

## PENGARUH VARIASI KETINGGIAN ELEKTRIKAL STIK OUT PENGELASAN GAS METAL ARC WELDING (GMAW) TERHADAP SIFAT MEKANIS PADA PIPA SEAMLESS

Imam Abu Hanifah<sup>1)</sup>, Nevada. J. M. Nanulaitta<sup>2\*)</sup>, Graciadiana. I. Huka<sup>3)</sup>

Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ambon

Teknologi Rekayasa Sistem Mekanikal Migas,

email : [Imamabuhanifah043@gmail.com](mailto:Imamabuhanifah043@gmail.com), [rio\\_nevada@yahoo.co.id](mailto:rio_nevada@yahoo.co.id), [graciahuka71@gmail.com](mailto:graciahuka71@gmail.com)

### ABSTRACT

*Welding is a process of joining two or more metal materials together through a local melting process. There are many types of welding, one of which is Gas Metal Arc Welding (GMAW). In gas metal arc welding (GMAW), one of the factors that affect the result of welding is the height of the stick out. The purpose of this study was to determine the effect of changing the height of the stick out in the gas metal arc welding (GMAW) welding process on the pipe on the mechanical strength of the pipe. The method used in this study is a quantitative method with data collection techniques through the library, and the main data sources obtained directly from the research process, and related interviews regarding the tools and materials used at the Ambon State Polytechnic Mechanical Engineering Laboratory. The results of the research that the author did show that the greatest Impact Strength with a value of 0.1136 KJ/mm<sup>2</sup> is at a height of 7 mm electrical stick out and 0.0960 KJ/mm<sup>2</sup> is at a height of 9 mm electrical stick out, this can be seen in the figure 4.1 and 4.2 where the graph will have a decreasing trend with increasing variations in the height of the electrical stick out in GMAW welding, while for the bending test the shorter the electrical stick out will result in increased welding penetration, so that the melting of the weld material in the welding process is getting deeper and the cooling process is getting deeper time results in increased ductility of the seamless pipe, it also depends on the thickness of the material being welded, the gas flow rate and metal transfer in the weld.*

**Keywords :** GMAW Welding, Stick Out, Mechanical Properties, Seamless Pipe, Impact Test, Bending Test

### ABSTRAK

Pengelasan merupakan proses penyambungan dua material logam atau lebih menjadi satu melalui proses pencairan setempat. Banyak sekali jenis-jenis pengelasan salah satunya adalah pengelasan *Gas Metal Arc Welding* (GMAW), Dalam pengelasan *gas metal arc welding* (GMAW) salah satu faktor yang mempengaruhi hasil dari pengelasan adalah dari tingkat ketinggian *stick out*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk Mengetahui Pengaruh Perubahan Variasi Ketinggian *Stik Out* Pada Proses Pengelasan *Gas Metal Arc Welding* (GMAW) pada pipa terhadap kekuatan mekanis pipa tersebut. Metode yang di gunakan dalam penelitian ini adalah metode kuantitatif dengan teknik pengumpulan data melalui kepustakaan, dan sumber data utama yang diperoleh langsung dari proses penelitian, dan wawancara terkait mengenai alat dan bahan yang dipakai di Laboratorium Teknik Mesin Politeknik Negeri Ambon. Hasil penelitian yang penulis lakukan menunjukkan bahwa Kekuatan Impak terbesar dengan nilai 0,1136 KJ/mm<sup>2</sup> ada pada pada ketinggian elactrikal stick out 7 mm dan 0,0960 KJ/mm<sup>2</sup> berada pada pada ketinggian elactrikal stick out 9 mm, hal ini dapat dilihat pada gambar 4.1 dan 4.2 dimana grafik akan memiliki trend yang menurun dengan semakin membesarnya variasi ketinggian alectrikal stick out pada pengelasan GMAW, sedangkan untuk pengujian bending semakin pendek electrical stick out akan mengakibatkan meningkatnya penetrasi pengelasan, sehingga peleburan materi las dalam proses pengelasan semakin dalam dan proses penndinginnya semakin lama mengakibatkan meningkatnya keuletan dari pipa seamless, hal ini juga bergantung pada ketebalam material yang di las, gas flow rate dan metal transfer dalam pengelasan.

