

PENGARUH ARUS PADA PENGELASAN TIG TERHADAP KEKUATAN TARIK DAN ENERGI IMPAK SAMBUNGAN AISI 304 to AISI 304

Jumardin S, Marham¹⁾, Tri Agus Susanto, Muhammad Arsyad Suyuti²⁾

Abstrak: Penelitian ini untuk mengetahui pengaruh arus pengelasan terhadap kekuatan tarik dan energi nilai impact dari hasil pengelasan las TIG dengan sambungan dari material AISI 304 to AISI 304. Arus pengelasan yang digunakan terdiri dari tiga variasi arus yaitu 70, 80, dan 90 A dengan diameter tungsten 2 mm. Jenis desain sambungan yang digunakan adalah *single V groove* dengan sudut 60° . Dari hasil pengelasan dilakukan pengujian sifat mekanik kekuatan tarik dan energi impact. Pengujian kekuatan tarik dengan tiga variasi arus didapatkan hasil pengelasan dengan kualitas yang baik pada arus 90 A, dimana pada arus tersebut tidak terdapat spesimen yang putus pada daerah logam las. Pada arus 90 A diperoleh rata-rata kekuatan tarik sebesar 62,86 kgf/mm² dan rata-rata regangan sebesar 41,56 %. Sedangkan pada pengujian impact energi impact tertinggi terdapat pada arus 90 A dengan rata-rata nilai energi impact sebesar 1,598 Nm/mm².

Kata kunci: las tig, arus, kekuatan tarik dan nilai impact.

I. PENDAHULUAN

Seiring dengan semakin pesatnya perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi saat ini di Indonesia akan memberikan dampak yang sangat kompleks, terutama dalam pengembangan teknologi di bidang konstruksi. Pengelasan merupakan salah satu bagian ilmu pengetahuan dan teknologi di bidang konstruksi baja yang mempunyai peranan penting dalam rekayasa dan reparasi logam.

Pada pengelasan Tungsten Inert Gas (TIG) tinggi rendahnya temperatur salah satunya ditentukan oleh tinggi rendahnya arus listrik yang dialirkan. Perubahan struktur mikro logam dampaknya berpengaruh pada sifat mekanik logam. Perubahan sifat mekanik pada hasil pengelasan TIG terhadap AISI 304.

AISI 304 merupakan jenis *Stainless steel* mempunyai beberapa keunggulan dibandingkan dengan material logam yang lain, salah satunya adalah ketangguhannya terhadap korosi dan kekerasannya serta kekuatannya yang baik. Untuk membentuk ataupun menyambung AISI 304 salah satunya adalah dengan menggunakan las. Proses penyambungan dengan menggunakan las tentu akan mempengaruhi kualitas sambungan dari bahan AISI 304 tersebut terutama pada daerah las dan HAZ.

¹ Alumni Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang

² Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang

Berdasarkan uraian diatas maka, maka permasalahan yang akan diselesaikan dalam penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh variasi arus listrik terhadap sifat mekanik pada pengelasan TIG (*tungsten insert gas*) untuk material AISI 304.

Dalam penelitian ini proses pengelasan yang dilakukan adalah pengelasan TIG (*tungsten inert gas*). Pengelasan TIG adalah teknik pengelasan berkualitas tinggi dengan kecepatan peleburan / penyatuan yang rendah. Arc terbakar antara elektroda tungsten dan bagian yang dikerjakan; elektrodanya tidak meleleh, jadi hanya berfungsi sebagai penghantar arus dan pembawa arc. Posisi pengelasan TIG adalah kedudukan benda kerja pada saat *welder* melakukan pengelasan. Posisi pengelasan yang digunakan pada saat pembuatan spesimen yaitu posisi mendatar atau 1G. Dan desain sambungan yang digunakan adalah *single V groove* dengan sudut 60°.

Dari hasil pengelasan dengan menggunakan Las Tig selanjutnya diperiksa mutu pengelasan melalui pengujian *destructive test* (DT). Pengujian destructive test dimaksudkan untuk mengetahui sifat mekanik dan kualitas hasil pengelasan dari beberapa variasi parameter pengelasan yang dilakukan. Pengujian DT yang dilakukan adalah pengujian kekuatan tarik dan impak.

