

# PENGARUH TEBAL PELAT ALUMINIUM DAN LAMA PENEKANAN PADA PENGELASAN TITIK TERHADAP SIFAT FISIS, MEKANIS DAN EFFISEINSI PANAS

Joko Waluyo

Jurusan Teknik Mesin IST AKPRIND Yogyakarta

e-mail: [walyojok@yahoo.co.id](mailto:walyojok@yahoo.co.id)

## ABSTRACT

*Spot Welding is a method of electrical resistance welding that used to joint two metal sheets with pressing these sheets between electrodes of welding machine. These two electrodes risk the temperature of the metal sheets when an electrical current exist.*

*The aims of this research is to investigate the quality of the spot welding of PDN 10-10 on aluminum sheets with thickness of 0,8 mm; 1 mm dan 1,2 mm. The joint method used is lap joint. The current and output voltage of the welding machine are 26 A output 1,75 volt, respectively. Pressing time of welding are 1, 1.5, and 2 seconds. The welded aluminum sheet is tested of chemical composition, microstructure, hardness and tensile strength. Standard of JIS Z 3139 is used for making a specimen.*

*The results obtained in this research show that a plate of 0.8 mm, 1 mm, and 1,2 mm contains pure Aluminum at Welded Zone. Maximum hardness is 0.09 kg/mm<sup>2</sup>, meanwhile minimum is 0.02596 kg/mm<sup>2</sup>.*

*Maximum and minimum tensile strength are 2,5 Kg/mm<sup>2</sup> and 1,4 kg/mm<sup>2</sup>. The maximum and minimum heat input are 0,086 Joule and 0.043 Joule. The largest of weld's pool is 0.03 cm<sup>3</sup> and the smallest is 0,013 cm<sup>3</sup>. Maximum and minimum heat energy observed during this work are 0,024 Btu and 0,0106 Btu, respectively. Maximum thermal efficiency is 30% when plate absorbed a maximum amount of heat from electrodes.*

*Keywords: Spot welding, Aluminum, HAZ, Welded Metal*

## INTISARI

Las titik (spot welding) merupakan salah satu cara pengelasan resistansi listrik dimana dua atau lebih lembaran logam dijepit diantara dua elektroda dan pada saat yang bersamaan arus listrik dialirkan sehingga permukaan material mencapai temperatur las kemudian material tersebut menyatu.

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui kualitas pengelasan titik yang terbaik dengan menggunakan mesin las tipe PDN 10-10 serta material yang digunakan adalah plat aluminium dengan tebal 0,8 mm; 1 mm dan 1,2 mm, dengan sambungan tindih (*lap joint*), dengan arus las 26 A dan voltase output 1,75 volt waktu penekanan sebesar 1 detik; 1,5 detik dan 2 detik. Pengujian yang dilakukan dalam penelitian adalah uji komposisi kimia, struktur mikro, kekerasan dan kekuatan tarik pembuatan spesimen uji mengacu standar JIS Z 3139.

Hasil penelitian menunjukkan bahan plat 0,8 mm; 1 mm dan 1,2 mm adalah aluminium murni pada daerah las Kekerasan tertinggi sebesar 0,09 kg/mm<sup>2</sup>, kekerasan terendah sebesar 0,02596 kg/mm<sup>2</sup> Kekuatan tarik tertinggi sebesar 2,5 Kg/mm<sup>2</sup> Dan kekuatan tarik terendah pada sebesar 1,4 kg/mm<sup>2</sup> Heat input terbesar dan terkecil sebesar 0,086 joule dan 0,043 Joule. Volume manik-manik terbesar 0,03 cm<sup>3</sup> dan terendah sebesar 0,013 cm<sup>3</sup> besarnya energi panas terbesar adalah 0,024 Btu dan terendah 0,0106 Btu, effiseinsi panas terbesar besarnya adalah 30% dan terendah 15 % serta panas yang diserap logam selama pemanasan terbesar 85 % dan terendah 70%.

Kata kunci : *Spot welding*, aluminium sifat fisis dan mekanis. logam induk, HAZ, logam las

## PENDAHULUAN

Berdasarkan definisi dari *Deutche Industrie Normen (DIN)* las adalah ikatan metalurgi pada sambungan logam atau logam paduan yang dilaksanakan dalam keadaan lumer atau cair ( Harsono,W & T Okamura,2000). Karena proses ini maka

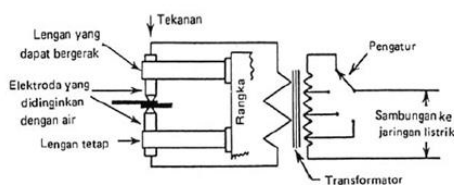
logam disekitar daerah lasan mengalami siklus termal cepat yang menyebabkan terjadinya perubahan – perubahan metalurgi yang rumit, deformasi dan tegangan – tegangan termal. Proses pengelasan titik didasarkan pada prinsip bahwa arus listrik dialirkan melalui logam, arus listrik akan

memanaskan logam. Penggunaan arus yang cukup tinggi akan menghasilkan suhu yang cukup tinggi dan suhu ini yang akan mencapai suhu fusi logam dan terjadilah pengelasan. Bahan yang disambung dengan metode *spot welding* sering dilakukan pada ketebalan dibawah 3 mm.