**Kata kunci :** Pengelasan GMAW, Stick Out, Sifat Mekanik, Pipa Seamless, Uji Impact, Uji Bending

## 1. PENDAHULUAN

Berkembangnya dunia industri yang semakin maju tidak dapat dipisahkan dengan proses pengelasan. Proses pengelasan mempunyai peranan yang sangat penting dalam bidang konstruksi dan industri karena sering dipergunakan dalam usaha rekayasa dan reparasi logam. Seperti halnya pada industri minyak dan gas (MIGAS) dimana pada industri MIGAS instalasi perpipaan merupakan salah satu sistem pendukung yang sangat penting pada industri tersebut karena pipa digunakan sebagai sarana dalam membantu mengalirkan fluida dari satu tempat ke tempat yang telah dipersiapkan. Instalasi perpipaan tidak terlepas dari proses pengelasan karena untuk dapat menghubungkan pipa-pipa tersebut salah satunya adalah dengan cara pengelasan. Pengelasan merupakan proses penyambungan dua material logam atau lebih menjadi satu melalui proses pencairan setempat (Harsono dkk, 2000). Banyak sekali jenis-jenis pengelasan salah satunya adalah pengelasan *Gas Metal Arc Welding* (GMAW) yang merupakan suatu metode pengelasan yang menyambungkan dua buah logam atau lebih yang sejenis dengan menggunakan bahan tambah yang berupa kawat gulungan dan gas pelindung melalui proses pencairan. Pengelasan *gas metal arc welding* (GMAW) menggunakan *shielding gas*, *shielding gas* berfungsi sebagai pelindung logam las saat proses pengelasan berlangsung agar tidak terkontaminasi dari udara lingkungan sekitar logam pengelasan. Karena logam pengelasan sangat rentan terhadap difusi hidrogen yang dapat menyebabkan cacat *porosity*. Pengelasan GMAW dapat menggunakan gas argon (Ar) yang biasa disebut MIG ataupun gas karbondioksida (Co<sub>2</sub>) yang biasa di sebut MAG.

Hasil pengelasan dipengaruhi oleh laju aliran gas, besar arus, polaritas dan kecepatan pengelasan. Semakin tinggi laju aliran gas maka akan semakin tinggi kekuatan tarik, kekuatan luluh dan kekerasannya (Junus, 2011 & Prasetya, dkk 2017). Selain itu makin tinggi laju aliran gas maka akan semakin baik penetrasinya (Harsono dkk, 2000).

Dalam pengelasan *gas metal arc welding* (GMAW) salah satu faktor yang mempengaruhi hasil dari pengelasan adalah dari tingkat ketinggian *stick out*. *Stick out* adalah jarak antara ujung kawat las dan ujung *contact tube*. Seperti halnya penggunaan gas pelindung, pengaturan 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 daftar yang disediakan oleh *provider*, secara umum rentang penggunaan *stick out* berkisar antara 0,8 mm sampai dengan 20 mm.

Berdasarkan latar belakang diatas maka penulis melakukan penelitian dengan judul "Pengaruh Variasi Ketinggian Elektrikal *Stik Out* Pengelasan Gas *Metal Arc Welding* (GMAW) Terhadap Sifat Mekanis Pipa *Seamless*".