Pengujian tarik adalah pengujian yang dilakukan untuk mengetahui sifat-sifat mekanis suatu logam dan paduannya. Pengujian ini paling sering dilakukan karena merupakan dasar pengujian dan studi mengenai kekuatan bahan. Kekuatan tarik adalah besarnya beban maksimum dibagi dengan luas penampang lintang awal benda uji.

$$\sigma_u = \frac{F_u}{A_o}$$

Dimana : σ_u = kekuatan tarik (N/mm²), F_u = beban maksimum (N) dan A_o = luas penampang mula-mula (mm²)

Pada saat batang uji mengalami pembebanan, maka terjadi pula perpanjangan batang uji sampai patah. Untuk mengetahui prosentase pertambahan batang uji, maka panjang batang uji yang patah diukur kembali. Sehingga prosentase pertambahan batang uji (%) :

$$e = \frac{(L_i - L_o)}{L_o} \times 100\%$$

e = Persentase pertambahan panjang (%)

L_o = Panjang mula – mula (mm)

L_i = Panjang setelah putus/break (mm)

Dengan bertambahnya panjang batang uji pada saat pembebanan, maka luas penampangnya akan mengalami pengecilan sampai batang uji putus (A_i), kejadian ini dinamakan reduksi. Oleh karena itu prosentase pengecilan luas penampang (%) :

$$r = \frac{A_o - A_i}{A_o} \times 100\%$$

Dimana r = prosentase pengecilan luas penampang (%), A_o = luas penampang sebelum putus (mm²) dan A_i = Luas penampang setelah putus (mm²).

Uji impact adalah pengujian dengan menggunakan pembebanan yang cepat (*rapid loading*). Pada uji impact terjadi proses penyerapan energi yang besar ketika beban menumbuk spesimen. Analisis perhitungan yang terdapat pada pengujian impact sebagai berikut :

- Usaha yang dilakukan bandul waktu memukul benda uji:

$$W_1 = G \times \lambda(1 - \cos \alpha) \text{ (kg m)}$$

- Sisa usaha setelah mematahkan benda uji:

$$W_2 = G \times \lambda(1 - \cos \beta) \text{ (kg m)}$$

- Besarnya usaha untuk memukul patah benda:

$$W = G \times \lambda(\cos \beta - \cos \alpha) \text{ (kg m)}$$

- Besar Energi impact:

$$K = W/A_0$$

II. METODE PENELITIAN

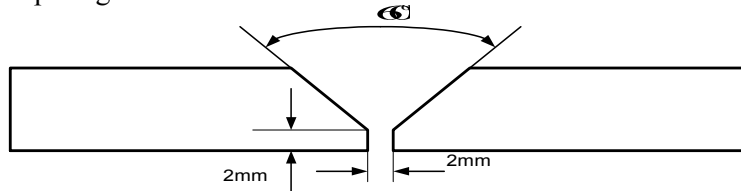
Penelitian ini dilakukan dibengkel Mekanik, Laboratorium CNC dan laboratorium Mekanik Politeknik Negeri Ujung Pandang. Adapun langkah-langkah proses penelitian yang dilakukan sebagai berikut :

1. Persiapan material.

Persiapan material ini bertujuan untuk memastikan bahwa material yang digunakan dalam penelitian adalah stainless AISI 304. Sehingga sebelum pembuatan sampel untuk pengelasan maka terlebih dahulu dilakukan pengujian tarik dan kekerasan untuk mengetahui sifat mekanis material tersebut diantaranya: kekuatan tarik, batas yield, elongasi dan kekerasan.

