
SUBMISSION 25**Analisis Kekuatan Sambungan Las Crushing Welding Pada Bahan Alumunium 5052**Alditiyo Ibrahim¹¹, dan Setijono¹¹Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila, 12640, Jakarta, Indonesia

Abstrak. Kemajuan industri dalam bidang teknologi penyambungan material berkembang dengan cepat, baik di bidang logam maupun non logam. Pengelasan adalah teknik penyambungan antara dua logam atau lebih yang menggunakan energi listrik sebagai mediatornya. Pengelasan sangat memerlukan perhatian khusus karena rancangan las, seperti langkah – langkah pengelasan dan karakteristiknya harus memperhatikan kesesuaian dengan kegunaan konstruksi serta kondisi sekitar. Pada penelitian ini, analisis yang dilakukan ialah mencari kekuatan sambungan las dari pengelasan tipe gesek dengan material alumunium 5052. Dimana terdapat tiga pengujian yaitu pengujian tarik, pengujian kekerasan, dan pengujian mikrostruktur. Berdasarkan hasil analisa dari semua pengujian yang telah dilakukan, dapat ditarik kesimpulan bahwa welding 1 memiliki kekuatan tarik dengan pertambahan panjang 0,00494 m dan beban maksimal sebesar 872,79 N dengan nilai kekerasan vickers sebesar 114,7 dibandingkan welding 2 yang hanya memiliki pertambahan panjang 0,0042 m dan beban maksimal 118,56 N dengan nilai kekerasan vickers 100,9.

Kata Kunci- Alumunium; Pengelasan gesek; Sambungan las.

PENDAHULUAN

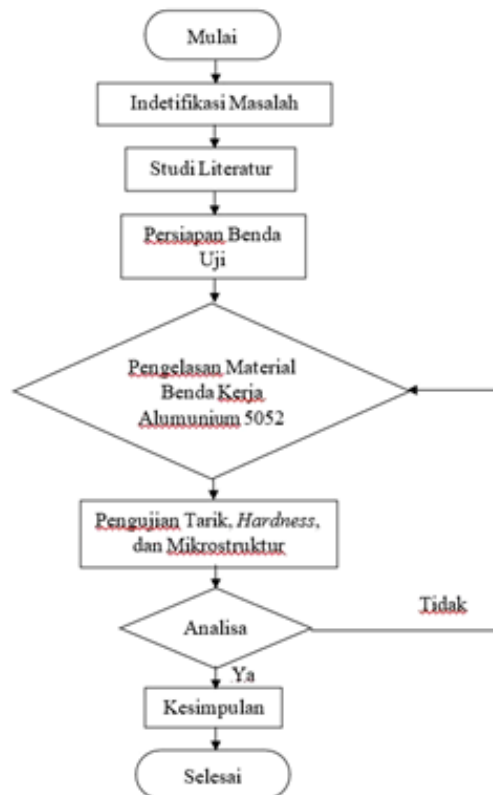
Pengelasan merupakan suatu proses penggabungan logam yang menyatu akibat dari energi panas yang dihasilkan oleh elektroda dari kawat las, dengan menggunakan logam pengisi atau tidak menggunakan logam pengisi.[1]. Dalam hal ini ada beberapa faktor yang dapat mempengaruhi pengelasan yaitu tata cara pengelasan dalam merencanakan suatu penelitian, saat ini teknologi pengelasan diimplementasikan secara luas, mulai dari aplikasi yang sederhana sampai yang paling rumit.[2].

Friction crush welding (FCW) adalah pengelasan dimana menyatukan dua material dengan memanfaatkan panas yang berasal dari dua proses, yaitu gesekan dan tekanan pahat yang berbentuk cakram ke material benda kerja. Sebagian besar dari proses pengelasan ini biasanya digunakan pada pengelasan logam tipis. Material yang digunakan pada penelitian ini adalah alumunium dengan tipe 5052 dengan tebal 0,002 m memiliki density sebesar 2,6989 gr/cm³, titik lebur 660 °C, hantaran panas 0,49 cal/det °C dan massa atom 26,98 gr/mol. Pengujian sambungan las yang akan digunakan adalah uji tarik, uji kekerasan dengan menggunakan metode *hardness vickers test*, dan uji mikrostruktur. Mesin las gesek penghancur menggunakan motor listrik dengan kecepatan putar 5000 rpm. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui *tensile strength* sambungan las *crushing welding* pada material alumunium, nilai kekerasan pada material uji las *crushing welding* dan perubahan dari struktur mikro pada permukaan material alumunium akibat dari pengelasan gesek.[3]

