

Pengaruh Variasi Arus Terhadap Sifat Fisis Dan Mekanis Pada Penyambungan Mildsteel Dengan Metode Las MIG

Tevka Bagus Perdana ; Muhammad Al Fatih Hendrawan

**Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah
Surakarta**

Abstrak

Pengelasan MIG (*Metal Inert Gas*) adalah salah satu jenis pengelasan busur listrik dengan pelindung gas. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sifat mekanik *Mild Steel* setelah mengalami proses pengelasan MIG dengan menggunakan arus 80 A, 90 A, 100 A, 110 A dan 120 A pada polaritas DCEN. Pengelasan ini menggunakan elektroda ER70S-6. Jenis sambungan yang digunakan adalah jenis kampuh single *v groove* dengan sudut 45°. Standart yang digunakan untuk pembuatan spesimen pengujian tarik adalah ASTM E8 M, pengujian komposisi kimia menggunakan standart ASTM E415-08, pengujian struktur mikro menggunakan standart ASTM E3-01. Pada pengujian tarik menghasilkan nilai rata-rata tegangan tarik tertinggi pada arus pengelasan 120 A sebesar 379,12 N/mm² dan nilai rata-rata regangan tertinggi juga terdapat pada arus 120 A sebesar 3,66 mm. Hasil pengujian struktur mikro dengan pembesaran 100 X pada skala 70µm menunjukkan pada daerah HAZ butiran Ferit dan Perlit yang terbentuk lebih kecil daripada logam induk, pada daerah las struktur butir yang terbentuk lebih lembut. Hasil pengujian komposisi kimia menghasilkan unsur utama yaitu (Fe) 98,10%, (C) 0,086%, (Mn) 1,105%, (Si) 0,0320% dan unsur yang mendominasi adalah (Fe) 98,10% dan (Mn) 1,105%.

Kata Kunci: Las MIG, *Mild Steel*, Pengujian Mekanis, Pengujian Fisis

Abstract

MIG (Metal Inert Gas) welding is a type of electric arc welding with a gas shield. This study aims to determine the mechanical properties of Mild Steel after experiencing the MIG welding process using currents of 80 A, 90 A, 100 A, 110 A and 120 A at the DCEN polarity. This welding uses ER70S-6 electrodes. The type of connection used is a single v groove seam with an angle of 45°. The standard used for the manufacture of tensile test specimens is ASTM E8 M, chemical composition testing uses the ASTM E415-08 standard, microstructure testing uses the ASTM E3-01 standard. The tensile test produced the highest average tensile stress at a welding current of 120 A of 379.12 N/mm² and the highest average value of strain was also found at a current of 120 A of 3.66 mm. The results of testing the microstructure with a magnification of 100X on a scale of 70µm showed that in the HAZ region the ferrite and pearlite grains formed were smaller than the parent metal, in the weld area the grain structure formed was softer. The results of the chemical composition test yielded the main elements namely (Fe) 98.10%, (C) 0.086%, (Mn) 1.105%, (Si) 0.0320% and the dominating elements were (Fe) 98.10% and (Mn) 1.105%

