

# PERBANDINGAN KEKUATAN TARIK HASIL PENGELASAN SMAW DAN GTAW PADA MILD STEEL

## Andre Rantepasang<sup>1</sup>, Atus Buku<sup>2</sup>, Kristiana Pasau<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Mesin Universitas Kristen Indonesia Paulus

Jl. Perintis Kemerdekaan, No.13, Daya, Kota Makassar, 90245

Email : [andrerantepasang@gmail.com](mailto:andrerantepasang@gmail.com)

### Abstrak

Menurut definisi *Doutche Industrie Normen* (DIN), las adalah ikatan metallurgi pada sambungan logam atau paduan logam yang dilakukan dalam keadaan dilumasi atau cair, tujuan ini pada dasarnya dimiliki oleh semua teknik pengelasan baja. Standar spesimen yang digunakan adalah standar ASTM E8 (*American Test and Material Association*). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh hasil pengelasan SMAW dan GTAW pada *mild steel* terhadap kekuatan tarik. Penelitian ini menggunakan bahan baja karbon rendah (*mild steel*), bahan dilas dengan menggunakan pengelasan SMAW dan GTAW. Jenis elektroda yang digunakan E7016 dan ER70S-6 kampuh v dengan sudut 60°. Pada hasil pengujian tarik, nilai tertinggi yang didapatkan pada tegangan tarik maksimum dari hasil pengelasan SMAW adalah Arus 105 Ampere yaitu 46,06 kgf/mm<sup>2</sup> sedangkan pada pengelasan GTAW nilai tertinggi yang didapatkan pada tegangan tarik maksimum adalah pada Arus 105 Ampere yaitu 50,04 kgf/mm<sup>2</sup>. Penyebab pengelasan GTAW lebih kuat adalah karena pengelasan GTAW menggunakan gas argon sebagai pelindung cairan las sehingga tidak terkontaminasi oleh udara luar serta membuat cairan las lebih padat.

**Kata kunci :** Mild steel, arus, pengelasan, kekuatan tarik, SMAW dan GTAW.

### Abstract

*Steel welding techniques basically have the same goal, which is to connect separate materials together by welding, based on the definition of the Doutche Industrie Normen (DIN) welding is a metallurgical bond at a metal or metal alloy joint which is carried out in a lubricated or liquid state. specimen according to ASTM E8 (American Test and Material Association) standard. This study aims to determine the effect of SMAW and GTAW welding results on mild steel on tensile strength. This study uses low carbon steel (mild steel), and the material is welded using SMAW and GTAW welding. The type of electrode used is E7016 and ER70S-6 with a flex of v with an angle of 60°. In the tensile test results, the highest value obtained at the maximum tensile stress from SMAW welding results is 105 Ampere Current, which is 46.06 kgf/mm<sup>2</sup>, while in GTAW welding the highest value obtained at the maximum tensile stress is at 105 Ampere current, which is 50.04 kgf/mm<sup>2</sup>. The reason why GTAW is stronger is because GTAW welding uses argon gas as a protective welding fluid so that it is not contaminated by the outside and makes the welding fluid denser.*

**Keywords:** Mild steel, current, welding, tensile strength, SMAW and GTAW.

### Pendahuluan

Menurut definisi *Doutche Industrie Normen* (DIN), las adalah ikatan metallurgi pada sambungan logam atau paduan logam yang dilakukan dalam keadaan dilumasi atau cair. Tujuan ini pada dasarnya dimiliki oleh semua teknik pengelasan baja [1].

*Shielded Metal Arc Welding* (SMAW) adalah proses penyambungan logam yang menggunakan energi panas untuk melelehkan benda kerja dan elektroda. *Gas Tungsten Arc Welding* (GTAW) adalah proses pengelasan listrik yang menggunakan elektroda tungsten yang tidak dapat dikonsumsi untuk menghasilkan pengelasan. Pengelasan baja memiliki beberapa jenis metode pengelasan. Pengelasan adalah penyambungan berdasarkan dispersi dari dua atau lebih bahan, menghasilkan penyambungan komponen bahan yang akan disambung [2].