2. Pembuatan sampel bentuk *single V groove* dengan sudut 60° dari material AISI 304.

Pembuatan kempuh *single V groove* tunggal dengan menggunakan mesin frais. Ukuran bahan yang dipersiapkan panjang 200 mm dan lebar 20 mm dengan sudut 30° seperti gambar berikut ini:



Gambar 1. Kempuh *single V groove*

3. Melakukan penyambungan AISI 304 to AISI 304 dengan proses pengelasan TIG.

Proses pengelasan AISI 304 to AISI 304 dilakukan dengan menggunakan mesin las TIG dengan perlengkapannya dengan posisi pengelasan mendatar (posisi 1G). Pengelasan dilakukan dengan tiga variasi arus yaitu arus 70 A, 80 A, dan 90 A.

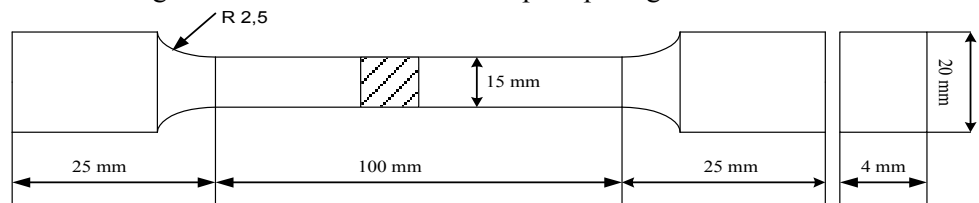
41 Jumardin S, Marham, Tri Agus Susanti, Muhammad Arsyad Suyuti, Pengaruh Arus pada Pengelasan TIG terhadap Kekuatan Tarik dan energi Impak Sambungan AISI 304 to AISI 304

4. Pembuatan spesimen benda uji untuk pengujian *destructive* dengan menggunakan mesin CNC.

Setelah proses pengelasan selesai maka dilanjutkan pembuatan spesimen benda uji seperti berikut ini:

a. Spesimen Uji Tarik

- Panjang awal specimen uji tarik dengan ditentukan berdasarkan rumus $L_0 = 5.65 \sqrt{S_0}$, dimana S_0 = luas penampang.
- Membuat specimen uji tarik sesuai dengan program master cam pada mesin CNC dengan ukuran 150 x 20 x 4 mm seperti pada gambar 2.

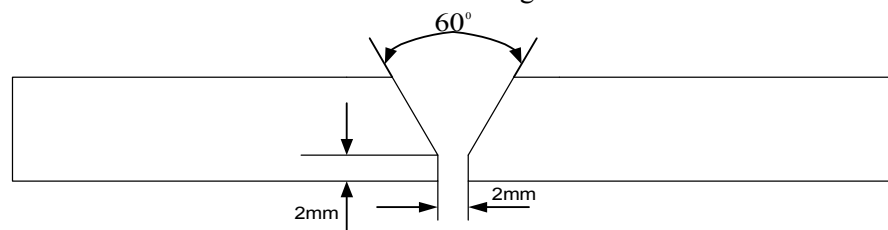


Gambar 2. Spesimen uji tarik

b. Pengujian Impak

Prosedur proses pembuatan spesimen uji impak sebagai berikut:

- Membuat program untuk spesimen uji impak dengan menggunakan software master cam dengan bentuk dan dimensi dengan standar metode Charpy.
- Membuat specimen uji impak sesuai dengan program master cam di mesin CNC dengan ukuran 10 x 10 x 80 mm seperti pada gambar 3.
- Menbuat takikan sedalam 2 mm dengan sudut 45°.



Gambar 3. Spesimen uji impak

5. Pengujian kekuatan tarik dengan menggunakan mesin universal testing machine (UTM) Merek Galdabini PM100 kapasitas 100 KN
6. Pengujian energi impak dengan menggunakan mesin *Charpy's Impact Tester*.

