 |
| Nilai rata-rata | | 441,83 |
| B21 | 90 A | 442,2 |
| B22 | | 441,5 |
| B23 | | 443,1 |
| Nilai rata-rata | | 442,27 |
| B31 | 100 A | 442,5 |
| B32 | | 442 |
| B33 | | 444,3 |
| Nilai rata-rata | | 442,93 |
| B41 | 110 A | 439,6 |
| B42 | | 437,8 |
| B43 | | 431,4 |
| Nilai rata-rata | | 436,27 |
| B51 | 120 A | 439,7 |
| B52 | | 427 |
| B53 | | 431,1 |
| Nilai rata-rata | | 432,6 |

Berdasarkan Tabel 4 dapat dilihat nilai kekuatan tarik spesimen pengelasan GMAW dengan variasi kuat arus mengalami peningkatan dan penurunan nilai kekuatan tarik pada setiap kuat arus yang digunakan. Hasil rata-rata dari nilai kekuatan tarik jika diakumulasikan ke dalam bentuk grafik dan diagram adalah sebagai berikut (Gambar 6 dan Gambar 7).



Gambar 6. Grafik Pengaruh Variasi Kuat Arus terhadap Kekuatan Uji Tarik pada Pengelasan SMAW



Gambar 7. Diagram Pengaruh Variasi Kuat Arus terhadap Kekuatan Uji Tarik pada Pengelasan GMAW

Perbedaan hasil nilai kekuatan tarik terlihat pada Gambar 6 dan Gambar 7. Data yang telah dipaparkan diatas menunjukkan terjadinya perbedaan besarnya nilai kekuatan tarik pada sambungan hasil pengelasan SMAW akibat variasi kuat arus baja karbon ASTM A36 dengan posisi pengelasan 1G. Hasil kekuatan tarik terendah terlihat pada variasi kuat arus sebesar 120 A, yaitu sebesar 432,6 MPa. Sedangkan untuk hasil kekuatan tarik tertinggi terlihat pada variasi kuat arus sebesar 100 A, yaitu sebesar 442,93 MPa. Meningkatnya kuat arus yang digunakan akan menghasilkan masukan panas tinggi. Selain itu penggunaan kuat arus yang besar akan menghasilkan penetrasi yang dalam sehingga selama proses pengelasan berlangsung pencairan antara elektroda dan logam induk terjadi dengan baik yang mengakibatkan sambungan tersebut memiliki nilai kekuatan tarik yang tinggi pada saat dilakukan pengujian. Hal ini dapat dilihat pada setiap variasi kuat arus 80 A, 90 A, 100 A terjadi peningkatan nilai kekuatan tarik dengan menghasilkan nilai berturut-turut yakni sebesar 441,83 MPa, 442,27 MPa, dan 442, 93 MPa. Tetapi pada variasi kuat arus 110 A dan 120 A pada penelitian ini terjadi penurunan nilai kekuatan tarik dengan menghasilkan nilai berturut-turut yaitu sebesar 436,27 MPa, dan 432,6 MPa. Penurunan nilai kekuatan tarik pada kuat arus 110 A dan 120 A disebabkan oleh masukan panas yang diterima pada saat proses pengelasan berlangsung terlalu tinggi yang mengakibatkan busur listrik yang dihasilkan terlalu besar dan membutuhkan waktu pendinginan lama pada logam hasil lasan. Pendinginan yang lambat akan berpengaruh pada pembesaran struktur mikro, butir struktur mikro yang mengalami pembesaran akan menurunkan nilai kekuatan dari suatu bahan.

