

BAB IV

PEMBAHASAN

4.1 Alat

Alat las gesek (*friction welding*) kapasitas tekan 5.5 Kgf/cm² merupakan alat las gesek putar untuk benda las berbahan aluminium berdiameter maksimal 8 mm dengan kapasitas tekan atau tempa sebesar 5.5 Kgf/cm². Pada alat las gesek (*friction welding*) kapasitas tekan 5.5 Kgf/cm² ini memiliki beberapa komponen-komponen penting didalamnya diantaranya yaitu :

1. Motor listrik 3 *phase*

Pada Motor listrik 3 *phase* tersebut mampu menghasilkan putaran sebanyak 1400 rpm dengan 2HP (*Horse Power*) sedangkan daya yang dibutuhkan pada Motor listrik 3 *phase* sebesar 1500 watt. Adapun kegunaan pada motor listrik 3 *phase* tersebut untuk memutar benda las melalui salah satu ragam yang terpasang.

2. Pneumatik

Pneumatik yang terdapat pada alat las gesek ini mampu menghasilkan tekanan dorong antara 0-5.5 Kgf/cm² dengan sistem udara sebagai pendorong. Kegunaan pneumatik ini untuk mendorong salah satu bahan las yang terkunci pada ragam yang tidak berputar.

3. *Clutch break magnetic*

Komponen ini memiliki peran penting dalam proses pengelasan gesek yaitu proses pengereman. Komponen ini terletak pada bagian belakang motor listrik yang disambungkan dengan poros as motor listrik sedangkan

mekanisme kerja pada pengereman ini menggunakan sistem magnetik karena adanya aliran listrik didalamnya.



Gambar 4.1 Alat Las Gesek Kapasitas Tekan 5.5 Kgf/cm².

4.2 Proses Penyambungan

Dalam prosesi pengelasan las gesek harus melalui beberapa tahapan dan acuan supaya mendapatkan hasil yang maksimal diantaranya sebagai berikut :

A. Langkah-langkah

Pada proses pengelasan aluminium murni ini memiliki beberapa tahapan diantaranya sebagai berikut :

1. Penyiapan dan pembuatan bahan las

Pada proses ini bahan dibuat dan disiapkan sesuai ukuran panjang dan lebar untuk memenuhi standarisasi proses pengujian hasil las pada tahap selanjutnya.



Gambar 4.2 Penyiapan dan Pembuatan Bahan Las.

2. Pengecekan kesiapan alat las

Pengecekan kesiapan alat las ini bertujuan untuk memastikan bahwa alat las sudah siap dan dapat digunakan dalam proses pengelasan gesek supaya pada proses pengelasan tidak terdapat masalah. Pada proses pengecekan alat ini meliputi tahapan sebagai berikut :

- A. Kelistikan dapat bekerja dengan baik
- B. Tidak ada penyumbatan dalam instalasi udara
- C. Motor listrik dapat berputar
- D. Pneumatik dapat bekerja dan berjalan
- E. Pengereman (*clutch break magnetic*) dapat beroperasi dengan baik

3. Pemasangan bahan pada ragum

Tahapan ini bahan las (aluminium murni) yang sudah disesuaikan sesuai dengan ukurannya dipasang pada kedua ragum dan dikunci dengan rapat supaya tidak ada pergeseran atau pergerakan ketika proses pengelasan.



Gambar 4.3 Pemasangan Bahan Pada Ragum.

4. Proses pengelasan

Setelah 3 tahapan diatas sudah terpenuhi maka proses pengelasan bahan las (aluminium murni) dapat dilakukan sesuai durasi, kecepatan dan gaya tekan yang sudah ditentukan.



Gambar 4.4 Proses Pengelasan.

B. Parameter penyambungan

Ada beberapa parameter dalam proses pengelasan aluminium murni sebagai berikut :

1. Gaya tekan

Adanya tekanan pada saat pengelasan ketika salah satu benda uji pada ragum permanen yang digerakkan maju oleh pneumatik. Gaya tekan pada saat proses merupakan point penting dalam keberhasilan

pengelasan. Apabila tekanan sesuai maka keberhasilan pengelasan akan didapat.

