

PENGARUH VARIASI ARUS PENGELASAN GAS METAL ARC WELDING (GWAM) TERHADAP SIFAT MEKANIS PADA PIPA SEAMLESS.

Graciadiana Irene Huka¹⁾, Leslie. S. Loppies²⁾, Josef Matheus³⁾, Auliana Diah Wilujeng⁴⁾,
Abdul Hamid⁵⁾

^{1,2,3}Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ambon

^{4,5}Politeknik Negeri Madura

graciahuka71@gmail.com, leslieloppies@gmail.com, ceceplopulalan@gmail.com
ajeng.wut@gmail.com, ahamchimie@poltera.ac.id

ABSTRACT

GMAW welding is a metal joining process with a melting process with the addition of a coil of wire in the form of electrodes and protective gas. Seamless pipe, also known as seamless pipe, is an iron pipe without a connection.

This study aims to produce data from the results of bending and impact testing on seamless pipes by varying the welding current with a current of 21.5 volts, 22.5 volts, and 23.5 volts in GMAW welding.

After the seamless pipe is welded, impact and bending tests are carried out on the seamless pipe. From the bending/bending strength test, the highest flexural strength occurred at a current of 21.5 and 22.5 volts, while the lowest flexural strength occurred at a current of 23.5 volts. From the impact test, the highest strength occurred at 21.5 and 22.5 volts and the lowest was at 23.5 volts.

Keywords: *Seamless pipe, GMAW welder, Bending Strength, Impact Strength.*

ABSTRAK

Pengelasan GMAW merupakan proses penyambungan logam dengan dengan proses pencairan dengan tambahan berupa kawat gulung berupa elektroda dan gas pelindung. Pipa seamlees disebut juga pipa tanpa kelir merupakan pipa besi tanpa sambungan.

Penelitian ini memiliki tujuan untuk menghasilkan data dari hasil pengujian bending dan impact pada pipa seamlees dengan memvariasikan arus pengelasan dengan arus 21,5 volt, 22,5 volt, dan 23,5 volt pada pengelasan GMAW.

Setelah pipa seamlees dilas maka dilakukan pengujian impact dan bending pada pipa seamlees. Dari pengujian kekuatan lentur/bending diperoleh kekuatan lentur tertinggi terjadi pada arus 23,5 volt dengan nilai bending sebesar 48,643 Mpa sedangkan pada kekuatan lentur terendan terjadi pada arus 21,5 volt dengan nilai 46,925 Mpa. Dari pengujian impact diperoleh kekuatan tertinggi terjadi pada arus 23,5 volt dengan kekuatan impact sebesar 0,2146 J/mm, sedangkan untuk nilai kekuatan impact terendah terjadi pada arus 21,5 volt dengan nilai 0,2070 J/mm².

Kata Kunci: Pipa seamlees, pengelasan GMAW, Kekuatan Bending, Kekuatan Impact.

1. Pendahuluan

Pengelasan merupakan suatu proses penyambungan dua bahan material logam atau lebih dengan cara mencairkan sebagian dari logam induk. Pengelasan tidak bias dipisahkan dalam proses penyambungan logam karena pengelasan mempunyai fungsi penting pada industry perancangan. Pengelasan sangat dibutuhkan oleh masyarakat luas karena pengelasan memiliki banyak keunggulan antara lain kuat, mudah digunakan, dan efektif.

Semakin berkembangnya dunia industry maka tidak dapat dipisahkan dengan proses pengelasan, seperti halnya pada industry Minyak dan Gas Bumi (MIGAS), dimana pada industry MIGAS instalasi perpipaan merupakan salah satu sistem pendukung yang sangat penting pada industry tersebut karena pipa digunakan sebagai sarana dalam membantu mengalirkan fluida dari suatu tempat ke tempat yang

telah dipersiapkan. Instalasi perpipaan tidak terlepas dari proses pengelasan karena untuk menghubungkan pipa-pipa tersebut salah satunya adalah dengan cara pengelasan.

Ada beberapa metode pengelasan yang ada di Indonesia yang sering digunakan dalam penyambungan logam salah satu metode pengelasan yang paling banyak digunakan di tempat industri adalah metode pengelasan dengan menggunakan mesin pengelasan GMAW (*Gas Metal Arc Welding*). Pengelasan GMAW merupakan proses penyambungan logam dengan proses pencairan dengan tambahan berupa kawat gulung berupa elektroda dan gas pelindung. Pada mesin las GMAW gulungan elektroda dapat diatur sesuai kebutuhan dan ketentuan dan digerakkan oleh motor listrik. Las ini menggunakan gas mulia dan gas CO_2 sebagai pelindung busur dan logam yang mencair dari pengaruh atmosfir, besarnya arus listrik pengelasan dan penggunaan kawat las (filter) mempengaruhi hasil pengelasan

Makin tinggi arus listrik yang digunakan dalam pengelasan, maka tinggi pula penembusan (penetrasi) serta kecepatan pencairan, arus listrik yang besar juga dapat memperkecil percikan butiran dan meningkatkan penguatan manik, pengelasan yang berlangsung mempengaruhi penembusan dan kecepatan pencairan logam induk, makin tinggi arus las makin tinggi penembusan dan kecepatan pencairannya. Besar arus pada pengelasan mempengaruhi hasil las bila arus terlalu rendah maka perpindahan cairan dari ujung elektroda yang digunakan sangat sulit dan busur listrik yang terjadi tidak stabil.

