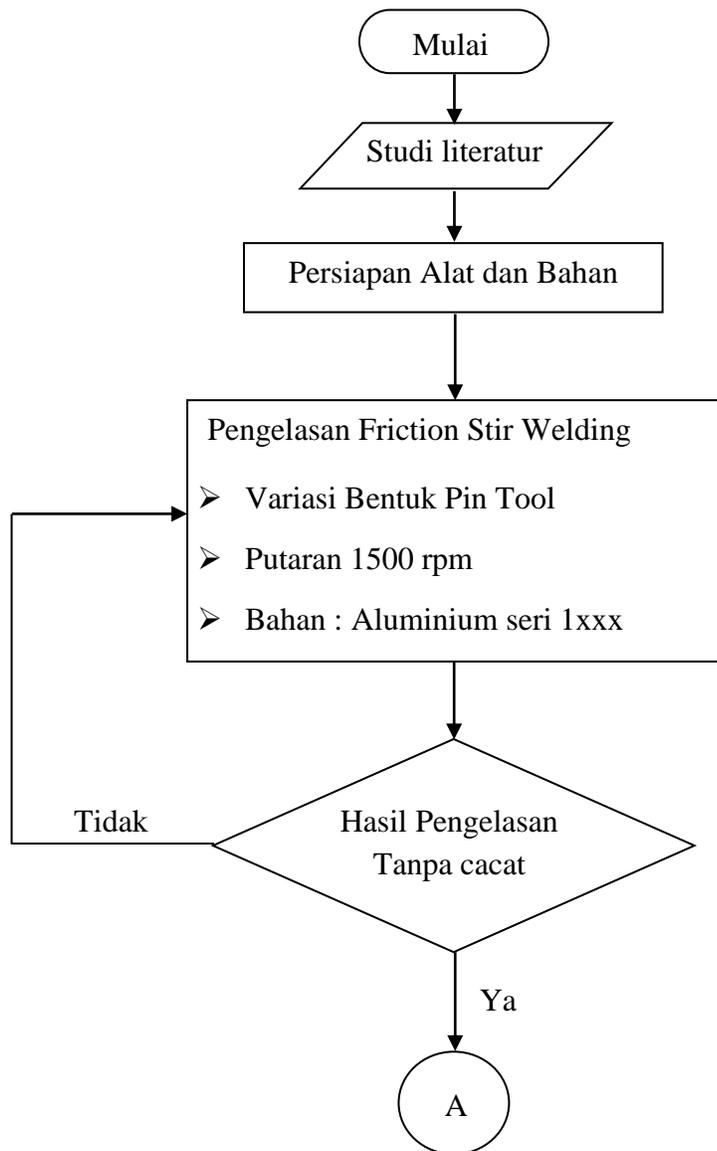


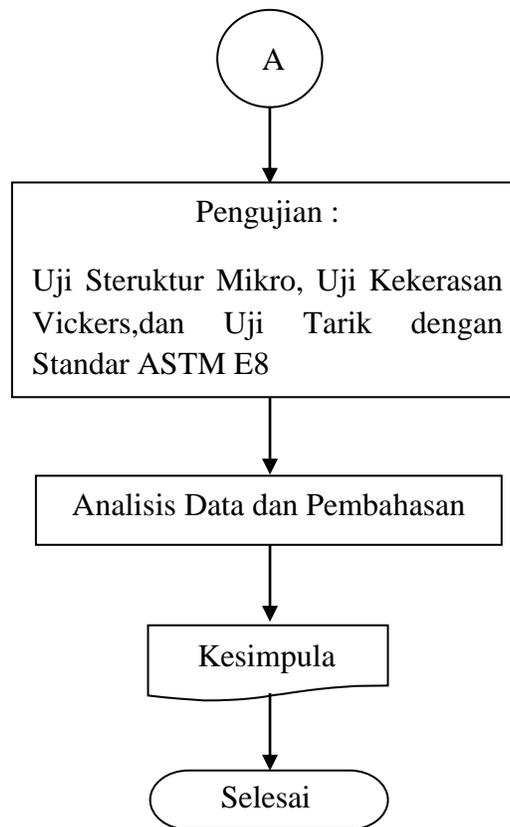
BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian

Langkah-langkah dalam proses pengelasan FSW dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1. Langkah-langkah dalam proses pengelasan FSW.