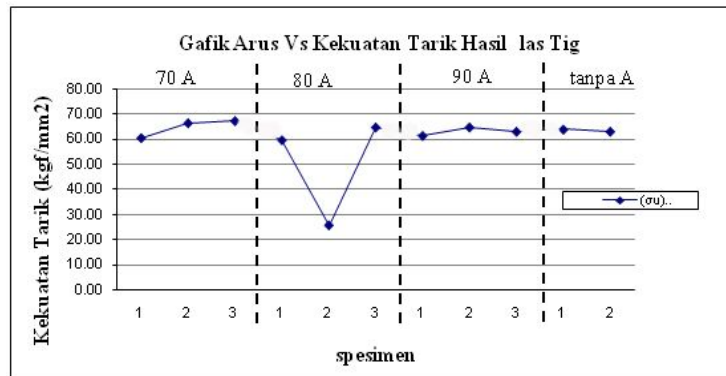
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Analisis Uji Tarik

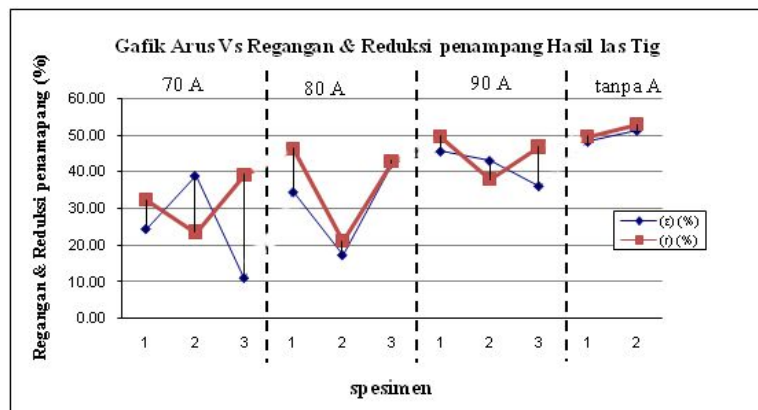
Pengujian tarik dilakukan dengan menggunakan mesin “Universal Testing Machine”, dimana batang uji ditarik sampai putus. Pada saat dilakukan pengujian, maka data-data seperti batas proporsional, batas elastis, batas ulur, batas maksimum, dan titik patah terdeteksi pada jarum jam pengukuran dan grafik diagram gaya perpanjangan bahan. Dalam penelitian ini dari pengujian tarik data yang diamati adalah beban maksimum, pertambahan panjang setelah putus, pengecilan luas penampang, dan patahan yang terjadi.

Tabel 1. Hasil pengujian tarik spesimen pengelasan stainless steel AISI 304 dan tanpa pengelasan

Spesimen No.	(σ_u) (Kgf/mm ²)	(ϵ) (%)	(r) (%)	Type of Failur & location
70 A (1)	60.31	24.44	32.35	Patah Liat & logam las
70 A (2)	66.26	38.89	23.58	Patah Liat & HAZ
70 A (3)	67.11	11.11	39.25	Patah Liat s & HAZ
Rata-rata	64.56	24.81	31.73	
80 A (1)	59.46	34.44	46.33	Patah liat & HAZ
80 A (2)	25.48	17.33	21.23	Patah getas & logam las
80 A (3)	64.56	42.22	42.97	Patah liat & HAZ
Rata-rata	49.84	31.33	36.84	
90 A (1)	61.16	45.56	49.73	Patah liat & HAZ
90 A (2)	64.56	43.00	38.00	Patah liat & HAZ
90 A (3)	62.86	36.11	46.80	Patah liat & Logam Induk
Rata-rata	62.86	41.56	44.84	
Tanpa pengelasan A(1)	63.71	48.20	49.73	Patah liat
Tanpa pengelasan A(2)	62.86	51.20	52.92	Patah liat
Rata-rata	63.29	49.70	51.33	



Gambar 4. Grafik kekutan tarik specimen hasil pengelasan TIG dengan arus 70A, 80A, 90A dan tanpa dilas.



Gambar 5. Grafik kekuatan tarik spesimen arus 70A, 80A, 90A dan tanpa pengelasan

Berdasarkan hasil pengujian tarik pada tabel 1 dan gambar 4 dan 5 menunjukkan bahwa untuk sampel AISI 304 dengan arus 70 A memiliki rata-rata kekuatan tarik sebesar 64,56 kgf/mm², rata-rata regangan sebesar 24,81 %, rata persentase reduksi luas penampang sebesar 31,73 %, dari tiga sampel 2 diantaranya patahan terjadi pada daerah HAZ dengan patah dan 1 sampel pada daerah logam las dengan patah getas.

