

Pengaruh Kecepatan Kawat Pengumpan Pada Pengelasan GMAW untuk Pengelasan Pipa Air Boiler Baja Karbon Rendah Terhadap Kekuatan Tarik Sambungan Pengelasan di PT.Z

Manahan Hutagalung^{*1}, Daniel Sirait²

^{1,2}Program Studi Teknik Mekanika, Politeknik Teknologi Kimia Industri Medan, Medan, Indonesia

INFORMASI ARTIKEL

Diterima Redaksi: 10 Agustus 2024
Revisi Akhir: 11 Oktober 2024
Diterbitkan Online: 01 April 2025

KATA KUNCI

Kecepatan kawat, pengelasan, baja karbon.

Keywords:

Wire speed, welding, carbon steel.

KORESPONDENSI

E-mail: manahanhutagalung019@gmail.com

A B S T R A K

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kecepatan kawat pengumpan terhadap kekuatan tarik hasil pengelasan baja karbon rendah dengan metode GMAW dan juga mengetahui bentuk kampuh pengelasan terhadap kekuatan tarik sambungan pengelasan. Pada penelitian ini didapat hasil pengujian yang paling sesuai dari tiga hasil pengujian yang telah dilakukan yaitu dengan menggunakan kecepatan kawat 90 cm/menit dengan hasil pengujian tarik sebesar 0,66 Kg/mm². Untuk hasil kampuh yang paling bagus yaitu dengan menggunakan kampuh U dengan kekuatan tarik sebesar 0,71 Kg/mm². Manfaat dari penelitian dapat diketahui kecepatan kawat yang sesuai pada proses pengelasan baja karbon rendah dengan metode GMAW serta dapat mengetahui kekuatan tarik dari bentuk kampuh hasil pengelasan.

A B S T R A C T

This research aims to determine the effect of feed wire speed on the tensile strength of low carbon steel welding results using the GMAW method and also to determine the shape of the welding seam on the tensile strength of the welding joint. In this study, the most suitable test results were obtained from the three test results that had been carried out, namely by using a wire speed of 90 cm/minute with a tensile test result of 0.66 Kg/mm². The best seam results are by using a U seam with a tensile strength of 0.71 Kg/mm². The benefits of the research can be to find out the appropriate wire speed in the process of welding low carbon steel using the GMAW method and to know the tensile strength of the welded seam shape.

PENDAHULUAN

Pengelasan adalah suatu proses penyambungan dua material atau lebih, biasanya berupa logam, dengan menggunakan energi panas sampai material yang akan disambung tersebut meleleh (melted) kemudian menyatu atau berpadu (fused) dengan menggunakan tekanan atau tidak, serta memberikan bahan tambahan (consumable) atau tidak[1]. Pengelasan GMAW (Gas Metal Arc Welding), merupakan salah satu metode pengelasan yang populer dan sering digunakan dalam industri. Pengelasan GMAW didasarkan pada karakteristik gas pelindung yang bersifat inert atau yang secara kimiawi aktif bereaksi atau gas aktif. Kawat las atau filler metal berfungsi sebagai elektroda dan diumpankan ke daerah busur listrik secara terus menerus selama pengelasan[2]. Selama proses digunakan gas untuk melindungi daerah pengelasan yaitu busur listrik dan kawat las yang mencair dari reaksi oksidasi dengan udara sekitar.

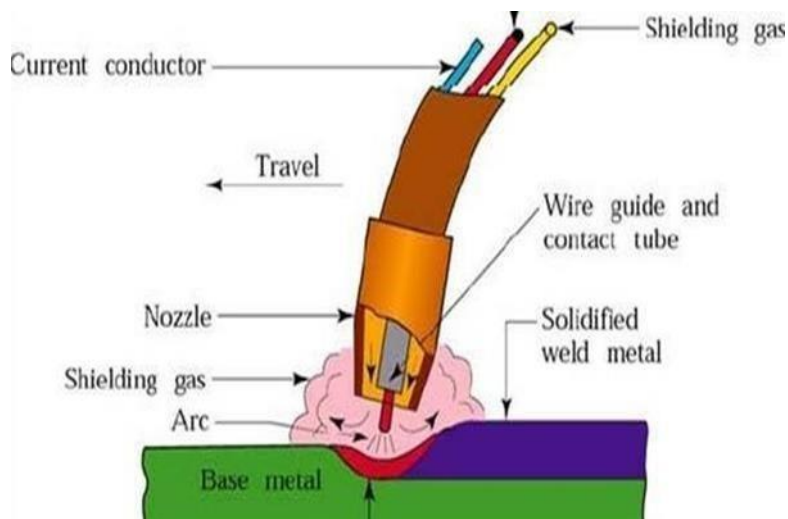
Gas Metal Arc Welding (GMAW) merupakan Proses pengelasan atau penyambungan bahan logam dengan menggunakan sumber panas berupa energi listrik yang dikonversikan atau diubah menjadi energi panas. Proses pengelasan GMAW ini menggunakan kawat pengisi yang digulung dan gas untuk bertindak sebagai pelindung logam cair selama proses pengelasan[3].