Hasil penelitian ini memiliki keselarasan dengan penelitian yang dilakukan oleh (Bodude & Momohjimoh, 2015) dalam penelitiannya yang menghasilkan bahwa penggunaan kuat arus yang semakin tinggi akan menyebabkan rendahnya kekuatan tarik yang dihasilkan. Selain itu pada penelitian tersebut juga menunjukkan bahwa penggunaan kuat arus yang semakin meningkat akan menghasilkan nilai kekerasan yang rendah. Hal ini dapat dilihat untuk penggunaan kuat arus pada penelitian ini yakni sebesar 100 A, 120 A, dan 150 A, dari ketiga variasi kuat arus tersebut, maka pada variasi kuat arus 100 A memiliki nilai kekuatan tarik dan nilai kekerasan yang paling tinggi dibandingkan dengan kuat arus lainnya. Selaras dengan hasil penelitian (Bodude & Momohjimoh, 2015), (Nugroho & Setiawan, 2018) dalam penelitiannya menunjukkan bahwa penggunaan variasi kuat arus yang semakin besar akan menghasilkan nilai kekuatan tarik yang tinggi, tetapi apabila kuat arus yang digunakan terlalu besar maka akan menurunkan nilai hasil kekuatan tarik pada logam. Hal ini dapat dilihat pada penelitian ini untuk penggunaan variasi kuat arus sebesar 90 A, 100 A, 110 A dan 120 A. Variasi kuat arus 90 A s.d 110 A mengalami peningkatan untuk nilai kekuatan tarik yang dihasilkan, sedangkan pada variasi kuat arus 120 A mengalami penurunan nilai kekuatan tarik. Salah satu penyebab nilai kekuatan tarik mengalami penurunan yaitu pengaruh panas yang dihasilkan pada logam las dengan logam induk mempengaruhi pembentukan struktur mikro pada logam tersebut. Struktur ferit-bainit terbentuk lebih banyak karena pemanasan yang cepat dan tinggi sehingga mengakibatkan sambungan las memiliki sifat yang getas. Sejalan dengan kedua penelitian diatas, penelitian yang dilakukan oleh (Triana, dkk., 2018) dalam penelitiannya menunjukkan bahwa untuk penggunaan elektroda E7018 pada variasi kuat arus sebesar 80 A, 100 A, 120 A dan 140 A, menghasilkan nilai kekuatan yang menurun pada setiap kuat arus yang digunakan, akan tetapi pada variasi kuat arus 100 A terjadi kenaikan nilai kekuatan tarik dibandingkan dengan kuat arus lainnya. Sehingga menjadikan variasi kuat arus 100 A memiliki nilai kekuatan tarik tertinggi pada penelitian ini. Selain itu penelitian yang dilakukan oleh (Harsono, dkk., 2015) selaras dengan hasil penelitian ini, yaitu dari kuat arus yang digunakan sebesar 80 A, 100 A, dan 120 A, hasil pengujian tarik menunjukkan kuat arus 100 A memiliki nilai kekuatan tarik yang paling tinggi dari pada kuat arus lainnya. Hal ini dikarenakan pada kuat arus 100 A, struktur mikro yang dihasilkan rapat dan halus serta di dominasi oleh struktur karbida krom sehingga apabila suatu bahan yang memiliki struktur mikro yang halus dan rapat maka akan menghasilkan nilai kekuatan tarik yang tinggi.

Dari pemaparan data diatas dan hasil penelitian yang sudah ada, maka dapat disimpulkan semakin besar kuat arus listrik yang digunakan, maka akan menghasilkan nilai kekuatan tarik yang tinggi, akan tetapi penggunaan kuat arus yang terlalu tinggi akan mengakibatkan turunnya nilai kekuatan tarik pada hasil sambungan logam. Hal ini dikarenakan masukan panas yang diterima terlalu besar sehingga busur listrik yang dihasilkan tinggi, disaat yang bersamaan busur listrik yang tinggi akan mempengaruhi proses waktu pendinginan yang lambat. Pendinginan yang lambat akan memperbesar butiran struktur mikro pada sambungan las, dan butiran-butiran struktur mikro yang besar akan menghasilkan kekuatan nilai kekuatan yang rendah serta sifat getas pada logam tersebut. Selain itu variasi kuat arus 100 A pada hasil penelitian ini menjadikan kuat arus yang ideal digunakan pada proses pengelasan SMAW baja karbon ASTM A36 dengan ketebalan plat 8 mm pada posisi pengelasan 1G. Hal ini dikarenakan variasi kuat arus 100 A memiliki nilai kekuatan tarik tertinggi dari pada variasi kuat arus lainnya, yaitu sebesar 442,93 MPa, di sisi lain hasil pemaparan penelitian yang telah ada sebelumnya juga menunjukkan keselarasan dengan penelitian ini, dimana untuk variasi kuat arus 100 A yang digunakan pada ketiga hasil penelitian tersebut memiliki nilai kekuatan tarik tertinggi dibanding kuat arus lainnya.