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

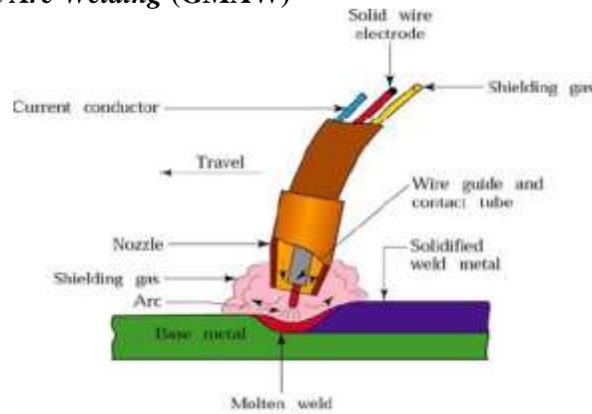
### 2.1 Pengertian Pengelasan

Pengelasan adalah salah satu proses fabrikasi logam, termoplastik, atau semacamnya yang berupa penggabungan dua benda dari bahan-bahan tersebut dengan cara melelehkan ujung kedua benda bersama-sama menggunakan panas tinggi dan kemudian membiarkannya menjadi dingin sehingga kedua ujung tersebut menyatu. Pengelasan berbeda dengan teknik penyambungan logam bersuhu lebih rendah seperti pematian dan penyolderan, yang harus menggunakan logam tambahan yang mudah meleleh dan tidak melelehkan logam dasar. Tergantung penerapannya, las boleh menggunakan logam pengisi pada sambungannya.

Sementara itu, pengertian pengelasan secara umum menurut Deutsche Industrie Normen (DIN) dalam Harsono dkk (1991:1), mendefinisikan bahwa "Las adalah ikatan metalurgi pada sambungan logam paduan yang dilakukan dalam keadaan lumer atau cair." Sedangkan Maman Suratman (2001:1) mengemukakan bahwa mengelas, yaitu "Salah satu cara menyambung dua bagian logam secara permanen dengan menggunakan tenaga panas". Sedangkan Sriwidarto mengatakan, "Las adalah suatu cara untuk menyambung benda padat dengan cara mencairkannya melalui pemanasan. Pengelasan (*welding*) adalah teknik penyambungan logam dengan cara mencairkan sebagian logam induk dan logam pengisi dengan

atau tanpa logam penambah dan menghasilkan logam kontinyu (Siswanto, 2011). Menurut *American Welding Society* (AWS), Las merupakan proses penyambungan yang menyebabkan terjadinya penggabungan material-material melalui pemanasan sampai titik leleh dengan atau tanpa tekanan atau dengan pemberi tekanan saja dan dengan atau tanpa logam pengisi (*filler*).

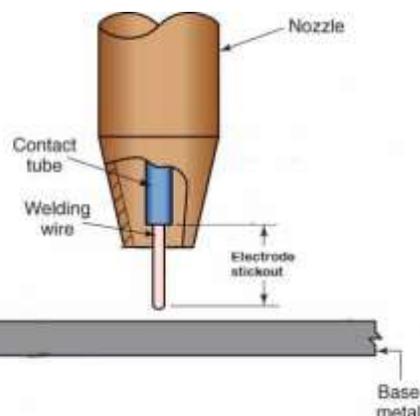
## 2.2 Pengelasan Gas Metal Arc Welding (GMAW)



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 (+) CO<sub>2</sub>, Ar (+) O<sub>2</sub> ATAU CO<sub>2</sub>.

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, pengaturan 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*

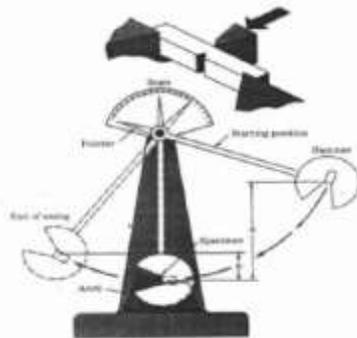
## **2.3 Sifat Mekanik Material**

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 penggunaannya, 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 Pengujian *Impact* dan *Bending***

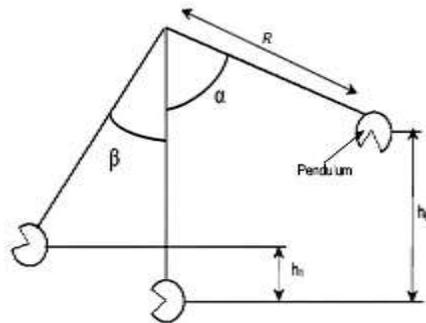
### **2.4.1 Uji *Impact***

Uji *impact* adalah pengujian dengan menggunakan pembebanan 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 pembebanan dilakukan secara perlahan-lahan. Pengujian impact 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 impact

Pada pengujian impact, 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 impact suatu bahan yang diuji.