Dalam proses pengelasan GMAW, ion anoda dan katoda ditransfer ke logam dasar dan logam pengisi, menciptakan energi panas yang melelehkan logam dasar dan logam pengisi. (Amin Nur Akmadil, 2020) Mula-mula metode ini dipakai hanya dengan perlindungan gas mulia (tidak reaktif) sehingga disebut MIG (Metal Inert Gas/gas logam mulia). Gas yang reaktif biasanya tidak praktis, kecuali CO₂ (karbon dioksida). Gas CO₂, baik helium saja atau dalam campuran dengan gas mulia, banyak digunakan dalam pengelasan baja[4].

Argon sebenarnya dapat digunakan sebagai gas pelindung untuk pengelasan semua logam, namun, gas ini tidak dianjurkan untuk baja karena mahal serta kenyataan bahwa gas pelindung dan campuran gas lain dapat digunakan. Untuk pengelasan baja karbon dan beberapa baja paduan rendah baik (1) 75% argon dan 25% CO, ataupun (2) 100% CO₂ lebih dianjurkan. Untuk baja paduan rendah yang keluh/atannya (toughness), disarankan pemakaian campuran dari 60-70% helium, 25-30% argon, dan 4-5% CO₂. Selain melindungi logam yang meleleh dari atmosfer, gas pelindung mempunyai fungsi sebagai berikut.

- 1) Mengontrol karakteristik busur nyala dan perpindahan logam.
- 2) Mempengaruhi penetrasi, lebar peleburan, dan bentuk daerah las.
- 3) Mempengaruhi kecepatan pengelasan.
- 4) Mengontrol peleburan berlebihan (undercutting).

Pencampuran gas mulia dan gas reaktif membuat busur nyala lebih stabil dan kotoran selama pemindahan logam lebih sedikit. Pemakaian CO₂ saja untuk pengelasan baja merupakan prosedur termurah karena rendahnya biaya untuk gas pelindung, tingginya kecepatan pengelasan, lebih baiknya penetrasi sambungan, dan baiknya sifat mekanis timbunan las[5]. Satu-satunya kerugian ialah pemakaian CO₂ menimbulkan kekasaran dan kotoran yang banyak. Skema pengelasan GMAW dapat dilihat pada gambar 1 dibawah ini.