2. Kecepatan putaran

Ketika benda uji pada kedua ragam berbenturan maka parameter keberhasilan putaran itu ketika mampu berputar pada saat tertekan oleh benda uji yang ada pada ragam permanen dan kecepatan putaran tersebut dapat memanaskan benda uji tersebut sehingga terjadi pelubangan di kedua benda las tersebut.

3. Durasi waktu lamanya pengelasan

Lamanya proses pengelasan menyesuaikan kemampuan las dalam meluburkan atau meleburkan kedua bahan las pada saat bertabrakan karena adanya panas yang dihasilkan oleh gesekan. Durasi yang dibutuhkan pada alat las ini untuk menyambung benda uji aluminium 1-2 menit lamanya.

4. Proses pengereman

Parameter keberhasilan terakhir pada proses pengelasan gesek yaitu pengereman apabila proses pengereman tidak dapat bekerja dengan cepat ketika sudah terjadi peleburan kedua benda las maka akan mempengaruhi keberhasilan dalam penyambungan kedua benda las tersebut.

4.3 Pengujian dan Hasil

4.3.1 Uji Tarik

Pengujian tarik yaitu bertujuan untuk mengetahui besarnya kekuatan tarik dari suatu bahan. Pada proses pengujian ini bahan yang digunakan adalah aluminium berdiameter 8mm dan panjang 64mm. Untuk melakukan proses pengujian tarik, spesimen pengujian dijepit pada mesin uji dengan pembebanan dimulai dari nol, kemudian bertambah perlahan-lahan hingga memperoleh beban maksimum dan akhirnya benda uji putus. Langkah-langkah pengujian tarik adalah sebagai berikut:

1. Menyiapkan spesimen yang akan dilakukan proses pengujian tarik sesuai dengan standart SNI 07-0371-1998 (JIS Z 2241).



Gambar 4.5 Spesimen Pengujian Tarik.

2. Benda uji dijepit pada ragum yang terdapat pada mesin uji, kemudian benda uji mulai dilakukan pembebanan dengan menggunakan gaya atau tenaga dari hidrolik dari pembebanan 0 kg hingga benda uji putus sampai batas maksimum.
3. Benda uji yang telah dilakukan proses pengujian tarik kemudian diukur pertambahan panjang setelah benda uji putus.



Gambar 4.6 Spesimen Setelah Dilakukan Pengujian Tarik.

4. Gaya maksimum ditunjukkan dengan putusya benda uji yang terdapat pada layar digital mesin uji kemudian angka yang keluar dicatat sebagai data.
5. Langkah terakhir yaitu menghitung kekuatan tarik, kekuatan luluh, pertambahan perpanjangan dan modulus elastisitas.
6. Prosedur yang sama dilakukan pada spesemen pengujian selanjutnya.



Gambar 4.7 Mesin Uji Tarik.

Pada penelitian ini pengujian menggunakan mesin *com servo* dengan pembebanan 0-2000 kg dengan suhu ruang. Spesimen pengujian terdiri dari