Keywords: MIG Welding, Mild Steel, Mechanical Testing, Physical Testing

1. PENDAHULUAN

Latar Belakang

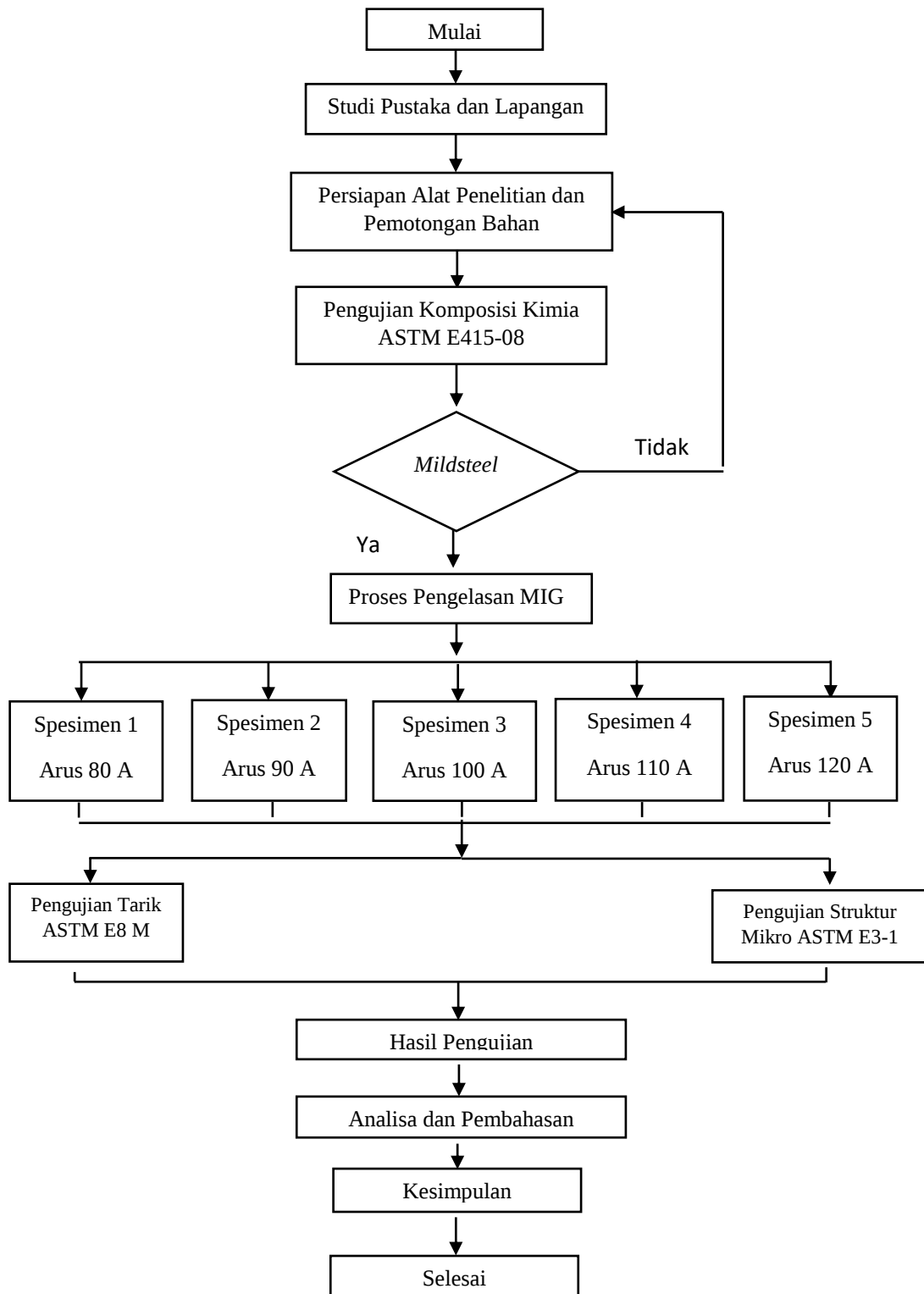
Pada zaman ini teknik las telah dipergunakan secara luas dalam hal penyambungan batang-batang konstruksi bangunan baja dan konstruksi mesin. Banyaknya penggunaan teknik penyambungan ini karena bangunan yang dibuat dengan teknik penyambungan menjadi lebih ringan dan proses pembuatannya sederhana, sehingga biaya yang dikeluarkan lebih murah. Pengelasan bisa digunakan untuk bermacam macam pengerjaan, yaitu dalam pembuatan jembatan, bejana tekan, pipa pesat, pipa saluran, rangka baja, kendaraan rel, perkapalan, dan sebagainya.

Mildsteel merupakan baja yang memiliki kadar karbon yang kurang dari 2% didalamnya, yang tidak responsif pada perlakuan panas dalam arti pembentukan martensit. Paduan yang relatif lunak dan lemah ini tetapi memiliki tingkat keuletan yang baik dan kemampuan untuk proses permesinan, kemampuan untuk penyambungan logam dengan pengelasan. Dan untuk aplikasinya pada badan mobil, pipa saluran, konstruksi jembatan dan bangunan banyak menggunakan baja karbon rendah.

Oleh karena itu perlu diadakannya penelitian terhadap faktor-faktor yang mempengaruhi hasil las tersebut. Salah satunya dengan menggunakan 5 varian arus yaitu 80A,90A,100A,110A,120A upaya untuk melihat kemampuan sifat fisis dan mekanik dari hasil pengelasan, maka juga dilakukan pengujian dengan standar dan parameter pengelasan yang sudah ditentukan.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Diagram Alir Penelitian



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

Langkah-Langkah Penelitian

1. Mencari referensi mengenai pengelasan MIG terhadap bahan mildsteel, *filler*/ kawat las, gas yang dipakai, pengujian tarik, pengujian komposisi kimia, dan pengujian struktur mikro dari buku, jurnal-jurnal, dan tugas akhir terdahulu.
2. Menentukan standart pengujian tarik ASTM E8 M, pengujian komposisi kimia E415-08 dan pengujian struktur mikro ASTM E3-1
3. Mempersiapkan alat dan bahan yang diperlukan dalam penelitian ini.
4. Melakukan proses pengelasan MIG.
5. Setelah melakukan pengelasan dilanjutkan pengujian tarik, pengujian struktur mikro dan komposisi kimia.

Membahas dan menyimpulkan hasil dari penelitian yang sudah dilakukan berdasarkan data yang valid.

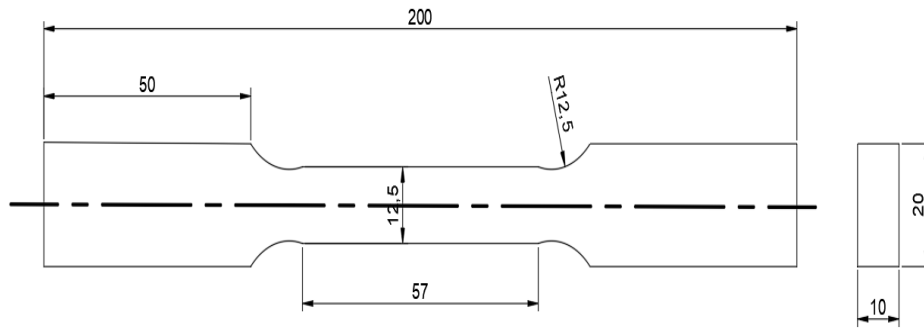
Alat dan Bahan Pengujian

1. Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:
Mesin las MIG, filler, penggaris, jangka sorong, gergaji besi, mesin amplas, mesin poles, amplas, sarung tangan, topeng las, autosol, tang.
2. Bahan yang digunakan dalam penelitian antara lain:
Plat *Mildsteel* dan *filler* ER 70S-6
3. Alat pengujian yang digunakan antara lain:
Alat pengujian tarik ASTM E8 M, Alat pengujian komposisi kimia (spectrometer) dan alat pengujian struktur mikro (mikroskop)

