

Pengaruh Variasi *Colling* pada Pengelasan GMAW Terhadap Uji Tarik dan Uji Kekerasan pada Baja ST 60

Warso¹, Trio Nur Wibowo², Yuliyanti Dian Pratiwi³

Program Studi Teknik Mesin Sekolah Tinggi Teknik Wiworotomo Purwokerto

Email : warso.januari@gmail.com, trinw@gmail.com, dianhilal@gmail.com

ABSTRAK

Teknologi industri manufaktur semakin berkembang, dimana semakin pesatnya teknologi tersebut tidak lepas dari bidang pengelasan. Pada proses pengelasan terdapat panas thermal yang digunakan sampai dengan material tersebut mencair, perubahan panas tersebut juga akan menyebabkan perubahan pada struktur, tegangan dan juga deformasi material. Hal ini disebabkan karena semakin banyak unsur karbon tertangkap maka setruktur martensi yang terbentuk juga semakin banyak. Hal tersebut yang menyebabkan peningkatan nilai kekerasan dan nilai kekuatan tarik pada suatu bahan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh temperatur media pendingin Oli, Air Garam, Air dromus, dan Udara bebas pada pengelasan GMAW terhadap uji tarik baja ST 60. Untuk mengetahui pengaruh temperatur media pendingin Oli, Air Garam, Air dromus, dan Udara bebas pada pengelasan GMAW terhadap uji tarik dan uji kekerasan baja ST 60. Pengujian ini dilakukan dengan beberapa cara pengujian yaitu menghitung Mpa tarik dan HVN kekerasan. Metode penelitian ini menggunakan metode eksperimen Proses pengelasan GMAW menggunakan Variasi pendingin Oli, Air Garam, Air dromus, dan Udara bebas dengan waktu 25 menit dan arus 100 A. Jenis kampuh yang digunakan adalah kampuh V dengan sudut 30°. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian tarik dan pengujian kekerasan, nilai Rata-rata Tegangan tarik spesimen yang tertinggi dari Tegangan tarik spesimen pendingin air garam adalah 490.23 Mpa. Nilai rata-rata yang tertinggi dari regangan tarik spesimen udara bebas adalah 35.45 Mpa. Nilai Rata-Rata HVN kekerasan spesimen Oli 208.3 HVN, Air garam 231.0 HVN, Air dromus 215.5 HVN, dan Udara bebas 228.0 HVN. Dari nilai rata-rata kekerasan HVN nilai tertinggi yang teramati adalah spesimen Air garam sebesar 231.0 HVN.

Kata kunci : Bahan ST 60, pengelasan, pendinginan, uji tarik, uji kekerasan

ABSTRACT

The technology of the manufacturing industry is developing rapidly, where the rapid development of this technology cannot be separated from the welding field. In the welding process, thermal heat is used until the material melts, the heat change will also cause changes in the structure, stress and also deformation of the material. This is because the more carbon elements are captured, the more martensite structures are formed. This causes an increase in the value of hardness and tensile strength values in the material. The purpose of this study was to determine the effect of the temperature of the cooling medium oil, salt water, water, dromus, and free air in GMAW welding on the tensile test of ST 60 steel. To determine the effect of cooling temperature medium of Oil, Salt Water, Dromus Water, and Free Air on GMAW welding toward the tensile test and hardness test of ST 60 steel. Several means used for testing are calculating the tensile stress Mpa and HVN hardness. This research method used the experimental method. The GMAW welding process variations of coolant were used, such as oil, salt water, dromus water, and free air with a time of 25 minutes and electric current of 100 A. The type of seam used was a V type with angle of 30°. The tests carried out were tensile and hardness test. The highest average value of the tensile stress from the the salt water coolant specimen was 490.23 Mpa. The highest average value of the tensile strain from free air specimens was 35.45 Mpa. The average value of HVN hardness from Oil specimens was 208.3 HVN, salt water was 231.0 HVN, Dromus water was 215.5 HVN, and free air was 228.0 HVN. From the average value of HVN hardness, the highest value observed was the salt water specimen with 231.0 HVN.

