

PENGARUH VARIASI *METAL TRANSFER* TERHADAP KARAKTERISTIK SAMBUNGAN LAS PADA PROSES PENGELASAN GMAW DENGAN PELINDUNG GAS ARGON

Mansyur Abdul Shaleh¹, Wijoyo², Rohmadi³

¹ Program Studi Teknik Metalurgi, Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Mineral, UPN
"Veteran" Yogyakarta, Jl Babarsari no 2, Janti, Caturtunggal, Depok, Sleman, Yogyakarta 55281

^{2,3} Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Surakarta Jl. Raya Palur Km. 5
Surakarta, Jawa Tengah 57731

E-mail: mansyur.abdulshaleh@upnyk.ac.id
(081391161432)

Abstract

Welding using the GMAW method is welding using the metal transfer method. This study aims to determine the variation of metal transfer on the tensile strength, impact, macro structure, and micro structure of low carbon steel metal in GMAW welding. The material used in this study was AISI 1018 low carbon steel. The material was welded using the GMAW method. Variation of globular arc, spray arc and short arc welding. Tests carried out include tensile testing, impact testing, hardness testing, macro-structural observations and micro-structural observations. The test phase to determine tensile strength refers to ASTM E8/E8M-09 with specimen dimensions of 100 mm long, 10 mm wide and 5 mm thick, while for impact testing refers to ASTM E23-07a with dimensions of 55 mm long, 10 mm wide and 10 mm thick. 10 mm with a notch depth of 5 mm and photographic observations of macro and micro structures. The test results show that the maximum tensile strength with the globular arc welding method is 526.3 MPa and the yield stress is 377.3 MPa, which is greater than that of the low carbon steel parent metal, which is 454 MPa. The impact toughness value of the globular arc welding method is 3.58 J/mm². Results The microstructure of the weld metal undergoes structural changes in all welding methods.

Keywords: Low Carbon Steel, AISI 1018, GMAW, Metal Transfer

Abstrak

Pengelasan dengan metode GMAW merupakan pengelasan dengan menggunakan metode *metal transfer*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui variasi *metal transfer* terhadap kekuatan tarik, impak, struktur makro, dan struktur mikro dari logam baja karbon rendah pada pengelasan GMAW. Material yang digunakan dalam penelitian ini adalah baja karbon rendah AISI 1018. Bahan dilas dengan metode GMAW. Variasi pengelasan *globular arc*, *spray arc* dan *short arc*. Pengujian yang dilakukan meliputi pengujian tarik, pengujian impak, pengujian kekerasan, pengamatan struktur makro dan pengamatan struktur mikro. Tahap pengujian untuk mengetahui kekuatan tarik mengacu pada ASTM E8/E8M-09 dengan dimensi spesimen panjang 100 mm, lebar 10 mm dan tebal 5 mm, sedangkan untuk pengujian impak mengacu pada ASTM E23-07a dengan dimensi panjang 55 mm, lebar 10 mm dan tebal 10 mm dengan kedalaman takik 5 mm dan pengamatan foto struktur makro dan struktur mikro. Hasil pengujian diketahui nilai

kekuatan tarik maksimal dengan metode pengelasan *globular arc* sebesar 526,3 MPa dan tegangan luluh sebesar 377,3 MPa lebih besar dibandingkan dengan logam induk baja karbon rendah sebesar 454 MPa. Nilai ketangguhan impak dari metode pengelasan *globular arc* sebesar 3,58 J/mm². Hasil Struktur mikro pada *weld metal* mengalami perubahan struktur pada semua metode pengelasan.

Kata Kunci: Baja Karbon Rendah, AISI 1018, GMAW, *Metal Transfer*

PENDAHULUAN

Dunia industri manufaktur dewasa ini dapat dengan mudah kita jumpai pembuatan produk/komponen yang membutuhkan penyambungan material baik di bidang otomotif, kedirgantaraan, perkapalan dan lain-lain. Metode yang sering digunakan untuk penyambungan material salah satunya dengan pengelasan (Leo dkk, 2019). Banyak industri manufaktur yang mengembangkan teknik-teknik pengelasan untuk memangkas biaya produksi dan meningkatkan kualitas produk. Terdapat 2 macam proses pengelasan antara lain: *Liquid State Welding* (LSW) / *Fusion Welding* dan *Solid State Welding* (SSW) (Dedi T, 2016).