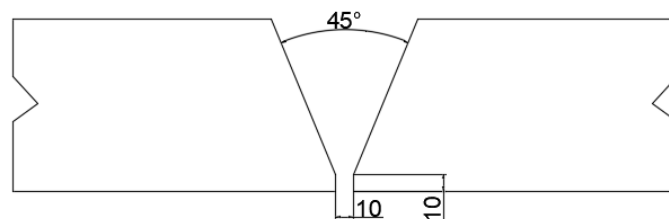
Spesimen



Gambar 2 Spesimen



Gambar 3 Sketsa Spesimen Pengujian Tarik Sesuai (ASTM, 2019)



Gambar 4 Bentuk Plat Sambungan Butt Joint type single V-groove

Proses Pengelasan

1. Mempersiapkan las MIG beserta perlengkapannya.
2. Pasang spesimen pada meja kerja dan jepit menggunakan tang massa.
3. Pastikan kabel positif (+) dan negatif (-) terpasang dengan baik.
4. Menggunakan polaritas lurus dengan cara kutub positif dihubungkan dengan logam induk dan kutub negatif dengan batang elektroda
5. Menyetel tekanan gas 16 l/m.
6. Kecepatan kawat las 20 m/menit.
7. Menentukan arus pengelasan yaitu:
 - a). Pengelasan dengan arus 80 Ampere
 - b). Pengelasan dengan arus 90 Ampere
 - c). Pengelasan dengan arus 100 Ampere
 - d). Pengelasan dengan arus 110 Ampere

- e). pengelasan dengan arus 120 Ampere
- 8. Melakukan pengelasan.

Proses Pengujian Tarik

1. Memastikan bahwa indikator pada alat pengujian tarik menunjukkan titik nol.
2. Memasang spesimen pengujian tarik pada ragum pada mesin pengujian.
3. Melakukan pengujian diawali dengan gaya 0 hingga spesimen putus pada beban maksimal yang dapat ditahan.
4. Angka hasil tegangan dan regangan akan dimunculkan pada monitor.
5. Melepas spesimen pengujian tarik yang sudah patah.
6. Mengulangi langkah pengujian sebanyak 3 kali dalam satu varian arus las.

Proses Pengujian Struktur Mikro

1. Pastikan spesimen sudah mendapat perlakuan preparasi berupa pengamplasan dan pemolesan.
2. Melakukan pengetsaan dengan campuran HNO_3 sebanyak 2 ml dan *alcohol* sebanyak 98 ml di dalam wadah.
3. Kemudian bilas dengan air mengalir, setelah itu keringkan.
4. Menghidupkan mikroskop untuk pengujian struktur mikro.
5. Meletakkan spesimen pada alas mikroskop pengujian struktur mikro.
6. Mengatur pembesaran sebesar 100 X.
7. Mencari fokus pada daerah yang akan diamati.
8. Melihat hasil gambar struktur mikro pada monitor.
9. Melakukan pemotretan.

Proses Pengujian Komposisi Kimia

1. Setelah dilakukan proses preparasi pada spesimen yang berupa pengamplasan dan pemolesan. Dan pastikan permukaan rata tidak miring.
2. Menghidupkan mesin spectrometer.
3. Pilih program atau parameter yang digunakan untuk pengujian sesuai base metal yang akan dilakukan pengujian.
4. Tempatkan spesimen padaudukan kerja dan pastikan sampel menutup rapat lubang spark.
5. Putar *clamp sample* dan turunkan agar mengunci sampel yang akan di uji.

6. Memperhatikan komentar “waiting for start” apakah sudah aktif atau belum.
Jika sudah berarti alat sudah terhubung dan siap menganalisa spesimen.
7. Spart/tembak spesimen yang di uji minimal 3 kali dan ubah posisi spesimen.
8. Menyimpan dan cetak hasil pengujian komposisi kimia.
9. Mengganti spesimen sebanyak jumlah spesimen yang akan dilakukan pengujian komposisi kimia.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Komposisi Kimia Dengan Standar ASTM E415-08

Tabel 1 Hasil Pengujian Komposisi Kimia

UNSUR	Kandungan (%)
Fe	98,10
Mn	1,105
Si	0,320
Ni	0,126
C	0,086
P	0,047
V	0,045
Nb	0,041
Al	0,038
Cr	0,020
S	0,012
Cu	0,013
Ti	0,0032
W	<0,100
Mo	<0,0100
Co	<0,0050
Mg	<0,0050