**Gambar 2. 4** Ilustrasi alur skematis perhitungan energi pengujian impact

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

Dimana :

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

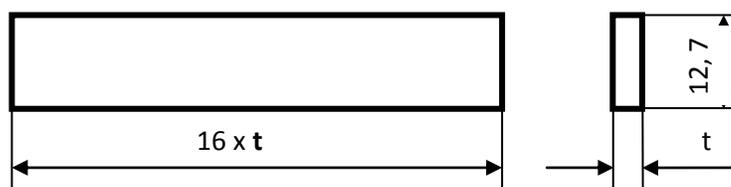
dengan demikian harga ketangguhan *impact* dapat di hitung dengan persamaan :

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

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

## 2.42 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 pembebanan terhadap suatu bahan pada suatu titik di tengah-tengah dari bahan yang ditahan diatas dua tumpuan. Dengan pembebanan ini bahan akan mengalami deformasi dengan dua buah gaya yang berlawanan bekerja pada saat bersamaan. Sebagaimana perilaku bahan terhadap pembebanan, 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 :

- $\sigma_b$  = 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 pembebanan *bending* ( $\sigma_b$ ) menimbulkan regangan *bending* ( $\varepsilon_b$ ) komposit dengan defleksi maksimum *bending* lebih dari 10% dari jarak antara penumpu (L), sehingga *modulus elastisitas* nya dapat dirumuskan dengan persamaan.

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

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)

### 3. METODOLOGI

Penelitian yang dilakukan adalah penelitian eksperimen (*experimental research*) dengan maksud meneliti

seberapa besar pengaruh pengelasan GMAW dengan memvariasikan ketinggian elektrikal *stik out* terhadap

sifat mekanis dari pipa *seamless*. Oleh sebab itu penelitian ini akan dilakukan dengan proses pengelasan GMAW dengan memvariasikan ketinggian elektrikal *stik out* pada pipa *seamless* dengan bentuk kampuh V untuk mengetahui kekuatan *impact* serta *bending* dari hasil pengelasan dengan menggunakan metode kuantitatif.

#### 3.1 Objek Penelitian

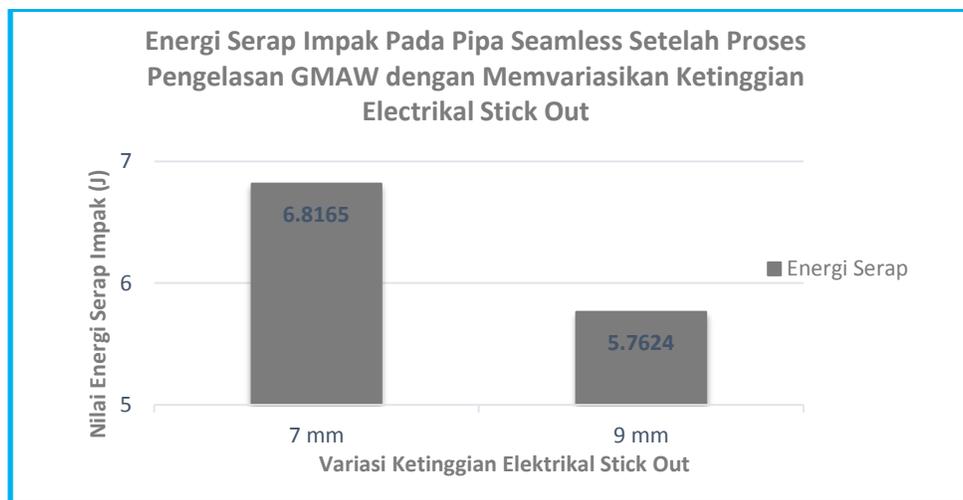
Dalam melakukan sebuah penelitian yang pertama kali diperhatikan adalah objek penelitian yang akan diteliti. Adapun objek penelitian yang penulis akan teliti adalah Pengaruh variasi ketinggian elektrikal *stik out* pengelasan GMAW terhadap sifat mekanis dari pipa *seamless*.