Pengelasan adalah penyambungan berdasarkan dispersi dari dua atau lebih bahan, menghasilkan penyambungan komponen bahan yang akan disambung. Keuntungan dari sambungan las adalah pengembangan yang ringan, dapat menahan kekuatan tinggi, mudah dilas, dan sangat hati-hati. Namun, kelemahan utamanya terletak pada modifikasi struktur makro material, yang mengubah sifat fisik dan mekanik material [3].

*Shielded Metal Arc Welding* (SMAW), atau disebut *Manual Metal Arc Welding* (MMAW) atau pengelasan terminal tertutup, adalah proses penyambungan setidaknya dua keping logam untuk menjadi sambungan yang layak, menggunakan sumber intensitas listrik dan bahan tambahan / pengisi sebagai katoda. dibungkus. Pada proses pengelasan katoda terbungkus, tekanan listrik yang

terjadi antara ujung terminal dengan logam dasar (base metal) akan menimbulkan panas. Pengelasan Kurva Logam Terlindung adalah proses pengelasan tikungan yang paling sederhana dan paling mudah beradaptasi, namun sistem pengelasan ini memiliki beberapa kualitas di mana tingkat pengisian lebih rendah dibandingkan dengan self-loader atau pengelasan terprogram [4].

*Gas Tungsten Arc Welding* (GTAW) atau sering juga disebut *Tungsten Inert Gas* (TIG) adalah salah satu jenis pengelasan kurva listrik (*Bend Welding*) yang melibatkan gas tidak aktif sebagai pelindung dengan tungsten atau tungsten sebagai penghantar aliran listrik untuk menghasilkan pengelasan. Wilayah pengelasan diamankan. Gas mulia *Argon* (Ar) dan *Helium* (He), atau campuran keduanya, adalah gas pelindung yang paling sering digunakan di GTAW. Gas pelindung berfungsi sebagai cairan pendingin elektroda tungsten selain melindungi logam las dari kontaminasi udara luar [5].

*Mild Steel* Merupakan material besi karbon dengan kualitas yang tidak mudah patah. Baja ringan hanya terdiri dari karbon, yang menyumbang lebih dari 2% dari total beratnya [6].

Karena sifat mekanik menyatakan kapasitas material untuk menahan beban, gaya, dan energi tanpa menyebabkan kerusakan pada material atau komponen, sifat mekanik merupakan salah satu sifat yang paling penting [7].

Tujuan penelitian ini dilakukan adalah untuk mengetahui perbandingan kekuatan tarik hasil pengelasan SMAW dan GTAW pada *mild steel*.

## Metode Penelitian

Bahan yang diperlukan dalam penelitian ini adalah baja karbon rendah (*mild steel*) dengan ukuran panjang 200 mm, lebar 25 mm, tebal 6 mm, kawat las yang digunakan pada SMAW adalah A5.1 E7016 dan GTAW adalah A5.18 ER70S-6.

Pada kajian ini, hasil pengelasan SMAW dan GTAW di uji menggunakan pengujian tarik dengan menggunakan standar ASTM-E8. Arus yang digunakan yaitu 85 A, 95 A, dan 106 A. Kampuh yang digunakan yaitu kampuh V. Apabila kampuh sudah dibentuk, selanjutnya Mempersiapkan mesin las SMAW dan GTAW, kemudian mempersiapkan benda kerja yang akan di las di meja las yaitu baja *Mild Steel* Posisi pengelasan dengan menggunakan posisi mendatar atau bawah tangan mempersiapkan dua jenis elektroda atau kawat las sesuai dengan mesin las menyetel ampere meter mesin las SMAW dengan cara mengatur arus pada posisi nol, kemudian jepitkan kabel arus massa negatif pada plat lalu mesin las dihidupkan dan elektroda di goreskan

sampai menyala. Kemudian ampere meter di atur, Arus yang di gunakan dalam pengelasan ini adalah 85 A, 95 A dan 105 A. Selanjutnya di lakukan pengelasan pada spesimen menyetel ampere meter mesin las GTAW dengan cara mengatur arus las pada posisi nol, kemudian salah satu penjepitnya dijepitkan pada kabel yang digunakan untuk menjepit elektroda. Mesin las dihidupkan dan elektroda digoreskan sampai menyala. Kemudian ampere meter di atur, Arus yang di gunakan dalam pengelasan ini adalah 85 A, 95 A dan 105 A.