Pengelasan GMAW (*Gas Metal Arc Welding*) sering digunakan di industry pada baja tahan karat karena memiliki gas pelindung. Gas pelindung ini digunakan untuk menghindari adanya proses oksidasi saat pengelasan. Pada proses pengelasan busur listrik dan bahan dasar terjadi perpindahan panas yang dialiri oleh arus listrik yang menyebabkan logam induk dan filter metal mencair.

Dalam hasil pengelasan GMAW tidak dapat dipungkiri bahwa masih banyak hasil pengelasan yang tidak semua hasilnya akan bagus, masih banyak hasil yang belum memenuhi standar pengelasan (Cacat). Penyebabnya bias karena disebabkan oleh beberapa proses penggerjaannya yang salah satunya disebabkan oleh arus yang tidak sesuai dengan ukuran penyetelan, meskipun dalam pengelasan ini tidak ada aturan khusus dalam penyetelan besar kecilnya arus yang digunakan pada metode pengelasan GMAW.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Sejarah Dan Perkembangan Mesin Las

LAS adalah penyambungan besi dengan cara membakar. Prinsip kerja las adalah menyambung dua bagian logam atau lebih dengan menggunakan energy panas.

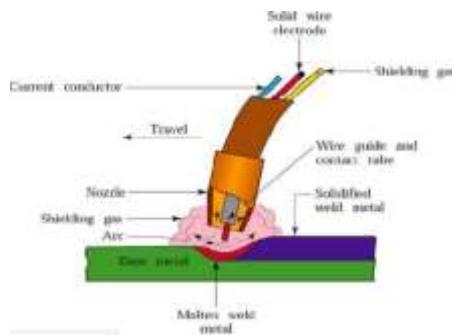
Pengelasan adalah proses penyambungan antara dua bagian logam atau lebih dengan menggunakan energy panas, ini menyebabkan logam pada sekitar daerah las mengalami perubahan struktur metalurgi, deformasi dan tegangan termal.

Berdasarkan definisi dari *Deutch Industrie Normen* (DIN), Las adalah ikatan metalurgi pada sambungan logam atau logam paduan yang dilaksanakan dalam keadaan cair. Menurut *American Welding Society* (SAWC), Las merupakan proses penyambungan yang menyebabkan terjadinya penggabungan material-meterial melalui pemanasan sampai titik lelah dengan tanpa tekanan atau dengan pemberi tekanan saja atau tanpa logam pengisi (filter).

Pengelasan dengan metode yang dikenal sekarang, mulai dikenal pada awal abad ke 20. Sebagai sumber panas digunakan api yang berasal dari pembakaran gas Acetylena yang kemudian dikenal sebagai las karbit. Waktu itu sudah dikembangkan las listrik namun masih langkah. Pada perang Dunia II, proses pengelasan untuk pertama kalinya dilakukan dalam skala besar. Dengan las listrik, dalam waktu singkat, Amerika Serikat dapat membuat sejumlah kapal sekelas dengan kapal SS Liberty, yang merupakan kapal pertama yang diluncurkan dengan di las. Para ahli sejarah memperkirakan bahwa orang Mesir kuno mulai menggunakan pengelasan dengan tekanan pada tahun 5500 SM (untuk membuat pipa tembaga dengan memalu lembaran yang tepinya saling menutup). Winterton menyebutkan bahwa benda seni orang Mesir yang dibuat pada tahun 3000 SM terdiri dari bahan dasar tembaga dan emas hasil peleburan dan pemukulan. Jenis pengelasan ini yang disebut pengelasan tempa (forget welding), merupakan usaha manusia yang pertama dalam menyambung dua potong logam.

Kemajuan-kemajuan dalam ilmu pengetahuan dan teknologi yang dicapai sampai dengan tahun 1950, telah mulai mempercepat lagi kemajuan dalam bidang las. Pada masa ini telah ditemukan cara-cara baru dalam pengelasan antara lain las tekan dingin, las listrik, las busur, las gesek dan masih banyak lagi.