Untuk sampel baja AISI 304 80 A memiliki rata-rata kekuatan tarik sebesar 49,84 kgf/mm², rata-rata regangan sebesar 31,33 %, rata persentase reduksi luas penampang sebesar 36,84 %. Sedangkan patahan yang terjadi pada daerah HAZ sebanyak 2 sampel dengan patah liat dan satu diantaranya terjadi pada daerah logam las dengan patah getas.

Untuk sampel baja AISI 304 dengan arus pengelasan 90 A dihasilkan rata-rata kekuatan tarik sebesar 62,86 kgf/mm², rata-rata regangan sebesar 41,56 %, dan rata

persentase reduksi luas penampang sebesar 44,84 %. Pada pengelasan dengan arus 90 Ampere semua patahan terjadi pada daerah HAZ dan patahan yang terjadi adalah patah liat.

Untuk sampel baja AISI 304 tanpa pengelasan memiliki rata-rata kekuatan tarik sebesar 63,29 kgf/mm², rata-rata regangan sebesar 49,70 %, rata persentase reduksi luas penampang sebesar 51,33 %, patahan yang terjadi adalah patah liat.

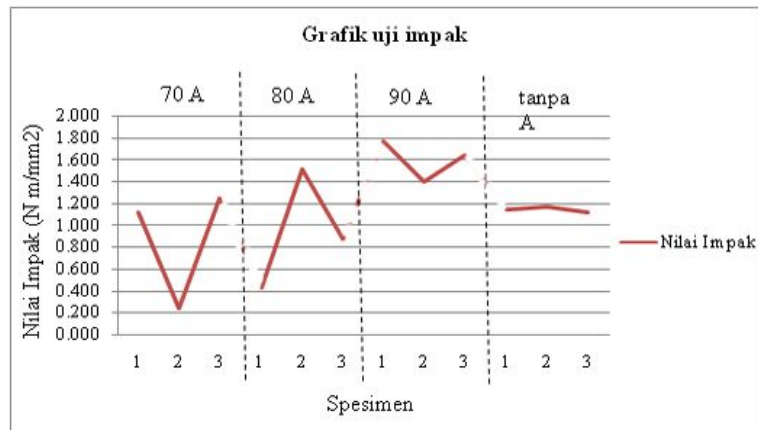
Dengan demikian dapat diketahui bahwa pengelasan TIG terhadap baja AISI 304 dengan arus 90 A memiliki kualitas pengelasan terbaik dibandingkan dengan arus 70 A dan 80 A karena semua patahan terjadi HAZ dan logam induk mekipun kekuatan tarik masih lebih rendah dari 70 Ampere. Selain itu pula sifat mekanis kekuatan tarik, regangan dan persentase pengurangan luas penampang tidak mengalami perubahan signifikan jika dibandingkan material awal.

B. Hasil Analisis Uji Impak

Dalam penelitian ini juga di lakukan pengujian energi impact untuk mengetahui karakteristik patahan material las hasil pengelasan TIG terhadap sambungan AISI 304

Tabel 2. Hasil pengujian energi impact hasil pengelasan stainless steel AISI 304

spesimen no.	A ₀	w ₁	w ₂	w	k=w/A		Patahan
	(mm ²)	(kg m)	(kg m)	(kg m)	kg m/mm ²	N m/mm ²	
70 A (1)	80	19.525	10.467	9.058	0.113	1.111	Liat
70 A (2)	80	19.525	17.652	1.873	0.023	0.230	Liat
70 A (3)	80	19.525	9.406	10.119	0.126	1.241	Liat
rata-rata						0.860	
80 A (1)	80	19.525	16.036	3.489	0.044	0.428	Liat
80 A (2)	80	19.525	7.164	12.361	0.155	1.516	Liat
80 A (3)	80	19.525	12.408	7.117	0.089	0.873	Liat
rata-rata						0.939	
90 A (1)	80	19.525	5.115	14.410	0.180	1.767	Liat
90 A (2)	80	19.525	8.164	11.361	0.142	1.393	Liat
90 A (3)	80	19.525	6.204	13.321	0.167	1.633	Liat
rata-rata						1.598	
tanpa A (1)	80	19.525	10.253	9.272	0.116	1.137	getas & liat
tanpa A (2)	80	19.525	10.040	9.484	0.119	1.163	getas & liat
tanpa A (3)	80	19.525	10.467	9.058	0.113	1.111	getas & liat
rata-rata						1.137	