Tegangan :

### Keterangan :

$\sigma_u$  = Tegangan nominal (kgf/mm<sup>2</sup>)

$F_u$  = Beban maksimal (kg)

$A_o$  = Luas penampang mula dari penampang batang ( $\text{mm}^2$ ).

Regangan (persentase pertambahan panjang) yang diperoleh dengan membagi perpanjangan panjang ukur ( $\Delta L$ ) dengan panjang ukur mula-mula benda uji.

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \times 100 \% \quad \frac{L - L_0}{L_0} \times 100 \% \dots \dots \dots (2)$$

### Keterangan :

$\varepsilon$  = Regangan (%)

L = Panjang akhir (mm)

$L$  = Panjang ukir (mm),

Pembebanan tarik terus menerus melibatkan penambahan beban ke suatu objek sedemikian rupa sehingga bentuk objek akan berubah, dengan panjang objek bertambah dan luas permukaan berkurang, dan objek akan patah. Persentase pengecilan yang terjadi dapat dinyatakan dengan rumus sebagai berikut:

$$q = \frac{A_a}{A_o} \times 100 \% = \frac{A_o - A_1}{A_o} \times 100 \% \dots \dots \dots (2)$$

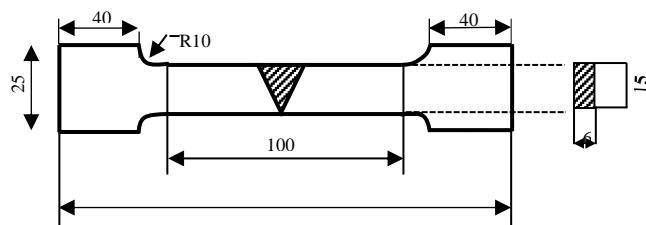
110

### Keterangan :

q = Reduksi penampang (%)

$A_o$  = Luas penampang mula ( $\text{mm}^2$ )

A1 = Luas penampang akhir ( $\text{mm}^2$ )



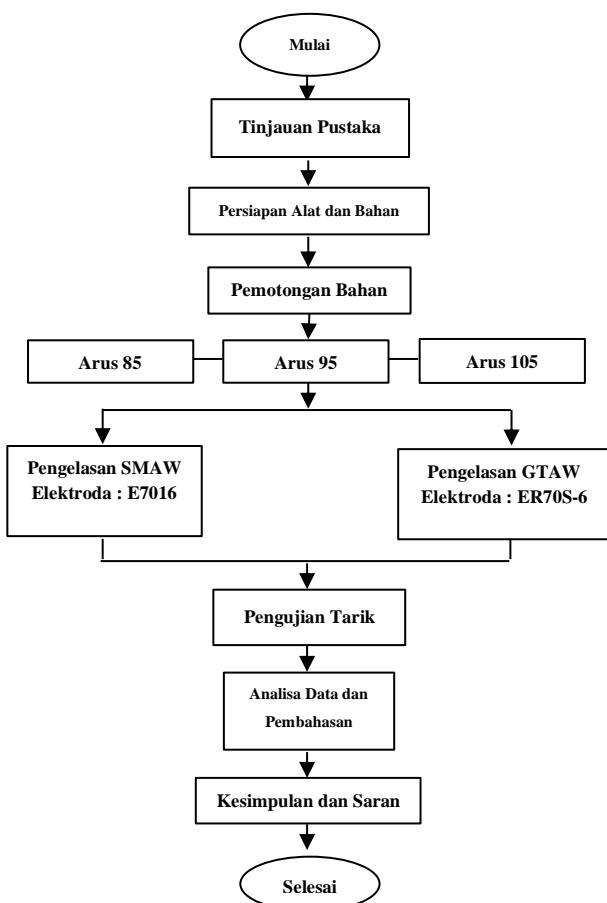
**Gambar 1.** Spesimen Uji Tarik ASTM-E8