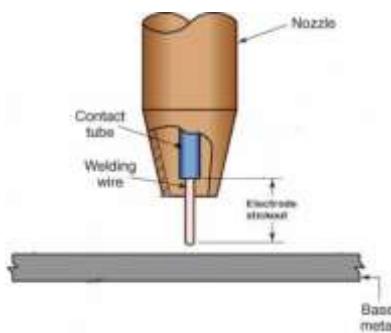
2.2 Pengelasan *Gas Metal Arc Welding (GMAW)*



Gambar 2. 1 Las GMAW

GMAW (*Gas Metal Arc Welding*) merupakan proses penyambungan dua buah logam atau lebih yang sejenis dengan menggunakan bahan tambah yang berupa kawat gulungan dan gas pelindung melalui proses pencairan. Gas pelindung dalam proses pengelasan ini berfungsi sebagai pelindung dari proses oksidasi, yaitu pengaruh udara luar yang dapat mempengaruhi kualitas las. Gas yang digunakan dalam proses pengelasan ini dapat menggunakan gas argon, helium, argon tambah helium dsb. Penggunaan gas juga dapat mempengaruhi kualitas las itu sendiri. Proses pengelasan ini juga disebut dengan MIG (*Metal Inert Gas*). Proses lain yang serupa dengan MIG adalah MAG (*Metal Active Gas*). Perbedaannya adalah terletak pada gas pelindung yang digunakan. Pada MIG digunakan gas pelindung berupa gas Inert seperti Argon (Ar) dan Helium (He), sedangkan pada MAG digunakan gas-gas seperti Ar (+) CO₂, Ar (+) O₂ ATAU CO₂.

Dalam pengelasan GMAW ada salah satu bagian yang mempunyai pengaruh sangat penting pada hasil pengelasan yaitu *Stick Out*, *Stick out* adalah jarak antara ujung kawat las dan ujung *contact tube*. Seperti halnya penggunaan gas pelindung, pegaturan tinggi *stick out* ini juga dipengaruhi oleh jenis logam yang dilas, tebal bahan, posisi pengelasan dan bentuk sambungan. Tinggi *stick out* juga dapat dilihat dari tabel atau daftar yang disediakan oleh *provider*, secara umum rentang penggunaan *stick out* berkisar antara 8,0 mm sampai dengan 20 mm.



Gambar 2. 2 kedudukan *stick out*

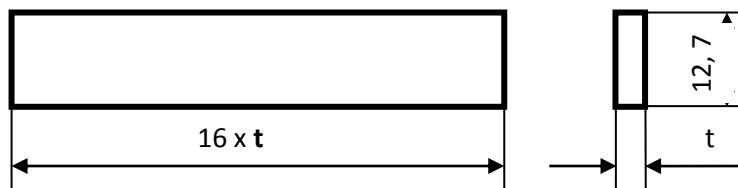
2.3 Sifat Mekanik Material

Sifat mekanik material merupakan sifat yang berhubungan dengan kekuatan dari material saat menerima pembebanan. Sifat-sifat mekanik dari material meliputi Kekerasan, Tegangan tarik, Tegangan geser, tegangan puntir, tegangan, tegangan lengkung, kerapuhan, *creep* dan *fatigue*. Sifat-sifat inilah yang dimiliki oleh material dalam penggunaanya. Oleh sebab itu seberapa besar dan

berapa lama material dapat bertahan dari sifat-sifat yang dilikinya itu maka harus diketahui dulu agar saat pemilihan material mendapatkan kualitas dan mutu yang terstandarkan

2.4 Uji Bending

Pada dasarnya material komposit memiliki kekuatan *bending* lebih baik dari kekuatan tarik. Pengujian *bending* merupakan salah satu pengujian sifat mekanik bahan yang dilakukan terhadap *specimen* dari bahan. *Bending* merupakan proses pembebahan terhadap suatu bahan pada suatu titik di tengah-tengah dari bahan yang ditahan diatas dua tumpuan. Dengan pembebahan ini bahan akan mengalami deformasi dengan dua buah gaya yang berlawanan bekerja pada saat bersamaan. Sebagaimana prilaku bahan terhadap pembebahan, semua bahan akan mengalami perubahan bentuk (deformasi) secara bertahap dari elastis menjadi plastis hingga akhirnya mengalami kerusakan (patah). Dimensi pengujian bending dapat dilihat pada **Gambar 2.36.** (*Standart ASTM D 790 – 03*)



Gambar 2.5 Dimensi Spesimen Uji Bending ASTM D 790-03

Kekuatan *bending* komposit dapat ditentukan dengan persamaan 2.3 *ASTM D 790-03* (1982):

$$\sigma_b = \frac{3PL}{2bd^2} \quad (2.3.)$$

dimana :

