

# Pengaruh variasi kampuh las tumpul terhadap ketangguhan impak dan kekerasan hasil pengelasan metal *inert* gas pada aluminium 5083

Yanuar Burhanuddin, Carlos Purba, Tarkono

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Lampung  
Jln. Prof. Sumantri Brojonegoro No. 1, Gedung H, Fakultas Teknik Lt. 2, Bandar Lampung  
Email korespondensi: yanuar.burhanuddin@eng.unila.ac.id

## Abstrak

Pemilihan sambungan las yang kurang baik merupakan salah satu penyebab kerusakan atau patahan pada pengelasan. Sambungan tumpul (*Butt Joint*) merupakan salah satu jenis sambungan las yang memiliki banyak keunggulan dibandingkan dengan jenis lainnya. Karena selama proses pengelasan, area sambungan akan terisi penuh dengan logam pengisi. Selain itu, proses pembuatan sambungan tumpul mudah, sehingga banyak digunakan dalam dunia industri. Dalam proses pengelasan, input panas dan kebersihan permukaan sambungan harus diperhatikan agar tidak menyebabkan kegagalan sambungan las. Untuk mengetahui nilai ketangguhan dan kekerasan, benda uji yang telah dilas, diuji dengan uji impak dan uji kekerasan. Kajian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh butt welding joint tipe *V*, single *V*, dan double *V* terhadap ketangguhan impak dan kekerasan benda uji aluminium 5083 hasil las MIG. Hasil kajian menunjukkan bahwa nilai kekerasan tertinggi ditunjukkan oleh butt joint single *V* dengan nilai 34,0 HRB dan nilai kekerasan terendah ditunjukkan oleh butt joint double *V* dengan nilai 27,0 HRB. Pada uji tumbukan, nilai tumbukan tertinggi ditunjukkan oleh sambungan *V* tunggal dengan nilai 0,0756 Joule/mm<sup>2</sup> dan nilai tumbukan terendah ditunjukkan oleh sambungan tumpul *V* ganda dengan nilai 0,0145 Joule/mm<sup>2</sup>.

**Kata kunci:** aluminium 5083, ketangguhan impak, kekerasan.

## Abstract

A poor selection of welding joints is one cause of damage or fractures in welding. Butt joint is one type of welding joint that has many advantages compared to other types. Because during the welding process, the joint area will be completely filled with filler metal. In addition, the manufacturing process of butt welding joint is easy, so it is widely used in the industrial world. In the welding process, the heat input and the cleanliness of the joint surface area must be considered in order not to cause failure of the welding joint. To determine the value of toughness and hardness, the welded specimens were tested using the impact test and hardness test. This research aims to determine the effect of butt welding joint type half *V*, single *V*, and double *V* on the impact toughness and hardness of the aluminium 5083 specimens MIG welding results. The results showed that the highest hardness value was shown by a single *V* butt joint with a value of 34.0 HRB and the lowest hardness value was shown by a double *V* butt joint 27.0 HRB. In the impact test, the highest value was shown by a single *V* butt joint with a value of 0.0756 Joule/mm<sup>2</sup> and the lowest impact value was shown by a double *V* butt joint with a value of 0.0145 Joule/mm<sup>2</sup>.

**Keywords:** aluminium 5083, impact toughness, hardness.

## 1. Pendahuluan

Aluminium adalah salah satu jenis logam yang sudah banyak digunakan untuk berbagai bahan konstruksi bangunan dan industri mempunyai ketangguhan tinggi, tahan terhadap korosi air laut dan merupakan konduktor listrik yang cukup baik. Aluminium memiliki kelebihan dari baja karbon (*mild steel*), jika logam aluminium ditambah unsur paduan yang dapat meningkatkan sifat mekanik aluminium. Aluminium 5083 adalah jenis aluminium yang umum digunakan dalam industri, karena memiliki sifat mekanik dan kemampuan las yang baik [1]. Selain itu aluminium jenis 5083 memiliki ketangguhan dan tahan korosi oleh air laut. Penggunaan aluminium jenis 5083 dalam bidang industri adalah untuk konstruksi kapal [1]. Aplikasi lain Aluminium 5083 adalah untuk tangki