Gambar 3.1 Langkah-langkah dalam proses pengalasan FSW. (Lanjutan)

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat yang digunakan dalam penelitian

1. Mesin Milling

mesin milling adalah suatu mesin perkakas menghasilkan putaran dengan pemakanan mendatar dimana benda kerja akan dicekam dan diam pada sebuah meja yang bergerak secara vertikal kemudian pahat akan berputar dan akan mengasilkan bidang datar. Mesin milling sangat cocok digunakan untuk pengelasan FSW dimana pada prosesnya pahat diganti

menggunakan pin, pin tersebut berfungsi untuk mengaduk dan memanaskan benda kerja yang akan di las.



Gambar 3.2. Mesin Milling Vertikal

Mesin milling yang digunakan untuk pengelasan FSW adalah mesin milling merk CHEVALIER 3-PHASE (Gambar 3.2) yang ada di Laboratorium Proses Produksi Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

2. Mesin Bubut

Mesin bubut adalah salah satu mesin perkakas yang digunakan untuk membuat pin tool untuk pengelasan FSW, mesin bubut yang digunakan yaitu MICROWELLY TY-1630S Gambar 3.3. yang ada di Laboratorium Proses Produksi Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.



Gambar 3.3. Mesin Bubut

3. Amplas

Amplas berfungsi untuk menghaluskan dan meratakan permukaan benda ujisebelum memulai penelitian (khususnya untuk pengujian struktur mikro).Dengan nomor amplas1000.

4. Alat Uji Kekerasan

Pengujian kekerasan dilakukan untuk mengetahui kekerasan hasil pengelasan yang sudah dilakukan pengujian ini dilakukan di Laboratorium Bahan D-3 Universitas GadjahMada.menggunakan mesin mesin uji kekeasan Micro Vickers.



Gambar 3.4. Mesin Uji Kekerasan Vickers (<http://novotest.co.id>)

5. Alat uji struktur mikro

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui struktur mikro yang ada pada hasil pengelasan FSW, pengujian ini dilakukan di Laboratorium D-3 Teknik Mesin Universitas Gajah Mada dengan mesin mikroskop optik



Gambar 3.5. Mesin Uji Struktur Mikro

3.2.2 Bahan yang digunakan dalam penelitian

1. Aluminium

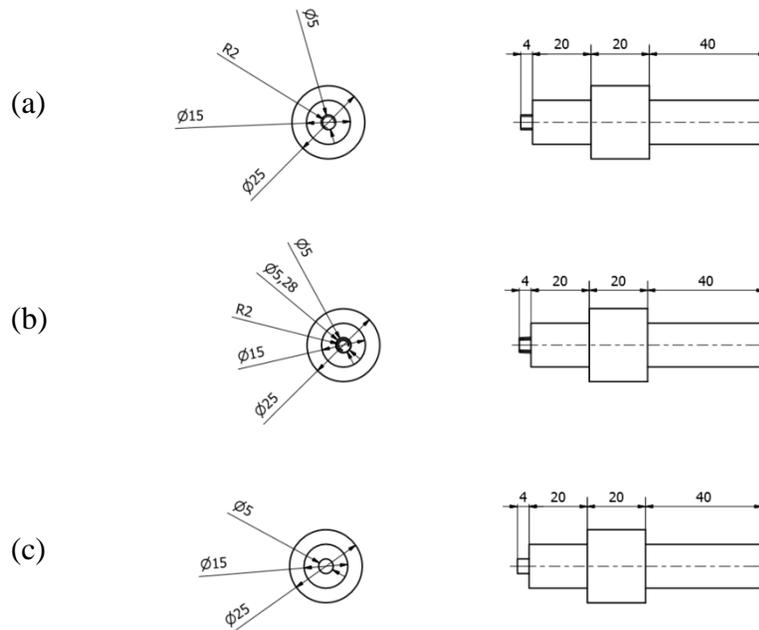
Aluminium yang digunakan adalah aluminium Seri 1xxx dengan ketebalan 5 mm, lebar 100 mm, dan panjangnya 170 mm. Aluminium seri 1xxx adalah jenis aluminium yang memiliki kandungan Al paling tinggi dibandingkan dengan seri yang lainnya, dimana kandungan Alnya minimal sebesar 99%, selain itu aluminium seri 1xxx ini juga termasuk jenis aluminium yang tidak mudah diperlakukan panas, banyak digunakan pada bagian-bagian kelistrikan, kimia, kapal dan lain-lain, karena aluminium 1xxx ini memiliki komposisi dan kekuatan mekanik yang cocok untuk dijadikan komponen-komponen bagian kapal laut dan kelistrikan.