- σ_b = Tegangan *bending* (MPa)
- P = Beban /Load (N)
- L = Panjang Span / Length span(mm)
- b = Lebar/ Width (mm)
- d = Tebal / Depth (mm)

$$\varepsilon_b = \frac{6Dd}{L^2}$$

Persamaan 2.4, akan dipakai jika pembebahan bending (σ_b) menimbulkan regangan bending (ε_b) komposit dengan defleksi maksimum *bending* lebih dari 10% dari jarak antara penumpu (L), sehingga *modulus elastisitas* nya dapat dirumuskan dengan persamaan.

$$E_b = \frac{L^3m}{4bd^3}$$

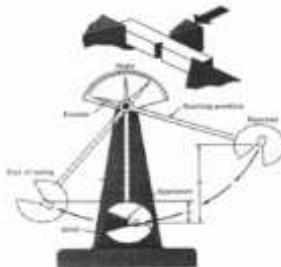
dengan :

- E_b = Modulus Elastisitas *Bending* (GvV Pa)
- L = Panjang Span / Length span(mm)
- b = Lebar/ Width (mm)
- d = Tebal / Depth (mm)
- m = Slope Tangent pada kurva beban defleksi (N/mm)

2.5. Uji Impact

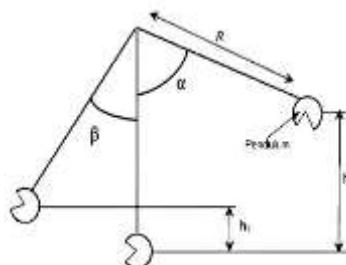
Uji *impact* adalah pengujian dengan menggunakan pembebahan yang cepat (*rapid loading*), pada proses pengujian terjadi penyerapan energi yang besar ketika beban menumbuk *specimen*. Pengujian

impact merupakan suatu pengujian yang mengukur ketahanan bahan terhadap beban kejut. Inilah yang membedakan pengujian *impact* dengan pengujian tarik dan kekerasan, dimana pembebahan dilakukan secara perlahan-lahan. Pengujian impak merupakan suatu upaya untuk mensimulasikan kondisi operasi material yang sering ditemui dalam perlengkapan transportasi atau konstruksi dimana beban tidak selamanya terjadi secara perlahan-lahan melainkan datang secara tiba-tiba.



Gambar 2. 3 Ilustrasi skematis pengujian impak

Pada pengujian impak, energi yang diserap oleh benda uji biasanya dinyatakan dalam satuan Joule dan dibaca langsung pada skala (*dial*) penunjuk yang telah di kalibrasi yang terdapat pada mesin penguji. Harga impak suatu bahan yang diuji.



Gambar 2. 1 Ilustrasi alur skematis perhitungan energi pengujian impak

$$\begin{aligned}
 E_{\text{serap}} &= \text{energi awal} - \text{energi akhir} \\
 &= m.g.h - m.g.h' \\
 &= m.g.(R \cos \alpha) - m.g.(R \cos \beta) \\
 E_{\text{serap}} &= m.g.R(\cos \beta - \cos \alpha)
 \end{aligned}$$

Dimana :

$$\begin{aligned}
 E_{\text{serap}} &= \text{energi serap (J)} \\
 m &= \text{massa pendulum (N)} \\
 g &= \text{percepatan gravitasi (m/s}^2\text{)} \\
 R &= \text{panjang lengan (m)} \\
 h_0 &= \text{ketinggian bandul sebelum dilepas (m)} \\
 h_1 &= \text{ketinggian bandul setelah dilepas (m)} \\
 \alpha &= \text{sudut ayunan pendulum sebelum diayun (}^\circ\text{)} \\
 \beta &= \text{sudut ayunan pendulum setelah mematahkan specimen (}^\circ\text{)}
 \end{aligned}$$

dengan demikian harga ketangguhan *impact* dapat dihitung dengan persamaan :

$$\begin{aligned}
 a_{\text{cu}} &= \frac{E_{\text{serap}}}{A_o} \\
 a_{\text{cu}} &= \text{Besar Nilai Impact (J/m}^2\text{)} \\
 A_o &= \text{Luas Penampang (mm}^2\text{)} \\
 E_{\text{serap}} &= \text{Energi yang diserap (J)}
 \end{aligned}$$

3. Metodologi

Penelitian yang dilakukan adalah penelitian eksperimen (*experimental research*) dengan maksud meneliti seberapa besar pengaruh pengelasan GMAW dengan memvariasikan arus listrik terhadap sifat mekanis dari pipa *seamless*.

Oleh sebab itu penelitian ini akan dilakukan dengan proses pengelasan GMAW dengan memvariasikan arus listrik pada pipa *seamless* dengan bentuk kampuh V untuk mengetahui kekuatan impak serta bending dari hasil pengelasan dengan menggunakan metode Kuantitatif,

3.1 Objek Penelitian

Dalam melakukan sebuah penelitian yang pertama kali diperhatikan adalah objek penelitian yang akan diteliti. Adapun objek penelitian yang penulis akan teliti adalah Pengaruh arus pengelasan GMAW terhadap sifat mekanis dari pipa *seamless*.