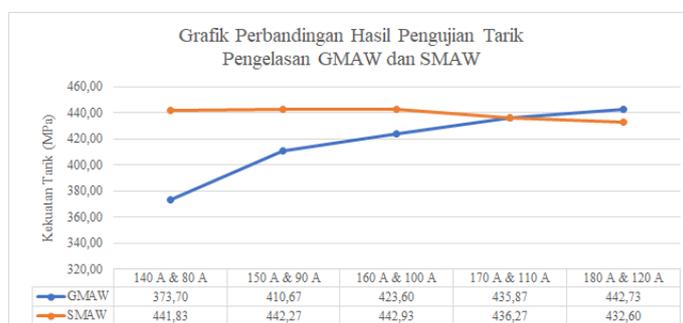
Perbandingan Pengaruh Variasi Kuat Arus Terhadap Kekuatan Tarik Hasil Pengelasan GMAW dan SMAW

Pengujian tarik pada spesimen hasil pengelasan mengacu pada standar Amerika, yaitu ASTM E8/E8M–13a. Data perbandingan hasil pengujian kekuatan tarik dari pengelasan GMAW dan SMAW menggunakan variasi kuat arus pada baja karbon ASTM A36 dapat dilihat pada Tabel 5 berikut ini.

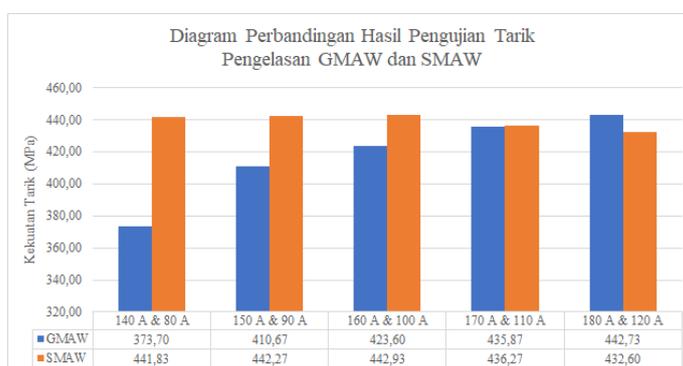
Tabel 5. Perbandingan Hasil Pengujian Tarik Pengelasan GMAW dan SMAW

| Jenis Pengelasan | Arus Pengelasan (Ampere) | Kekuatan Tarik (MPa) |
|------------------|--------------------------|----------------------|
| GMAW | 140 A | 373,70 |
| | 150 A | 410,67 |
| | 160 A | 423,60 |
| | 170 A | 435,87 |
| | 180 A | 442,73 |
| SMAW | 80 A | 441,83 |
| | 90 A | 442,27 |
| | 100 A | 442,93 |
| | 110 A | 436,27 |
| | 120 A | 432,6 |

Berdasarkan Tabel 5 dapat dilihat perbandingan nilai kekuatan tarik hasil pengelasan GMAW dan SMAW dengan variasi kuat arus pada baja karbon ASTM A36. Hasil rata-rata dari nilai kekuatan tarik jika diakumulasikan ke dalam bentuk grafik dan diagram adalah sebagai berikut (Gambar 8 dan Gambar 9).



Gambar 8. Grafik Perbandingan Kekuatan Tarik pada Hasil Pengelasan GMAW dan SMAW



Gambar 9. Diagram Perbandingan Kekuatan Tarik pada Hasil Pengelasan GMAW dan SMAW

Dapat dilihat pada Gambar 8 dan Gambar 9 terjadi perbedaan nilai kekuatan tarik yang dihasilkan pada masing–masing pengelasan. Pada pengelasan GMAW terjadi peningkatan nilai kekuatan tarik pada setiap kuat arus yang digunakan. Hal ini dapat dilihat pada pembahasan sebelumnya yang mengatakan bahwa untuk variasi kuat arus yang digunakan, yaitu sebesar 140 A, 150 A, 160 A, 170 A, 180 A menghasilkan nilai kekuatan tarik yang meningkat, dengan kata lain semakin besar kuat arus yang digunakan maka akan semakin tinggi pula kekuatan tarik yang dihasilkan. Tetapi perlu digaris bawahi untuk penggunaan variasi kuat arus sebesar 140 A s.d 170 A nilai kekuatan tarik yang dihasilkan belum dapat melebihi nilai kekuatan