METODE PENELITIAN

Penelitian ini lebih memfokuskan pada analisis kekuatan las. Pada tahap analisis menggunakan metode penelitian sebagai alat bantu untuk dapat menggambarkan proses penelitian. Tahapan ini meliputi pemilihan bahan material, persiapan material, pemotongan dan penekukan material, pengujian dan analisa. Berikut ini adalah diagram alir penelitian :

¹ Corresponding author: alditiyoo@gmail.com



Gambar 1. Diagram alir tahapan penelitian

A. Identifikasi masalah

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui *tensile strength* sambungan las *crushing welding* pada material alumunium, nilai kekerasan pada material uji las *crushing welding* dan perubahan dari struktur mikro pada permukaan material alumunium akibat dari pengelasan gesek.

B. Benda uji

Pada pemilihan benda uji, bahan penelitian yang digunakan adalah alumunium plat 5052 dengan ketebalan 0,002m.

1. Plat alumunium 5052



Gambar 2. Plat alumunium 5052

Gambar 2 diatas menunjukan bentuk fisik dari plat alumunium 5052 yang akan digunakan untuk pengelasan gesek sifat ketahanan terhadap korosi dan panas yang baik dan sifat material yang ringan sehingga dapat memudahkan proses pengelasan.

2. Mesin *crushing welding*



Gambar 3. Mesin *crushing welding*

Gambar 3 diatas adalah mesin akan digunakan untuk pengelasan gesek menggunakan *rotating disk* tipe material S45C dengan rpm gerinda sebesar 5000.

C. Pengelasan Material Benda Kerja Alumunium 5052

Pada proses pengelasan ini menggunakan jenis pengelasan *crushing welding*, dimana material alumunium 5052 tersebut dipotong menjadi beberapa bagian kemudian ditekuk dan ditempatkan saling berhadapan agar dapat digesekan dengan piringan cakram (*rotating disc*). Piringan cakram ini bersentuhan dengan material yang akan disambung dengan cara berputar dan memberi tekanan pada material yang sudah ditekuk sehingga terjadi perpindahan elektron pada material benda kerja yang ditekuk akan hancur dan membentuk material benda kerja yang lunak dan mencair karena panas dari gesekan.

D. Pengujian

Setelah spesimen dilakukan proses pengelasan selanjutnya dilakukan tiga proses pengujian sebagai berikut :

1. Alat uji tarik



Gambar 4. Alat uji tarik

Gambar 4 adalah alat uji tarik *gotech LA 1000* yang digunakan untuk mengetahui perbandingan tegangan dan regangan akibat dari gesekan dan tekanan pahat dari suatu material yang dilas.

2. Alat uji kekerasan *vickers*



Gambar 5. Alat uji kekerasan

Gambar 5 adalah alat uji kekerasan *vickers mitsuzawa* yang digunakan untuk mengetahui nilai kekerasan terhadap benda uji yang dilas.

3. Alat uji metalografi



Gambar 6. Mikroskop metalografi

Gambar 6 diatas adalah alat uji metalografi yang digunakan untuk mengetahui dan mendapatkan hasil pembentukan pengelompokan atom campuran dalam satu paduan tunggal.

E. Analisa

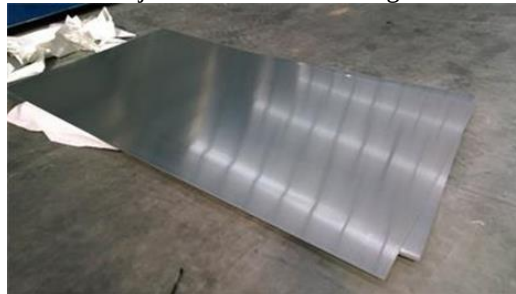
Data dari hasil pengujian, kemudian dilakukan analisa untuk mengetahui tegangan, regangan, nilai kekerasan, dan mikrostruktur yang berubah akibat pengelasan gesek berdasarkan tipe aluminium yang dipakai.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Persiapan benda uji

Pada persiapan material benda uji adapun beberapa tahap yang dilakukan sebelum melakukan proses pengujian perencanaan proses pengujian antara lain sebagai berikut :