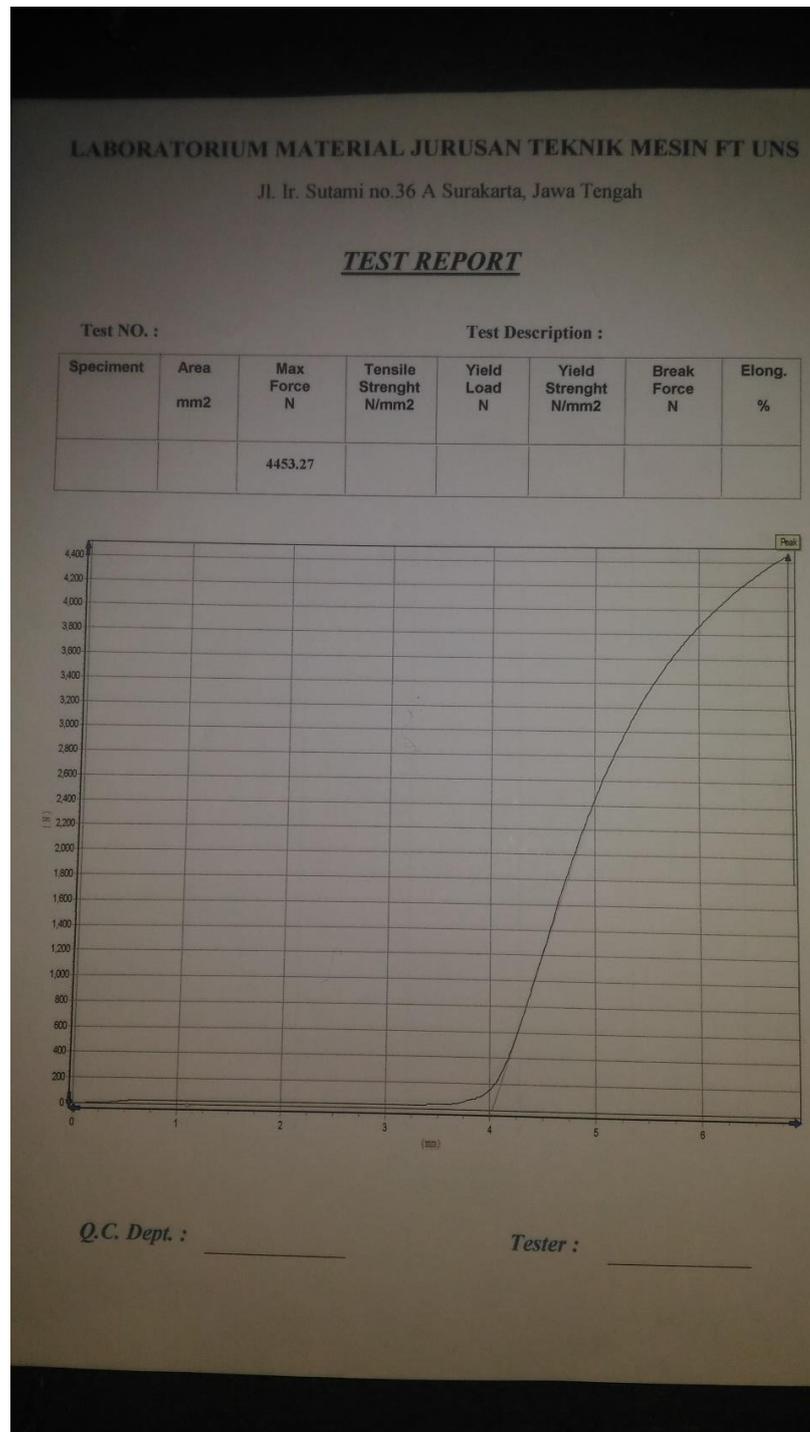
pengujian tarik mendapatkan kualitas tarik atau gaya yang diterima pada aluminium murni dari hasil pengelasan las gesek dengan menggunakan alat las kapasitas tekan 5.5 Kgf/cm². Berdasarkan pengujian tarik didapat nilai *ultimate tensile strength* sebagai berikut :

Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Tarik 5 Spesimen Aluminium Murni.

No	Spesimen	Nilai <i>UTS</i> (MPa)	<i>Elongation</i> (%)	Modulus Elastisitas (GPa)
1	Pertama	88.64	1.56	5.69
2	Kedua	88.39	1.56	5.66
3	Ketiga	81.18	1.56	5.2
4	Keempat	75.33	1.56	4.83
5	Kelima	81.48	1.56	5.22

Pada tabel diatas dapat disimpulkan bahwa pada pengujian tarik yang telah dilakukan pada aluminium dari beberapa spesimen yang telah dilakukan proses pengelasan gesek (*friction welding*) memiliki nilai *ultimate tensile strength* tertinggi sebesar 88.64 N/mm² dimana deformasi plastis mulai terdeteksi. Pada saat pembebanan dimulai dari titik 0 hingga mencapai pada titik luluh dapat dilihat secara jelas bahwa pada aluminium murni masih mampu menerima beban. Besarnya perubahan deformasi plastis memiliki nilai tertinggi sebesar 1.56%, dimana pada titik ini bahan uji mengalami perubahan struktur. Pada titik modulus elastisitas menyatakan bahwa nilai kekuatan pada aluminium murni memiliki nilai tertinggi sebesar 5.69 GPa. Berikut ini adalah perhitungan hasil tertinggi pengujian tarik pada aluminium

murni yang telah dilakukan proses pengelasan gesek (*friction welding*) pada alat las kapasitas tekan 5.5 Kg/cm^2 :



Gambar 4.8 Diagram Hasil Uji Tarik Spesimen 1.