Keywords: ST 60 material, welding, cooling, tensile test, hardness test

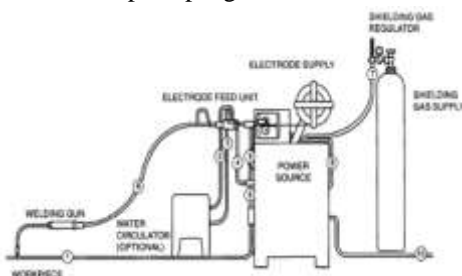
1. Pendahuluan

Teknologi industri manufaktur semakin berkembang, dimana semakin pesatnya teknologi tersebut tidak lepas dari bidang pengelasan, karena pengelasan mempunyai peranan yang cukup penting dalam pembuatan produk. Khususnya pada segi pembangunan konstruksi proses yang dikerjakan tidak lepas dari unsur pengelasan. Pada proses pengelasan terdapat panas thermal yang digunakan sampai dengan material tersebut mencair, perubahan panas tersebut juga akan menyebabkan perubahan pada struktur, tegangan dan juga deformasi material. Perubahan struktur diakibatkan oleh kecepatan pada pendinginan dari panas tertentu menuju suhu normal atau suhu kamar. Jika proses pendinginan kecepatannya naik, maka proses waktu pendinginannya menjadi lambat terhadap suhu kamar. Oleh sebab itu, akan terbentuk suatu struktur butiran yang rapat, pada proses laju pendinginan yang lambat maka akan terbentuk suatu butiran yang rapat sehingga terjadi penurunan pada nilai kekerasan dan nilai kekuatan tariknya.

Proses penelitian ini untuk mengetahui variasi pendingin dengan menggunakan mesin las GMAW (*Gas Metal Arc Welding*) sehingga diharapkan mendapatkan struktur material yang sesuai dengan kekuatan material [1] [2]

1.1. Las Gas Metal Arc Welding (GMAW)

Proses pengelasan las GMAW (*Gas Metal Arc Welding*), menggunakan suatu kawat dimana kawat tersebut berupa gulungan sehingga secara terus-menerus pengelasan tidak akan putus, kawat tersebut dihubungkan ke pemegang elektroda atau yang disebut dengan holder. Pengelasan GMAW dilindungi oleh gas umumnya menggunakan CO₂ ataupun Argon, perlindungan dihasilkan dari campuran gas yang diberikan dari luar pengelasan. Pada gambar dibawah ditunjukkan skema pada pengelasan GMAW.



Gambar 1. Skema pengelasan GMAW.

Mesin las GMAW (*Gas Metal Arc Welding*) yang sering digunakan biasanya mempunyai arus 250 ampere, dan dilengkapi pula dengan penggulung kawat, sistem pendingin sampai dengan sistem kontrol arus. Las GMAW merupakan bertegangan stabil berarus DC, tenaga yang dihasilkanpun relatif bisa berubah-ubah tergantung dari panjang busur

kawat yang digunakan, panjang busur ini adalah jarak antar holder dengan benda kerja [3]. Panjang busur ini bisa di atur sesuai keinginan operator atau *welder* dengan menaikkan atau menurunkan kecepatan kawat elektroda. Pada pengelasan baja karbon dan sebagian paduan baja karbon rendah perlu diperhatikan campuran pada gas pelindung yaitu 25% CO₂ dan 75% argon, namun lebih dianjurkan menggunakan 100% gas CO₂. Pada baja paduan rendah disarankan pemakaian campuran gasnya adalah 60-70% helium, 4-5% CO₂ dan 25-30% argon [4]. Berikut beberapa fungsi dari gas pelindung adalah :

- Mengatur penyalaan busur dan perpindahan pada logam
- Dapat mempengaruhi proses penetrasi, lebar pengelasan dan daerah pengelasan
- Mempengaruhi kecepatan las
- Mengontrol dan mengatur pelelehan material yang berlebih (*under cut*)

1.2. Pendinginan

Proses pendinginan pada logam saat erat pada struktur material yang dihasilkan misalnya semakin cepat logam yang didinginkan maka material tersebut semakin keras, karena karbon yang dihasilkan lebih banyak dibandingkan proses pendinginan yang lambat. Pendinginan udara laju pendinginnya paling lambat dari pendinginan air garam. dromus.oli ,sehingga pada pengelasan GMAW dengan pendinginan udara mempunyai sifat yang lunak dan mempunyai struktur ferlite dan pearlite yang kasar dibandingkan dengan air garam maupun dromus.oli.