Pengelasan titik banyak digunakan dalam bidang industri, terutama industri otomotif. Las titik (*spot welding*) merupakan salah satu cara pengelasan resistansi listrik dimana dua atau lebih lembaran logam dijepit diantara dua elektroda dan pada saat yang bersamaan arus listrik dialirkan sehingga permukaan material mencapai temperatur las kemudian material tersebut menyatu. Adapun mesin las titik yang digunakan seperti pada gambar 1.

Penelitian yang dilakukan (Laylatu khifdiyah 2012) ini bertujuan untuk menganalisa pengaruh parameter tebal plat dan waktu las terhadap distribusi nilai kekerasan dan struktur mikro pada daerah logam induk, HAZ (*heat affected zone*), dan las (*nugget*), serta kekuatan tarik sambungan las titik pada sambungan lap joint.

Material yang digunakan berupa plat baja karbon rendah AISI (ASM )1010 tebal 0,6 mm; 0,8 mm dan 1 mm. Masing-masing spesimen dilas dengan las titik dengan sambungan tindih (*lap joint*), dengan arus las 26 A dan voltase output 1,75 volt. Variasi penelitian yang diambil yaitu waktu las sebesar 0,5 detik; 1 detik; 1,5 detik dan 2 detik. Pengujian yang dilakukan di dalam penelitian ini antara lain pengujian komposisi kimia bahan, struktur mikro, nilai kekerasan dan kekuatan tarik sambungan las. Selanjutnya pembuatan spesimen uji mengacu standar JIS Z 3139 (JIS 1984) dan mesin las yang digunakan untuk penelitian tipe PDN 10 – 01.



Gambar 1. Mesin las titik (Harsono W 2000)

Pelaksanaan atau penggunaan proses las titik tergantung pada 4 hal, diantaranya yaitu (Harsono W & T Okumura 2000)

#### 1. Arus pengelasan

Arus pengelasan dilakukan harus dijaga serendah mungkin dalam menentukan besarnya arus pengelasan sebaiknya di dasarkan pada tebal tipisnya pelat yang akan di las

#### 2. Tekanan las titik

Tekanan pada pengelasan titik harus dipertimbangkan tujuan dari tekanan ini adalah untuk memegang bagian dari lembaran yang akan dilas hal ini diharapkan agar hambatan listrik dan *konduktivitas* pada saat pengelasan lebih stabil.

#### 3. Waktu tekan

Waktu tekan pada proses pengelasan adalah mulai terjadi pada saat elektroda bersinggungan dengan logam dibawah pengaruh tekanan sebelum arus listrik dialirkan. Setelah waktu tekan selesai, arus listrik yang mengalir dengan voltase rendah, sehingga logam induk yang bersinggungan menjadi panas, hingga mencapai suhu pengelasan. Setelah logam induk menyatu arus listrik dihentikan, namun tekanan tetap fase ini disebut fase tenggang.

#### 4. Diameter permukaan elektroda.

Ukuran diameter permukaan elektroda sangat mempengaruhi manik-manik pengelasan. Diameter manik-manik harus lebih kecil dari diameter titik ujung elektroda. Jika diameter ujung elektroda terlalu kecil maka, manik-manik lasan menjadi lebih kecil dan hasil pengelasan menjadi tidak kuat.

Ditinjau dari segi metalurgi, penggunaan variabel las titik yang tidak tepat akan mengakibatkan perubahan yang tidak terencana dalam logam. Sehingga logam akan mengalami kerusakan dalam bentuk patah, retak, perubahan bentuk atau perubahan sifat mekanisnya yang mengakibatkan hasil pengelasan tidak dapat optimum. Pada penelitian ini dilakukan variasi beberapa parameter pengelasan yaitu tegangan dan arus sebagai variabel tetap dan, tebal tipisnya material, lamanya penekanan pada saat proses pengelasan sebagai variable tidak tetap pada material pelat dari bahan aluminium.

Mengingat sangat kompleksnya permasalahan dalam proses pengelasan, maka disini perlu dibatasi permasalahan agar pembahasan lebih terfokus. Batasan masalah pada penelitian dengan judul Pengaruh tebal plat aluminium, lama

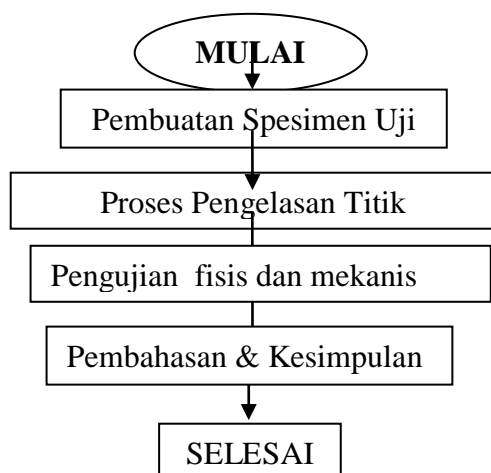
penekanan pada pengelasan titik terhadap sifat fisis, mekanis dan efisiensi panas meliputi :