1. Luas penampang (area):

$$\begin{aligned}
 A_o &= \frac{1}{4} \pi (d)^2 \\
 &= \frac{1}{4} 3.14 (8)^2 \\
 &= \frac{1}{4} 3.14 (64) \\
 &= 50.24 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

2. *Ultimate Tensile Strength*

$$\begin{aligned}
 S_u &= \frac{P_{\text{maks}}}{A_o} \\
 &= \frac{4453.27 \text{ N}}{50.24 \text{ mm}^2} \\
 &= 88.64 \text{ N/mm}^2 \text{ atau } 88.64 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

3. *Elongation*

Diketahui : l_o : 64 mm

l : 65 mm

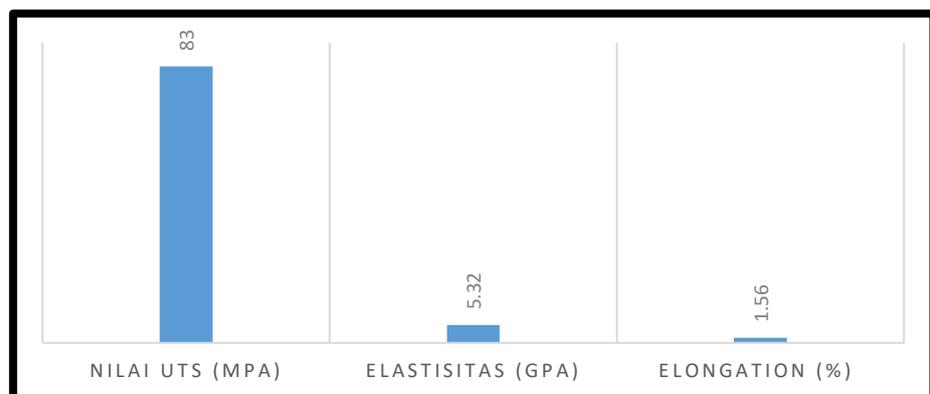
$$\begin{aligned}
 e &= \frac{l - l_o}{l_o} \times 100\% \\
 &= \frac{65 \text{ mm} - 64 \text{ mm}}{64 \text{ mm}} \times 100\% \\
 &= 1.56 \%
 \end{aligned}$$

4. Modulus Elastisitas

$$\begin{aligned}
 E &= \frac{\sigma}{e} \\
 &= \frac{88.86 \text{ N/mm}^2}{1.56 \%} = \frac{88.86 \text{ N/mm}^2}{\frac{1.56}{100}} \\
 &= \frac{88.86 \text{ N/mm}^2 \times 100}{1.56} \\
 &= 5696 \text{ N/mm}^2 \text{ atau } 5696 \text{ MPa} \\
 &= 5.69 \text{ GPa}
 \end{aligned}$$

Tabel 4. 2 Nilai Rata-Rata Uji Tarik

No	Spesimen	Nilai <i>UTS</i> (MPa)	<i>Elongation</i> (%)	Modulus Elastisitas (GPa)
1	Pertama	88.64	1.56	5.69
2	Kedua	88.39	1.56	5.66
3	Ketiga	81.18	1.56	5.2
4	Keempat	75.33	1.56	4.83
5	Kelima	81.48	1.56	5.22
Rata-rata		83	1.56	5.32



Gambar 4. 9 Nilai Rata-Rata Pengujian Tarik Aluminium.

Dapat disimpulkan berdasarkan gambar 4.10 bahwa nilai rata-rata kekuatan Tarik (*ultimate tensile strength*) yang dihasilkan sebesar 83 MPa dengan *elongation* sebanyak 1.56 % dan modulus elastisitas 5.32 GPa.