transportasi dan penyimpanan LNG [2]. Di antara jenis paduan aluminium yang ada, aluminium 5083 merupakan aluminium yang mempunyai sifat yang baik apabila dilakukan pengelasan. Namun pengelasan aluminium masih terkendala retak dan porositas. Untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah dengan pengelasan GMAW dengan gas Argon [2]. *Gas Metal Arc Welding* (GMAW) merupakan proses pengelasan yang menggunakan kawat, di mana kawat tersebut berupa gulungan, sehingga secara terus-menerus pengelasan tidak akan putus. Pengelasan GMAW umumnya dilindungi oleh gas menggunakan karbondioksida (CO<sub>2</sub>) ataupun argon. Beberapa keunggulan dari GMAW yaitu laju pendeposisian metal lebih tinggi, kecepatan las lebih tinggi, dan menghasilkan penetrasi lebih dalam apabila menggunakan teknik nyala sembur [3].

Kajian efek parameter las dan gas pelindung pada pengelasan GMAW terhadap sifat mekanik dan metalurgi sudah banyak dilakukan [4-6]. Namun masih sedikit yang menyelidiki pengaruh kampuh las pada kekuatan mekanik pengelasan aluminium dengan GMAW.

Tujuan kajian ini adalah untuk menganalisis ketangguhan hasil proses pengelasan aluminium 5083 dengan jenis pengelasan MIG (*Metal Inert Gas*) dan variasi yang digunakan adalah kampuh tumpul (*butt joint*) dengan alur kampuh Tirus Tunggal, V ganda, dan tirus tunggal dengan metode pengujian impak dan kekerasan.

## 2. Metode

Kajian ini bersifat eksperimental. Bahan yang dilas adalah Aluminium AA5083. Bahan kerja berbentuk kotak dengan ukuran 10 mm x 200 mm. Kawat las yang digunakan yaitu tipe ER 5356 berdiameter 1 mm.

Pada kajian ini, hasil pengelasan MIG diuji menggunakan uji impak dan uji kekerasan. Pengelasan MIG menggunakan alat bantu las otomatis dengan kecepatan 45 PWM dan 48 PWM. Kampuh yang digunakan yaitu kampuh tirus tunggal, V, dan V ganda (Gambar 1).

Jenis lasan	Jenis alur	Lasan dengan alur		
		Lasan penetrasi penuh tanpa pelat penahan	Lasan penetrasi penuh dengan pelat penahan	Lasan penetrasi sebagian
	Picang (I)			
	V tunggal (V)			
	Tirus tunggal (V)			
	U tunggal (U)			
	V ganda (K)			
	Tirus ganda (K)			
	U ganda (DU) (DU)			
	J tunggal (J)			
	J ganda (DJ)			

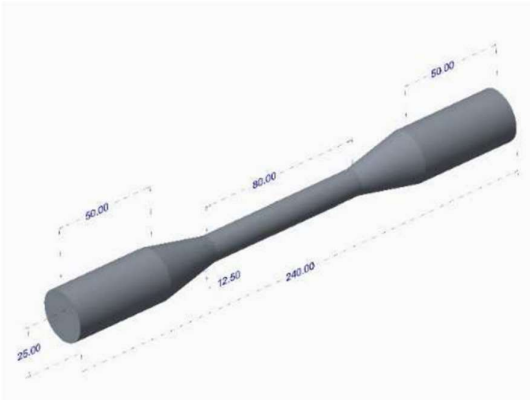
Gambar 1. Variasi kampuh [7].

Apabila kampuh sudah dibentuk sesuai dengan jenis kampuh yang direncanakan, kemudian dilakukan pengelasan GMAW. Setelah proses pengelasan selesai, spesimen yang sudah dilakukan proses pengelasan, dibersihkan dan diratakan menggunakan gerinda tangan (Gambar 2). Uji kekerasan dilakukan sesuai standar ASTM-E 18. Hal tersebut dilakukan untuk proses pengujian kekerasan. Pengujian kekerasan dilakukan pada area hasil las (*weld metal*), HAZ dan *Base metal*. Proses penekanan selama 15 detik, menggunakan indenter berbentuk bola baja *rockwell B*.