1. Metode pengelasan yang digunakan adalah metode las titik (*spot welding*).
2. Pengelasan yang digunakan adalah pengelasan satu jenis dengan bentuk sambungan tumpul atau *lap joint*.
3. Bahan yang digunakan adalah aluminium dengan ketebalan 0,8 mm, 1 mm dan 1,2 mm
4. Tegangan yang digunakan adalah tegangan 1,75 V dan arus yang digunakan 26 Amper dengan waktu penekanan yang bervariasi yaitu 1 detik, 1,5 detik dan 2 detik.
5. Pengujian yang dilakukan meliputi :
  - a. Pengujian kekuatan tarik.
  - b. Pengujian kekerasan.
  - c. Pengujian struktur makro
  - d. Pengujian komposisi

Adapun tujuan dari pada penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui sifat fisis dan mekanis yang optimum pada pengelasan aluminium dengan menggunakan tegangan 1,75 Volt dengan arus 26 Amper, serta tebal pelat 0,8, 1 dan 1,2 mm dengan lama penekanan 1 detik, 1,5 detik dan 2 detik.
2. Untuk mengetahui panas yang digunakan untuk pembentukan manik-manik.
3. Untuk mengetahui besarnya panas yang terserap pada logam induk.
4. Untuk mengetahui besarnya efisiensi panas.

## METODE PENELITIAN



Gambar 2. Diagram alir metode penelitian

## PEMBAHASAN

### Bahan Penelitian

Material yang akan dilakukan pengujian adalah material pelat aluminium dengan tebal : 0,8 mm; 1 mm dan 1,2 mm.

### Proses Pengelasan

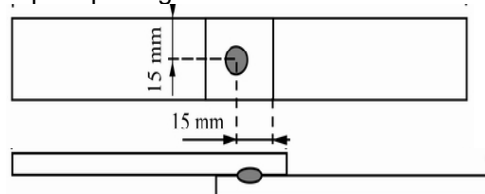
Dalam penelitian ini dilakukan proses pengelasan material aluminium dengan tebal 0,8 mm, 1 mm dan 1,2 mm dengan metode las titik dan jenis sambungan yang digunakan *lap joint* dengan menggunakan variasi waktu penekanan 1 detik, 1,5 dan 2 detik. Pelaksanaannya di Lab. Teknologi Mekanik, Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri IST AKPRIND Yogyakarta.

### Proses Pengujian

Pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi pengujian struktur mikro, pengujian komposisi kimia yang merupakan pengujian sifat fisis, dan pengujian tarik, kekerasan yang merupakan pengujian mekanis dan analisa panas yang terserap pada logam induk dan analisa panas yang digunakan untuk membentuk manik-manik serta menganalisa besarnya efisiensi panas.

### Pengujian Tarik

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kekuatan geser hasil pengelasan titik pada logam aluminium. Pada pengujian ini dilakukan dengan menggunakan 6 buah specimen untuk tiap-tiap waktu penekanan kemudian dianalisa dihitung rata-rata untuk dibuat grafik. Adapun penentuan dimensi specimen uji mengacu sesuai dengan standar JIS 3319. Adapun specimen uji tarik seperti pada gambar 3 dibawah ini.



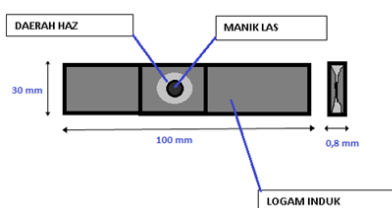
Gambar 3. Spesimen uji tarik standar JIS Z 3139 (JIS 1984)

### Pengujian Metallography

Metallography merupakan pengamatan struktur logam baik secara makro maupun mikro dimana intinya adalah pengamatan struktur dan pengenalan untuk memperoleh data antara lain ukuran butir, dan distribusi masing-masing penyebaran fase.

### Pengujian Kekerasan

Metode yang digunakan di dalam penelitian ini adalah dengan menggunakan metode mikro Vickers menggunakan indenter piramida intan. Piramida pada ujung penekan mempunyai bentuk dasar persegi pada sisi yang saling berhadapan. Besar sudut antara permukaan piramida yang saling berhadapan  $136^{\circ}$ . Adapun daerah pengujian meliputi daerah pengelasan (manik-manik), daerah logam induk (*Base metal*) dan daerah HAZ (*heat affected zone*). Masing-masing daerah dilakukan pengujian sebanyak 6 titik. Dari masing-masing daerah pengujian di buat rata-ratanya. Adapun daerah pengujian seperti pada gambar 4.



Gambar 4 Daerah pengujian kekerasan

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

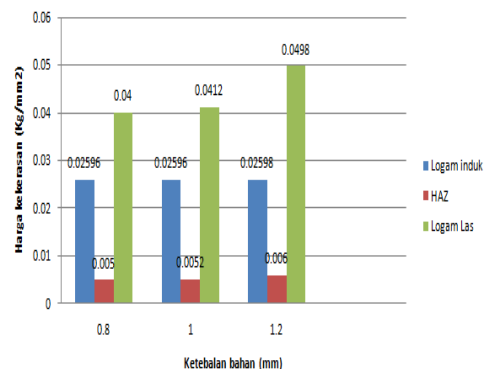
Hasil penelitian setelah dilaksanakan pengujian antara lain pengujian kekerasan, pengujian tarik, komposisi dan pengujian struktur mikro data-datanya seperti pada grafik di bawah ini :

#### Hasil dan pembahasan uji kekerasan vickers (*mikro hardness vickers*)

Pengujian kekerasan Vickers bertujuan untuk mengetahui nilai kekerasan pengelasan. Besar sudut antara permukaan piramida yang saling berhadapan  $136^{\circ}$ . pada pengujian ini bahan ditekan dengan gaya tertentu dan terjadi cetakan pada bahan uji dari intan.