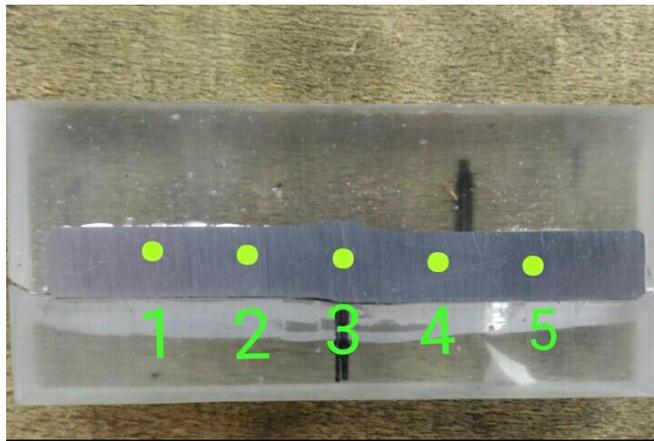
4.3.2 Uji Kekerasan

Pengujian kekerasan hasil las gesek aluminium menggunakan *microhardnest vicker tester* (model 402 MVD S/N “V2D531”) dengan standart ASTM E92. Menggunakan beban indentasi sebesar 1.96 N atau setara dengan 201.9 gf dengan lama indentasi 15 s. Pengujian dilakukan sebanyak lima titik setiap spesimen pada daerah pengelasan yang bertujuan untuk melihat nilai kekerasan pada material hasil las aluminium yang dihasilkan oleh lat las kapasitas tekan 5.5 Kg/cm².



Gambar 4.10 Alat Microhardnest Vicker Tester (Model 402 MVD S/N “V2D531”).

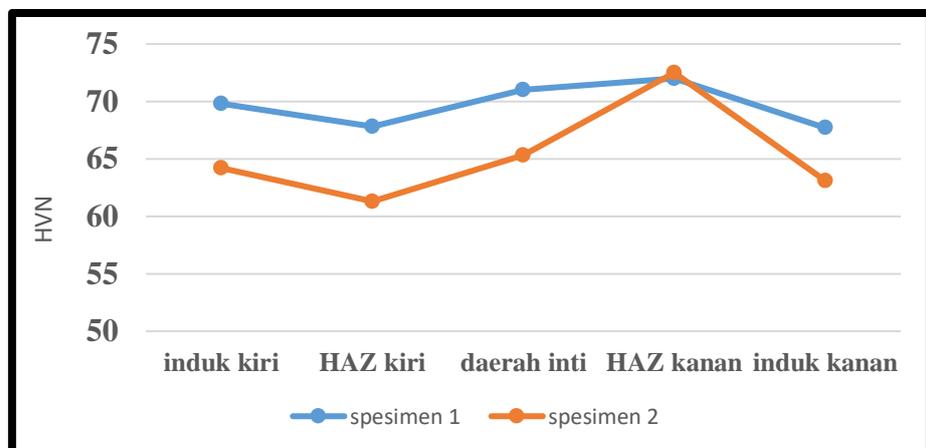
Pengujian dilakukan sebanyak lima titik setiap spesimen pada daerah pengelasan yang bertujuan untuk melihat nilai kekerasan pada material hasil las aluminium yang dihasilkan oleh alat las kapasitas tekan 5.5 Kg/cm².



Gambar 4.11 Titik Pengujian Kekerasan.

Tabel 4. 3 Tabel Hasil Pengujian Mikrohardness Spesimen

Spesimen	Logam Induk Kiri (HVN) No 1	HAZ Kiri (HVN) No 2	Daerah Inti (HVN) No 3	HAZ Kanan (HVN) No 4	Logam Induk Kanan (HVN) No 5
1	69.8	67.8	71	72	67.7
2	64.2	61.3	65.3	72.5	63.1