3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada Laboratorium Pengelasan, Laboratorium Pengujian Bahan dan Metalografi Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ambon. Dilaksanakan pada bulan Juli sampai dengan bulan September tahun 2022.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Hasil Penelitian

Data hasil pengujian nilai energi serap impack dan kekuatan impack pada pipa *seamless* 1 inci setelah melalui proses pengelasan GMAW dengan memvariasikan arus pengelasan sebesar 21,5 Ampere, 22,5 Ampere dan 23,5 Ampere.

4.2 Kekuatan Impak Pipa Seamless 1 Inci Setelah Proses Pengelasan GMAW

Pengujian impak dilakukan pada pipa *seamless* yang melalui proses pengelasan GMAW (gas Arc Meteal Welding) versi MIG dengan memvariasi arus pengelasan pada sambungan kampuh V 70°

Pengujian impak dilakukan untuk mengetahui apakah terjadi perubahan sifat mekanis pada pipa *seamless* dengan memvariasikan arus pengelasan dapat dilihat hasil pengujian impak

Bagian ini bisa terdiri dari beberapa bagian (sub judul). Pada bagian ini, perlu mengemukakan hasil penelitian empiriknya maupun kajian literaturnya (jika penelitian dengan studi literatur). Selain itu, temuan yang dipaparkan harus dilengkapi dengan diskusi berdasarkan kajian literatur yang digunakan. Bagian ini menjawab berbagai pertanyaan (penelitian) yang sudah dikemukakan di bagian pendahuluan dengan temuan.

Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Impak

No	Variasi Arus Pengelasan	Pengulangan Pengujian			Rata-rata
		1	2	3	
1	21,5 A	200	175	170	181.5
2	22,5 A	170	170	165	168.3
3	23,5 A	165	150	165	160.0

Setelah mendapatkan data pengujian dilanjutkan untuk mendapatkan energi serap pada pengujian impak dengan menggunakan persamaan :

$$E_{\text{serap}} = m \cdot g \cdot R \cdot (\cos \beta - \cos \alpha)$$

Dan untuk kekuatan impak menggunakan persamaan :

$$a_{cu} = \frac{E_{serap}}{A_o}$$

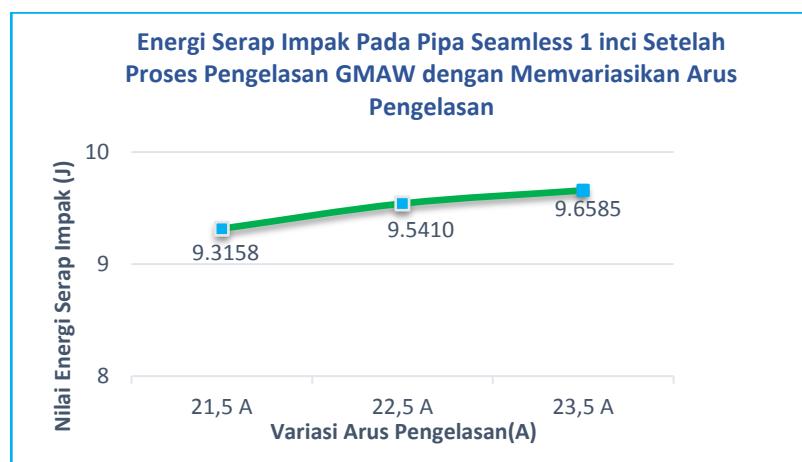
Setelah memasukan data hasil pengujian didapatkan rata – rata energi serap dan rata - rata kekuatan impak untuk setiap variasi arus pengelasan GMAW yaitu 21,5 A, 22,5 A dan 23,5 A

Tabel 4.2. Nilai Rata-rata Enegi Serap dan Rata-rata kekuatan Impak untuk setiap Variasi Arus Pengelasan

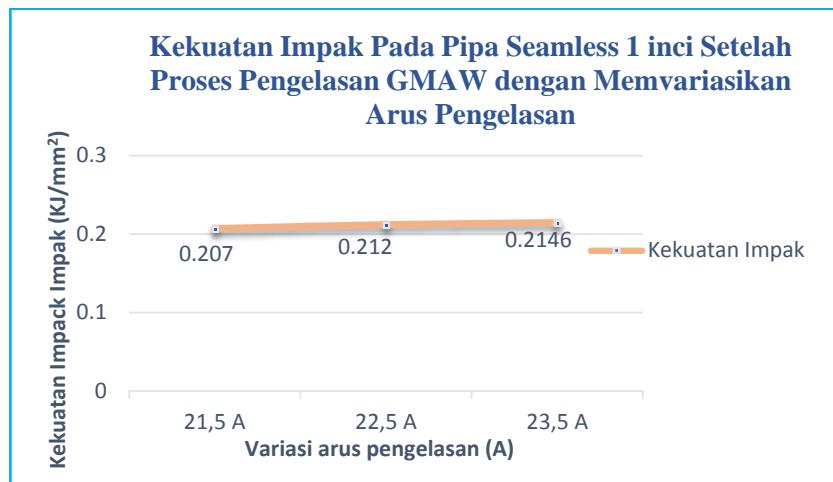
No	Variasi Arus Pengelasan	Rata-rata E _{Serap} (J)	Rata-rata Kekuatan Impak(J/mm ²)
1	21.5 A	9,3158	0.2070
2	22.5 A	9.5411	0.2120
3	23.5 A	9.6561	0.2146