1. Proses pertama menyiapkan material benda uji aluminium 5052 dengan ketebalan 0,002 m.



Gambar 7. Plat aluminium 5052

2. Selanjutnya memotong material benda uji dengan dimensi spesimen 0,1m dan lebar 0,05 sebanyak 8 potong.



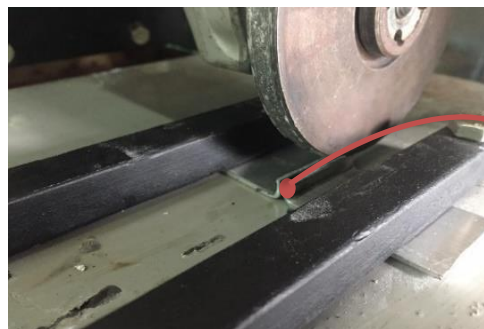
Gambar 8. Pemotongan benda uji

3. Material benda uji yang telah dilakukan pemotongan dilakukan penekukan membentuk sudut 90°. Dicekam pada rel pengelasan kemudian dihadapkan saling berhadapan dan diberi jarak untuk dilakukan proses pengelasan *crushing welding*.



Gambar 7. Penjepitan benda uji

4. Pada saat proses pengelasan, piringan cakram (*rotating disc*) bersentuhan dengan material benda uji dengan cara berputar.



Gambar 8. Proses pengelasan

5. Material yang telah dilas, dilakukan pengujian dengan perbedaan *welding* 1 yang mempunyai gaya gesek sebesar 3,410 N dan gaya tekan 905 N. Pada *welding* 2 mempunyai gaya gesek 3,411 N dan gaya tekan 1452,72 N, kemudian dibandingkan dengan material yang tidak dilas, proses pengujian ini meliputi :
 - a. Pengujian tarik
 - b. Pengujian kekerasan *vickers*
 - c. Pengujian metalografi
6. Data yang didapat dari hasil pengujian, dilakukan analisa untuk mengetahui tegangan, regangan, nilai kekerasan dari suatu material, dan mendapatkan hasil pembentukan pengelompokan atom campuran dan perubahan struktur mikro yang terjadi setelah dilakukan pengelasan.

B. Pengujian benda uji

1. Uji Tarik

Pengujian tarik bertujuan untuk mengetahui nilai dari suatu regangan dan tegangan dari hasil pengelasan gesek, pengujian ini dilakukan menggunakan standar ASTM E8. Untuk pengujian tarik pada aluminium 5052 perlu disiapkan adalah benda uji yang terdiri dari 3 sampel dimana 2 sampel dilakukan pengelasan gesek dan 1 sampel tanpa dilakukan pengelasan gesek dengan menggunakan dimensi yang sama.



(a)



(b)

Gambar 9. (a) Sebelum pengujian tarik (b) Sesudah pengujian tarik

Untuk mencari tegangan teknis, dapat dihitung dengan menggunakan persamaan rumus :

$$\sigma = \frac{F}{A_0} (N/m^2) \quad (1)$$

Untuk mencari regangan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan rumus :

$$\varepsilon = \frac{L_i - L_0}{L_0} = \frac{\Delta L}{L_0} \quad (2)$$

Hubungan antara tegangan dan regangan disebut dengan modulus young yang dapat dihitung menggunakan rumus :

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} \quad (3)$$

Tabel dibawah ini merupakan hasil dari pengujian tarik dari 3 sampel yang digunakan dalam pengujian tarik.

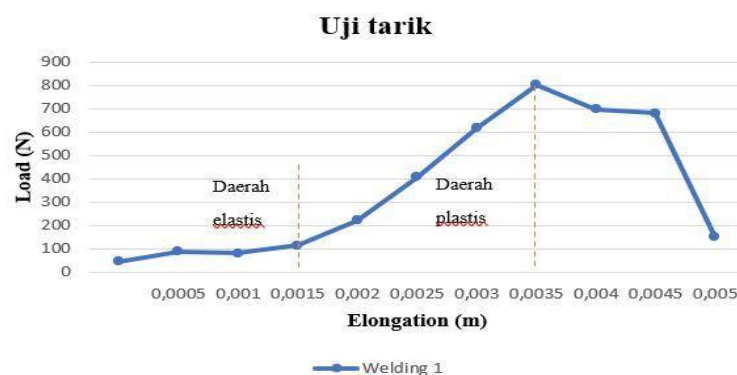
Tabel 1. Hasil uji tarik aluminium 5052

Sampel Spesimen	Width (m)	Height (m)	Sectional Area (m ²)	Maximum Load (N)	Elongation (m)
Base	0,125	0,002	0,025	4957,75	0,01511
Welding 1	0,125	0,002	0,025	872,79	0,00494
Welding 2	0,125	0,002	0,025	118,56	0,0042

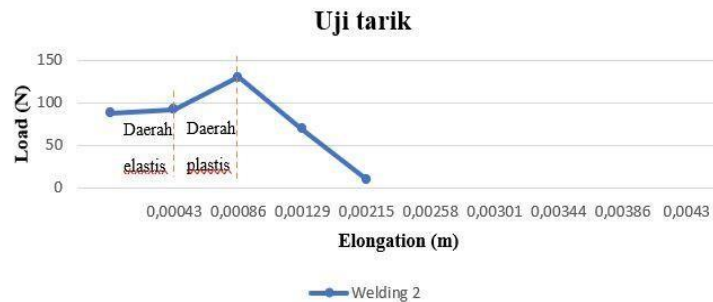
Setelah hasil uji tarik dari ketiga sampel yang digunakan didapatkan grafik pengujian dari masing- masing sampel.