Gambar 2. Spesimen uji kekerasan.

Setelah uji kekerasan selesai, maka spesimen akan dilakukan uji impak sesuai standar ASTM E 23 (Gambar 3).



Gambar 3. Standar uji impak ASTM-E 23.

## 3. Hasil dan Pembahasan

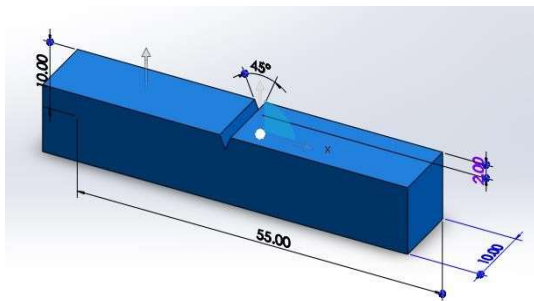
### Hasil Pengujian Kekerasan

Hasil uji kekerasan spesimen dapat dilihat pada Tabel 1. Pengujian kekerasan pada kampuh V dengan kecepatan 45 PWM menggunakan arus 130 A menghasilkan nilai kekerasan pada area HAZ dengan rata-rata 38,8 HRB dan pada area *weld metal* menghasilkan nilai kekerasan sebesar 31,6 HRB. Nilai kekerasan pada kampuh V dengan kecepatan 48 PWM menggunakan arus 130 A menghasilkan nilai kekerasan pada area HAZ rata-rata sebesar 36,1 HRB dan nilai kekerasan pada area *weld metal* menghasilkan nilai kekerasan sebesar 31,1 HRB. Pada proses pengelasan menggunakan 45 PWM menghasilkan kecepatan las 9,8 mm/s dan 48 PWM menghasilkan kecepatan 10,0 mm/s.

Tabel 1. Uji kekerasan.

No	Bahan	BM	HAZ	WM
1	Tirus Tunggal 45 PWM	44,0	40,0	34,0
			38,0	33,5
			40,0	36,5
2	Tirus Tunggal 48 PWM	42,0	38,0	33,5
			36,8	30,5
			38,0	32,0
4	V 45 PWM	42,5	39,0	32,0
			39,0	33,0
			38,5	30,0
5	V 48 PWM	42,0	38,5	33,0
			35,0	32,0
			35,0	28,5
6	V Ganda 45 PWM	42,0	38,0	28,0
			35,9	28,5
			33,0	30,0
7	V Ganda 48 PWM	41,0	37,0	28,0
			30,9	26,0
			30,5	27,0

Sementara itu, pada pengujian hasil las kampuh Tirus Tunggal dengan kecepatan 45 PWM menghasilkan nilai kekerasan tertinggi di antara jenis kampuh yang diuji pada kajian ini. Rata-rata nilai kekerasan pada area HAZ yaitu 39,3 HRB dan pada area *weld metal* menghasilkan nilai kekerasan sebesar 34,5 HRB. Nilai kekerasan pada kampuh Tirus Tunggal dengan kecepatan 48 PWM menghasilkan nilai kekerasan pada area HAZ sebesar 37,3 HRB dan nilai kekerasan pada area *weld metal* sebesar 34,5 HRB.

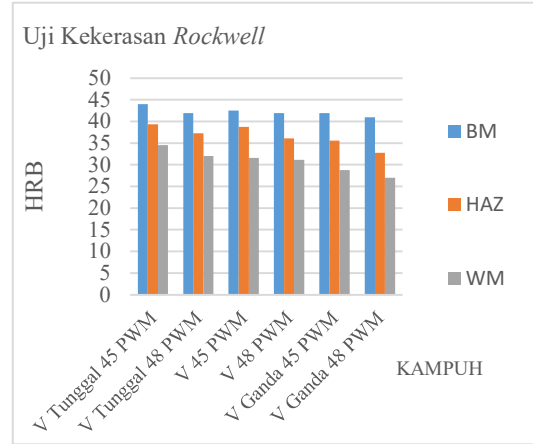


Gambar 4. Spesimen las.