Untuk mengetahui pengaruh variasi arus pengelasan GMAW pada proses pengelasan pipa seamless dapat dilihat pada hasil pengujian impack dimana energi serap tertinggi berada pada arus pengelasan 23,5 A dengan energi serap terbesar yaitu 9,6561 J sedangkan terendah berada pada arus pengelasan 21,5 A yaitu 9,3158.

Nilai kekuatan impak berpengaruh pada peningkatan atau penerunan energi serap impak, energi serap impak adalah kemampuan benda dalam menyerap energi yang diberikan bandul pada saat terjadinya tumbukan. semakin besar benda menyerap energi tumbukan secara tiba-tiba tersebut maka akan semakin kecil sudut yang dihasilkan pada saat pengujian impack tersebut. Kekuatan Impak terbesar dengan nilai 0,2146 J/mm² ada pada arus pengelasan 23,5 Ampere dan 0,2070 J/mm² berada pada arus pengelasan 21,5 Ampere, hal ini dapat dilihat pada gambar 4.1 dan 4.2 dimana grafik akan memiliki trend yang menurun dengan semakin membesarnya variasi arus pengelasan GMAW.



Gambar 4.1. Grafik Energi Serap Impak pada Pipa Seamless dengan Variasi Arus Pengelasan.



Gambar 4.2. Grafik Kekuatan Impak pada pada Pipa Seamless dengan Variasi Arus Pengelasan

Meningkatnya energi serap dan kekuatan impak pada proses pengujian pada pipa seamless yang melalui proses pengelasan dengan menggunakan sambungan kampuh V dengan memvariasikan arus pengelasan, hal ini seiring dengan semakin tingginya arus pengelasan maka

akan semakin tingginya energi serap dan kekuatan impak. Hal ini disebabkan oleh peningkatan kuat arus sehingga berpengaruh terhadap peningkatan heat input sehingga memberikan penetrasi dalam pengelasan semakin dominan. Arus pengelasan yang rendah menyebabkan kekuatan material semakin rapuh dimana ukuran atom-atom pada material semakin kecil sehingga jarak antara atom menjadi jauh dan ikatan atom menjadi melemah sehingga mengakibatkan material mudah patah (Ikhsan, 2021). Sedangkan untuk arus pengelasan yang besar mengekibatkan atom-atom didalam material menjadi lebih besar sehingga jarak atom-atom semakin dekat dan ikatan antar atom menjadi lebih kuat. Jadi jika head input semakin naik mencapai titik maksimal keuletan material maka kekuatan impak semakin meningkat tetapi jika heat input melampaui maka harga impak semakin menurun dikarenakan deformasi yang terjadi pada material semakin meningkat.

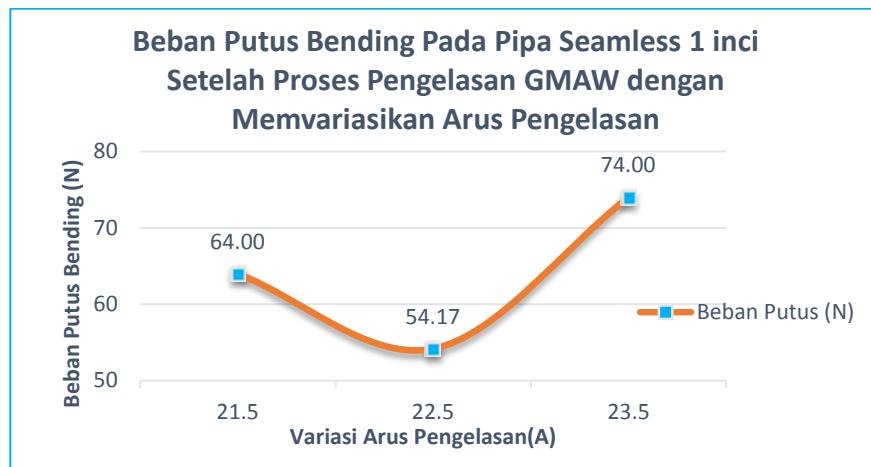
4.3 Kekuatan Bending Pipa Seamless 1 Inci Setelah Proses Pengelasan GMAW

Pada pengujian bending, metode yang dipakai adalah Face Bend (bending pada permukaan las), yaitu permukaan las mengalami tegangan tarik dan dasar las mengalami tegangan tekan.