Gambar 6. Grafik pengujian impak spesimen dengan arus 70A, 80A, 90A, dan tanpa pengelasan

Berdasarkan hasil pengujian impak pada tabel 2 dan gambar 6 menunjukkan bahwa untuk sampel AISI 304 dengan arus 90 A memiliki energi impak rata-rata 1,598 N m/mm², dan patahan yang terjadi adalah patah liat. Untuk sampel AISI 304 dengan arus 70 A memiliki nilai energi impak rata-rata 0,860 N m/mm², dan patahan yang terjadi adalah patah liat. Untuk sampel AISI 304 dengan arus 80 A memiliki nilai energi impak rata-rata 0,939 Nm/mm², dan patahan yang terjadi adalah patah liat. Untuk sampel AISI 304 tanpa pengelasan memiliki energi impak rata-rata 1,137 Nm/mm², dan patahan yang terjadi adalah patah getas dan liat.

Energi impak tertinggi terdapat pada arus 90 A dengan nilai rata-rata energi impaknya sebesar 1,598 Nm/mm², sedangkan nilai energi impak terendah terdapat pada arus 70 A dengan nilai impak sebesar 0,860 N m/mm².

Dengan demikian dapat diketahui bahwa arus 90 A memiliki nilai energi impak terbesar karena dapat menahan beban kejut lebih besar, dibandingkan dengan arus 70, dan 80 A. Hal ini disebabkan karena masukan panas / heat input tidak terlalu besar, sehingga perubahan pada struktur mikro baja tidak terlalu besar.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis penelitian ini disimpulkan bahwa

- a. Kualitas hasil pengelasan TIG terhadap material AISI 304 to AISI 304 yang terbaik terjadi pada arus 90 Ampere dimana patahan semua sampel terjadi pada daerah HAZ dan logam induk.
- b. Kekuatan tarik pada daerah HAZ dan logam induk hasil pengelasan AISI 304 to AISI 304 sebesar 62,86 kgf/mm² tidak jauh berbeda dengan kekuatan tarik material AISI 304 sebelum proses pengelasan sebesar 63.29 kgf/mm².

- c. Energi impact pada logam las hasil pengelasan AISI 304 to AISI 304 sebesar 1,598 Nm/mm² dengan patahan yang terjadi adalah patah liat lebih besar dari energi impact material AISI 304 sebesar 1.137 Nm/mm² sebelum proses pengelasan.

V. DAFTAR PUSTAKA

- Alip, M., 1989, *Teori dan Praktik Las*, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. Aljupri. 2008.
- G. L. J. Van Vliet W. Both. 1984. *Ilmu Dan Teknologi bahan 1*, Jakarta: Erlangga.
- Harsono. Wiryosumarto, 1994. *Teknologi Pengelasan Logam*, Jakarta: PT. Pradnya Paramita.
- Ilmu Kekuatan Bahan*, Polteknik Mekanik Swiss. Institut Teknologi Bandung
- Joko Santoso. 2006. "Pengaruh arus pengelasan terhadap kekuatan tarik dan ketangguhan las smaw dengan elektroda E7018". : 25-45
- L.H. Van Vlask. 1992 *Ilmu Dan Teknologi Bahan*, Jakarta: Erlangga.
- Penuntun Praktikum* 2010. *Jobsheef Pengujian Tarik, Uji Impact*, Politeknik Negeri Ujung Pandang Jurusan Teknik mesin.
- Sriwidharto. 1992. *Petunjuk Kerja Las*, Jakarta: PT. Pradnya Paramita..
- Suheri. Syamsuri. 2007. "Pengaruh perubahan las TIG terhadap kekuatan impact pada material yang berbeda". teknik mesin, institute teknologi adhi tama. Surabaya. : 86-89.