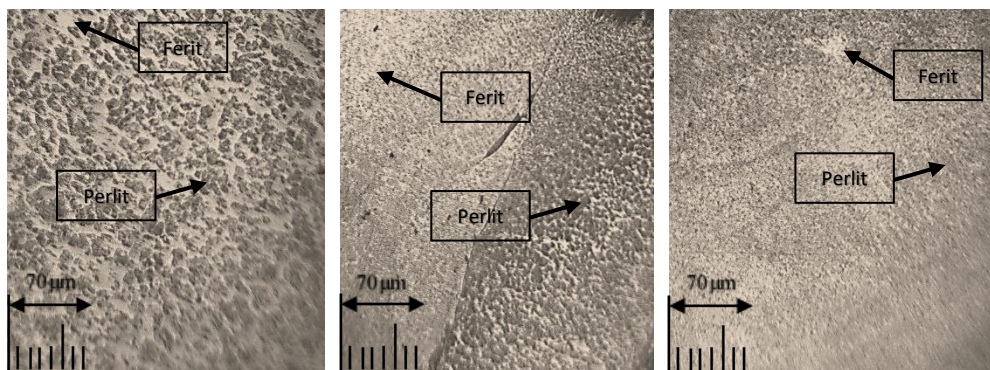
Pembahasan Pengujian Komposisi Kimia

Berdasarkan tabel 1 Hasil dari pengujian komposisi kimia pada plat *mildsteel* terdapat 17 unsur yang dapat diartikan bahwa material tersebut merupakan plat baja karbon rendah ($<0,30\%C$).

Pengujian Struktur Mikro Dengan Standar ASTM E3-1

Pada hasil struktur mikro dengan pembesaran 100 X menggunakan skala 70 μm . skala 70 μm dibagi dengan 1000 maka diperoleh 0,07 mm. maka setiap garis skala mewakili 0,07 mm baik secara horizontal maupun vertical dari hasil gambar pembesaran 100 X.