Pada pengujian kekerasan menggunakan kampuh V ganda menghasilkan nilai kekerasan yang rendah di antara jenis kampuh V dan Tirus Tunggal. Nilai kekerasan pada kampuh Tirus Tunggal dengan kecepatan 45 PWM menghasilkan nilai kekerasan pada area HAZ dengan nilai rata-rata sebesar 35,6 HRB dan nilai kekerasan pada area *weld metal* rata-rata mendapatkan nilai sebesar 28,8 HRB. Sementara pada kecepatan 48 PWM menghasilkan nilai kekerasan pada area HAZ sebesar 32,8 HRB dan pada area *weld metal* menghasilkan nilai sebesar 27,0 HRB.

Gambar 4 di bawah ini menunjukkan terjadinya penurunan kekerasan pada area *base metal*, HAZ dan

area *weld metal*. Hal ini disebabkan oleh material pada aluminium seri 5083 yang menerima pengaruh panas, di mana hal tersebut memengaruhi nilai kekerasan yang terdapat pada area HAZ dan *weld metal*, sehingga nilai kekerasan hasil penyambungan las MIG pada aluminium menjadi rendah dibandingkan area *base metal*.



Gambar 4. Grafik hasil uji kekerasan spesimen.

Gambar 4 menunjukkan terjadinya cacat las pada area permukaan las. Cacat las yang terdapat pada area las tersebut adalah *undercut*, *underfilling*, *porosity*, *overlap* dan *poor stop/star*. Dari hasil cacat las tersebut mempengaruhi hasil kekerasan yang didapat pada saat pengujian sampel. Hal ini terjadi karena beberapa faktor seperti adanya kotoran pada permukaan kampuh yang akan dilas, jarak busur terlalu tinggi, ayunan busur tidak stabil, hilangnya gas pelindung pada saat proses pengelasan dilakukan. Dalam proses untuk mengetahui jenis cacat las, posisi mata terhadap material diarahkan dengan sudut 60 derajat dengan jarak pandang 30 cm. Hal tersebut berfungsi untuk uji visual guna mengetahui jenis cacat las yang terjadi pada material tersebut.

Aluminium 5083 merupakan jenis aluminium yang memiliki sifat mampu las yang baik dibandingkan jenis aluminium yang lain [7]. Namun faktor jenis kampuh akan mempengaruhi nilai uji impak. Seperti pada hasil pengelasan kajian ini, nilai ketangguhan area las akan lebih rendah dibandingkan daerah *base metal*. Hal ini diakibatkan panas yang mempengaruhi proses pengelasan. Pengaruh panas tersebut menyebabkan perubahan struktur mikro 5083 dan seharusnya dilakukan *post weld heat treatment* (PWHT).

**Hasil Pengujian Impak**

Pada pengujian ini dilakukan sebanyak 18 spesimen, arus pengelasan yang digunakan adalah 130 A. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Uji impact.

No	Bahan	Energi (J)	Harga Impact (Joule/mm)
1	Tirus Tunggal 45 PWM	6,164	0,0771
		6,118	0,0778
		5,569	0,0717
2	Tirus Tunggal 48 PWM	5,867	0,0748
		4,397	0,0577
		5,678	0,0680
4	V 45 PWM	5,697	0,0771
		6,170	0,0766
		6,120	0,0712
5	V 48 PWM	5,867	0,0656
		4,397	0,0577
		5,678	0,0680
6	V ganda 45 PWM	1,697	0,0175
		1,622	0,0203
		0,933	0,0117
7	V ganda 48 PWM	1,622	0,0203
		0,933	0,0117
		0,930	0,0115

**Analisa Uji Impact**

Pada pengujian kampuh las Tirus Tunggal dengan kecepatan 45 PWM menghasilkan ketangguhan impact rata-rata 0,0756 Joule/mm<sup>2</sup>. Sementara pada kampuh Tirus Tunggal dengan kecepatan 48 PWM menghasilkan ketangguhan impact sebesar 0,0647 Joule/mm<sup>2</sup>. Pada area kampuh Tirus Tunggal hasil pengelasan tidak terisi secara penuh, sehingga hasil pengujian impact nilainya rendah, akan tetapi pada hasil pengujiannya jenis kampuh Tirus Tunggal memiliki nilai impact yang lebih baik dibandingkan nilai impact dari jenis kampuh yang lain. Hal tersebut dapat terlihat pada Gambar 5 di bawah ini.