Gambar 2. Spesimen GTAW Arus 85 Ampere

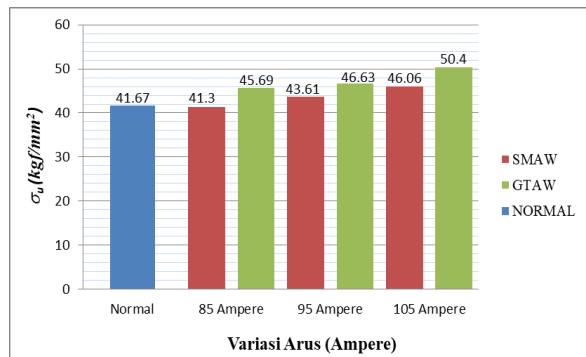


Gambar 3. Spesimen GTAW Arus 85 Ampere



Gambar 4. Diagram Alir Penelitian

## Hasil dan Pembahasan



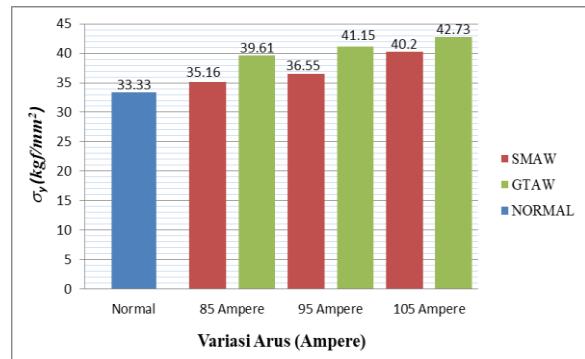
Gambar 5. Diagram Variasi Arus vs Tegangan Tarik Maksimum

Nilai kekuatan tarik maksimum untuk spesimen normal adalah  $41,67 \text{ kgf/mm}^2$ . Nilai rata-rata kekuatan tarik maksimum untuk spesimen SMAW Arus 85 Ampere adalah  $41,30 \text{ kgf/mm}^2$ , ini berarti mengalami penurunan sebesar  $0,37 \text{ kgf/mm}^2$  dari spesimen normal sedangkan spesimen GTAW Arus 85 Ampere adalah  $45,69 \text{ kgf/mm}^2$ , ini berarti mengalami kenaikan sebesar  $4,02 \text{ kgf/mm}^2$  dari spesimen normal dan juga mengalami kenaikan sebesar  $4,39 \text{ kgf/mm}^2$  dari spesimen SMAW Arus 85 Ampere.

Nilai rata-rata kekuatan tarik maksimum untuk spesimen SMAW Arus 95 Ampere adalah  $43,61 \text{ kgf/mm}^2$ , ini berarti mengalami kenaikan dari spesimen normal sebesar  $1,94 \text{ kgf/mm}^2$  dan mengalami kenaikan dari spesimen SMAW Arus 85 Ampere sebesar  $2,31 \text{ kgf/mm}^2$  dan juga mengalami penurunan sebesar  $2,08 \text{ kgf/mm}^2$  dari spesimen GTAW Arus 85 Ampere sedangkan spesimen GTAW Arus 95 Ampere adalah  $46,63 \text{ kgf/mm}^2$ , ini berarti mengalami kenaikan sebesar  $4,96 \text{ kgf/mm}^2$  dari spesimen normal dan mengalami kenaikan dari spesimen SMAW Arus 85 Ampere sebesar  $5,33 \text{ kgf/mm}^2$  dan juga mengalami kenaikan dari spesimen GTAW Arus 85 Ampere sebesar  $0,94 \text{ kgf/mm}^2$  serta mengalami kenaikan dari spesimen SMAW Arus 95 Ampere sebesar  $3,02 \text{ kgf/mm}^2$ .