1. Struktur mikro hasil pengelasan MIG dengan arus 80 A pembesaran 100X



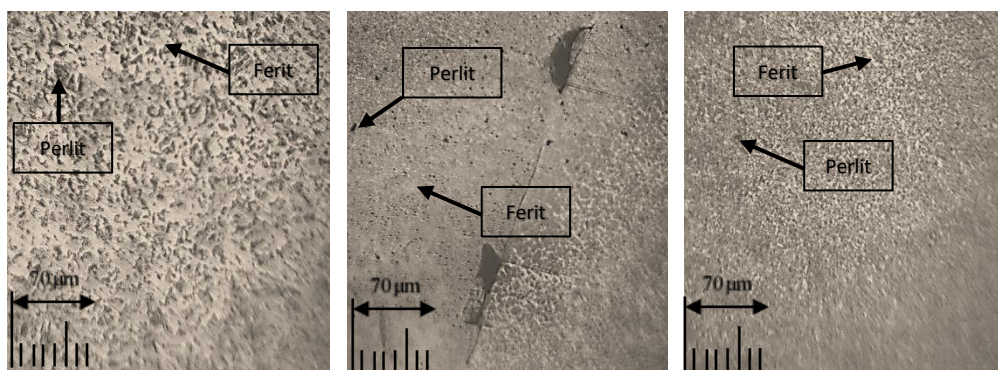
a). *Base Metal*

b). HAZ

c). *Weld Pool*

Gambar 5 Struktur Mikro *Base Metal*, HAZ And *Weld Pool* Arus 80 A

2. Struktur mikro hasil pengelasan MIG dengan arus 90 A pembesaran 100X



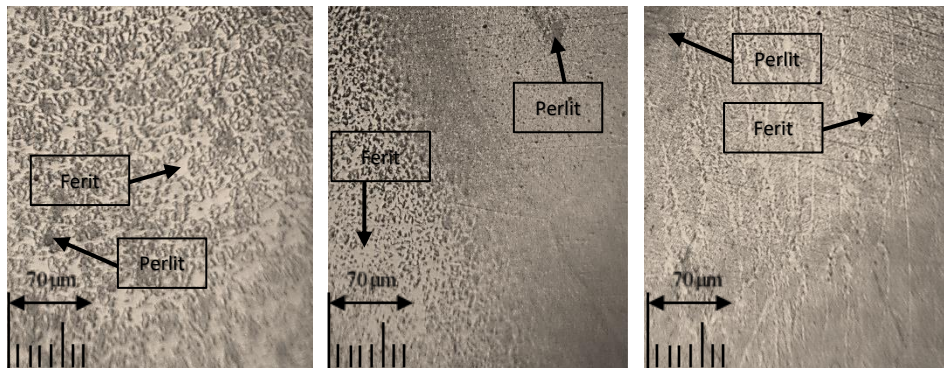
a). *Base Metal*

b). HAZ

c). *Weld Pool*

Gambar 6 Struktur Mikro *Base Metal*, HAZ And *Weld Pool* Arus 90 A

3. Struktur mikro hasil pengelasan MIG dengan arus 100 A pembesaran 100X



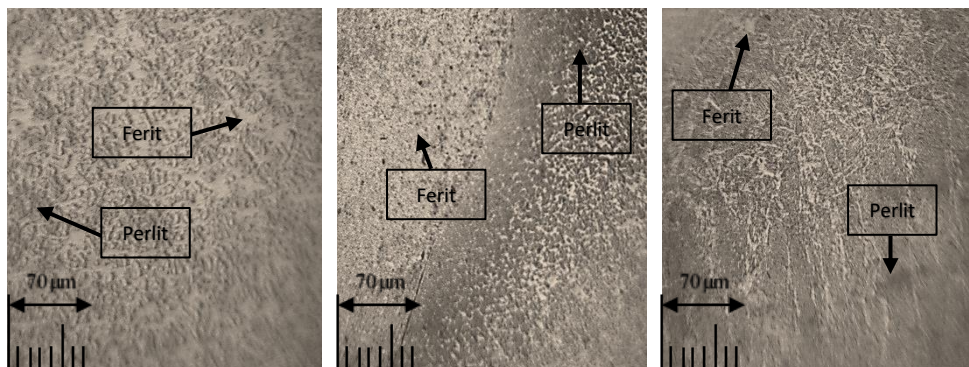
a). *Base Metal*

b). *HAZ*

c). *Weld Pool*

Gambar 7 Struktur Mikro *Base Metal, HAZ And Weld Pool* Arus 100 A

4. Struktur mikro hasil pengelasan MIG dengan arus 110 A pembesaran 100X



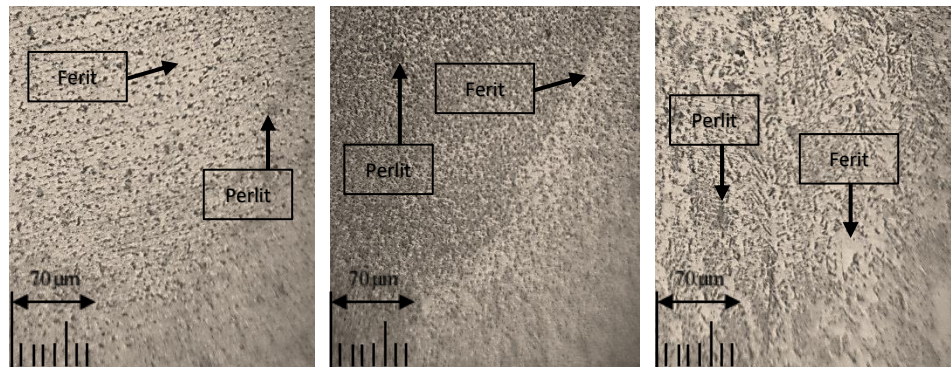
a). *Base Metal*

b). *HAZ*

c). *Weld Pool*

Gambar 8 Struktur Mikro *Base Metal, HAZ And Weld Pool* Arus 110 A

5. Struktur mikro hasil pengelasan MIG dengan arus 120 A pembesaran 100X



a). *Base Metal*

b). *HAZ*

c). *Weld Pool*

Gambar 9 Struktur Mikro *Base Metal*, *HAZ* And *Weld Pool* Arus 120 A

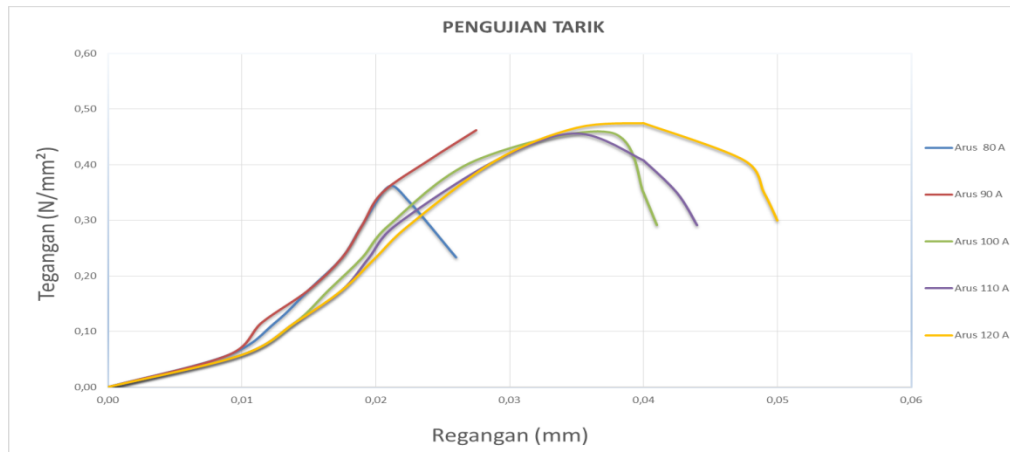
Pembahasan Pengujian Struktur Mikro

Pada pengujian struktur mikro ditemukan adanya unsur ferit (warna terang) dan perlit (warna gelap) pada semua bagian baik pada *base metal*, HAZ, dan *weld pool*. Pada bagian HAZ memiliki butiran perlit dan ferit lebih kecil daripada bagian *base metal* akibat pengaruh panas pengelasan. Sedangkan pada *weld pool* fasa yang terbentuk bedanya telah dicapai suhu austenite (logam meleleh), dengan pendinginan normal (pendinginan udara) dan pengaruh adanya logam *filler* yang ikut membentuk struktur logam.