Gambar 5. Penampakan visual spesimen kampuh tirus tunggal.

Pengujian impact pada kampuh las V dengan kecepatan 45 PWM menghasilkan nilai rata-rata sebesar 0,0749 Joule/mm<sup>2</sup>. Pada hasil pengelasan dengan kecepatan 48 PWM dengan menggunakan kampuh Tirus Tunggal menghasilkan nilai impact sebesar 0,0638 Joule/mm<sup>2</sup>. Pada area hasil las jenis kampuh V, terlihat bahwa logam pengisi tidak merata secara baik dan terdapat coakan yang mengakibatkan nilai impact menjadi rendah dibandingkan kampuh Tirus Tunggal.

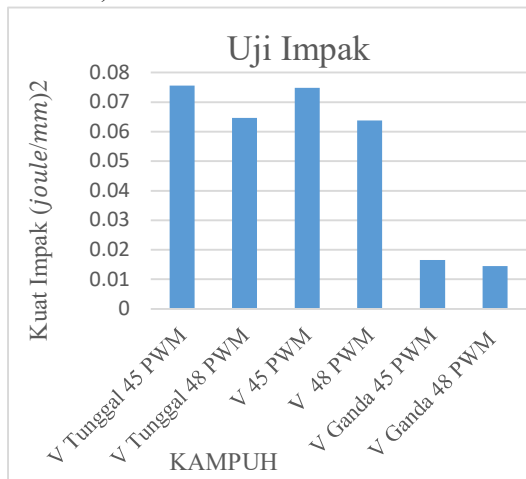
Proses pengujian impact pada kampuh V ganda dengan kecepatan 45 PWM menghasilkan ketangguhan impact sebesar 0,0165 Joule/mm<sup>2</sup>. Sementara pada pengujian impact dengan kecepatan 48 PWM menghasilkan nilai impact sebesar 0,0145 Joule/mm<sup>2</sup>. Pada hasil pengelasan kampuh V ganda, logam las tidak mengisi kampuh dengan sempurna seperti adanya *undercut*, *incomplete filling*. Hal tersebut disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya pengelasan yang berulang, kebersihan kampuh sebelum dilas, dan keahlian operator yang kurang, mengakibatkan hasil las yang tidak baik.



Gambar 7. Penampakan visual spesimen kampuh V ganda.

Pada sampel hasil pengujian impact, terdapat perbedaan nilai ketangguhan pada masing-masing spesimen. Hal ini disebabkan karena proses pengelasan menggunakan alat las otomatis, sehingga nilai ketangguhan impact yang dihasilkan berbeda. Pada proses kajian ini, faktor kebersihan area kampuh sebelum dilakukan las juga mempengaruhi nilai impact yang dihasilkan.

Pada Gambar 8 di bawah ini, grafik menunjukkan perbandingan nilai impact antara kampuh V, kampuh Tirus Tunggal dan kampuh V ganda. Kampuh Tirus Tunggal atau biasa disebut kampuh *bevel* memiliki nilai ketangguhan impact tertinggi dengan nilai rata-rata sebesar 0,0756 Joule/ mm<sup>2</sup>. Sedangkan nilai terendah pada pengujian impact yaitu terjadi pada kampuh V ganda dengan ketangguhan impact rata-rata sebesar 0,0145 Joule/mm<sup>2</sup>.



Gambar 8. Grafik hasil uji uji impact spesimen.

Kampuh yang memiliki nilai ketangguhan yang baik yaitu terdapat pada kampuh Tirus Tunggal. Pengelasan pada kampuh V lebih besar dibandingkan kampuh ganda V, sehingga nilai ketangguhan kampuh V ganda lebih rendah dibandingkan kampuh V. Hal yang menyebabkan kampuh V ganda memiliki nilai ketangguhan yang lebih rendah karena proses pengelasan dilakukan dua kali dan bolak balik, hal ini menyebabkan ketangguhan kampuh V ganda

memiliki ketangguhan lebih rendah dibandingkan kampuh Tirus Tunggal dan V.