2. Baja

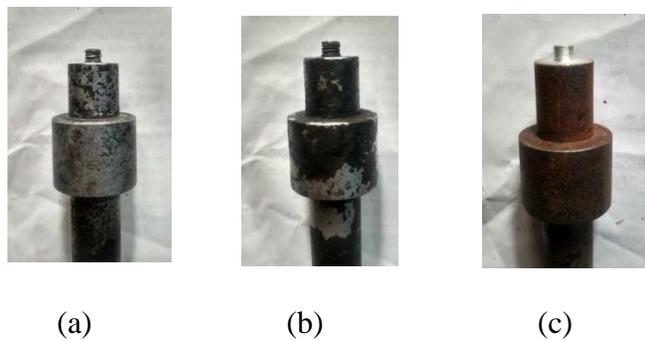
Baja yang digunakan adalah baja pejal dengan diameter 25 mm dan panjang 400 mm. Fungsinya sebagai bahan baku pembuatan tool pada pengelasan FSW. Pembuatan tool ini dilakukan di laboratorium fabrikasi logam Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

3.3 Proses Penelitian

3.3.1 Proses Pembuatan Tool



Gambar 3.6. Desain Tool FSW a). silinder ulir, b). tirus ulir, c). silinder biasa.



Gambar 3.7. Tool yang Digunakan a).silinder ulir, b). tirus ulir, c). silinder biasa.

Gambar 3.6. adalah desain tool fsw yang dibuat menggunakan autodesk inventor dengan skala mm. Pembuatan deasan untuk ketiga variasi bentuk pin dimulai dengan pembuatan garis lingkaran dengan diameter 25 dan

kemudian di extrude dengan panjang 20 mm, pembuatan garis lingkaran sebagaisholder dengan diameter 15 mm dan di extrude lagi dengan panjang 20 mm, pembuatan garis lingkaran sebagai pemegang tool dengan diameter 15 dan di extrude dengan panjang 40 mm. Pembuatan pin tool silinder berulir yaitu dengan pembuatan garis lingkaran diameter 5 mm dan di extrude 4 mm dengan ulir M5, Pembuatan pin tool tirus berulir yaitu dengan pembuatan garis lingkaran diameter 5 mm dan di extrude 4 mm kemudian di camper $R = 2^\circ$ dan diberi ulir M5. Pembuatan pin tool silinder berulir yaitu dengan pembuatan garis lingkaran diameter 5 mm dan di extrude 4 mm.

Gambar 3.8 Pembuatan tool ini menggunakan bahan bajapejalkarbon tinggi dengan diameter 27 mm dan dengan menggunakan mesin bubut, pembuatan tool silinder biasa di mulai dari pemotongan bahan dengan panjang 85 mm sebanyak 3 buah. Pembuatan pin silinder berulir dengan pengurangan diameter 27 mm menjadi dimensi pin $D \times P = 5 \times 4$ (mm) dengan ulir M5, pembuatan pin tirus berulir dengan pengurangan diameter 27 mm menjadi dimensi pin $D \times P \times R = 5 \times 4 \times (2^\circ)$ (mm) dengan ulir M5, pembuatan pin silinder biasa dengan pengurangan diameter 27 mm menjadi dimensi pin $D \times P = 5 \times 4$ (mm). Untuk pembuatan shoder ketiga pin yaitu dengan pengurangan diameter 27 mm menjadi $D \times P = 15 \times 20$ (mm). Untuk pembuatan pemegang ketiga pin yaitu dengan pengurangan diameter 27 mm menjadi $D \times P = 15 \times 40$ (mm).

3.3.2 Proses Pengelasan

Proses pengelasan FSW ini dilakukan dengan menggunakan parameter-parameter yang telah ditentukan.