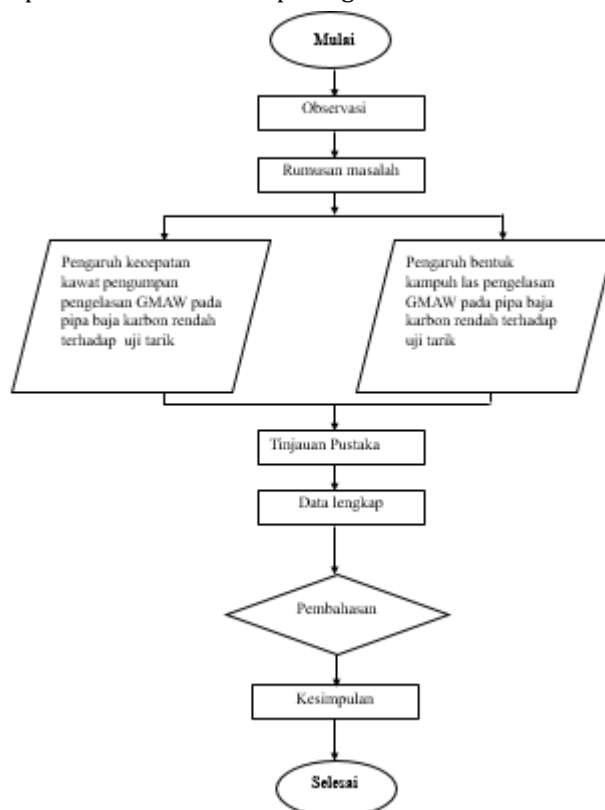
Gambar 1. Pengelasan GMAW

METODOLOGI

Dalam pengumpulan dan penyusunan data untuk pemecahan permasalahan diperlukan suatu cara yang dapat memenuhi hasil yang di capai. Pengambilan data yang dilakukan secara langsung dengan mempelajari dan melakukan pengamatan. Setelah dilakukan pengelasan lalu dilakukan pengujian menggunakan alat Universal Testing Machine. Universal Testing Machine adalah mesin uji kekuatan tarik atau tekan uniaksial yang biasanya digunakan untuk menguji bahan logam dan bahan lain yang sifatnya dipengaruhi oleh gaya yang diterapkan pada bahan tersebut. Mesin uji universal ini dapat menguji material atau material seperti karet, beton, besi, logam dan baja baik dalam uji tarik (tension) maupun

tekan (compression). UTM memberikan informasi berapa banyak pengukuran yang dicek dengan bahan, sehingga standarisasi yang diinginkan tercapai dengan sempurna. Data yang didapat langsung dari UTM ini adalah perubahan panjang tiap sampel gaya yang diberikan. Hasil ini diubah menjadi format grafis. Data awal ini kemudian dianalisis lebih lanjut dengan komputer untuk mendapatkan parameter yang telah ditentukan sebelumnya.

Kerangka konseptual pada penelitian ini terlihat pada gambar 2 dibawah ini:



Gambar 1. Kerangka Konseptual

HASIL DAN PEMBAHASAN

Spesifikasi alat atau data teknis dari alat yang digunakan yaitu:

A. Mesin las

Merek	: Kobowel
Rentang pengelasan	: 60 – 350 A
Rentang tegangan output	: 17 – 34 V
Rentangan sirkuit terbuka	: 50 V
Pengaturan tegangan	: Stepless
Welding current at 60 % duty cicle	: 350 A
Welding current at 100 % duty cicle	: 270 A
Input phase	: 3 phase
Main voltage	: 380 V
Frequency	: 50/60 Hz
Main fuse (slow – blow)	: 40 A
Max. Power consumption 380 V	: 18 KVA
Index protection	: IP 23
Insulation class	: F
Dimensi mesin(PxLxT)	: 570 x 360 x 680 mm
Berat mesin	: 123 kg

B. Spesifikasi Wire Feeder

Model	: WF 350
Current	: 350 A
Wire ϕ	: 0,8 – 1,6 mm
Wire feed speed	: 1,5 – 20 m/min
Motor voltage	: 18,3 V
Motor current	: 5,5 A
Speed motor	: 155 r/min
Daya	: 50 W
Dimensi wire feeder (P x L x T)	: 500 x 190 x 340 mm
Berat wire feeder	: 11 kg

C. Spesifikasi Gas Pelindung

Gas pelindung	: CO ₂
Tekanan gas pelindung	: 1 – 250 kg/cm ²

D. Spesifikasi bahan uji

Ketebalan baja	: 3,6 mm
Panjang baja	: 140 mm
Bahan	: baja karbon rendah

1. Pengaruh kecepatan kawat pada pengelasan baja karbon rendah terhadap kekuatan tarik dengan metode pengelasan GMAW

Untuk mendapatkan data yang diperlukan maka dilakukan pengujian pada baja karbon rendah, dilakukan dengan metode pengujian yaitu pengujian kekuatan tarik, setelah dilakukan pengujian diperoleh data pada tabel 1 dibawah ini.