Pengelasan GMAW adalah suatu proses pengelasan yang menggunakan gas CO₂ sebagai media pelindung weld metal dari pengaruh udara luar. Pengelasan ini menggunakan sumber panas dari energi listrik yang dirubah atau dikonversikan menjadi energi panas (Zainal dkk, 2019). GMAW (*Gas Metal Arc Welding*) merupakan las busur gas yang menggunakan kawat las sekaligus sebagai elektroda. Elektroda tersebut berupa gulungan kawat (rol) yang gerakannya diatur oleh motor listrik. Las ini menggunakan gas mulia dan gas CO₂ sebagai pelindung busur dan logam yang

mencair dari pengaruh atmosfer. Besarnya arus listrik pengelasan dan penggunaan kawat las (*filler*) adalah contoh dari parameter pengelasan yang dapat mempengaruhi hasil pengelasan baja karbon. Pada pengelasan selalu akan terjadi proses thermal yang dapat ditunjukkan dengan terjadinya perubahan struktur mikro pada daerah HAZ (*Heat Affected Zone*), daerah panas ini dipengaruhi oleh jenis material, input panas, dan kecepatan pendinginan (Petrus, dkk, 2011). Las GMAW menggunakan gas pelindung (*shielding gas*) untuk melindungi logam cair saat proses pengelasan berlangsung supaya tidak teroksidasi oleh oksigen yang ada di lingkungan sekitar. Logam cair yang teroksidasi oksigen akan membentuk lubang-lubang kecil yang disebut cacat porositas. Gas yang digunakan sebagai gas pelindung pada las GMAW adalah gas mulia seperti argon dan helium (las MIG) atau gas CO₂(las MAG). (Alfian dkk, 2017). Dengan proses las tersebut tentunya akan mempengaruhi sifat mekanik dari komponen yang terbuat dari baja karbon fasa ganda (Eko H.S., dkk, 2011).

Gas argon selalu digunakan pada pengelasan tungsten inert gas (TIG). Gas ini adalah hasil destilasi dari udara, destilasi udara menghasilkan akan menghasilkan nitrogen 78 %, oksigen 21

% dan 1 % gas lainnya termasuk gas argon Keistimewaan gas argon adalah bisa digunakan untuk pengelasan semua logam dan harga gas dipasaran relatif murah bila dibandingkan gas pelindung lainnya.(mahardika dkk, 2017)

Baja adalah material yang banyak digunakan dalam konstruksi mesin, karena memiliki sifat ulet mudah dibentuk, kuat maupun mampu keras. Selain itu baja dengan unsur utama Fe dan C bisa dipadukan dengan unsur lain seperti Cr, Ni, Ti, dan sebagainya, untuk mendapatkan sifat mekanik seperti yang diinginkan. Jumlah karbon dalam struktur baja dapat menentukan sifat mekanis dan unjuk kerja (performance) nya. Baja karbon rendah Baja karbon rendah (low carbon steel) mengandung karbon dalam campuran baja karbon kurang dari 0,3%. Baja ini bukan baja yang keras karena kandungan karbonnya yang rendah kurang dari 0,3%C. Baja karbon rendah tidak dapat dikeraskan karena kandungan karbonnya tidak cukup untuk membentuk struktur martensit (Nevada dkk, 2012)

Pada penelitian terdahulu dari hasil pengujian tarik, kekuatan tarik baja karbon dan J4 yang dilas dengan menggunakan *filler* ER 309 L dan ER 70 S dengan arus 60 ampere, 80 ampere, kekuatan tariknya relatif sama. Hal ini disebabkan karena jumlah logam las yang masuk dalam kampuh akan lebih banyak. Dilihat dari kekuatan tariknya pengelasan baja karbon dan J4 dengan menggunakan beberapa arus dan *filler* hasilnya hampir sama. Kekuatan tarik pada pengelasan sangat tergantung pada metode pengelasan, kuat arus listrik, tekanan gas, dan cara pengelasan.

Walaupun dengan *filler* dan kuat arus yang baik tapi bila pengelasannya kurang baik, maka kualitas hasil lasan akan berkurang (Petrus dkk, 2011).

So, W.J dkk 2010, meneliti tentang weldability sambungan las Gas Metal Arc Welding (GMAW) baja fasa ganda untuk bodi mobil dengan las GMAW. Material yang digunakan dalam penelitian ini adalah ER 70S-6, Hasil analisa menunjukkan bahwa welding speed 0,5mpm dengan kuat arus 200A merupakan kondisi pengelasan yang sesuai untuk material DP780, dengan low heat input (kecepatan pengelasan tinggi, arus pengelasan rendah) maka terjadi kurang fusi (lack of fusion), sebaliknya jika heat input tinggi (kecepatan pengelasan rendah, arus pengelasan tinggi) maka terjadi burn-through.

