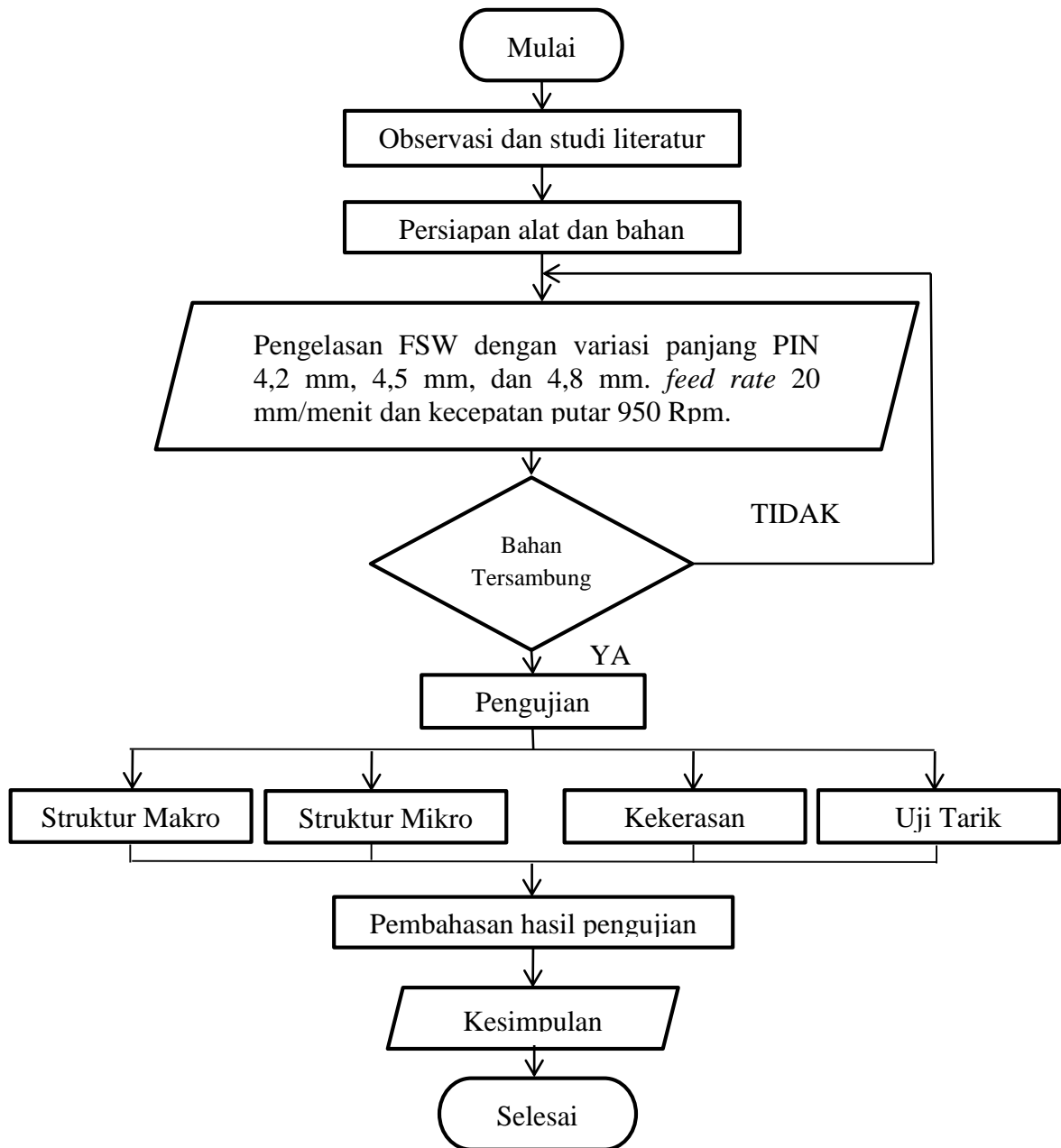


BAB III
METODE PENELITIAN

3.1. Diagram alir penelitian

Diagram alir penelitian pengelasan dengan metode *friction stir welding* dapat dilihat pada Gambar 3.1



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian Pengelasan Dengan Metode FSW

3.2. Alat dan Bahan Penelitian

3.2.1. Alat Penelitian

1. Mesin Milling

Prinsip kerja mesin milling menggunakan energi listrik yang diubah menjadi energi gerak oleh motor listrik, energi gerak akan diteruskan melalui transmisi dan menghasilkan gerakan putar pada *spindle* mesin milling. Pada mesin milling terdapat komponen utama yaitu *spindle* yang berfungsi untuk memegang dan memutar *tool*. Gerakan putar *tool* ditekan pada benda kerja yang telah dicekam maka terjadi gesekan dan menghasilkan panas yang digunakan untuk proses pengelasan. Mesin milling jenis CHEVALIER 3-PHASE yang berada pada laboratorium proses produksi Universitas Muhammadiyah Yogyakarta ditunjukkan pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2. Mesin Milling Vertikal