Nilai rata-rata tarik maksimum untuk spesimen SMAW Arus 105 Ampere adalah  $46,06 \text{ kgf/mm}^2$  ini berarti mengalami kenaikan dari spesimen normal sebesar  $4,39 \text{ kgf/mm}^2$  dan mengalami penurunan sebesar  $5,6 \text{ kgf/mm}^2$  dari spesimen SMAW Arus 85 Ampere dan juga mengalami kenaikan dari spesimen GTAW Arus 85 Ampere sebesar  $0,37 \text{ kgf/mm}^2$  dan mengalami kenaikan sebesar  $2,43 \text{ kgf/mm}^2$  dari spesimen SMAW Arus 95 Ampere dan juga mengalami penurunan sebesar  $0,57 \text{ kgf/mm}^2$  dari spesimen GTAW Arus 95 Ampere. Sedangkan nilai tarikan maksimum dari spesimen GTAW Arus 105 Ampere adalah  $50,04 \text{ kgf/mm}^2$  ini berarti mengalami kenaikan sebesar  $8,37 \text{ kgf/mm}^2$  dari spesimen normal dan mengalami kenaikan sebesar  $8,74 \text{ kgf/mm}^2$  dari spesimen SMAW Arus 85 Ampere dan

juga mengalami kenaikan sebesar  $4,35 \text{ kgf/mm}^2$  dari spesimen GTAW Arus 85 Ampere dan mengalami kenaikan sebesar  $6,43 \text{ kgf/mm}^2$  dari spesimen SMAW Arus 95 Ampere dan juga mengalami kenaikan sebesar  $3,41 \text{ kgf/mm}^2$  dari spesimen GTAW Arus 95 Ampere serta mengalami kenaikan sebesar  $3,98 \text{ kgf/mm}^2$  dari spesimen SMAW Arus 105 Ampere.



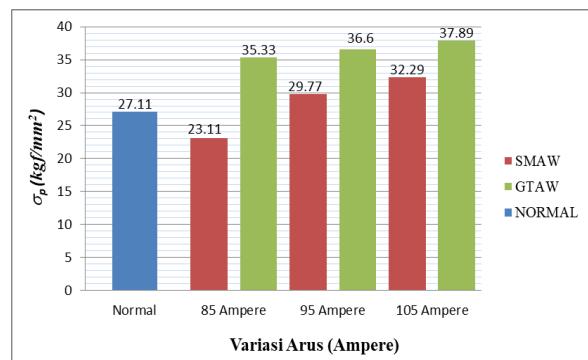
**Gambar 6.** Diagram Variasi Arus vs Tegangan Tarik Yielding

Nilai tegangan tarik yielding untuk spesimen normal adalah  $33,33 \text{ kgf/mm}^2$ . Nilai rata-rata tegangan tarik yielding untuk spesimen SMAW Arus 85 Ampere adalah  $35,16 \text{ kgf/mm}^2$ , ini berarti mengalami kenaikan sebesar  $1,83 \text{ kgf/mm}^2$  dari spesimen normal. Sedangkan spesimen GTAW Arus 85 Ampere adalah  $39,61 \text{ kgf/mm}^2$  ini berarti mengalami kenaikan sebesar  $6,28 \text{ kgf/mm}^2$  dari spesimen normal dan mengalami kenaikan sebesar  $4,45 \text{ kgf/mm}^2$  dari spesimen SMAW Arus 85 Ampere.

Nilai rata-rata tegangan tarik yielding dari spesimen SMAW Arus 95 Ampere adalah  $36,55 \text{ kgf/mm}^2$ , ini berarti mengalami kenaikan sebesar  $3,22 \text{ kgf/mm}^2$  dari spesimen normal dan mengalami kenaikan sebesar  $1,39 \text{ kgf/mm}^2$  dari spesimen SMAW Arus 85 Ampere dan juga mengalami penurunan sebesar  $9,14 \text{ kgf/mm}^2$  dari spesimen GTAW Arus 85 Ampere. Sedangkan Nilai rata-rata dari spesimen GTAW Arus 95 Ampere adalah  $39,61 \text{ kgf/mm}^2$  ini berarti mengalami kenaikan sebesar  $13,3 \text{ kgf/mm}^2$  dari spesimen normal dan mengalami kenaikan sebesar  $11,47 \text{ kgf/mm}^2$  dari spesimen SMAW Arus 85 Ampere dan juga mengalami kenaikan sebesar  $0,94 \text{ kgf/mm}^2$  dari spesimen GTAW Arus 85 Ampere serta mengalami penurunan sebesar  $10,08 \text{ kgf/mm}^2$  dari spesimen SMAW Arus 95 Ampere.