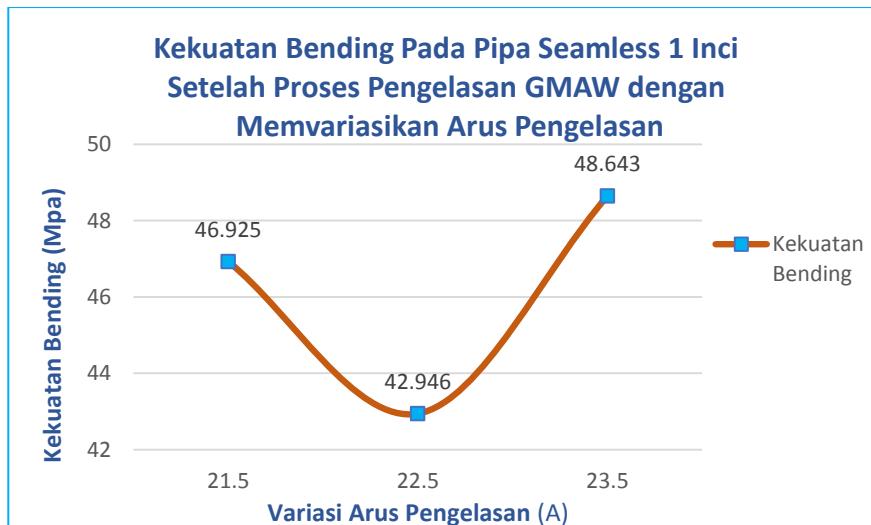
Tabel 4. 2 Kekuatan Bending Pipa Seamless

No	Variasi Arus Pengelasan (A)	Beban Putus (N)	Kekuatan Bending (MPa)	Modulus Elastisitas (mm/mm)
1	21,5 A	64.00	46.925	11.835
2	22,5 A	54.16	42.946	10.337
3	23,5 A	74.00	48.643	13.669

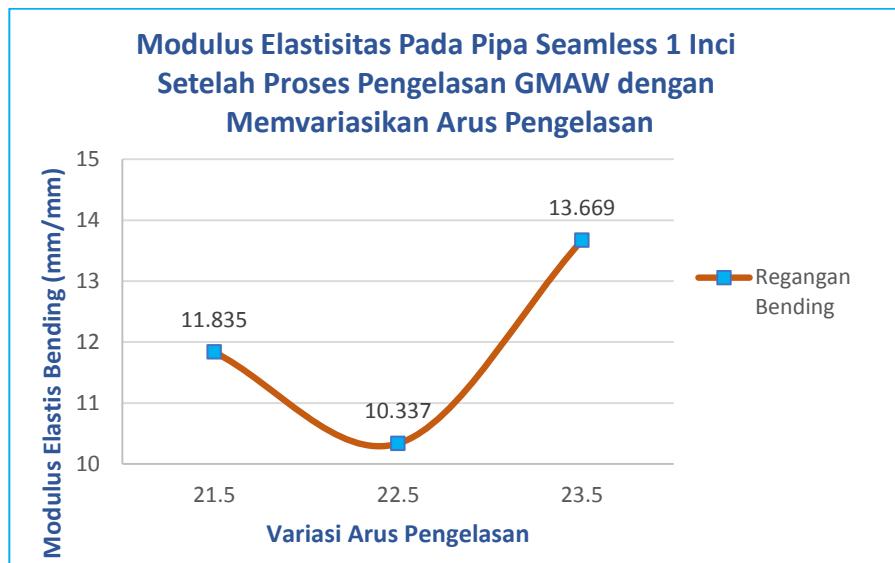
Pada penelitian ini kekuatan bending tertinggi berada pada arus pengelasan 23,5 Ampere yaitu 48,643 MPa dan terendah berada pada arus pengelasan 21,5 Ampere berada pada angka 46,925 MPa. Hal ini berbanding searah dengan *modulus elastisitas* dari pipa *seamless* hasil pengelasan dengan memvariasikan arus pengelasan, modulus elastis terendah berada pada arus pengelasan 21,5 dengan nilai 11,835 mm/mm serta tertinggi pada arus 23,5 Ampere bernilai 13,669 mm/mm sedangkan beban putus tertinggi ada pada 74 N dengan arus pengelasan 23,5 Ampere sedangkan terendah ada pada 64 N pada arus pengelasan 21,5 Ampere.