#### 3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

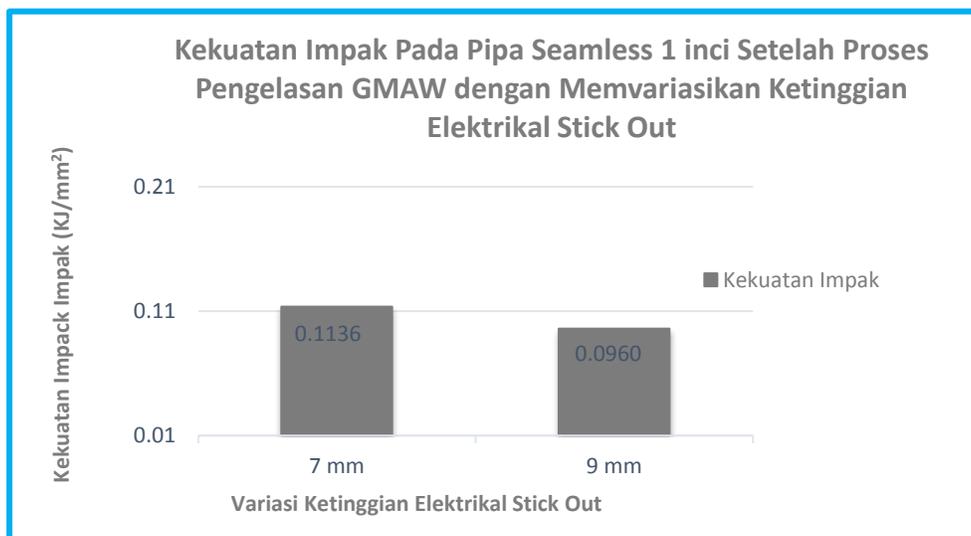


		$E_{\text{Serap}} \text{ (J)}$	$\text{Kekuatan Impak} \text{ (KJ/mm}^2\text{)}$
1	7 mm	6,8165	0,1136
2	9 mm	5,7624	0,0960

Untuk mengetahui pengaruh variasi arus pengelasan GMAW pada proses pengelasan pipa seamless dapat dilihat pada hasil pengujian impact dimana energi serap tertinggi berada pada ketinggian elactrikal stick out 7 mm dengan energi serap terbesar yaitu 6,8165 J sedangkan terendah berada pada ketinggian elactrikal stick out 9 mm yaitu 5,7624. Nilai kekuatan impact berpengaruh pada peningkatan atau penerunan energi serap impact, energi serap impact 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 impact tersebut.



Gambar 4. 1 Grafik Energi Serap Impact pada Pipa Seamless dengan Variasi Arus Pengelasan.



Gambar 4. 2 Grafik Kekuatan Impact pada pada Pipa Seamless dengan Variasi Arus Pengelasan

Kekuatan Impak terbesar dengan nilai  $0,1136 \text{ KJ/mm}^2$  ada pada pada ketinggian electrical stick out 7 mm dan  $0,0960 \text{ KJ/mm}^2$  berada pada pada ketinggian electrical stick out 9 mm, hal ini dapat dilihat pada gambar 4.1 dan 4.2 dimana grafik akan memiliki trend yang menurun dengan semakin membesarnya variasi ketinggian electrical stick out pada pengelasan GMAW.

Meningkatnya energi serap dan kekuatan impact pada proses pengujian pada pipa seamless yang melalui proses pengelasan dengan menggunakan sambungan kampuh V dengan memvariasikan ketinggian electrical stick out sangat berpengaruh dalam menentukan hasil pengelasan, hal ini seiring dengan semakin pendeknya electrical stick out pada pengelasan maka akan semakin tingginya energi serap dan kekuatan impact. Hal ini disebabkan apabila semakin panjang elektrika stick out, maka bentuk rigi-rigi las semakin lebar dan landau, penembusan (penetrasi) pengelasan akan semakin dangkal. Pendeknya electrical stick out akan secara otomatis meningkatkan kuat arus sehingga berpengaruh terhadap peningkatan heat input sehingga memberikan penetrasi dalam pengelasan semakin dominan. Panjangnya electrical stick out akan secara otomatis membuat 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 impact semakin meningkat tetapi jika heat input melampaui maka harga impact semakin menurun dikarenakan deformasi yang terjadi pada material semakin meningkat.