tarik dari raw material baja karbon ASTM A36. Penyebab rendahnya hasil kekuatan tarik pada sambungan las adalah adanya cacat las yang terjadi pada saat proses pengelasan berlangsung. Salah satu cacat las yang terjadi adalah porositas. Porositas sendiri merupakan cacat las berupa lubang kecil yang berada didalam maupun dipermukaan logam las. Terjadinya cacat ini dikarenakan penggunaan gas pelindung yang kurang maksimal sehingga pada saat proses pengelasan berlangsung masih ada udara yang terperangkap didalam logam las. Selain itu kuat arus yang terlalu rendah dan busur las yang terlalu panjang menjadi salah satu faktor terjadinya cacat ini. Hal ini dapat dilihat pada hasil kekuatan tarik yang diperoleh dari variasi kuat arus 140 A menunjukkan angka yang rendah yaitu sebesar 373,7 MPa. Sedangkan pada hasil pengelasan SMAW dengan variasi kuat arus 80 A, 90 A, 100 A terjadi peningkatan nilai kekuatan tarik pada setiap kuat arus yang digunakan, akan tetapi pada variasi kuat arus 110 A dan 120 A terjadi penurunan nilai kekuatan tarik. Seperti yang telah dijelaskan pada pembahasan sebelumnya bahwa penurunan nilai kekuatan tarik disebabkan oleh masukan panas yang diterima terlalu besar sehingga mengakibatkan terjadinya waktu pendinginan lama, lamanya waktu pendinginan akan menghasilkan butiran struktur mikro yang semakin membesar pada daerah sambungan las. Perubahan butiran struktur mikro yang besar akan menghasilkan nilai kekuatan yang rendah dan memiliki sifat yang getas pada logam tersebut.

Dari pemaparan data yang telah dijelaskan, maka dapat disimpulkan untuk hasil masing-masing pengelasan pada penelitian ini. Penggunaan kuat arus 180 A pada pengelasan GMAW dan kuat arus 100 A pada pengelasan SMAW untuk baja karbon ASTM A36 ketebalan 8 mm dengan posisi pengelasan 1G merupakan kuat arus yang paling ideal digunakan karena menghasilkan nilai kekuatan tarik tertinggi dibandingkan kuat arus lainnya. Selain itu untuk perbandingan kekuatan tarik yang dihasilkan dari variasi kuat arus kedua pengelasan pada baja karbon ASTM A36 ketebalan 8 mm, maka dapat diketahui bahwa nilai kekuatan tarik yang dihasilkan pengelasan SMAW lebih besar dibandingkan dengan nilai kekuatan tarik yang dihasilkan dari pengelasan GMAW, yaitu masing-masing sebesar 442,93 MPa dan 442,73 MPa.

PENUTUP

Berdasarkan hasil pengujian dan analisa pada penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa peningkatan nilai kekuatan tarik pada pengelasan GMAW berbanding lurus dengan kuat arus yang digunakan, dengan kata lain semakin tinggi kuat arus yang digunakan maka kekuatan tarik yang dihasilkan akan semakin tinggi. Hal ini dapat dilihat pada grafik dan diagram yang telah disajikan untuk penggunaan variasi kuat arus sebesar 140 A, 150 A, 160 A, 170 A, 180 A mengalami peningkatan nilai kekuatan tarik. Peningkatan tersebut terjadi disebabkan oleh penggunaan kuat arus yang tinggi. Kuat arus yang tinggi akan menghasilkan masukan panas yang besar pada logam las dan penetrasi yang dihasilkan juga besar, sehingga logam pengisi (filler) dan logam induk menyatu dengan baik dan menghasilkan nilai kekuatan yang tinggi pada sambungan las. Selain itu nilai kekuatan tarik tertinggi dihasilkan pada variasi kuat arus 180 A, yaitu sebesar 442,73 MPa, sedangkan untuk nilai kekuatan tarik terendah dihasilkan dari variasi kuat arus 140 A, yaitu sebesar 373,7 MPa. Penggunaan variasi kuat arus pada pengelasan SMAW mengalami peningkatan nilai kekuatan tarik pada variasi kuat arus 80 A, 90 A, 100 A, akan tetapi pada variasi kuat arus 110 A, dan 120 A mengalami penurunan nilai kekuatan tarik. Terjadinya peningkatan nilai kekuatan tarik pada variasi kuat arus 80 A, 90 A, 100 A disebabkan oleh masukan panas yang diterima tinggi, sehingga penetrasi yang dihasilkan dalam. Penetrasi yang dalam akan menghasilkan nilai kekuatan yang tinggi pada sambungan las. Sedangkan penurunan hasil kekuatan tarik pada variasi kuat arus 110 A, dan 120 A disebabkan oleh masukan panas yang diterima terlalu tinggi sehingga menghasilkan busur listrik yang besar dan waktu pendinginan yang cukup lama. Pembesaran butiran stuktur mikro terjadi ketika waktu pendinginan yang lama sehingga kekuatan yang dihasilkan pada sambungan rendah dan memiliki sifat yang getas. Selain itu hasil pengujian tarik dengan variasi kuat arus 120 A menghasilkan nilai kekuatan tarik terendah, yaitu sebesar 432,6 MPa. Sedangkan nilai kekuatan tarik tertinggi dihasilkan dari variasi kuat arus sebesar 100 A, yaitu sebesar 442,93 MPa. Perbandingan nilai kekuatan tarik pada pengelasan GMAW dan SMAW menghasilkan kuat arus 180 A pada pengelasan GMAW dan kuat arus 100 A pada pengelasan SMAW untuk baja karbon ASTM A36 ketebalan 8 mm dengan posisi pengelasan 1G merupakan kuat arus yang paling ideal digunakan karena menghasilkan nilai kekuatan tarik tertinggi dibandingkan kuat arus lainnya. Selain itu nilai kekuatan tarik yang dihasilkan dari pengelasan SMAW lebih besar dibandingkan dengan nilai kekuatan tarik yang dihasilkan dari pengelasan GMAW, yaitu masing-masing sebesar 442,93 MPa dan 442,73 MPa.