#### 4. Kesimpulan

Dari hasil pengelasan MIG dengan variasi kampuh V, kampuh tunggal dan kampuh V ganda menghasilkan nilai kekerasan yang berbeda. Kekuatan tertinggi dihasilkan oleh jenis kampuh Tirus Tunggal dengan nilai rata-rata sebesar 34,5 HRB dan nilai kekerasan terendah terdapat pada jenis kampuh V ganda dengan nilai rata-rata sebesar 27 HRB.

Dari hasil pengelasan MIG menggunakan pengujian impact menghasilkan ketangguhan impact yang berbeda. Ketangguhan impact tertinggi dihasilkan oleh jenis kampuh Tirus Tunggal dengan nilai ketangguhan impact sebesar 0,0756 Joule/mm<sup>2</sup>, dan ketangguhan impact terendah yaitu terjadi pada kampuh V ganda dengan nilai sebesar 0,0145 Joule/mm<sup>2</sup>.

Dari hasil pengelasan MIG dengan variasi kampuh V, kampuh tunggal dan kampuh V ganda menghasilkan nilai kekerasan yang berbeda. Kekuatan tertinggi dihasilkan oleh jenis kampuh Tirus Tunggal dengan nilai rata-rata sebesar 34,5 HRB dan nilai kekerasan terendah terdapat pada jenis kampuh V ganda dengan nilai rata-rata sebesar 27 HRB. Pada hasil kajian ini menunjukkan dengan besar arus yang sama yaitu 130 A, hasil kekuatan las yang baik berada pada kecepatan 45 PWM dibandingkan dengan kecepatan 48 PWM.

#### Ucapan Terima Kasih

Berisi ucapan terima kasih kepada pihak yang telah memberi dukungan dalam kajian ini, baik berupa sarana maupun dana terhadap penelitian yang telah dilakukan.

#### Daftar Pustaka

- [1] Kamal, A. A. (2014). Analisis Variasi Arus Besar Aliran Gas Pelindung Hasil Pengelasan MIG Terhadap Cacat Porositas Dan Struktur Mikro Pada Aluminium 1100. Tugas Akhir, Universitas Jember
- [2] Hakem, M, Lebaili, S, Miroud, J, Bentaleb, A, Toukali, S. 2012. Welding And Characterization of 5083 Aluminum Alloy. Proc. Metal 2012, Brno, Czech Republic, EU.
- [3] Kazi, J., Zaid, S., Talha, S. M., Yasir, M. & Akib, D. (2015). A Review on Various Welding Techniques. IJMER, 5(2), 22-28.
- [4] Ramdan, D. T. (2019). Pembuatan Dan Pengujian Alat Gerak Otomatis Untuk Pengelasan GMAW/MIG (Metal Inert Gas) Magnesium AZ31. Tugas Akhir, Universitas Lampung
- [5] Calcraft RC, Wahab MA, Viano DM, Schumann GO, Phillips RH, Ahmed NU. The development of the welding procedures and fatigue of butt-welded structures of aluminium-AA5383. J Mater Process Technol

- 1999; 92-93:60-5
- [6] Putra, R.P, Jokosisworo, S, Kiryanto. 2016. Pengaruh Arus Listrik Dan Temperatur Terhadap Kekuatan Tarik Dan Impact Alumunium 5083 Pengelasan GMAW (Gas Metal Arc Welding). Jurnal Teknik Perkapalan - Vol. 4, No.1.
- [7] Wiryosumarto, H dan Okumura. T. 2000. Teknol0gi Pengelasan Logam. Pradnya Paramitha. Jakarta
- [8] Sony, A., & Mandoli, R. (2020). Evaluation Of Mechanical Charateristic Of Hybrid AA 7068/TIB/FA Metal Matrix Composite. International Journal Of Mechanical and Production, 10, 438-446.