Gambar 10. Grafik hasil uji tarik pada base



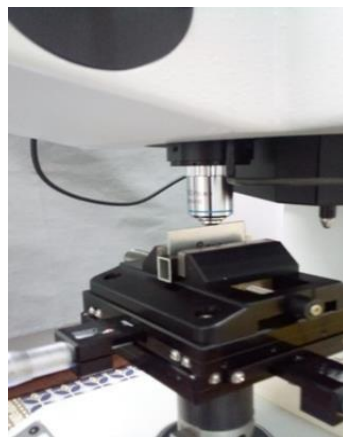
Gambar 11. Grafik hasil uji tarik pada welding 1



Gambar 12. Grafik hasil uji tarik pada *welding 2*

2. Uji kekerasan

Pada pengujian kekerasan ini mengacu pada ASTM E384 tentang pengujian kekerasan *vickers*. Hal yang perlu dipersiapkan pada spesimen uji kekerasan adalah dimensi dari spesimen tidak disebutkan tetapi banyak percobaan yang dilakukan sebanyak 3 titik percobaan pada setiap material. Pengujian ini menggunakan indenter piramida berlian berbentuk persegi dengan sudut wajah 136°.



Gambar 13. Proses uji kekerasan alat *vickers*



Gambar 14. Hasil uji kekerasan alat *vickers*

Untuk mengetahui nilai kekerasan terhadap benda uji dapat dihitung diagonal rata-rata dengan menggunakan persamaan rumus sebagai berikut :

$$D = \frac{d1+d2}{2} \quad (4)$$

Dan untuk menghitung angka kekerasan dapat dihitung menggunakan persamaan rumus sebagai berikut :

$$HV = \frac{F}{A} \times \sin \frac{136^\circ}{2} \quad (5)$$

Adapun nilai dari hasil uji kekerasan dengan metode *vickers* dapat ditunjukkan pada tabel dibawah ini.

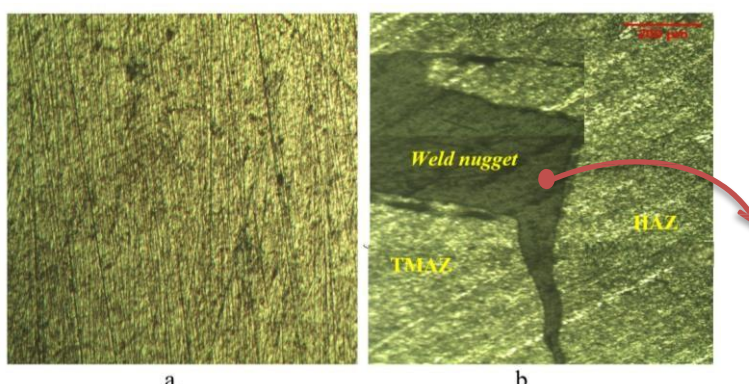
Tabel 2. Tabel uji kekerasan vickers

Sampel	Nilai kekerasan			Beban total (N)
	D1 (m)	D2 (m)	HV	
Base	0,07806	0,07194	98,9	2942 N
	0,07477	0,07601	97,8	
	0,07761	0,0696	102,6	
Rata-rata HV base			99,7	
Welding 1	0,07038	0,07409	106,6	
	0,06447	0,07265	118,3	
	0,07209	0,06451	119,2	
Rata-rata HV welding 1			114,7	
Welding 2	0,07353	0,0722	104,7	
	0,07775	0,07812	91,5	
	0,07038	0,07409	106,6	
Rata-rata HV welding 2			100,9	

3. Uji mikrostruktur

Pengujian mikrostruktur ini menggunakan mikroskop cahaya. Pengamatan struktur mikro dilakukan untuk mengetahui perubahan struktur mikro yang terjadi akibat adanya proses pengelasan dengan metode *friction crushing welding*, yaitu di daerah *weld nugget*, TMAZ dan HAZ. Pada pengelasan *friction crushing welding* paduan aluminium 5052 hanya terjadi penghalusan partikel-partikel pada daerah *weld nugget* dan tidak terjadi perubahan fase karena pada pengelasan ini tidak menggunakan logam pengisi.