Penelitian lebih lanjut terkait pengaruh perbedaan perlakuan *metal transfer* pada pengelasan, dengan variasi yang digunakan yaitu pada arus dan tegangan listrik yang digunakan terhadap pengaruh kekuatan pada sambungan las, serta *spatter* yang terjadi pada pengelasan. Variasi yang digumakam pada penelitian ini adalah *short circuit* (ampere 116, *volt range* 16), *short circuit* (ampere 124, *volt range* 16), *globular* (ampere 116, *volt range* 24), *globular* (ampere 124, *volt range* 24). Dalam hasil pengujian pada pengelasan tersebut, variasi *globular* (ampere 116, *volt range* 24) memiliki rata-rata nilai kekuatan pada uji tarik terbesar *yield strength* 160,37 mpa & *ultimate strength* 220,2 mpa. *Spatter* terjadi pada variasi *short circuit* (ampere

116, *volt range* 16) dan *globular* (ampere 116, *volt range* 24) tidak menimbulkan cacat dikarenakan *spatter* masih dapat dibersihkan (Aryasatyo dkk, 2021).

Pada penelitian ini mempelajari pengaruh variasi *Metal Transfer* terhadap karakteristik sambungan las dengan hasil pengelasan GMAW (*Gas Metal Arc Welding*) yang berkaitan dengan pengujian kekuatan tarik, kekuatan impak, struktur mikro dan struktur makro

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen destruktif dengan menggunakan pengelasan GMAW sebagai variabel terikat, variabel bebas yang diterapkan pada variasi *metal transfer* dengan tiga variasi yaitu *globular arc*, *spray arc* dan *short arc*.

A. Prosedur Penelitian

Prosedur yang dilakukan dalam pengambilan data penelitian berdasarkan variasi *metal transfer* terhadap sifat mekanik baja karbon rendah adalah sebagai berikut :

Tahap pembuatan spesimen:

1. Penyiapan baja karbon rendah
Menyiapkan material baja karbon rendah AISI 1018 dengan dimensi 100 mm x 100 mm x 5 mm.
2. Pengelasan variasi *metal transfer*
Melakukan pengelasan dengan variasi *metal transfer* dengan tiga variasi yaitu *globular arc*, *spray arc* dan *short arc*.
3. Tahap pembuatan spesimen
Hasil pengelasan lalu dibentuk sesuai ASTM pengujian tarik menggunakan ASTM E8/E8M-

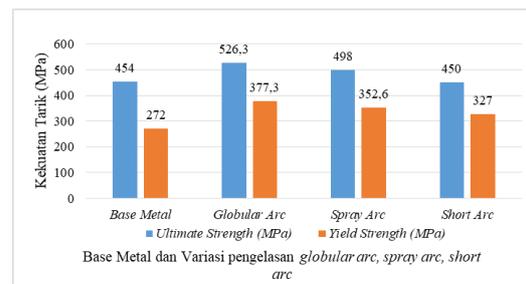
09, pengujian impak menggunakan ASTM E23-07a, pengujian kekerasan, pengamatan struktur makro dan pengamatan struktur mikro

B. Pengujian Material

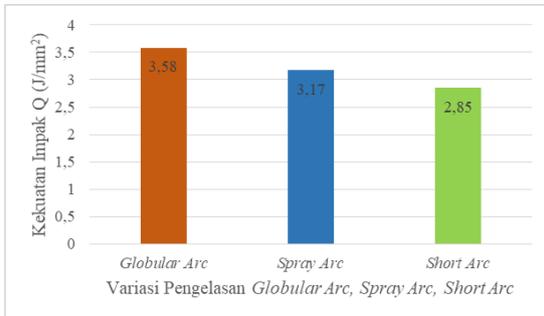
Pengujian tarik menggunakan ASTM E8/E8M-09, pengujian impak menggunakan ASTM E23-07a, pengujian kekerasan, pengamatan struktur makro dan pengamatan struktur mikro.

Hasil Dan Pembahasan

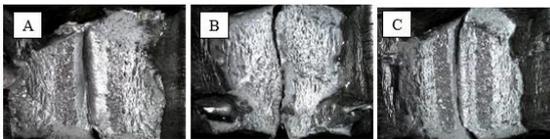
Berdasarkan gambar 1. diagram kekuatan tarik dan tegangan luluh dari pengujian tarik menunjukkan nilai terbesar untuk kekuatan tarik dan tegangan luluh pada pengelasan *globular arc* dengan nilai kekuatan tarik sebesar 526,3 MPa, dan tegangan luluh sebesar 377,3 MPa. Sedangkan nilai kekuatan tarik dan tegangan luluh terkecil pada proses pengelasan *short arc* dengan nilai kekuatan tarik 450 MPa dan tegangan luluh sebesar 327 MPa. Pada hasil pengelasan *spray arc* mendapatkan nilai kekuatan tarik 498 MPa dan tegangan luluh sebesar 352,6 MPa. Pada *Base metal* mempunyai nilai kekuatan tarik 454 MPa dan tegangan luluh sebesar 272 MPa.