2. Mesin Bubut

Mesin bubut kali ini yang digunakan adalah jenis MICROWELLY TY-1630S terdapat di laboratorium proses produksi Universitas Muhammadiyah Yogyakarta seperti pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Mesin Bubut

3. Termometer

Termometer alat yang digunakan untuk mengukur panas pada benda kerja yang saling bergesekan. Jenis termometer yang digunakan yaitu FLUKE 572-2 seperti pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4. Thermometer

4. Tachometer

Tachometer digunakan untuk mengukur putaran *tool* pada mesin milling saat proses pengelasan. Tachometer yang digunakan jenis TECLOCK TYPE-H seperti pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5. Tachometer

5. Amplas

Amplas digunakan untuk menghaluskan dan meratakan permukaan benda uji sebelum dilakukan pengujian struktur mikro dan makro. Amplas yang digunakan adalah seri 80, 360, 500, 800, 1000, 1500, 2000, dan 5000.

6. Alat Uji Kekerasan

Alat uji kekerasan *mikro vikors* ini berfungsi untuk mengetahui nilai kekerasan mikro pada permukaan aluminium yang telah dilas. Alat ini terletak dilaboratorium Bahan Teknik Program Diploma UGM dengan merk Shimadzu dengan type HMV-M3. Dapat ditunjukkan pada Gambar 3.6.



Gambar 3.6 Alat uji kekerasan *mikro vikors*

7. Alat Uji Foto Mikro

Alat uji foto mikro ini berfungsi untuk mengetahui struktur mikro pada spesimen hasil pengelasan. Alat ini terletak dilaboratorium Bahan D-3 Universitas Gadjah Mada dengan merk Olympus model PME3-111B/-312B. Dapat ditunjukkan pada Gambar 3.7.

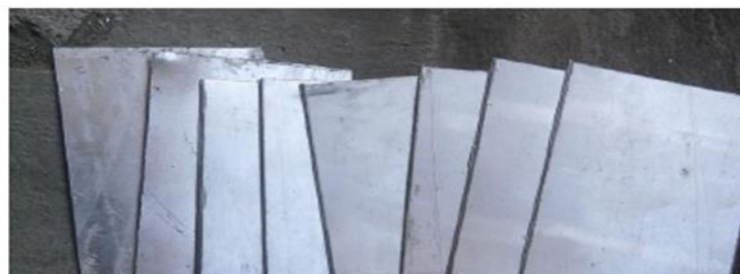


Gambar 3.7 Alat uji mikro

3.2.2. Bahan Penelitian

1. Aluminium

Aluminium yang digunakan adalah aluminium seri 1xxx yang memiliki ketebalan 5 mm, lebar 60 mm, dan panjang 100 mm. aluminium seri 1xxx memiliki sifat tahan korosi dan penghantar panas yang baik dan sering digunakan dalam dunia industri seperti pada bagian pesawat terbang dan kapal laut. Plat aluminium dapat ditunjukkan pada Gambar 3.8.



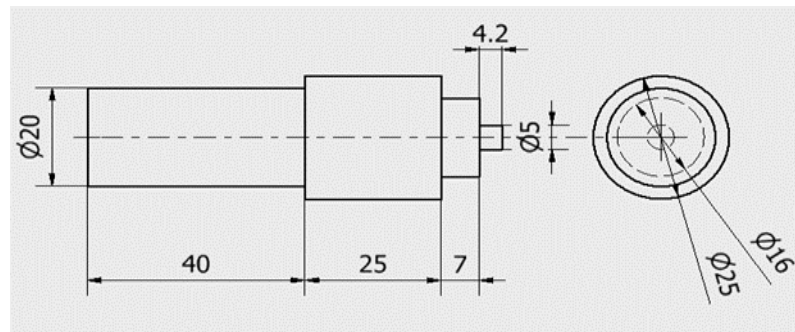
Gambar 3.8 Plat aluminium

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* dilakukan dilaboratorium proses produksi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

3.3. Proses Penelitian

3.3.1. Proses Pembuatan *Tool*



Gambar 3.9 Design *Tool* Modifikasi



Gambar 3.10 *Tool* Yang Digunakan

Tool ini dibuat menggunakan baja pejal proses pembuatan *tool* dimulai dari pengurangan diameter baja dari 25 mm ke 20 mm, pembuatan pin dengan cara memperkecil diameter baja dari 20 mm menjadi 4.2 mm, 4,5 mm, dan 4,8 mm, kemudian membuat shoulder diameter 16 mm dan panjang 7 mm, dengan panjang keseluruhan *tool* 76,2 mm.

3.3.2. Proses Pengelasan

Proses pengelasan menggunakan metode FSW menggunakan parameter-parameter yang telah ditentukan.