Daerah las (*weld nugget*) daerah yang mengalami deformasi plastis dan pemanasan selama proses pengelasan sehingga menghasilkan rekristalisasi yang menghasilkan butiran halus di daerah pengadukan. *Termomechanically affected zone* (TMAZ) adalah transisi antara logam induk dan daerah las yang mengalami deformasi struktur tetapi tidak terjadi rekristalisasi. *Heat affected zone* (HAZ) adalah daerah yang mengalami siklus termal tetapi tidak mengalami deformasi plastis dan perubahan sifat mekanik.



Gambar 15.(a) Struktur mikro base metal aluminium 5052 (b) Struktur mikro daerah pengelasan gesek

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian tarik plat aluminium 5052 didapatkan nilai sebagai berikut. Pada kondisi *base* memiliki nilai *elongation* sebesar 0,01511 m dan *maximum load* 4957,75 N. Pada kondisi *welding 1* memiliki nilai *elongation* sebesar 0,00494 m dan *maximum load* 872,79 N. Pada kondisi *welding 2*, memiliki nilai *elongation* 0,0042 m dan *maximum load* 118,56 N. Dengan demikian nilai uji tarik *welding 1* lebih baik dibandingkan *welding 2*. Berdasarkan hasil dari pengujian kekerasan dengan metode *vicker* didapatkan nilai kekerasan rata-rata pada kondisi *base* 99,7. Pada kondisi *welding 1* memiliki nilai kekerasan rata-rata 114,7 dan *welding 2* memiliki nilai kekerasan rata-rata 100,9. Dengan demikian nilai kekerasan *welding 1* lebih baik dibandingkan *welding 2*. Berdasarkan hasil dari pengujian mikro struktur pada bagian yang terjadi pengelasan gesek mengalami deformasi plastis sehingga menghasilkan rekristalisasi namun daerah TMAZ dan HAZ tidak mengalami deformasi plastis dengan penetrasi optimal saat hasil lasan masuk pada material yang di las sebesar 0,002 m.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis pada kesempatan ini mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu baik berupa materi maupun pikiran sehingga penelitian dan paper ini dapat terselesaikan dan penulis mengucapkan

terimakasih kepada Jurusan Teknik Mesin Universitas Pancasila Jakarta atas fasilitas yang dipergunakan dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. W. Li, s. Shi, f. Wang, z. Zhang, t. Ma, and j. Li, "numerical simulation of friction welding processes based on abaqus environment," j. eng. sci. technol. rev., vol. 5, no. 3, pp. 10–19, 2012.
2. S. Huda, j. Waluyo, and t. Fintoro, "analisa pengaruh variasi arus dan bentuk kampuh pada pengelasan smaw terhadap distorsi sudut dan kekuatan tarik sambungan butt-joint baja aisi 4041," j. fak. teknol. ind., vol. 2, no. 1, pp. 17–23, 2013.
3. G. S. B. And a. S. Jamwal, "friction crush welding of aluminium alloy 6061 t-6," guru nanak dev eng.coll., vol. 9, no. 2, pp. 101–104, 2017.
4. P. D. T. O. Prof. Dr. Ir. Harsono wiryosumarto, teknologi pengelasan logam, 8th ed. jakarta: pt pradnya paramita, 2000.
5. John norrish, advance welding processes, 1st ed. camride, england: woodhead publishing limited, 2012.
6. S. Khotasa, "analisa pengaruh variasi arus dan bentuk kampuh pada pengelasan smaw terhadap kekuatan impact sambungan butt joint pada plat baja a36," institut teknologi sepuluh nopember, 2016.
7. A. Gill, "an experimental approach to study the effect of process parameters on an experimental approach to study the effect of process parameters on tensile strength of friction welded interface of dissimilar metals aisi304 / 4340 chandigarh," vol. 4, no. 1, pp. 249–260, 2018.
8. F. A. Besler, p. Schindele, r. J. Grant, and m. J. R. Stegmüller, "friction crush welding of aluminium, copper and steel sheetmetals with flanged edges," j. mater. process. technol., vol. 234, pp. 72–83, 2016.
9. M. Tiwan, mt. Aan ardian, "penyambungan baja aisi 1040 batang silinder pejal dengan friction welding," pengayakan, no. 37, pp. 1–4, 2013.
10. A. O. Brien, "welding handbook," weld. handb., vol. 1, no. 4, pp. 23–28, 2011.