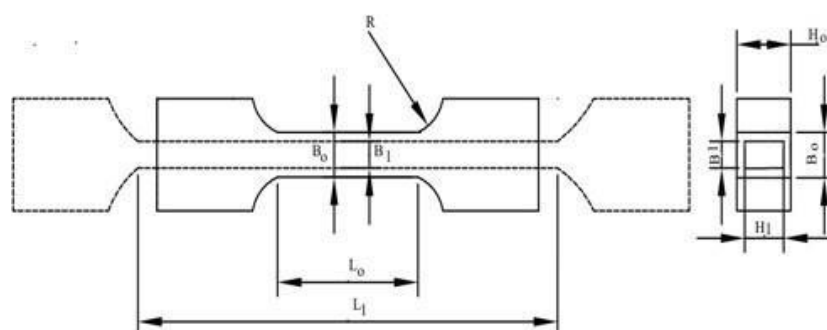
Tabel 4.1 Hasil pengujian kecepatan kawat dengan metode tensile test

Kecepatan Kawat (cm/menit)	L ₀ (mm)	B ₀ (mm)	H ₀ (mm)	F _{max} (Kgf)	F _f (Kgf)	F _s (Kgf)	L ₁ (mm)	B ₁ (mm)	H ₁ (mm)
70	65,80	15	3,6	1660	910	260	76,10	13	3,20
80	68,70	12,25	3,6	1300	1230	260	85,50	9,90	2
90	70,60	14,60	3,6	1740	1120	280	79,60	11,75	2,40

Keterangan :

L ₀	= Panjang mula-mula	F _s	= Kekuatan tarik pertambahan panjang
B ₀	= Lebar mula-mula	L ₁	= Panjang setelah diuji
H ₀	= Tebal mula-mula	B ₁	= Lebar setelah diuji
F _{max}	= Beban maksimum	H ₁	= Tebal setelah diuji
F _f	= Kekuatan tarik sebelum putus		

Berikut adalah gambar spesimen dari pengujian uji tarik:



Gambar 4.1 Spesimen uji tarik

Setelah di ketahui data awal, lalu dalam penelitian ini mencari hasil akhir dengan menghitung data dengan menggunakan rumus dibawah ini:

A. Menghitung luas penampang mula mula (A_0)

$$A_0 = H_0 \times B_0$$

B. Menghitung luas penampang setelah percobaan (A_1)

$$A_1 = H_1 \times B_1$$

C. Menghitung Yield Stress (σ_s)

$$\sigma_s = F_s / A_0$$

D. Menghitung Tensile strength (σ_B)

$$\sigma_B = F_{\max} / A_0$$

E. Menghitung kekuatan tarik pada saat bahan percobaan putus (σ_F)

$$\sigma_F = F_f / A_0$$

F. Menghitung regangan (ϵ)

$$\epsilon = (L_1 - L_0) / L_0 \times 100\%$$

G. Menghitung penyusutan luas penampang (δ)

$$\delta = (A_0 - A_1) / A_0 \times 100\%$$

Setelah di lakukan perhitungan akan mendapatkan hasil:

Tabel 2. Hasil perhitungan kecepatan kawat dengan metode Tensile Test

Kecepatan Kawat (cm/menit)	L ₀ (mm)	B ₀ (mm)	H ₀ (mm)	A ₀ (mm ²)	F _{max} (Kgf)	F _f (Kgf)	F _s (Kgf)	L ₁ (mm)	B ₁ (mm)	H ₁ (mm)	A ₁ (mm ²)	σ_B (Kgf/mm ²)	σ_F (Kgf/mm ²)	σ_s (Kgf/mm ²)	E %	δ %
70	65,80	15	3,6	54	1660	910	260	76,10	13	3,20	41,6	30,74	16,85	4,81	15,65	22,96
80	68,70	12,25	3,6	44,1	1300	1230	260	85,80	9,90	2	19,8	29,47	28,79	5,89	24,89	55,10
90	70,60	14,60	3,6	52,56	1740	1120	270	79,60	11,75	2,40	28,2	33,10	21,30	5,32	12,74	46,34

Keterangan:

L₀ = Panjang mula-mula

B₀ = Lebar mula-mula

H₀ = Tebal mula-mula

A₀ = Luas penampang awal

L₁ = Panjang setelah diuji

B₁ = Lebar setelah diuji

H₁ = Tebal setelah diuji

A₁ = Luas penampang akhir

F_f = Kekuatan tarik sebelum putus

σ_s = Perubahan plastis

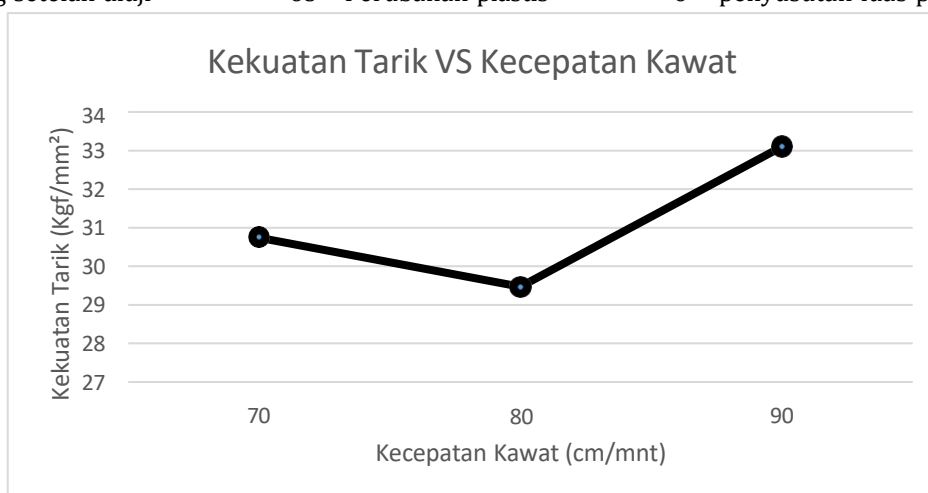
F_{max} = Kekuatan maksimum

σ_f = Tegangan patah

σ_b = Kekuatan tarik

E = Elongasi

δ = penyusutan luas penampang



Gambar 2 Grafik kecepatan kawat vs kekuatan tarik

Hasil uji tarik pada sambungan pengelasan dengan menggunakan kecepatan kawat 70 cm/menit, 80 cm/menit, 90 cm/menit, pada grafik diatas menunjukkan dimana pada pengujian kekuatan tarik sambungan pengelasan dengan menggunakan kecepatan kawat 70 cm/menit diperoleh kekuatan tarik sebesar 30,74 Kgf/mm², begitu juga dengan spesimen 80 cm/menit, pada spesimen tersebut diperoleh kekuatan tarik sebesar 29,47 Kgf/mm² dan kecepatan kawat 90 cm/menit diperoleh kekuatan tarik

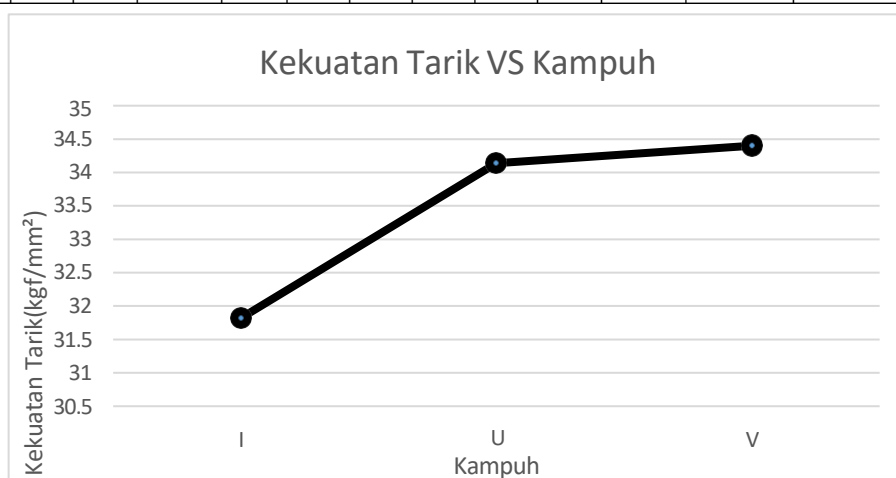
sebesar 33,10 cm/menit. Dapat disimpulkan kecepatan kawat dapat mempengaruhi kekuatan tarik hasil sambungan pengelasan.

2. Pengaruh bentuk kampuh pada sambungan pengelasan GMAW terhadap kekuatan Tarik

Untuk menyelesaikan penelitian ini penulis melakukan percobaan pengujian tarik. Untuk mendapatkan data yang diperlukan maka dilakukan pengujian pada baja karbon rendah, dilakukan dengan metode pengujian yaitu pengujian kekuatan tarik, setelah dilakukan pengujian diperoleh data pada tabel 3 dibawah ini.