DAFTAR RUJUKAN

- ASTM A36/A36M–14 *Standart Spesification For Carbon Structural Steel*. United State of America: American Standard Testing and Material (ASTM International).
- ASTM E8/E8M–13a *Standart Test Methods for Tension Testing of Metallic Materials*. United State of America: American Standard Testing and Material (ASTM International).
- AWS A5.1/A5.1M:2012 Specification for Carbon Steel Electrodes for Shielded Metal Arc Welding. United State of America: American Welding Society.
- AWS A5.18/A5.18M:2005 Specification for Carbon Steel Electrodes and Rods for Gas Shielded Arc Welding. United State of America: American Welding Society.
- AWS D1.1/D1.1M:2015 Strucural Welding Code-Steel. United State of America: American Welding Society.
- Bodude, M., A., & Momohjimoh, I. 2015. Studies on Effects of Welding Parameters on the Mechanical Properties of Welded Low-Carbon Steel. *Journal of Minerals and Materials Characterization and Engineering, Vol (3)*, 142-153. <http://dx.doi.org/10.4236/jmmce.2015.33017>
- Harsono, Respati, S., M., B., & Purwanto, H. 2019. Analisis Pengelasan SMAW Tegangan DC Terhadap Kekuatan Tarik, Kekerasan, Foto Makro dan Mikro Pada Stainless Steel 304. *Jurnal Momentum, Vol. (15)*, No. 1, April 2019, Hal. 58–63. ISSN 0216-7395
- Jain, S., Diwakar, N., Arya, R. 2015. A Study on the Effect of Welding on HAZ, Mechanical Properties and Corrosion of AISI 409m Ferritic Stainless Steel by SMAW, TIG and MIG Welding. *International Journal of New Innovation in Science and Technology Volume (3) Issue 1* (Page, 1-9), ISSN: 2321-0468
- Nugroho, A., & Setiawan, E. 2018. Pengaruh Variasi Kuat Arus Pengelasan Terhadap Kekuatan Tarik dan Kekerasan Sambungan Las Plate Carbon Steel ASTM 36. *Jurnal Rekayasa Sistem Industri Volume (3)*. No.2 Mei 2018. ISSN 2477-2089
- PT. Gunawan Dianjaya Steel Tbk. 2020. *Mill Test Certificate: Hot Rooled Steel Plate ASTM A36–14*
- Sivakumar. S., & Kumar. J., R., F. 2015. Experimental Investigation on MIG Welded Mild Steel. *International Journal of Machine and Construction Engineering Volume (2) Issue 1*. ISSN: 2394 – 3025.
- Sugiyono. 2018. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Cetakan Ke-28. Bandung: Alfabeta
- Tim Universitas Negeri Malang. 2017. *Pedoman Penulisan Karya Ilmiah*. Malang: Universitas Negeri Malang (UM Press).
- Triana, T., Kamil, M., & Zulaida, Y., M. 2018. Pengaruh Variasi Elektroda dan Arus Listrik Pengelasan Terhadap Cacat Las dan Sifat Mekanik Pelat Baja Aplikasi Lambung Kapal. *Jurnal Teknik Mesin Untirta Vol. (IV)*, No. 2, Oktober 2018, hal. 50–55
- Wijoyo & Aji, B., K. 2015. Kajian Kekerasan dan Struktur Mikro Sambungan Las GMAW Baja Karbon Tinggi dengan Variasi Masukan Arus Listrik. *Jurnal SIMETRIS, Vol (6) No 2* November 2015. ISSN: 2252-4983
- Wirjosumarto, Harsono & Okumura. 2000. *Teknologi Pengelasan Logam*. Jakarta: PT Pradnya Paramita.