Gambar 1. Diagram tegangan maksimal dan tegangan luluh pengujian kekuatan tarik

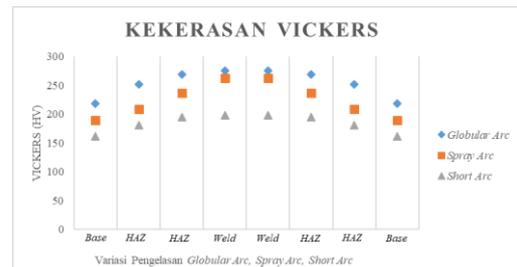


Gambar 2. Diagram nilai uji impak



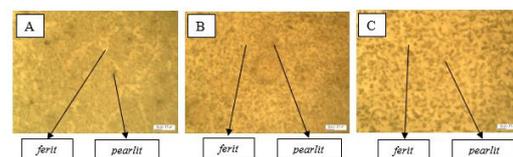
Gambar 3. Struktur makro pada patahan las dengan pengelasan (a) *globular arc*, (b) *spray arc*, (c) *short arc*

Berdasarkan gambar 2. Diagram kekuatan impak variasi pengelasan menunjukkan nilai ketangguhan tertinggi pada pengelasan *globular arc* dengan nilai 3,58 J/mm². Pengelasan dengan *spray arc* didapatkan nilai ketangguhan 3,17 J/mm². Metode pengelasan *short arc* memiliki nilai ketangguhan yang kecil 2,85 J/mm². Dari hasil pengamatan foto makro gambar 3. (a) pengelasan metode *globular arc* terlihat patahnya terlihat halus yang berarti menghasilkan sambungan bersifat getas namun kekuatan tarik tinggi kemudian pada gambar 3. (b) pengelasan metode *spray arc* terlihat patahan sedikit lebih kasar dan pada gambar 3. (c) pengelasan metode *short arc* patahan terlihat paling halus.



Gambar 4. Grafik hasil pengujian kekerasan

Dari hasil pengujian kekerasan diatas, dapat dijelaskan kekerasan tertinggi pada bagian logam las terdapat pada proses pengelasan *globular arc* yaitu sebesar 275 HV, diikuti dengan metode pengelasan *spray arc* yaitu sebesar 262,5 HV dan metode pengelasan *short arc* sebesar 198,1 HV. Pada bagian HAZ mendapatkan nilai kekerasan tertinggi dengan menggunakan metode pengelasan *globular arc* dengan nilai 251,9 HV, diikuti dengan metode pengelasan *spray arc* dengan nilai 236,5 HV dan yang terendah pada metode pengelasan *short arc* dengan nilai 180,7 HV. Pada bagian *BASE* mendapatkan nilai kekerasan tertinggi pada metode pengelasan *globular arc* dengan nilai 218,8 HV, diikuti dengan metode pengelasan *spray arc* dengan nilai 189,7 HV dan yang terendah pada metode pengelasan *short arc* dengan nilai 161,3 HV.



Gambar 5. Struktur mikro las dengan variasi *metal transfer* (a) *globular arc*, (b) *spray arc*, (c) *short arc*

Pada gambar 5, struktur mikro sambungan las *globular arc* pada

gambar (a) didominasi butir-butir *perlite* lebih banyak (berwarna gelap), sedangkan fasa *ferite* yang berwarna putih (terang). Butir *pearlite* cenderung lebih halus sedangkan butir *ferite* lebih kasar. Butir *pearlite* cenderung keras karena mengandung karbon, sedangkan butir *ferite* cenderung lunak. Pada bagian las metode *spray arc* gambar (b) menunjukkan struktur yang terbentuk adalah *ferite* dan *pearlite*. Struktur yang terbentuk lebih kasar dibandingkan dengan bentuk struktur *base metal*. Pada bagian las metode *spray arc* gambar (c) menunjukkan struktur yang terbentuk adalah *ferite* dan *pearlite* yang halus, struktur yang terbentuk lebih kasar dibandingkan dengan bentuk struktur *base metal* memiliki struktur yang kasar (tidak halus).