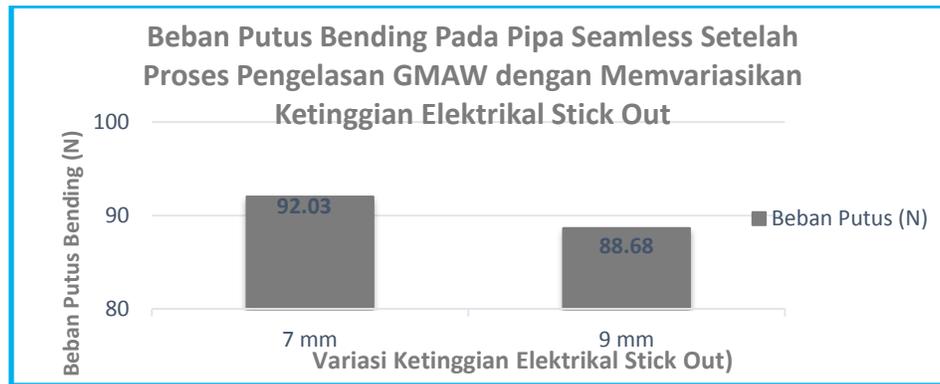
### 4.3 Kekuatan Bending Pipa Seamless Setelah Proses Pengelasan GMAW Dengan Memvariasikan Ketinggian Elektrika Stick Out

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.

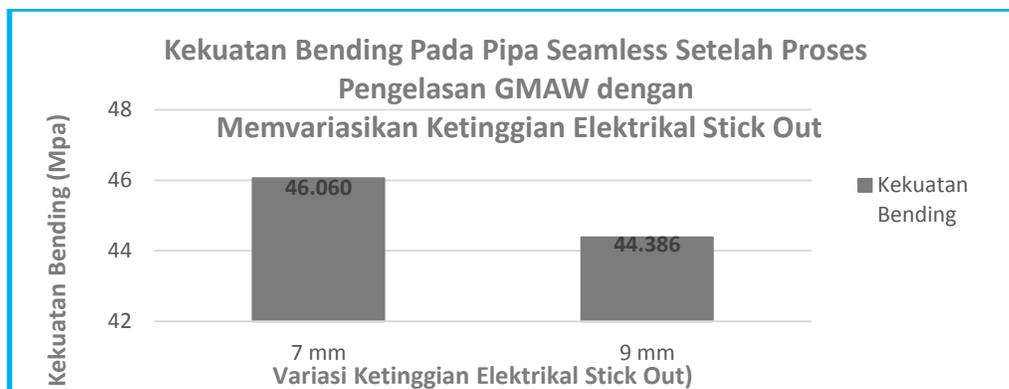
Tabel 4. 3 Kekuatan Bending Pipa Seamless

No	Variasi Ketinggian Stick Out (mm)	Beban Putus (N)	Kekuatan Bending (MPa)	Modulus Elastisitas (mm/mm)
1	7 mm	92,03	46,060	15,200
2	9 mm	88,68	44,386	13,767