1. Menggunakan bahan aluminium seri 1xxx dengan tebal 5 mm.

2. Mempersiapkan mesin milling beserta penyesuaian parameter yang digunakan untuk proses pengelasan.
3. Mempersiapkan benda kerja pada mesin milling.
4. Memasang pin tool yang akan digunakan pada mesin milling.
5. Menghidupkan mesin, memutar eretan agar meja kerja pada mesin milling naik dan menekan material hingga holder menyentuh benda kerja.
6. Tool bergerak secara horizontal sesuai arah pengelasan dan terjadi proses penyatuan material aluminium (joining process).
7. Proses selesai, tool diangkat dan specimen dipindahkan dari mesin.
8. Proses 1-6 diulang dengan mengganti tool yang sudah dipersiapkan.

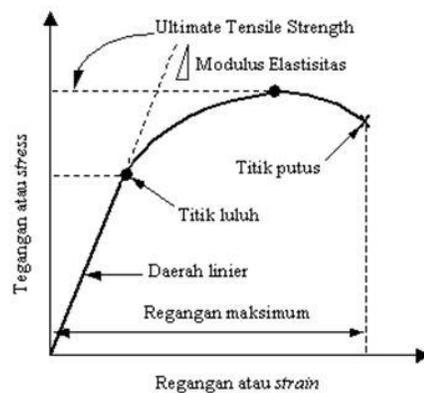
3.3.3 Proses Pengujian

Setelah specimen, tool dan pengelasan dan mesin milling siap maka langkah selanjutnya adalah persiapan proses pengujian. Persiapan proses pengujian meliputi :

1. Pengujian Tarik

Kekuatan tarik (tensile strength) adalah tegangan maksimum yang bisa ditahan oleh sebuah bahan ketika diregangkan atau ditarik, sebelum bahan tersebut patah. Kekuatan tarik adalah kebalikan dari kekuatan tekan, dan nilainya bisa berbeda. Beberapa bahan dapat patah begitu saja tanpa mengalami deformasi, yang berarti benda tersebut bersifat rapuh atau getas (brittle). Bahan lainnya akan meregang dan mengalami deformasi sebelum patah, yang disebut dengan benda elastis (ductile).

Kekuatan tarik umumnya dapat dicari dengan melakukan uji tarik dan mencatat perubahan regangan dan tegangan. Titik tertinggi dari kurva tegangan-regangan Gambar 3.10. disebut dengan kekuatan tarik maksimum (ultimate tensile strength). Nilainya tidak bergantung pada ukuran bahan, melainkan karena faktor jenis bahan. Faktor lainnya yang dapat mempengaruhi seperti keberadaan zat pengotor dalam bahan, temperatur dan kelembaban lingkungan pengujian, dan penyiapan spesimen.



Gambar 3.9. Kurva Tegangan Tarik (www.alatuji.com)

Dimensi dari kekuatan tarik adalah gaya per satuan luas. Dalam satuan SI, digunakan pascal (Pa) dan kelipatannya (seperti MPa, megapascal). Pascal ekuivalen dengan Newton per meter persegi (N/m^2). Satuan imperial diantaranya pound-gaya per inci persegi (lbf/in^2 atau psi), atau kilo-pound per inci persegi (ksi, kpsi).

Dalam pengujian tarik, spesimen uji dibebani dengan kenaikan beban sedikit demi sedikit hingga spesimen uji tersebut patah, kemudian sifat-sifat tariknya dapat dihitung dengan persamaan:

$$\sigma = \frac{F}{A_0} \dots\dots\dots (3.1)$$

Dimana σ = Tegangan (kgf/mm^2)

F = beban (kgf)

A_0 = luas mula dari penampang batang uji (mm²)

Besarnya regangan dihitung dengan rumus :

$$\varepsilon = (L_0 - L) \times 100\% \dots\dots\dots(3.2.)$$

Dimana ε = Regangan

L_0 = panjang mula dari batang uji (mm)

L = panjang batang uji yang dibebani (mm)

Besarnya modulus elastisitas dihitung dengan rumus:

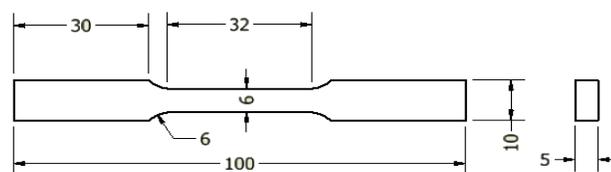
$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} \dots\dots\dots(3.3.)$$