Tabel 3 Hasil pengujian dan perhitungan bentuk kampuh las dengan metode tensile test

Kampuh las	L ₀ (mm)	B ₀ (mm)	H ₀ (mm)	A ₀ (mm ²)	F _{max} (Kgf)	F _f (Kgf)	F _s (Kgf)	L ₁ (mm)	B ₁ (mm)	H ₁ (mm)	A ₁ (mm ²)	σ _B (Kgf/mm ²)	σ _F (Kgf/mm ²)	σ _S (Kgf/mm ²)	E %	Δ %
I	67,70	15,10	3,6	54,36	1730	1230	270	81,40	11,45	2,60	29,77	31,82	11,77	4,96	20,23	45,23
U	,65	13,10	3,6	47,16	1610	1430	260	79,10	9,40	2,40	22,56	34,13	30,32	5,51	21,69	52,22
V	70	13	3,6	46,8	1610	1500	270	82,10	9,90	2,55	25,245	34,40	32,05	5,76	17,28	46,05



Gambar 3 Grafik kampuh vs kekuatan Tarik

Hasil pengujian tarik pada pengelasan sambungan pipa dengan menggunakan bentuk kampuh I, kampuh U, dan kampuh V pada gambar grafik 3, pada grafik tersebut menunjukkan dimana pada pengujian ini kekuatan tarik pada sambungan pengelasan dengan menggunakan kampuh sambungan V diperoleh kekuatan tarik yang lebih besar yaitu sebesar 34,40 Kgf/mm². Diikuti spesimen dengan kampuh U, dari Spesimen tersebut diperoleh kekuatan tarik sebesar 34,13 Kgf/mm², dan kampuh I diperoleh kekuatan tarik yaitu sebesar 31,82 Kgf/mm². Dapat disimpulkan bentuk kampuh dapat mempengaruhi kekuatan tarik hasil sambungan pengelasan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil penelitian dan pembahasan yang telah diperoleh, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

Pada pengelasan GMAW kecepatan kawat berpengaruh terhadap kekuatan tarik hasil sambungan pengelasan, dimana pada 3 spesimen percobaan yaitu kecepatan kawat 70 cm/menit, 80 cm/menit dan 90 cm/menit. Dimana kekuatan tarik hasil pengelasan paling besar terdapat pada kecepatan kawat 90 cm/menit. Pada pengelasan GMAW kampuh pengelasan berpengaruh terhadap kekuatan tekan hasil sambungan pengelasan, dimana pada 3 spesimen percobaan yaitu kampuh I, U dan V. Dimana kekuatan tarik hasil pengelasan paling besar terdapat pada kampuh V.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] E. Nugroho, U. Surya Dharma, And S. Karuniawan, "Analisis Pengaruh Ketebalan Plat Baja Karbon Rendah Dan Lama Penekanan Pada Pengelasan Titik (Spot Welding) Terhadap Nilai Kekuatan Tarik," Vol. 7, No. 1, 2018.

- [2] R. M. Ratlalan, Z. Sudirman, And H. Darmadi, “Pengaruh Kekuatan Impak Material Baja St37 Terhadap Kuat Arus Pengelasan Smaw 80 Dan 85 Ampere,” *Jurnal Mekanova : Mekanikal, Inovasi Dan Teknologi*, Vol. 9, No. 1, Pp. 1–5, 2023.
- [3] H. Darmadi, N. Nelza, M. Iqbal, H. Muslim Siregar, D. Kurnia, And Y. Bastanta, “Jurnal Ilmiah Teknik Mesin, Elektro Dan Komputer Analisa Laju Korosi Ketebalan Pipa Baja Karbon Pada Proses Pembakaran Di Unit Boiler,” *Juritek*, Vol. 3, No. 1, Pp. 64–70, 2023.
- [4] M. Z. Yahya, “Pengaruh Variasi Arus Dan Kecepatan Aliran Gas Pelindung Pada Pengelasan Material Ss-304 Menggunakan Las Tig Terhadap Kekuatan Tarik Dan Struktur Mikro,” *Jtm*, Vol. 9, No. 1, Pp. 145–150, 2021.
- [5] E. Tambing, T. Pagasis, O. T. Ranteallo, D. Mangallo, S. P. Siregar, And A. Agustinus, “Analisis Pengaruh Arus Listrik Dan Elektroda Terhadap Kekuatan Dan Kekerasan Pada Proses Pengelasan Smaw Baja Karbon Rendah,” *G-Tech: Jurnal Teknologi Terapan*, Vol. 8, No. 2, Pp. 878–886, Apr. 2024, Doi: 10.33379/Gtech.V8i2.4070.