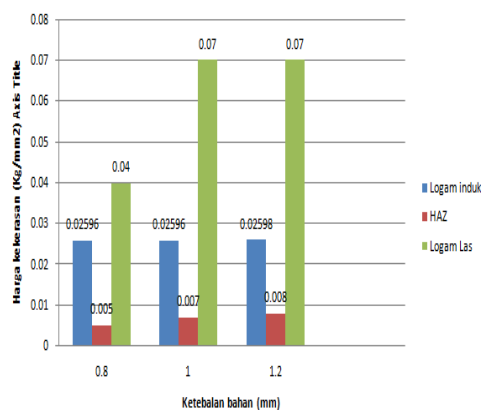
Pengujian kekerasan dilakukan untuk menguji distribusi kekerasan pada logam las, daerah HAZ (*Heat Affective Zone*), dan logam induk. Pengamatan yang digunakan cara mikro Vickers dengan menggunakan penekan berbentuk piramida intan. Beban yang dipergunakan adalah 200 gf dengan lama penekanan pada saat pengujian 5 detik. Adapun besarnya kekerasan mikro Vickers pada daerah logam induk, HAZ (*Heat Affective Zone*) dan daerah pengelasan pada waktu penekanan 1 detik, 1,5 detik dan 2 detik untuk tebal material 0,8 mm, 1 mm dan 2 mm kemudian dibuat rata-rata yang hasilnya ditampilkan dalam bentuk grafik seperti terlihat pada grafik 1 sampai dengan grafik 3.

Kekerasan Vs Ketebalan



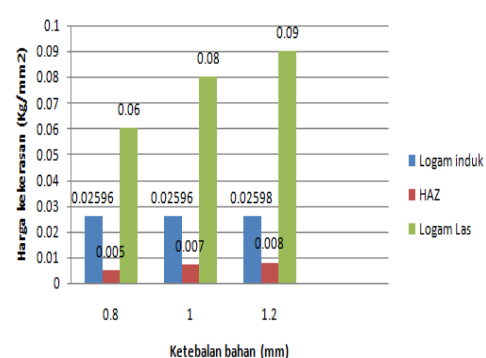
Grafik 1 Kekerasan Vs Ketebalan waktu penekanan 1 detik

Kekerasan Vs Ketebalan



Grafik 2 Kekerasan Vs Ketebalan waktu penekanan 1,5 detik

Kekerasan Vs Ketebalan

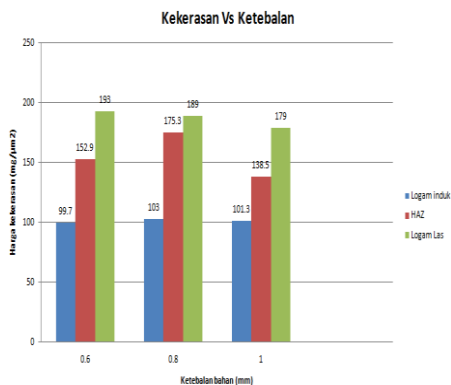


Grafik 3 Kekerasan Vs Ketebalan waktu penekanan 2 detik

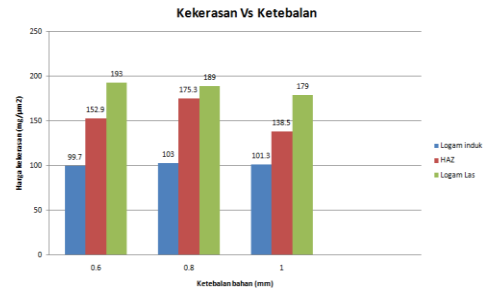
Berdasar data dari grafik 1 sampai dengan grafik 3 kekerasan tertinggi terjadi pada daerah pengelasan dengan waktu penekanan 2 detik besarnya 0,09 Kg/mm<sup>2</sup> serta kekerasan terendah terjadi pada

penekanan 1 detik besarnya 0,005 Kg/mm<sup>2</sup>. Hal ini disebabkan perbedaan heat input. Heat input pada penekanan 2 detik besarnya 91 joule dan pada penekanan 1 detik besarnya 45,5 Joule terjadi perbedaan 45,5 Joule kurang lebih 50 % bila dibandingkan dengan waktu penekanan 2 detik. Hal ini disebabkan karena waktu penekanan yang lebih lama menyebabkan heat input yang masuk selama proses pengelasan lebih besar dan pendinginan yang relative sama sehingga menyebabkan besar butir pada struktur mikro dengan waktu penekanan yang lebih lama menjadi lebih kecil bila dibandingkan dengan waktu penekanan 1 detik. Berdasar metode Hyen semakin kecil butiran pada struktur mikro maka kekerasannya semakin besar bila dibandingkan dengan besar butir yang besar, hal ini dapat dilihat pada gambar struktur mikro gambar 3 sampai gambar 6