1.3. Kampuh V

Perbedaan arus rendah dan tinggi pada kampuh V sangat mempengaruhi pada segi penetrasi dan kecepatan lelehan material, tembusan atau penetrasi, kemudian pengelasan yang dihasilkan pada kampuh V dengan arus tinggi dan rendah sangat berpengaruh pada kualitasnya. Oleh karena itu penampang kampuh V pada material, disarankan menggunakan material dengan ketebalan 6-15 mm [5].

1.4. Baja karbon ST 60

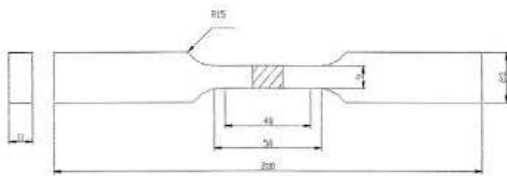
Plat baja pada penelitian ini adalah menggunakan plat baja ST 60 dimana untuk struktur mikronya mempunyai butiran yang halus dan bisa digunakan untuk pengerjaan pada suhu dengan temperatur rendah maupun tinggi. Spesifik dari ST 60 adalah suatu baja dengan kekuatan tarik minimal yaitu 60 N/mm² [6].

Baja karbon sedang mempunyai kandungan karbon yaitu dari 0,30% sampai dengan 0,60%. Dimana baja karbon sedang mempunyai kekuatan dan

kualitas perlakuan yang lebih tinggi dibandingkan dengan baja karbon rendah. Baja karbon sedang juga bisa dilakukan pengelesan dengan elektroda terindung, dan untuk menghasilkan hasil lasan yang baik maka perlu dilaksanakan pemanasan awal sebelum pengelasan dan dilakukan proses normalizing setelah pengelasan berlangsung [7].

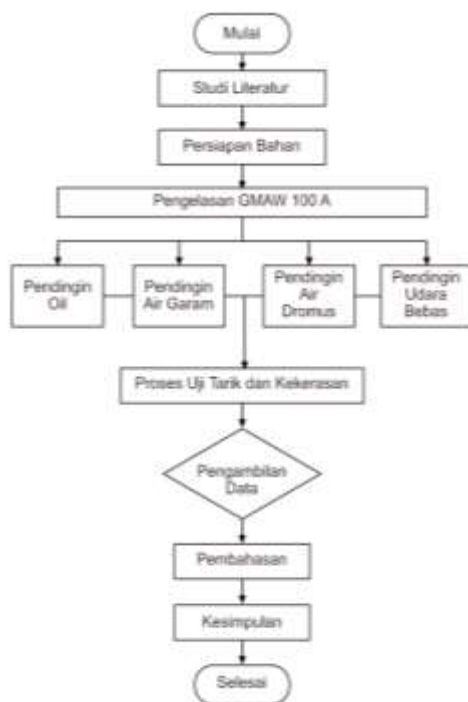
2. Metodologi Penelitian

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah menggunakan metode eksperimen, dimana pengambilan data berasal dari proses pengujian, dalam pengujian ini ada variabel bebas dan variabel terikat. Variabel bebas ini terdiri dari variasi pendinginan yang digunakan seperti oli, air garam, dromus dan udara bebas. Kemudian untuk variabel terikatnya adalah kekuatan tarik pada spesimen, posisi pengelasan adalah 3G dan waktu pendinginannya adalah 25 menit. Berikut adalah gambar dimensi spesimen pada uji tarik dan kekerasan menggunakan standar JIZ 2201-1981.



Gambar 2. Dimensi spesimen uji tarik dan kekerasan (JIZ,2201-1981) [8]

3. Diagram Alir penelitian



Gambar 3. Diagram alir penelitian

4. Analisa Data dan Pembahasan

Setelah dilakukan penelitian, Waktu pendinginan dan variasi pendinginan Oli, Air Garam, Air dromus, Udara bebas. maka diperoleh adanya data yang berupa hasil Pengujian Tarik dan kekerasan Baja ST 60. Untuk penelitian kali ini harus mempunyai data awal spesimen yang akan dilakukan penelitian dan data tersebut sangat penting untuk mempermudah pada saat pengujian.