Dimana E = Modulus elastisitas

σ = Tegangan (MPa)

ε = Regangan

Pengujian tarik dilakukan pada spesimen hasil pengelasan. Spesimen yang digunakan untuk uji tarik dibuat menurut standard ASTM E8/E8M-09 (Standard Test Methods of Tension Testing Wrought and Cast Aluminum- and Magnesium-Alloy Products (Metric)). Pengujian tarik dilakukan di Laboratorium S1 Teknik Mesin Gajah Mada. Skema spesimen tarik diperlihatkan pada Gambar 3.11.



Gambar 3.10. Skema Uji Tarik Menurut ASTM E8

2. Pengujian Kekerasan

Kekerasan (Hardness) adalah salah satu sifat mekanik (Mechanical properties) dari suatu material. Kekerasan didefinisikan sebagai kemampuan suatu material untuk menahan beban indentasi atau penetrasi (penekanan). Kekerasan suatu material harus diketahui khususnya untuk material yang dalam penggunaannya akan mengalami gesekan (frictional force) dan deformasi plastis. Deformasi plastis sendiri yaitu suatu keadaan material ketika diberikan gaya maka struktur mikro dari material tersebut sudah tidak bisa kembali ke bentuk asal artinya material tersebut tidak dapat kembali ke bentuknya semula.

Pengujian kekerasan dengan metode Vickers bertujuan menentukan kekerasan dan daya tahan suatu material terhadap indentor intan yang cukup kecil dan mempunyai geometri berbentuk piramid seperti ditunjukkan pada Gambar 3.12. Beban yang dikenakan juga jauh lebih kecil dibanding dengan pengujian Rockwell dan Brinell yaitu antara 1 sampai 1000 gram. Angka kekerasan Vickers (HV) didefinisikan sebagai hasil bagi (koefisien) dari beban uji (F) dengan luas permukaan bekas luka tekan (injakan) dari indentor (diagonalnya) (A) yang dikalikan dengan $\sin(136^\circ/2)$. Rumus untuk menentukan besarnya nilai kekerasan dengan metode Vickers yaitu :

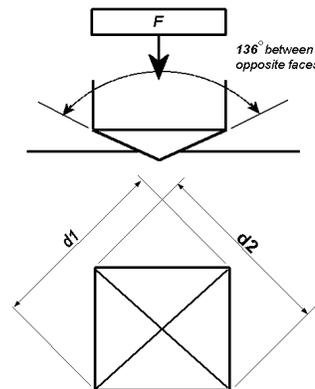
$$VHN = \frac{2P \sin\left(\frac{\theta}{2}\right)}{d^2} = \frac{(1,854)P}{d^2} \dots\dots\dots(3.4)$$

Dimana :

HVN = Angka kekerasan Vickers (kgf/mm²)

F = Beban (kgf)

d = diagonal (mm)



Gambar 3.11. Pengujian Vickers (easycalculation.com)

3. Pengujian Struktur Mikro

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui struktur mikro daerah hasil pengelasan FSW. Sifat fisik dan mekanik suatu material tergantung dari struktur mikro material tersebut. Struktur mikro dalam logam ditunjukkan dengan bentuk, besar dan orientasi butirannya, proporsi dan kekakuannya dimana mereka tersusun atau terdistribusi. Elemen paduan, konsentrasi dan perlakuan panas yang diberikan dapat mempengaruhi bentuk Struktur mikro dari suatu paduan. Pengujian Struktur mikro ini dilakukan dengan bantuan mikroskop yang memiliki koefisien pembesaran dan metode kerja yang bervariasi.

Adapun beberapa tahap yang perlu dilakukan sebelum melakukan pengujian struktur mikro adalah:

- a) Pemotongan : Plat di potong menggunakan mesin milling.
- b) Pengamplasan : Amplas yang digunakan nomor amplas 5000.
- c) Pemolesan : dilakukan pemolesan dengan autosol dan kain halus.
- d) Etsa : 5 – 10 % Sodium Hidroksida (NaOH), 75% volume Asam Nitrat (HNO₃), 25% Volume HF. Waktu pencelupan 10 detik.
- e) Pemotretan : pengambilan foto dengan mikroskop optik.