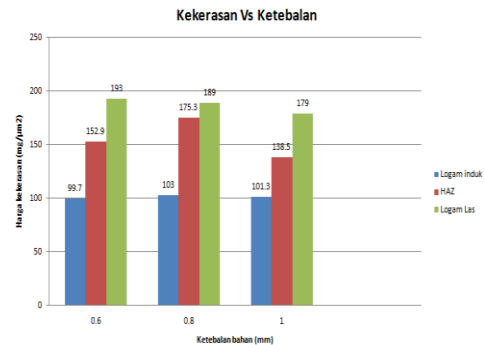
Adapun berdasar data-data penelitian yang dilakukan Laylatu khifdiyah dengan judul pengaruh tebal pelat & waktu pada pengelasan titik (*spot welding*). Dengan menggunakan bahan baja karbon rendah dengan menggunakan tegangan 1,75 Volt serta arus yang digunakan besarnya 26 amper dengan waktu penekanan 1 detik, 1,5 detik serta 2 detik data-data yang diperoleh dari pengujian kekerasan dapat dilihat seperti pada grafik 4 sampai dengan 6



**Grafik 4** Kekerasan Vs Ketebalan waktu penekanan 1 detik



**Grafik 5** Kekerasan Vs Ketebalan waktu penekanan 1,5 detik

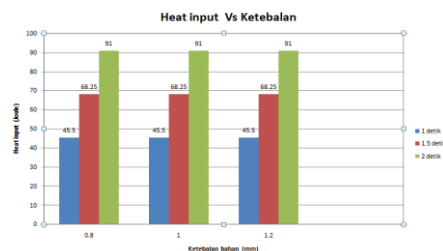


**Grafik 6** Kekerasan Vs Ketebalan waktu penekanan 2 detik

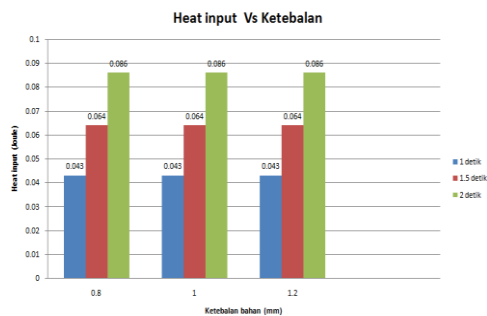
Berdasar data dari grafik 4 sampai dengan grafik 6 kekerasan tertinggi terjadi pada daerah pengelasan dengan waktu penekanan 2 detik besarnya 340 mg/μm<sup>2</sup> dan harga kekerasan terendah terjadi dengan waktu penekanan 1 detik besarnya 140 mg/μm<sup>2</sup> (Laylatu khifdiyah 2012). Hasil pengujian kekerasan yang dilakukan di dalam penelitian untuk logam baja sama dengan untuk logam aluminium yang mana harga kekerasan tertinggi terjadi pada penekanan 2 detik.

### Panas yang masuk pada proses pengelasan

Energi yang diberikan pada operasi pengelasan tergantung dari pada aliran arus listrik, resistensi rangkaian, dan panjang waktu arus dialirkan, adapun rumus yang digunakan sebagai berikut :  $H = I^2 \cdot R \cdot t$ .

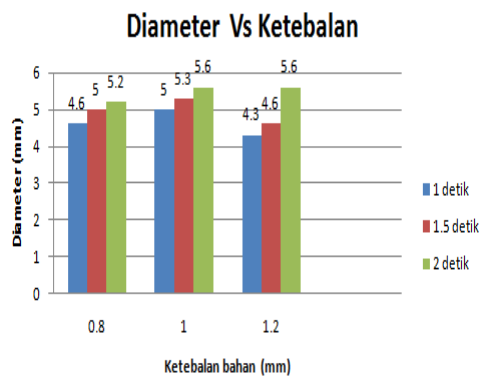


**Grafik 7** Heat input pada tiap-tiap pengujian (Joule)



**Grafik 8** heat input pada tiap-tiap pengujian (Btu)

Adapun besarnya diameter manik-manik rata-rata dari beberapa pengujian dengan ketebalan bahan 0,8 mm, 1 mm dan 1,2 mm dapat dilihat pada grafik di bawah ini.

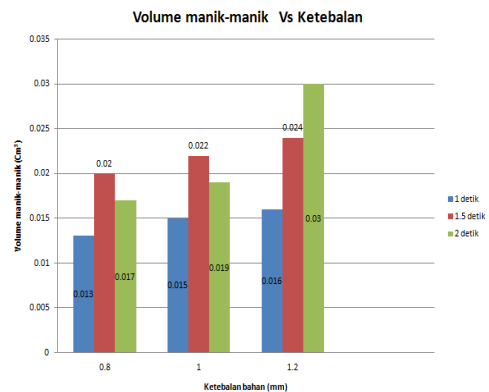


**Grafik 9** Diameter manik-manik

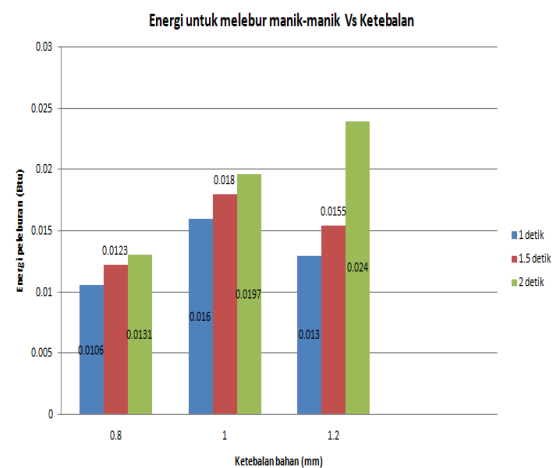
Dari data-data tersebut diatas besarnya volume manik-manik pada pengelasan titik pada tiap-tiap pengujian seperti pada grafik 10.