3.1. Data Pengujian Tarik

Pada Hasil Pengujian masing-masing specimen variasi pendinginan Oli, Air garam, Air Dromus, Udara bebas. yang di lakukan pada penelitian ini menggunakan 12 spesimen setelah dilakukan pengujian tarik dengan menggunakan mesin uji tarik. Maka di dapat beberapa data di antaranya adanya tegangan tarik dan Regangan, pada hasil pengujian tersebut bisa dilihat pada tabel 1. berikut ini :

Tabel 1. Hasil Pengujian Tarik

No	Pendingin	Lebar (mm)	Tebal (mm)	P _{max} (KN)	ΔL	Tegangan	Regangan (%)
1	Oli	12.9	5.72	33.17	15.29	449.53	30.58
	Oli	13.52	5.74	35.05	16.8	451.65	33.6
	Oli	13.04	5.72	32.46	14.42	435.19	28.84
2	Air Garam	12.38	5.44	34.15	11.83	507.07	23.66
	Air Garam	13.9	5.36	36.23	11.37	486.28	22.74
	Air Garam	12.38	5.52	32.62	15.23	477.34	30.46
3	Dromus	13.26	5.6	34.13	15.29	459.63	30.58
	Dromus	13.82	5.54	36.19	17.6	472.68	35.2
	Dromus	13.54	5.64	34.94	17.13	457.54	34.26
4	Udara Bebas	13.78	5.64	36.24	18.34	466.29	36.68
	Udara Bebas	14.04	5.42	36.17	18.7	475.32	37.4
	Udara Bebas	14.88	5.62	36.11	16.14	431.81	32.28

Perhitungan nilai kekuatan Tegangan Tarik rata-rata spesimen Oli dengan waktu Pendinginan 25 menit dan kuat arus 100 A menggunakan persamaan di dapat hasil sebagai berikut :

$$\sigma = \frac{F}{A_0} = \frac{F}{L \times T} \quad (1)$$

$$\sigma = \frac{33,17^{KN}}{12,9mm \times 5,72mm}$$

$$\sigma = \frac{33,17^{KN}}{73,78mm^2}$$

$$\sigma = \frac{0,449,57^{KN}}{mm^2}$$

$$\sigma = \frac{449,53^N}{mm^2}$$

Keterangan :

Perhitungan nilai Regangan tarik rata-rata spesimen Oli dengan Waktu pendinginan 25 menit dan kuat arus 100 A. menggunakan Persamaan di dapat hasil sebagai berikut :

Perhitungan Regangan (panjang).

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

Dimana :

ε = Engineering strain regangan (%)

L^o = Panjang mulai dari batang uji (mm)

L = Panjang batang uji yang dibebani (mm)

$$\varepsilon = \frac{15,29}{50mm} \times 100\% = 30,58\%$$

Dari data hasil perhitungan Perpanjangan ini nilai regangan adalah (30,58%).

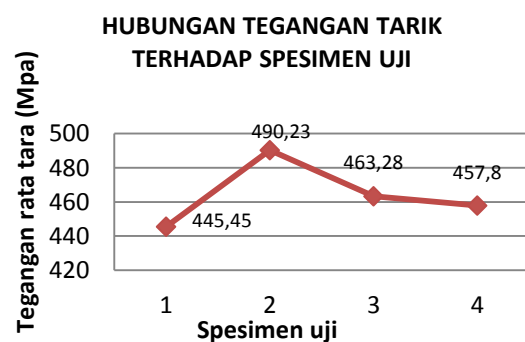
3.1.1. Nilai Rata-rata Tegangan dan Regangan

Data hasil pengujian tarik spesimen variasi pendinginan Oli,Air Garam,Air Dromus,Udara bebas. Dengan waktu 25 menit dan kuat arus 100 A. Maka didapat beberapa data diantaranya adanya Tegangan tarik dan Regangan. Dari data hasil pengujian bisa dilihat pada Tabel 2. berikut ini :

Tabel 2. Nilai Tegangan tarik

No	Pendingin	Spesimen			Mpa (Rata-Rata)
		1	2	3	
1	Oli	449.53	451.65	435.19	445.45
2	Air Garam	507.07	486.28	477.34	490.23
3	Air Dromus	472.68	459.63	457.54	463.28
4	Udara bebas	431.81	466.29	475.32	457.8

Dari tabel 2. di ketahui bahwa nilai Tegangan maksimal Pada spesimen yang diberiperlakukan variasi Pendinginan Oli, air garam, air dromus, udara bebas. dengan waktu 25 menit dan kuat arus 100 A, nilai rata-rata pendinginan Oli (445,45), air garam (490,23), air dromus (463,28), udara bebas (457,8). Kemudian di buat Diagram untuk mempermudah pembacaan dan analisa.