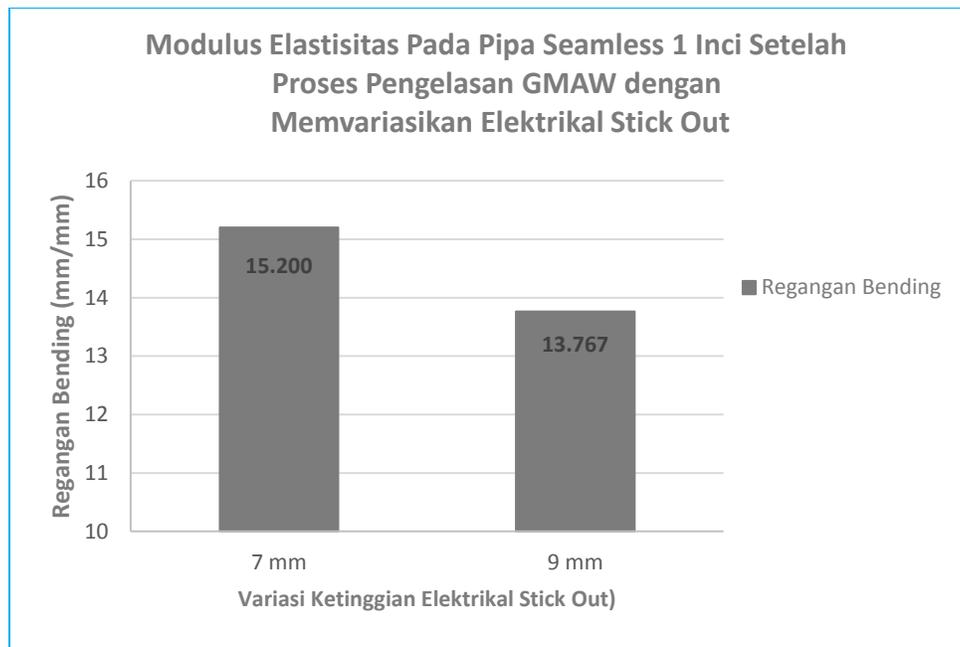
Pada penelitian ini kekuatan bending tertinggi berada pada ketinggian electrical stick out pengelasan 7 mm yaitu 46, 060 MPa dan terendah berada pada ketinggian electrical stick out pengelasan 9 mm berada pada angka 44,386 MPa. Hal ini berbanding searah dengan *modulus elastisitas* dari pipa *seamless* hasil pengelasan dengan memvariasikan arus pengelasan, modulus elastis terendah berada pada ketinggian electrical stick out pengelasan 9 mm dengan nilai 13,767 mm/mm serta tertinggi pada ketinggian electrical stick out 7 mm bernilai 15,200 mm/mm sedangkan beban putus tertinggi ada pada 92,03 N dengan ketinggian electrical stick out pengelasan 7 mm sedangkan terendah ada pada 88,68 N pada ketinggian electrical stick out pengelasan 9 mm.



**Gambar 4. 3** Beban Putus Bending pada Pipa Seamless dengan Variasi Ketinggian Elektrikal Stick Out Pengelasan



**Gambar 4. 4** Kekuatan Bending pada Pipa Seamless dengan Variasi Ketinggian Elektrikal Stick Out Pengelasan



**Gambar 4. 5 Modulus Elastis Bending pada Pipa Seamless dengan Variasi Arus Pengelasan**

Semakin panjang electrical stick out mengakibatkan rigi-rigi las semakin lebar hal ini juga mengakibatkan manik menjadi lebih cembung hal ini dipengaruhi oleh lamanya proses *fusion zone* las sehingga pembekuan kawah las semakin lama juga . Ukuran *fusion zone* yang kecil menyebabkan *interfacial failure mode* sedangkan ukuran *fusion zone* yang besar menyebabkan *pullout failure mode*. Pendeknya electrical stick out pengelasan maka semakin tinggi *Fusion zone* dikarenakan tingkat peleburan semakin tinggi. Peningkatan *pre-stain* memberikan pengaruh yang signifikan terhadap *fusion zone* las dan panjangnya electrical stick out.

Jadi semakin pendek electrical stick out akan mengakibatkan meningkatnya penetrasi pengelasan, sehingga peleburan materi las dalam proses pengelasan semakin dalam dan proses penndingannya semakin lama mengakibatkan meningkatnya keuletan dari pipa seamless, hal ini juga bergantung pada ketebalam material yang di las, gas flow rate dan metal transfer dalam pengelasan.