Gambar 4.3. Beban Putus Bending pada Pipa Seamless dengan Variasi Arus



Gambar 4.4. Kekuatan Bending pada Pipa Seamless dengan Variasi Arus Pengelasan



Gambar 4.5. Modulud Elastis Bending pada Pipa Seamless dengan Variasi Arus Pengelasan

Failure mode dipengaruhi oleh kekuatan dan *fusion zone* las. Ukuran *fusion zone* yang kecil menyebabkan *interfacial failure mode* sedangkan ukuran *fusion zone* yang besar menyebabkan *pullout failure mode*. Semakin tinggi *Ampere* pengelasan maka semakin tinggi *Fusion zone* dikarenakan tingkat peleburan semakin tinggi. Peningkatan *pre-stain* memberikan pengaruh yang signifikan terhadap *fusion zone* las pada *Ampere* rendah. Jadi semakin tinggi ampere akan mengakibatkan meningkatnya penetrasi pengelasan sehingga peleburan materi las dalam proses pengelasan yang mengakibatkan meningkatnya keuletan dari pipa seamless, hal ini bergantung dari proses pendinginan yang dilakukan

5. Penutup

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yaitu pengujian impact dan bending pada pipa seamlees dengan memvariasi arus pengelasan, dan hasil yang telah dibahas sebelumnya dapat ditarik beberapa intisari menjadi beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Pada pengujian impact yang dilakukan pada pipa seamlees dengan memvariasi arus pengelasan, hasil pengujian impact tertinggi terjadi pada arus pengelasan 23,5 volt dengan nilai kekuatan impact sebesar 0,2146 J/mm², sedangkan untuk nilai kekuatan impact yang terkecil terjadi pada arus pengelasan 21,5 volt dengan nilai impact 0,2070 J/mm².
2. Untuk pengujian bending pada pipa seamlees dengan memvariasi arus pengelasan, hasil pengujian lentur/bending yang tertinggi terjadi pada arus 23,5 volt dengan nilai bending sebesar 48,643 Mpa, sedangkan pada kekuatan lentur terendah terjadi pada arus 21,5 volt dengan nilai 46,925 Mpa.
3. Setelah pipa seamlees dilakukan pengujian bending dan impact dengan memvariasi arus pengelasan. Semakin besar arus pengelasan yang diapakai maka nilai hasilnya semakin tinggi dan sebaliknya semakin kecil arus yang dipakai maka semakin kecil pula nilai yang didapat.

5.2 Saran

Setelah melakukan pengujian pada pipa seamlees dengan memvariasi arus pengelasan. Untuk itu disampaikan beberapa saran bagi peneliti-peneliti yang mendatang sebagai berikut:

1. Untuk proses pengelasan GMAW lebih diperhatikan pada kawat las dan gas mulia yang dipakai pada saat pengelasan.
2. Disarankan untuk memakai arus pengelasan yang maksimal untuk hasil pengelasan yang lebih baik.

Referensi

ASTM, *Standard Test Methods for Tension Testing of Materials*. 2022.

A. Azwinur, S. A. Jalil, and A. Husna, “Pengaruh variasi arus pengelasan terhadap sifat mekanik pada proses pengelasan SMAW,” *J. POLIMESIN*, vol. 15, no. 2, p. 36, 2017.

Amin, Ahmad, 2017, “Pengaruh Variasi Arus Listrik Terhadap Kekuatan Tarik Dan Struktur Mikro Sambungan Las Titik (Spot Welding) Logam Dissimilar Stainless Steel dan Baja Karbon Rendah”. *Jurnal Teknik Mesin UNISKA*. Vol 2

Haikal, 2014, *Teknologi Pengelasan Logam*, PT. Pradya Paramita, Jakarta.

Imam Abu Hanifah, Nevada. J. M. Nanulaitta, Graciadiana. I. Huka, 2023. “Pengaruh Variasi Ketinggian Elektrikal Stik Out Pengelasan Gas Metal Arc Welding (GMAW) Terhadap Sifat Mekanis Pada Pipa Seamless” *Journal Mechanical Engineering* Vol 1, no.2. pp. 112-123. <https://ejournal-polnam.ac.id/index.php/JME/issue/view/85>

Karim, Fausan. 2018. “Analisa Pengaruh Filler pada Pengelasan Titik Beda Material Mild Steel dan Aliminium Terhadap Kekuatan Mekanik Sambungan Las”. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Kusuma Angga Tutur, 2012, Studi metalografi hasil pengelasan titik (spot welding) pengelasan pengelasan dilingkungan udara dan lingkungan gas argon, jurusan teknik mesin fakultas teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Nanulaitta, N. J. M., & Lillipaly, E. R. M. A. P. (2012). Analisa Sifat Kekerasan Baja ST-42 Dengan Pengaruh Besarnya Butiran Media Katalisator (Tulang Sapi (CaCO₃)) Melalui Proses Pengarbonan Padat (Pack Carburizing). *Jurnal Teknologi*, 9(1), 985-994

Winarto. (2011). *Teknologi Pengelasan*, Asosiasi Pengelasan Indonesia.