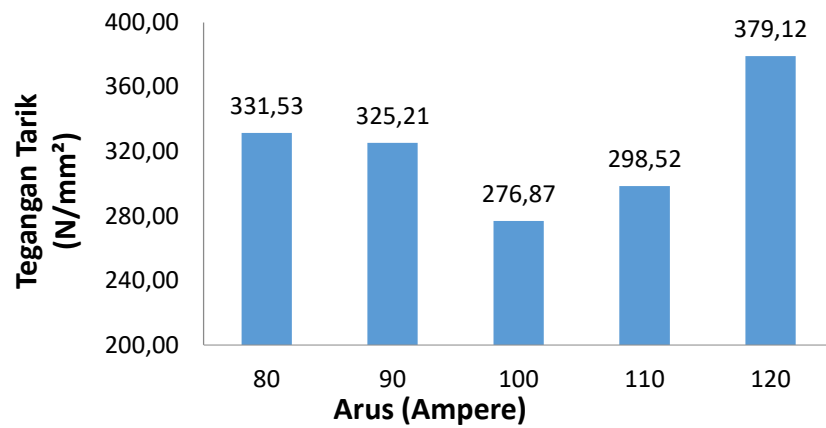
Pengujian Tarik Dengan Standar ASTM E8 M

Tabel 2 Hasil Final Pengujian Tarik Dengan Variasi Arus Pengelasan

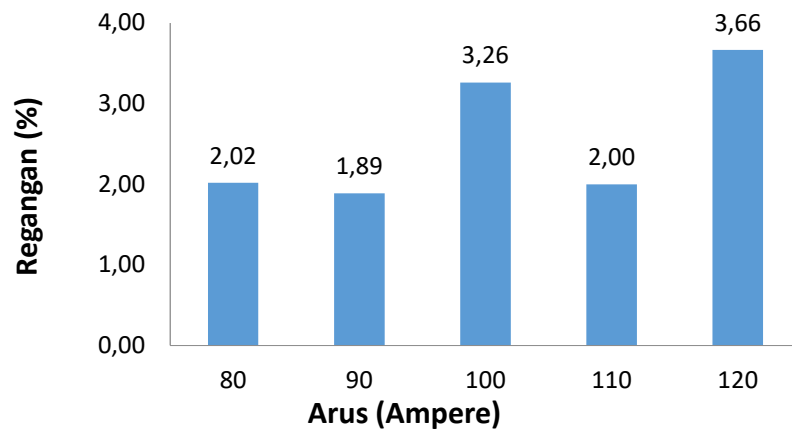
Variable Arus Las (A)	Tegangan Tarik (σ) N/mm ²	Regangan (ϵ) %	Modulus Elastisitas (E) N/mm
80 A	331,53	2,02	169,19
90 A	325,21	1,89	249,03
100 A	276,87	3,26	82,99
110 A	298,52	2,00	154,94
120 A	379,12	3,66	118,03



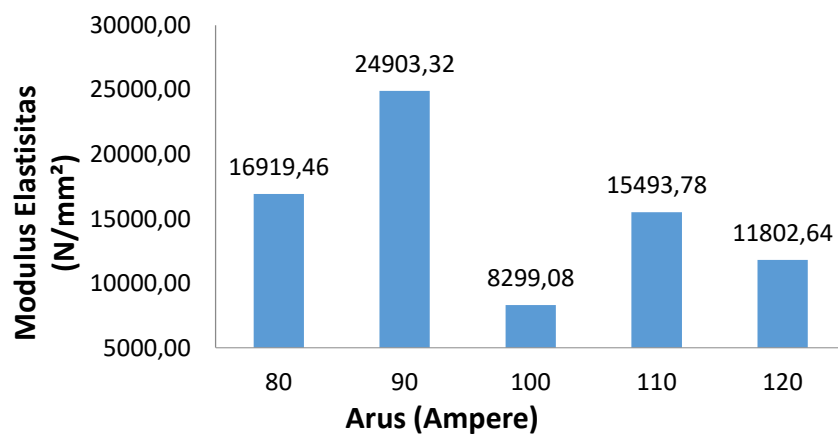
Gambar 10 Diagram Tegangan vs Rgangan



Gambar 11 Pengaruh Arus Terhadap Kekuatan Tarik



Gambar 12 Pengaruh Arus Terhadap Regangan



Gambar 13 Pengaruh Arus Terhadap Modulus Elastisitas

Pembahasan Pengujian Tarik

Pada arus pengelasan 80 A diketahui gaya sebesar 48424 N, memiliki perilaku yaitu tegangan tarik sebesar 331,53 N/mm², regangan sebesar 2,02 % dan modulus elastisitas sebesar 169,19 N/mm.

Pada arus pengelasan 90 A diketahui gaya sebesar 51646 N, memiliki perilaku yaitu tegangan tarik sebesar 325,21 N/mm², regangan sebesar 1,89 % dan modulus elastisitas sebesar 249,03 N/mm.

Pada arus pengelasan 100 A diketahui gaya sebesar 42344 N, memiliki perilaku yaitu tegangan tarik sebesar 276,87 N/mm², regangan sebesar 3,26 % dan modulus elastisitas sebesar 82,99 N/mm.