Dengan mengamsumsikan energi lebur aluminium sebesar 138,2 Btu/lb ([www.engeneringtoolbox.com/latent.heat-melting-solid-dg6.html](http://www.engeneringtoolbox.com/latent.heat-melting-solid-dg6.html))

masa jenis Al 2,7 gram/cm<sup>3</sup> maka besarnya energy lebur aluminium 0,83 Btu/cm<sup>3</sup> Adapun besarnya energi panas yang dibutuhkan untuk pengelasan seperti terlihat pada grafik 11. Perhitungan panas yang dibutuhkan untuk melebur manik-manik pengelasan di dapatkan dengan mengalikan volume manik-manik dalam cm<sup>3</sup> dengan energi lebur aluminium dalam Btu/cm<sup>3</sup> adapun besarnya panas yang dibutuhkan untuk melebur manik-manik dapat dilihat pada grafik 12.

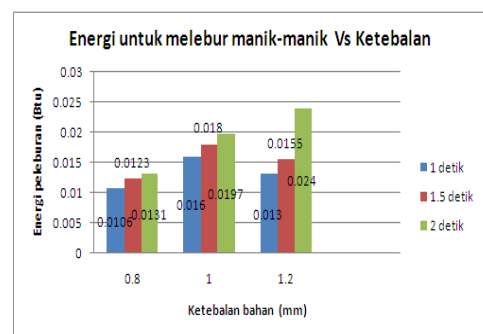


**Grafik 10** Volume manik-manik dari beberapa ketebalan material

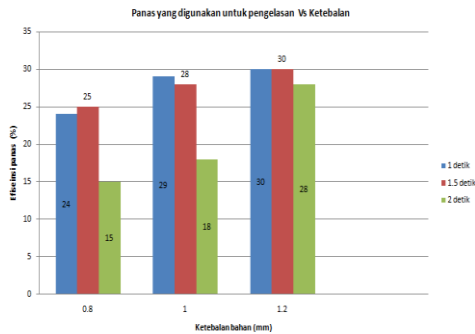


**Grafik 11.** Energi yang diperlukan untuk pengelasan

Adapun besarnya efisiensi panas didapatkan dengan cara energi panas yang dibutuhkan untuk meleburkan manik-manik di bagi dengan besarnya panas yang dihasilkan pada proses pengelasan. Adapun besarnya efisiensi panas untuk melebur manik-manik didapatkan dari panas yang dibutuhkan untuk melebur manik-manik dibagi dengan energy pengelasan dikalikan 100% hasilnya seperti pada grafik 13.

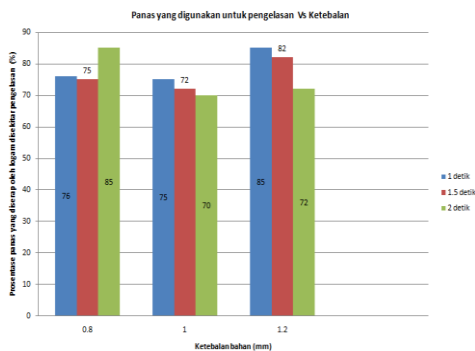


**Grafik 12** Panas yang dibutuhkan untuk melebur manik-manik



**Grafik 13.** Effisiensi panas untuk melebur manik-manik.

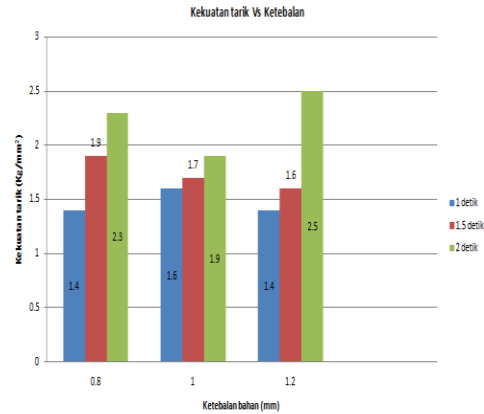
Adapun besarnya prosentase panas yang diserap oleh logam disekitar pengelasan didapatkan dengan cara 100 % dikurangi prosentasi untuk melebur manik - manik yang hasil perhitungannya seperti pada grafik 14



**Grafik 14** Prosentase panas yang diserap oleh logam disekitar pengelasan.

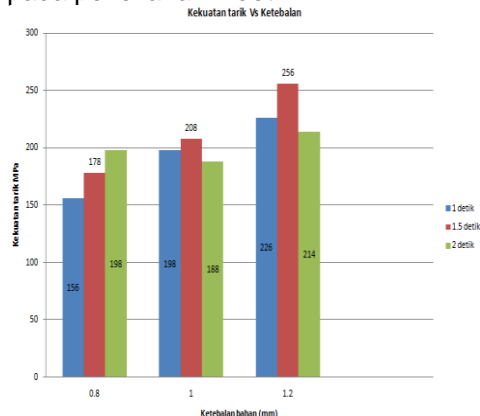
### Hasil pengujian tarik dan pembahasan

Pengujian kekuatan geser sambungan dengan metode uji tarik dilakukan untuk mengetahui sifat –sifat mekanis dari material aluminium sebagai material uji dalam penelitian ini. Adapun hasil pengujian tarik seperti pada grafik 15, dan 16 untuk beberapa ketebalan, waktu penekanan dan tegangan yang digunakan kemudian dirata-rata hasil analisisnya dapat dilihat pada grafik di bawah ini.