Nilai rata-rata tegangan tarik yielding dari spesimen SMAW Arus 105 Ampere adalah  $34,55 \text{ kgf/mm}^2$  ini berarti mengalami kenaikan sebesar  $6,87 \text{ kgf/mm}^2$  dari spesimen normal dan mengalami kenaikan sebesar  $5,04 \text{ kgf/mm}^2$  dari spesimen SMAW Arus 85 Ampere dan juga mengalami kenaikan sebesar  $0,59 \text{ kgf/mm}^2$  dari spesimen GTAW Arus 85 Ampere dan mengalami penurunan sebesar  $3,65 \text{ kgf/mm}^2$  dari spesimen SMAW Arus 95 Ampere dan juga mengalami penurunan sebesar  $0,95 \text{ kgf/mm}^2$  dari

spesimen GTAW Arus 95 Ampere. Sedangkan nilai rata-rata dari spesimen GTAW Arus 105 Ampere adalah  $42,73 \text{ kgf/mm}^2$  ini berarti mengalami kenaikan sebesar  $9,4 \text{ kgf/mm}^2$  dari spesimen normal dan mengalami kenaikan sebesar  $7,57 \text{ kgf/mm}^2$  dari spesimen SMAW Arus 85 Ampere dan juga mengalami kenaikan sebesar  $3,12 \text{ kgf/mm}^2$  dari spesimen GTAW Arus 85 Ampere dan mengalami kenaikan sebesar  $6,18 \text{ kgf/mm}^2$  dari spesimen SMAW Arus 95 Ampere dan juga mengalami kenaikan sebesar  $1,58 \text{ kgf/mm}^2$  dari spesimen GTAW Arus 95 Ampere, serta mengalami kenaikan sebesar  $2,53 \text{ kgf/mm}^2$  dari spesimen SMAW Arus 105 Ampere.



**Gambar 7.** Diagram Variasi Arus vs Tegangan Tarik Patah

Nilai tegangan patah untuk spesimen normal adalah  $27,11 \text{ kgf/mm}^2$ . Nilai tegangan patah untuk spesimen SMAW Arus 85 Ampere adalah  $23,11 \text{ kgf/mm}^2$  ini berarti mengalami penurunan sebesar  $4 \text{ kgf/mm}^2$ . Nilai tegangan patah untuk spesimen GTAW Arus 85 Ampere adalah  $35,33 \text{ kgf/mm}^2$  ini berarti mengalami kenaikan sebesar  $8,22 \text{ kgf/mm}^2$  dari spesimen normal, serta mengalami kenaikan sebesar  $12,22 \text{ kgf/mm}^2$  dari spesimen SMAW Arus 85 Ampere.

Nilai tegangan patah dari spesimen SMAW Arus 95 Ampere adalah  $29,77 \text{ kgf/mm}^2$  ini berarti mengalami kenaikan sebesar  $2,66 \text{ kgf/mm}^2$  dari spesimen normal dan mengalami kenaikan sebesar  $6,66 \text{ kgf/mm}^2$  dari spesimen SMAW Arus 85 Ampere dan juga mengalami penurunan sebesar  $5,56 \text{ kgf/mm}^2$  dari spesimen GTAW Arus 85 Ampere. Nilai tegangan patah dari spesimen GTAW Arus 95 Ampere adalah  $36,60 \text{ kgf/mm}^2$  ini berarti mengalami kenaikan sebesar  $9,49 \text{ kgf/mm}^2$  dari spesimen normal dan mengalami kenaikan sebesar  $13,49 \text{ kgf/mm}^2$  dari spesimen SMAW Arus 85 Ampere dan juga mengalami penurunan sebesar  $1,27 \text{ kgf/mm}^2$  dari spesimen GTAW Arus 85 Ampere, serta mengalami kenaikan sebesar  $6,83 \text{ kgf/mm}^2$  dari spesimen SMAW Arus 95 Ampere.