Pada arus pengelasan 110 A diketahui gaya sebesar 49269 N, memiliki perilaku yaitu tegangan tarik sebesar 298,52 N/mm², regangan sebesar 2 % dan modulus elastisitas sebesar 154,94 N/mm.

Pada arus pengelasan 120 A diketahui gaya sebesar 61307 N, memiliki perilaku yaitu tegangan tarik sebesar 379,12 N/mm², regangan sebesar 3,66 % dan modulus elastisitas sebesar 118,03 N/mm.

Kesimpulan dari setiap varian arus yang paling baik yaitu pada arus 120 A karena memiliki tegangan yang besar dan meregang paling besar diantara lima varian arus. Dari hasil tegangan terhadap regangan didapatkan modulus elastisitas sebesar 118,03 N/mm.

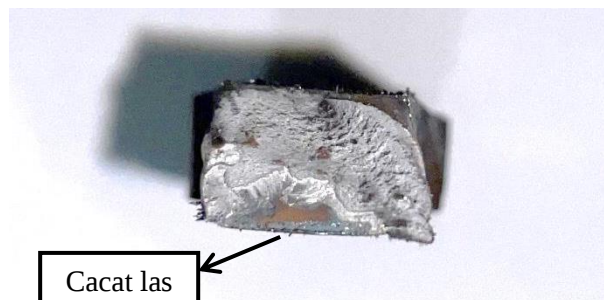
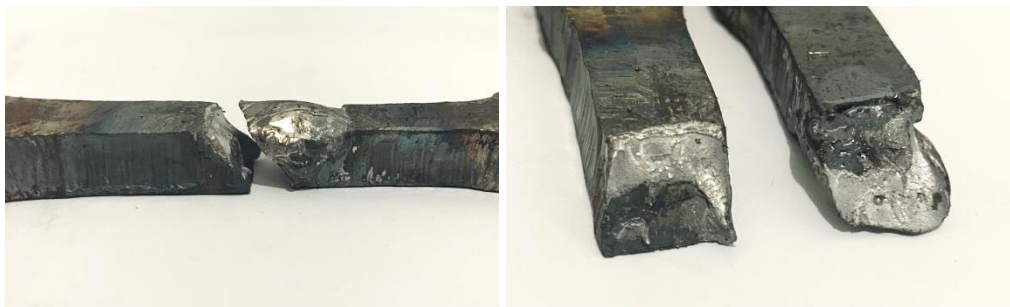
Pembahasan Jenis Patahan Pada Pengujian Tarik





Gambar 14 Patahan Pada Arus Pengelasan 80 A

Dilihat dari Gambar 14. pada arus pengelasan 80 A terjadi patahan getas dan terdapat cacat las dikarenakan elektroda tidak dapat melebur dengan *base metal*.



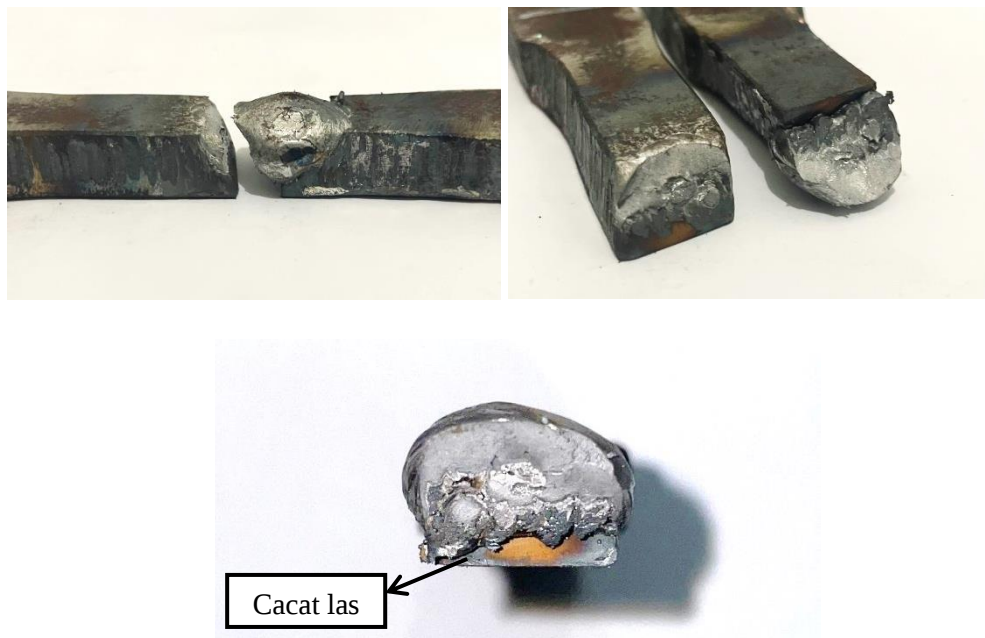
Gambar 15 Patahan Pada Arus Pengelasan 90 A

Dilihat dari Gambar 15. pada arus pengelasan 90 A terjadi patahan getas dan terdapat cacat las dikarenakan elektroda tidak dapat melebur dengan *base metal*.