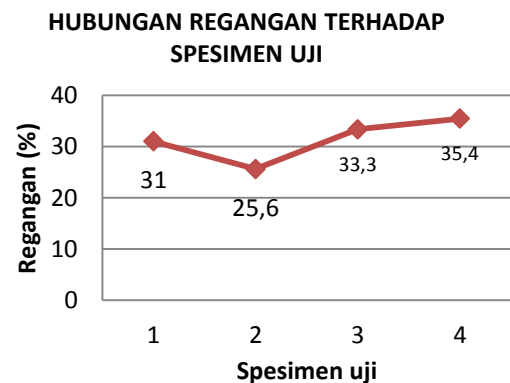
Gambar 4. Grafik Rata-Rata Tegangan tarik (Mpa)

Data Grafik 4. tersebut menunjukkan nilai rata – rata tegangan (Mpa) Variasi Pendinginan Oli,Air Garam,Air Dromus,Udara bebas. Dengan waktu 25 menit dan kuat arus 100 A, dari hasil data Grafik tersebut juga menunjukkan nilai rata – rata tegangan tertinggi adalah variasi pendinginan air garam dengan nilai (Mpa) sebesar (490,23). Tabel 2. hasil pengujian tarik spesimen variasi pendinginan oli, air garam, air dromus, udara bebas dengan waktu 25 menit dan kuat arus 100 A. Maka didapat beberapa data diantaranya adanya Tegangan tarik dan regangan dari dua data tersebut dapat di cari data hasil dari pengujian tersebut dapat dilihat pada Tabel 3. berikut ini:

Tabel 3. Nilai Regangan Tarik

No	Pendingin	Spesimen			Mpa (Rata-Rata)
		1	2	3	
1	Oli	30.58	33.6	28.84	31
2	Air Garam	23.66	22.74	30.46	25.6
3	Air Dromus	30.58	35.2	34.26	33.3
4	Udara bebas	36.68	32.28	37.4	35.4

Dari tabel 3. diketahui bahwa nilai tegangan maksimal pada spesimen yang di beri perlakuan variasi pendinginan oli, air garam, air dromus, udara bebas. dengan waktu 25 menit dan kuat arus 100 A, nilai rata-rata pendinginan oli (31,00), air garam (25,62), air dromus (33,34), udara bebas (35,45). Kemudian di buat Diagram untuk mempermudah pembacaan dan analisa.



Gambar 5. Grafik Regangan Rata-Rata (%).

Data Grafik di atas menunjukkan nilai rata-rata Regangan (Perpanjangan). Variasi pendinginan oli, air garam, air dromus, udara bebas dengan waktu 25 menit dan kuat arus 100 A, Grafik tersebut menunjukkan nilai rata-rata regangan tertinggi adalah variasi Pendinginan udara bebas dengan nilai (perpanjangan) sebesar (35,45).

3.2. Hasil pengujian kekerasan

Data hasil pengujian Kekerasan spesimen variasi pendinginan Oli,Air Garam,Air Dromus,Udara bebas. Dengan waktu 25 menit dan kuat arus 100 A. Maka didapat beberapa data diantaranya adanya

Nilai Kekerasan (HVN) data pengujian tersebut dapat dilihat pada Tabel 4. berikut ini:

Tabel 4. Data (HVN) Kekerasan

No	Pendingin	Spesimen			Mpa (Rata-Rata)
		1	2	3	
1	Oli	0.59	0.59	213	208.3
		0.6	0.6	206	
		0.6	0.6	206	
2	Air Garam	0.57	0.57	228.3	231
		0.57	0.57	228.3	
		0.56	0.56	236.5	
3	Air Dromus	0.59	0.59	213	215.5
		0.58	0.58	220.5	
		0.59	0.59	213	
4	Udara bebas	0.62	0.62	192.9	194
		0.61	0.61	199.3	
		0.63	0.62	189.8	

Perhitungan nilai (HVN) rata-rata spesimen oli Dengan waktu pendinginan 25 menit dan kuat arus 100 A menggunakan beban di dapat hasil sebagai berikut :

Perhitungan Kekerasan (HVN) rata-rata

$$HV = \frac{F}{d^2} \quad (3)$$

Dimana :