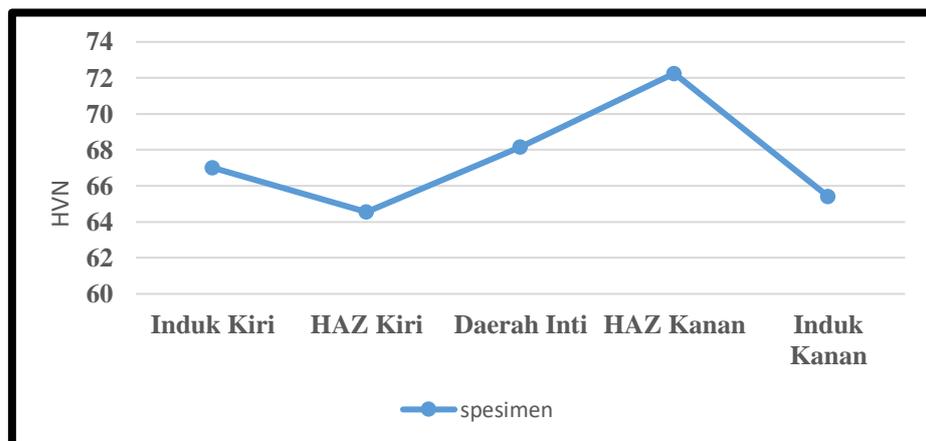
Gambar 4.12 Diagram Hasil Uji Kekerasan Spesimen.

Berdasarkan diagram grafik diatas didapatkan hasil spesimen aluminium nomer pertama memiliki nilai kekerasan pada daerah inti sebesar 71 HVN, pada daerah HAZ kanan 72 HVN sedangkan HAZ kiri 67.8 HVN adapun daerah induk kanan 67.7 HVN dan daerah induk kiri 69.8 HVN. Dari data hasil tersebut memperlihatkan bahwa daerah yang memiliki nilai kekerasan tertinggi terdapat pada daerah HAZ sebelah kanan.

Sedangkan hasil spesimen aluminium nomer kedua memiliki nilai kekerasan pada daerah inti sebesar 65.3 HVN , pada daerah HAZ kanan 72.5 HVN sedangkan HAZ kiri 61.3 HVN adapun daerah induk kanan 63.1 HVN dan daerah induk kiri 64.2 HVN. Dari data hasil tersebut memperlihatkan bahwa daerah yang memiliki nilai kekerasan tertinggi terdapat pada daerah HAZ sebelah kanan.

Tabel 4. 4 Tabel Hasil Rata-Rata Pengujian Mikrohardness.

Titik	Daerah Pengelasan	Nilai (HVN) spesimen 1	Nilai (HVN) spesimen 2	Nilai rata-rata (HVN)
1	Induk Kiri	69.8	64.2	67
2	HAZ Kiri	67.8	61.3	64.55
3	Daerah Inti	71	65.3	68.15
4	HAZ Kanan	72	72.5	72.25
5	Induk Kanan	67.7	63.1	65.4



Gambar 4.13 Diagram Hasil Rata-Rata Pengujian Kekerasan Aluminium Murni.

Pada gambar 4.13 memperlihatkan nilai rata-rata tertinggi hasil uji kekerasan spesimen aluminium hasil las gesek (*friction welding*) terdapat pada daerah HAZ kanan sebesar 72.25 HVN. Adanya peningkatan kekerasan pada daerah HAZ dikarenakan adanya perubahan karakteristik dan struktur mikro material yang disebabkan oleh sumber panas yang dihasilkan dari gesekan kedua material. Proses pendinginan pada material menjadi salah satu faktor yang menyebabkan nilai kekerasan tinggi. Semakin lama proses pendinginan maka nilai kekerasan material semakin menurun begitu pula sebaliknya. Adapun daerah induk yang memiliki nilai rata-rata paling rendah disebabkan struktur mikro pada daerah tersebut tidak banyak terpengaruh dampak panas yang dihasilkan oleh proses pengelasan.

Adanya perbedaan nilai pada daerah pengelasan antara bagian kanan dan kiri selain daerah inti (HAZ dan logam induk) disebabkan karena prinsip kerja pada pengelasan terdapat perbedaan antara benda diam dan berputar yang mengakibatkan temperatur benda uji yang berputar lebih panas sehingga terjadinya panas yang tidak merata diantara kedua benda las pada saat proses

pengelasan. Oleh sebab itu berdasarkan data nilai pengujian kekerasan yang didapat, nilai distribusi kekerasan antara daerah logam induk dan HAZ meningkat sebesar 3.32% sedangkan antara daerah logam induk dan inti meningkat sebesar 2.95%.