Nilai tegangan patah dari spesimen SMAW Arus 105 Ampere adalah  $32,29 \text{ kgf/mm}^2$ , ini berarti mengalami kenaikan sebesar  $5,18 \text{ kgf/mm}^2$  dari spesimen normal dan mengalami kenaikan sebesar  $9,18 \text{ kgf/mm}^2$  dari spesimen SMAW Arus 85

Ampere dan juga mengalami penurunan sebesar 3,04 kgf/mm<sup>2</sup> dari spesimen GTAW Arus 85 Ampere dan mengalami kenaikan sebesar 2,52 kgf/mm<sup>2</sup> dari spesimen SMAW Arus 95 Ampere dan juga mengalami penurunan sebesar 4,31 kgf/mm<sup>2</sup> dari spesimen GTAW Arus 95 Ampere. Nilai tegangan patah spesimen GTAW Arus 105 Ampere adalah 37,89 kgf/mm<sup>2</sup>, ini berarti mengalami kenaikan sebesar 10,78 kgf/mm<sup>2</sup> dari spesimen normal dan mengalami kenaikan sebesar 14,78 kgf/mm<sup>2</sup> dari spesimen SMAW Arus 85 Ampere dan juga mengalami kenaikan sebesar 2,56 kgf/mm<sup>2</sup> dari spesimen GTAW Arus 85 Ampere dan mengalami kenaikan sebesar 8,12 kgf/mm<sup>2</sup> dari spesimen SMAW Arus 95 Ampere dan juga mengalami kenaikan sebesar 1,29 kgf/mm<sup>2</sup> dari spesimen GTAW Arus 95 Ampere, serta mengalami kenaikan sebesar 5,6 kgf/mm<sup>2</sup> dari spesimen SMAW Arus 105 Ampere.

Tegangan di mana deformasi plastik atau batas luluh mulai teramat tergantung pada kepekaan pengukuran regangan. Sebagian besar bahan mengalami perubahan sifat dari elastik menjadi plastik yang berlangsung sedikit demi sedikit, dan titik di mana deformasi plastik mulai terjadi dan sukar ditentukan secara teliti. Telah digunakan berbagai kriteria permulaan batas luluh yang tergantung pada ketelitian pengukuran regangan dan data-data yang akan digunakan.

Tegangan dapat diperoleh dengan membagi beban dengan luas penampang mula benda uji.

### **Kesimpulan**

Pada hasil pengujian tarik, nilai tertinggi yang didapatkan pada tegangan tarik maksimum dari hasil pengelasan SMAW adalah Arus 105 Ampere yaitu 46,06 kgf/mm<sup>2</sup> sedangkan pada pengelasan GTAW nilai tertinggi yang didapatkan pada tegangan tarik maksimum adalah pada Arus 105 Ampere yaitu 50,04 kgf/mm<sup>2</sup>. Penyebab pengelasan GTAW lebih kuat adalah karena pengelasan GTAW menggunakan gas argon sebagai pelindung cairan las sehingga tidak terkontaminasi oleh udara luar serta membuat cairan las lebih padat.

### **Saran**

Perlu dilakukan penelitian lanjutan setelah selesai pengelasan hendaknya benda kerja dilakukan postweld heat treatment untuk meminimalisir terjadinya retak dan mengurangi tegangan sisa yang terjadi. Pada peneliti selanjutnya disarankan untuk menggunakan plat dengan tebal 4 mm agar pengelasan GTAW lebih maksimal. Sebaiknya dilakukan pemanasan elektroda terlebih dahulu sebelum dilakukan pengelasan untuk menghilangkan hidrogen yang ada pada flux, karena hidrogen menyebabkan las-lasan menjadi berkualitas jelek.