**Grafik 15** Kekuatan tarik Vs ketebalan

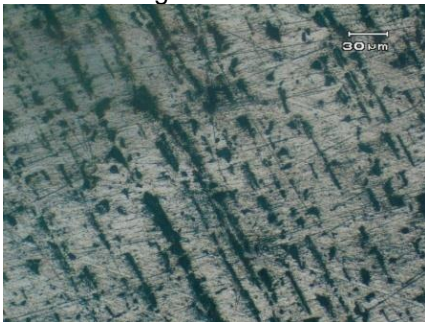
Dari grafik 15 kekuatan tarik tertinggi pada pengelasan dengan penekanan 2 detik pada ketebalan 1,2 mm sebesar 2,5 kg/mm<sup>2</sup> dan kekuatan tarik terendah pada penekanan 1 detik sebesar 1,4 Kg/mm<sup>2</sup> terjadi perbedaan 1,1 Kg/mm<sup>2</sup> kurang lebih 44 %, hal ini disebabkan pada pengelasan pada penekanan 2 detik hasil pengelasan lebih baik karena terbentuk manik-manik las yang sempurna dibandingkan hasil pengujian dengan penekanan yang lainnya. Dan dengan menggunakan data (laylatu khadiyah 2012) dapat dilihat pada grafik 16 dibawah ini. Adapun besarnya kekuatan tarik tertinggi pada pengujian dengan penekanan 2 detik pada ketebalan bahan 1,2 mm besarnya 256 Mpa dan terendah pada pengujian dengan penekanan 1 detik pada ketebalan 0,8 mm besarnya adalah 156 Mpa hal ini disebabkan pada pengelasan dengan penekanan 2 detik hasil pengelasan pada daerah manik-manik sempurna dibandingkan dengan pengujian yang lain hal ini disebabkan panas yang diberikan pada pengelasan tersebut lebih besar bila dibandingkan pengujian dengan menggunakan penekanan 1,5 detik, dan pengujian dengan waktu penekanan 1 detik. Hasil penelitian untuk logam baja dan aluminium kekerasannya tertinggi pada penekanan 2 detik dan kekuatan terendah pada penekanan 1 detik.



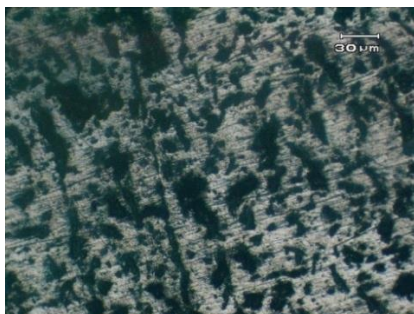
**Grafik 16 Kekuatan Vs ketebalan Hasil Pengujian struktur mikro dan pembahasan**

Pengamatan mikro pada suatu material uji mengalami proses pengelasan yang dilakukan pada tiga tempat yaitu pada daerah logam induk, HAZ, (ASM 1989) dan daerah pengelasan. Ketiga daerah tersebut mendapatkan perlakuan yang berbeda, dalam hal ini temperatur puncak serta laju pendinginan yang berbeda, maka ketiganya daerah tersebut juga memiliki struktur mikro juga berbeda.

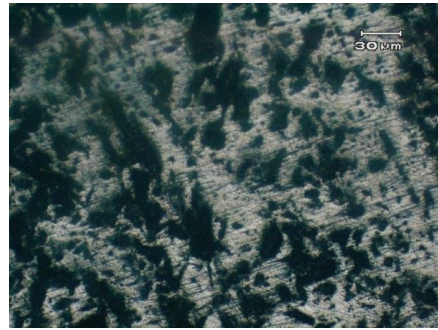
Berdasarkan gambar 3 sampai gambar 6 pada daerah uji, HAZ, logam induk dan daerah pengelasan struktur mikronya tidak mengalami perubahan Dan dari hasil struktur mikro yang terlihat hanya ada perbedaan besar butir antara variabel penekanan pada proses pengelasan dengan penekanan 1 detik, 1,5 detik dan 2 detik, adapun besar butir terkecil terjadi pada penekanan 2 detik. Hal ini disebabkan karena penekanan 2 detik masukan panas yang terjadi semakin besar bila dibandingkan dengan penekanan 1 detik dengan pendinginan yang sama maka besar butirnya akan semakin kecil bila dibandingkan dengan masukan panas pada pengelasan 1 detik, Dari gambar struktur mikro dapat dijelaskan bahwa urutan besar butir yaitu pada daerah pengelasan, daerah HAZ dan daerah logam induk.