HV = Angka Kekerasan Vickers

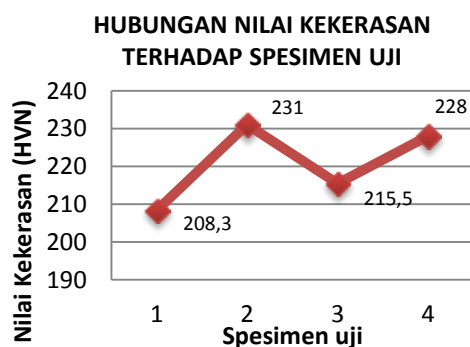
F = Beban (Kgf)

d = diagonal (mm)

Tabel 5. Nilai Kekerasan (HVN)

No	Pendingin	Spesimen (HVN)			Mpa (Rata-Rata)
		1	2	3	
1	Oli	213	206	206	208.3
2	Air Garam	228.3	228.3	236.5	231
3	Air Dromus	213	220.5	213	215.5
4	Udara bebas	295	199.3	189.8	228

Dari tabel 5. diketahui bahwa nilai (HVN) pada spesimen yang diberi perlakuan variasi pendinginan oli, air garam, air dromus, udara bebas dengan waktu 25 menit dan kuat arus 100 A, nilai (HVN) rata-rata pendinginan oli (208,3), air garam (231,0), air dromus (215,5), udara bebas (228,0). Berdasarkan tabel tersebut kemudian di buat diagram untuk mempermudah pembacaan dan analisa.



Gambar 6. Grafik Rata-Rata (HVN).

Data Grafik di atas menunjukkan nilai (HVN) rata-rata. variasi pendinginan oli, air garam, air dromus, udara bebas dengan waktu 25 menit dan kuat arus 100 A, dari hasil data grafik di atas menunjukkan nilai (HVN) rata rata tertinggi adalah variasi pendinginan air garam dengan nilai (HVN) sebesar (231,0).

4. Kesimpulan

Setelah mengamati data-data hasil pengujian yang di hasilkan maka dapat di ambil kesimpulan pada pengujian tarik yang terbesar terjadi pada spesimen yang menggunakan variasi pendinginan air garam yaitu sebesar 490.23 Mpa dan pengujian tarik terendah menggunakan variasi pendingin Oli sebesar 445.45 Mpa..

Pada pengujian kekerasan terdapat perbedaan nilai kekerasan yang di hasilkan menggunakan variasi pendinginan Oli,Air Garam, Dromus,dan Udara bebas. Pengujian menggunakan Mesin uji kekerasan hasil terbesar menggunakan variasi pendinginan air garam dengan menghasilkan nilai Rata-rata sebesar 231 VHN dan hasil terendah pengujian dengan variasi pendinginan oli menghasil kan nilai Rata-rata sebesar 208 VHN,

Daftar Pustaka

- [1] Muhamad Alip, *Teori dan Praktek Las*. Jakarta: P2LPTK, 1989.
- [2] Indra Priyanto, *Pengaruh Temperatur Media Pendingin (Air, Collant, Oli) pada Pengelasan GMAW terhadap Struktur Mikro, Kekuatan Tarik dan Kekerasan pada Baja ST 37*. Semarang, 2017.
- [3] T. O. Harsono Wiryosumarto, *Teknologi Pengelasan Logam*. Jakarta: PT. Pradnya Paramita, 1996.
- [4] G. A. Bintoro, "Dasar-Dasar Pekerjaan Las Jilid 1," 1st ed., Yogyakarta: Kanisius, 1999.
- [5] Widharto, *Menuju Juru Las Tingkat Dunia*. Jakarta: PT. Pradnya Paramita, 2007.
- [6] I. H. P. Susri Mizhar, "Pengaruh Masukan Panas Terhadap Struktur Mikro, Kekerasan Dan Ketangguhan Pada Pengelasan Shield Metal Arc Welding (SMAW) Dari Pipa Baja Diameter 2, 5 Inchi," *J. Din.*, vol. 2, no. 14, pp. 16–22, 2014.
- [7] H. Sonawa, *Pengaruh untuk Memahami Proses Pengelasan*. Bandung: Alfabeta, 2004.
- [8] Tata Surdia dan Shinroku Saito, *Pengetahuan Bahan Teknik*. Jakarta: PT Pradnya Paramita, 2000.