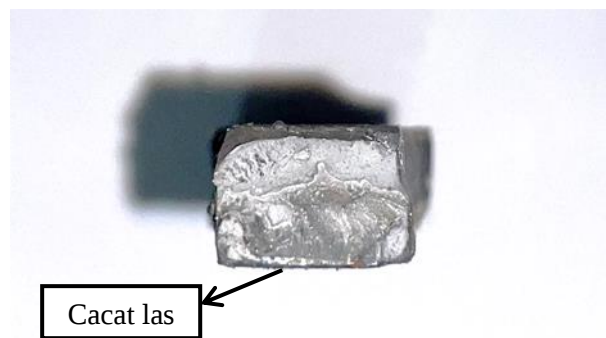
Gambar 16 Patahan Pada Arus Pengelasan 100 A

Dilihat dari Gambar 16. pada arus pengelasan 100 A terjadi patahan getas dan terdapat cacat las dikarenakan elektroda tidak dapat melebur dengan *base metal*.



Gambar 17 Patahan Pada Arus Pengelasan 110 A

Dilihat dari Gambar 17. pada arus pengelasan 110 A terjadi patahan getas dan terdapat cacat las dikarenakan elektroda tidak dapat melebur dengan *base metal*.



Gambar 18 Patahan Pada Arus Pengelasan 120 A

Dilihat dari Gambar 18. pada arus pengelasan 120 A terjadi patahan getas dan terdapat cacat las dikarenakan elektroda tidak dapat melebur dengan *base metal*.

4. PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan tujuan penelitian didapatkan kesimpulan yang diambil dari hasil dan pembahasan sebagai berikut:

1. Berdasarkan penelitian yang dilakukan maka diketahui unsur yang terkandung pada spesimen yaitu penyusun utama Besi (Fe) sebesar 98,10%, dan Karbon (C) sebesar 0,086%. Maka dapat disimpulkan bahwa bahan material yang digunakan merupakan mildsteel baja karbon rendah.
2. Berdasarkan hasil yang didapatkan dari pengujian struktur mikro yaitu pada daerah *weld pool* diketahui semakin besar arus maka semakin besar butiran ferit dan perlit. Pada daerah *base metal* dan HAZ tidak terlalu banyak perubahan struktur mikronya.
3. Berdasarkan hasil pengujian tarik yang dilakukan untuk mengetahui tegangan, regangan, modulus elastisitas. Maka dihasilkan nilai tujuan dengan rata-rata tertinggi yaitu pada arus 120A tegangan sebesar (379,12 N/mm²), regangan sebesar (3,66 %), dan modulus elastisitas sebesar (118,03 N/mm). Sebagian besar spesimen putus pada bagian las.

Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan ada beberapa hal yang dapat menjadi bahan pertimbangan untuk penelitian selanjutnya yaitu:

1. Untuk penelitian kedepannya supaya dilakukan suatu hasil data yang lebih akurat maka faktor-faktor yang perlu diperhatikan seperti ketelitian proses pembuatan spesimen.
2. Untuk pengelasan MIG bahan plat baja sebaiknya menggunakan gas CO₂ karena dari segi harga lebih ekonomis.
3. Untuk penelitian kedepannya sebaiknya pengujian ditambah agar lebih lengkap dan akurat.
4. Pada saat proses pengujian hendaknya selalu mengawasi dan melakukan sendiri agar paham terhadap proses pengujiannya.

DAFTAR PUSTAKA

- ASTM E415 *Hand Book.*, 2019., Volume 14., *Standart Test Method For Analysis Of Carbon And Low-Alloy Steel By Spark Atomic Emission Spectrometry.*
- ASTM E3 *Hand Book.*, 2017., Volume 01., *Standart Practice For Preparation Of Metallographic Spesimens.*
- ASTM E8 M *Hand Book.*, 2019., Volume 13a., *Standart Test Methods For TensionTesting Of Metalic Materials.*
- ASTM *Metals Hand Book.*, 1997., Volume 02., *Properties And Selection Nonferrous Alloys And Spesial Purpose.*
- ASM *Hand Book.*, 2004 ., Volume 09., *Color Metallography and Microstructures.*
- Furqan, 2020. *Optimization of MIG Welding Parameters for Improving Strenght of Welded Joint., Journal of Interdisciplinary Cycle Research.*, ISSN NO: 0022-1945.
- Koli, 2020. *Investigations on weld bead geometry and microstructure in CMT, MIG pulse synergic and MIG welding of AA6061-T6., International Conference on Science and Technology.*, doi: 10.1088/2053-1591/ab61b6.
- Muzakki., 2019. *Effect of Metal Inert Gas Welding Process Parameters to Tensile Strength on ST 37 Steel Sheet Joint., International Conference on Science and Technology.*, doi:10.1088/1742-6596/1569/3/032055.
- Patel, 2015. *The Effect of Process Parameter on Weld Depth in GMA Welding Process, International Journal for Innovative Research in Science & Technology.*, Volume 1., e-ISSN: 2349-6010.
- Pratikno, 2020. *Analyzing the Effect of Variation in Shielding Gas Flow Rate and V Groove Type Towards Tensile and Metallographic Testing of GMAW Weld Joint of ASTM A53*

and A36., International Journal of Offshore and Coastal Engineering (IJOCE)., e-ISSN: 2580-0914.

Wiryo Sumarto, H., & Okumura, T., 2000. *Teknologi Pengelasan Logam*. Jakarta: PT. Pradnya, S.