## 5. PENUTUP

### 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yaitu pengujian impak dan bending, pada baja pipa seamless yang telah melalui proses pengelasan GMAW dengan memvariasikan ketinggian electrical stick out yaitu 7 mm dan 9 mm dan hasil yang telah dibahas sebelumnya dapat ditarik beberapa intisari menjadi beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Perlakuan pengelasan GMAW pada pipa seamless menggunakan sambungan kampuh V dengan memvariasikan ketinggian electrical stick out dan setelah melakukan proses pengujian impak memiliki kekuatan tertinggi sebesar 0.1136 KJ/mm<sup>2</sup> pada variasi ketinggian electrical stick out 7 mm dan 0.0960 KJ/mm<sup>2</sup> pada variasi ketinggian electrical stick out 9 mm
2. Kekuatan bending pada pipa seamless meningkat seiring dengan semakin pendeknya ketinggian electrical stick out pengelasan. Peningkatan tertinggi ada pada variasi ketinggian electrical stick out 7 mm dengan beban putus 92,03 N, kekuatan bending 46,060 MPa serta modulus elastisitas bending 15,200 mm/mm

dan terendah pada ketinggian electrical stick out 9 mm dengan beban putus 88,68 N, kekuatan bending 44,386 MPa serta modulus elastisitas bending 13,767 mm/mm

## **5.2. Saran**

Setelah melakukan eksperimen yang dilakukan selama proses pengelasan GMAW, ditemukan beberapa fenomena yang berhubungan dengan pendukung pengelasan GMAW baik dalam ketinggian Electrical stick out maupun bentuk pengujian yang diberlakukan. Untuk itu disampaikan beberapa saran bagi peneliti-peneliti yang mendatang sebagai berikut :

1. Untuk proses meningkatkan penelitian tentang pengelasan GMAW terutama pada bagian travel speed pengelasan
2. Disarankan untuk melakukan penelitian lanjutan tentang variasi ketinggian stickout pada pengelasan GMAW versi MIG.

## **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.

**E. K. Hamd, A. S. Alwan, and I. K. Irthiea**, “Study the Effect of Welding Heat Input on the Microstructure, Hardness, and Impact Toughness of AISI 1015 Steel,” *Al-Khwarizmi Eng. J.*, vol. 14, no. 1, pp. 118–127, 2018.

**E. W. R. Widodo, Vuri Ayu Setyowati, Suheni, and I. Qiromi**, “Variasi Jenis Kampuh Las Dan Kuat Arus Pada Pengelasan Logam Tidak Sejenis Material Stainless Steel 304L Dan Baja Aisi 1040 Dengan Gas Tungsten Arc Welding,” *Semin. Nas. Sains dan Teknol. Terap. VI*, pp. 327–332, 2018.

**H. Wiryosumarto and T. Okumura**, *Teknologi Pengelasan Logam*, 8th ed. Jakarta: Pradnya Paramita, 2006.

**P. H. Sudargo and B. T. Baroto**, “Pengaruh Filler Dan Arus Listrik Pengelasan Logam Tak Ssejenis Baja (AISI 1045) Dengan Baja Tahan Karat (AISI 316L) Terhadap Sifat Mekanis Dan Struktur Mikro,” *Pros. SNST*, vol. 8, pp. 41–46, 2017.

**P. Sidi**, “Analisa Pengaruh Proses Pengelasan Mig Terhadap Distorsi Sudut dan Kedalaman Penetrasi pada Sambungan Butt-Joint,” *Metr. Polba*, vol. 5, no. 1, pp. 10–17, 2011.

**S. Fatima, M. Khan, S. H. I. Jaffery, L. Ali, M. Mujahid, and S. I. Butt**, “Optimization of process parameters for plasma arc welding of austenitic stainless steel (304 L) with low carbon steel (A-36),” *Proc. Inst. Mech. Eng. Part L J. Mater. Des. Appl.*, vol. 230, no. 2, pp. 640–653, 2016.

**W. H. Minnick**, *Gas Metal Arc Welding Handbook*, 5th ed. San Marcos: The Goodheart-Willcox Company INC, 2000.