KESIMPULAN

- 1) Pada penelitian ini tegangan tarik maksimum rata-rata, tegangan luluh maksimum rata-rata dan ketangguhan impak rata-rata berturut-turut terjadi pada metode pengelasan *globular arc* dan terendah pada pengelasan *short arc*.
- 2) Nilai regangan rata-rata tertinggi pada metode pengelasan *spray arc* terendah *short arc* dan *globular arc* berada tengah.
- 3) Nilai kekerasan tertinggi dimiliki pada metode pengelasan *globular arc* dan terendah pada mode pengelasan *short arc*
- 4) Hasil pengamatan foto struktur makro patahan metode pengelasan *spray arc* terlihat struktur yang kasar, metode pengelasan *globular arc* sedikit lebih halus dan metode pengelasan *short arc* terlihat paling halus.

Ucapan Terima Kasih

Penelitian ini dapat terselesaikan dikarenakan adanya berbagai pihak yang telah membantu. Ucapan terimakasih penulis sampaikan kepada Lab Teknik Mesin Universitas Surakarta

DAFTAR PUSTAKA

- Achmadi (2020). Pengertian Proses Las GMAW, Gas Metal Arc Welding MAG. Teknologi pengelasan, diterima dari <https://www.pengelasan.net/las-gmaw/>
- Alfian Wahyu P., Rusiyanto., & Pramono. (2017). “Pengaruh debit gas pelindung dan tegangan listrik terhadap tingkat kekerasan dan struktur mikro sambungan las GMAW pada baja karbon sedang EMS-45”. Jurnal Kompetensi Teknik Vol. 8, No.2.
- Aryasatyo., & Alvin Tino (2021). “Studi Eksperiment Pengaruh *Metal Transfer* Pada kekuatan Sambungan Las Aluminium 5083 Dengan Proses GMAW”. PhD Thesis. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- ASTM E23-07a (2007). Standard Test Methods for Notched Bar Impact Testing of Metallic Materials.
- ASTM E8/E8M-09 (2009). Standard Test Methods for Tension Testing of Metallic Material.
- Dedi T., (2016). “Analisis Sifat Mekanik dan Struktur Mikro Pada Sambungan Las Beda properties Aluminium Dengan Metode *Friction Stir Welding*”. Skripsi thesis, Universitas Muhammadiyah Surakarta.

- Eko H. S., Yudy S. I., Anindito P., (2011), "Pengaruh Kuat Arus Dan Campuran Gas Argon – Co2 Pada Pengelasan GMAW Terhadap Kekuatan Tarik Dan Impact Pada Baja Karbon Medium Fasa Ganda". *Jurnal Rekayasa Mesin* Vol.2, No. 2
- Leo Pranata Ketaren, Untung Budiarno, Ari Wibawa., (2019). "Analisa Pengaruh Variasi Kampuh Las dan Arus Listrik Terhadap Kekuatan Tarik Dan Struktur Mikro Sambungan Las GMAW (Gas Metal ARC Welding) Pada Aluminium 6061". *Jurnal Teknik Perkapalan*, Vol. 7, No. 4
- Mahardika A. D., Hartono Y., & Samuel. (2017). "Analisa Pengaruh Gas Pelindung Argon Grade A Dan Grade C Terhadap Kekuatan Impact Dan Tekuk Sambungan Butt Joint pada Aluminium 5083". *Jurnal Teknik Perkapalan - Vol. 5, No. 2*
- Nevada J. M. N., & Eka. R. M. A. P. L. (2012). "Analisa Sifat Kekerasan Baja St-42 Dengan Pengaruh Besarnya Butiran Media Katalisator (Tulang Sapi (Caco3)) Melalui Proses Pengarbonan Padat (Pack Carburizing)". *Jurnal TEKNOLOGI*, Volume 9 Nomor 1.
- Petrus H. S., Triyono., & Kuncoro D., (2011). Pengaruh Filler Dan Arus Listrik Terhadap Sifat Fisik-Mekanik Sambungan Las Gmaw Logam Tak Sejenis Antara Baja Karbon Dan J4. *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi ke-2 Tahun 2011 Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim Semarang.*
- So, W.J , Kang, M.J, Kim, D.C. ,(2010), "Weldability of pulse GMAW joints of 780 Mpa dual- phase steel", *Archieves of Materials Science and Engineering*, 41 (1) : 53 – 60.
- Zainal F, Bukhari , Nawawi J, (2019). "Analisa Pengaruh Kuat Arus Pengelasan GMAW terhadap ketangguhan sambungan baja AISI 1050". *Journal of Welding Technology*. Volume 1, No. 1