**Gambar 5.** Struktur mikro logam induk



**Gambar 6** Daerah Pengelasan dengan waktu penekanan 1 detik



**Gambar 7** Daerah pengelasan dengan waktu penekanan 2 detik



**Gambar 8.** Daerah HAZ

Dari gambar tersebut dapat disimpulkan semakin lama waktu penekanan maka besar butirnya semakin kecil sehingga sifat mekanik yang dimiliki semakin besar dalam hal ini terjadi pada pengujian dengan waktu penekanan 2 detik.

**Hasil Pengujian komposisi material uji**

Material yang digunakan di dalam penelitian ini adalah aluminium murni yang hasil pengujian komposisi kimia seperti pada tabel 1 dari tabel tersebut besarnya aluminium adalah 99 % sedangkan unsur-unsur paduan yang lainnya adalah rendah sekali sehingga dapat disimpulkan bahwa pelat tersebut adalah aluminium murni dan mempunyai sifat mekanik yang rendah dibandingkan dengan aluminium paduan. Adapun unsur-unsur paduan komposisi dapat dilihat pada tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1 Hasil uji komposisi kimia

UNSUR	SAMPEL UJI	
	Prosentase (%)	Deviasi
Al	97,67	0,0310
Si	0,409	0,0274
Fe	0,854	0,0008
Cu	<0,0500	<0,0000
Mn	0,101	0,0026
Mg	<0,0500	<0,0000



Cr	<0,0150	<0,0000
Ni	0,0452	0,0186
Zn	0,626	0,0372
Sn	<0,0500	<0,0000
Ti	<0,0100	<0,0000
Pb	<0,0535	0,0030
Be	<0,0001	<0,0000
Ca	0,0020	0,0006
Sr	<0,0005	<0,0000
V	<0,0100	<0,0000
Zr	0,0581	0,0011

### KESIMPULAN

Dari hasil pengolahan data dan analisa data penelitian pengaruh tebal pelat aluminium, lama penekanan pada pengelasan titik terhadap sifat fisis dan mekanis, dan efisiensi panas maka dapat diambil beberapa kesimpulan antara lain sebagai berikut :

1. Kekerasan tertinggi sebesar 0,09 kg/mm<sup>2</sup> pada pengelasan dengan menggunakan waktu penekanan 2 detik dengan tebal pelat 1,2 mm. Dan kekerasan terendah pada pada daerah pengelasan sebesar 0,02596 kg/mm<sup>2</sup> waktu penekanan 1 detik dengan tebal pelat 0,8 mm.
2. Kekuatan tarik tertinggi sebesar 2,5 Kg/mm<sup>2</sup> pada pengelasan dengan menggunakan waktu penekanan 2 detik pada ketebalan pelat 1,2 mm. Dan kekuatan tarik terendah sebesar 1,4 kg/mm<sup>2</sup> dengan menggunakan waktu penekanan 1 detik pada ketebalan pelat 0,8 mm.
3. Heat input terbesar pada pengujian dengan menggunakan lama penekanan 2 detik pada semua material uji yaitu sebesar 0,086 Joule dan Heat input terendah pada pengujian dengan menggunakan lama penekanan 1 detik pada semua material uji yaitu sebesar 0,043 Joule.
4. Volume manik-manik terbesar terjadi pada pengujian dengan lama penekanan 2 detik sebesar 0,03 cm<sup>3</sup> pada ketebalan pelat

1,2 mm dan volume manik-manik terendah terjadi pada lama penekanan 1 detik pada ketebalan pelat 0,8 mm sebesar 0,013 cm<sup>3</sup>.

5. Energi panas untuk melebur manik-manik terbesar terjadi pada pengujian dengan lama penekanan 2 detik sebesar 0,024 Btu pada ketebalan pelat 1,2 mm dan energi panas terendah terjadi pada lama penekanan 1 detik pada ketebalan pelat 0,8 mm sebesar 0,0106 Btu.
6. Efisiensi panas terbesar terjadi pada pengujian dengan lama penekanan 2 detik sebesar 30 % pada ketebalan pelat 1,2 mm dan efisiensi terendah terjadi pada lama penekanan 1 detik pada ketebalan pelat 0,8 mm sebesar 15%.
7. Panas yang terserap pada logam induk terbesar terjadi pada pengujian dengan lama penekanan 1 detik sebesar 85 % pada ketebalan pelat 0,8 mm dan panas yang terserap logam induk terendah terjadi pada lama penekanan 2 detik pada ketebalan pelat 1,2 mm sebesar 70%.

### DAFTAR PUSTAKA

- ASM., 1989, *Metallurgy and Microstructures*, ASM Handbook Committee, Metal Park, Ohio.
- ASM International Hand Book Committee ASM Vol 6 Welding Soldering and Brazing, 1995.
- Harsono. W & T. Okumura, 2000, "Teknologi Pengelasan Logam", PT. Pradnya Paramita, Jakarta
- JIS , hand Book, Ferrous Material and , Tokyo Japanese Standart Association 1984
- Laylatu Khidiyah, 2012, Pengaruh tebal pelat baja karbon rendah dan waktu penekanan pada pengelasan titik terhadap sifat fisis dan mekanis, Jurusan Teknik Mesin IST AKPRIND Yogyakarta
- [www.engeneringtoolbox.com/latent.heat-melting-solid-dg6.html](http://www.engeneringtoolbox.com/latent.heat-melting-solid-dg6.html)