### **Ucapan Terima Kasih**

Dalam penulisan skripsi ini, penulis menyadari banyak hambatan yang dihadapi. Tetapi, berkat kesabaran dan ketekunan, disertai doa, bantuan, dukungan, arahan, masukan, masehat, dan dorongan dari semua pihak, Puji Tuhan skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik. Untuk itu, pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan banyak terimakasih kepada semua pihak yang telah mendukung, yaitu: Dosen Pembimbing I, Dr. Atus Buku, S.T., M.T. dan Dosen Pembimbing II, Kristiana Pasau, S.T., M.T. yang telah memberikan ilmu, arahan dan meluangkan waktu untuk membimbing penulis sehingga penulisan skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik. Dekan Fakultas Teknik Universitas Kristen Indonesia Paulus, Prof. Dr. Ir. Musa B. Palungan, M.T., Wakil Dekan, serta seluruh staf fakultas yang telah banyak memberikan bantuan serta motivasi dan memberikan petunjuk kepada penulis selama mengikuti pendidikan. Benyamin Tangaran, S.T., M.T. Selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin serta segenap jajaran pada Prodi Teknik Mesin yang telah memberikan ilmu serta pengetahuan yang sangat bermanfaat bagi penulis. Kepada kedua Orang Tua penulis, Ayahanda tercinta Yohanis Rimba dan Ibunda tersayang Maria Rantepasang. Yang tidak henti-hentinya memberikan dukungan dan selalu mendoakan penulis, serta pengorbanan dan kerja keras yang telah dilakukan oleh orang tua penulis yang tidak dapat penulis ungkapkan dengan kata-kata. Kiranya Tuhan Yesus selalu menyertai dan memberkati dalam setiap langkah kehidupan-Nya. Kepada Saudara-Saudari penulis, yaitu Ivonne Surira, S.T., Ferdi Parimba, S.T., Ria Surira, S.Kep., Junita Surira, S.Pd., Marcel Surira, S.T., Nova S. Rantepasang, S.Pd., Reski S. Rantepasang, S.Pd., Marsiani T. Datu, S.Gz., yang selalu mendoakan, memberikan semangat dan dukungannya dalam menyelesaikan skripsi ini serta memberikan motivasi kepada penulis. Kepada Teman-teman Penulis di GMS, yaitu Yoel Salempang, S.T., Yendrik Gelong, S.T., Reski Pabetteng, S.T., Ronaldo P. Malino, S.T., Kevin Mangiwa, S.T., Yulius Bangun, S.T., Rivaldi Kevin, S.T., Nalton pongsipulung, Reli Patamran, Ima Sarungallo, yang sama-sama berjuang dari awal semester hingga saat ini dan selalu memberikan dukungan serta semangat sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi. Kepada Teman-teman penulis, yaitu angkatan 2018 “Rocker Arm” yang selalu mendoakan, serta memberikan semangat dan dukungannya dalam menyelesaikan skripsi ini. Penulis menyadari bahwa karena keterbatasan pengetahuan dan pengalaman, masih banyak kekurangan dan kekeliruan serta masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan berbagai bentuk saran dan pendapat, bahkan kritik yang sifatnya membangun. Demikian ucapan terimakasih penulis sampaikan. Tuhan Yesus Memberkati kita semua.

## Daftar Pustaka

- [1] Albilingga Abil, 2021, “Perbandingan Kekuatan Tarik Pengelasan *Shield Arc Welding* Dan *Gas Metal Arc Welding*”, Skripsi, hal 1-2.
- [2] Weman, 2003, “Analisa kecepatan Pengelasan Pada Pengelasan SMAW”, Skripsi, hal 6.
- [3] Riswan Dwi Djamko,2008, “Analisa Perbandingan Kekuatan Hasil Proses Sambungan TIG Dan Terhadap Aluminium 5083”, Skripsi, Hal 10.
- [4] Arif Marwanto, 2007, “*Shield Metal Arc Welding*”, Materi Pelatihan *Lifeskill*, hal 2.
- [5] Cahya Sutowo,Ahmad, 2010, “Pengaruh Hasil Pengelasan GTAW dan SMAW Pada Pelat Baja SA 516 Dengan Kampuh V Tunggal”, Jurnal Ilmiah Teknik Mesin, Volume 7, hal 8-9.
- [6] Permadi L.B. dan Palupi, A.E., 2014, “Analisa Laju Korosi Pada Baja Karbon Ringan (Mild Steel) Dengan Perlakuan Bending Pada Media Pengkorosi Larutan Asam”, Jurnal Ilmiah Teknik Mesin, Volume 3, hal 49-54.
- [7] Widharto, S., 2001, “Petunjuk Kerja Las”, Jakarta: Pradnya Paramita.