1. Menggunakan aluminium seri 1xxx ketebalan 5 mm.
2. Mempersiapkan mesin milling untuk proses pengelasan.
3. Mempersiapkan benda kerja.
4. Mengatur kecepatan putar *tool* 950 rpm dengan *feed rate* 20 mm/menit.
5. *Tool* berputar dan digerakkan menyamping maka terjadi proses penyatuan material aluminium seri 1xxx.
6. Ketika *tool* berhenti berputar dan diangkat spesimen dipindahkan dari mesin milling.
7. Proses selanjutnya diulang dengan kecepatan putar *tool* 950 rpm konstan lalu mengganti *tool* dengan variasi panjang pin 4,2 mm, 4,5 mm, dan 4,8 mm dengan *feed rate* 20 mm/menit.

3.3.3. Pelaksanaan Pengujian

1. Pengujian Struktur Makro

Pengujian struktur mikro ini bertujuan untuk melihat struktur mikro didaerah las. Sifat fisik dan mekanik suatu material dapat dilihat dari hasil struktur mikro pada material yang telah diuji. Struktur mikro pada logam ditunjukkan dengan besar, bentuk, orientasi butiran, dan proporsi yang tersusun dan terdistribusi. Pengujian struktur mikro atau mikrografi dilakukan dengan bantuan mikroskop dengan koefisien pembesaran dan metode kerja yang bervariasi.

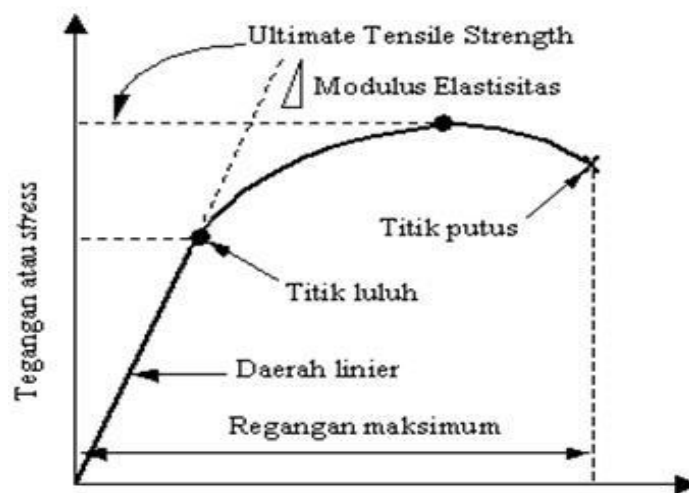
Ada beberapa tahapan yang perlu dilakukan sebelum melakukan pengujian struktur mikro yaitu:

- A. Pemotongan plat menggunakan mesin milling
- B. Pengamplasan menggunakan amplas nomor 5000.
- C. 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. Pengambilan foto dengan mikroskop optic.

2. Pengujian Tarik

Kekuatan tarik (*tensile strength*) adalah tegangan maksimum yang bisa ditahan oleh sebuah bahan yang bisa diregangkan atau ditarik, sebelum bahan tersebut patah. 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 kebalikan dari kekuatan tekan, dan nilainya bisa berbeda. Titik tertinggi dari kurva tegangan-regangan dapat dilihat pada Gambar 3.11 dengan kekuatan tarik maksimum (*ultimate tensile strength*). Nilainya tidak bergantung pada ukuran bahan melainkan pada faktor jenis bahan.



Gambar 3.11 Kurva Tegangan Tarik (Endartyana, 2013)

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/m²). Satuan imperial diantaranya pound-gaya per inci persegi (lbf/in² atau psi), atau kilo-pound per inci persegi (ksi, kpsi). Dalam pengujian tarik, spesimen uji dibeban dengan kenaikan beban

sedikit hingga spesimen uji tersebut patah, kemudian sifat-sifat tariknya dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

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

Dimana σ = Tegangan (kgf/mm²)

F = beban (kgf)

A₀ = luas mula dari penampang batang uji (mm²)

Besarnya regangan dihitung dengan rumus :

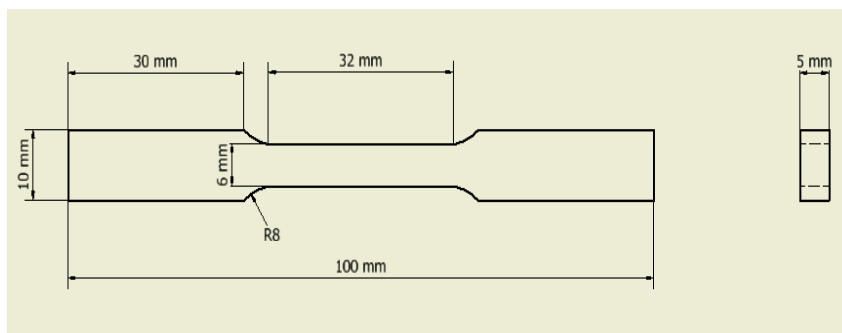
$$\varepsilon = \frac{L-L_0}{L_0} \dots\dots\dots(3.2.)$$

Dimana ε = Regangan

L₀ = panjang awal dari spesimen (mm)

L = panjang spesimen setelah diberi beban (mm)

Pengujian Tarik dilakukan pada spesimen hasil pengelasan, lalu spesimen dibuat menurut standar ASTM E8/E8M-09 (*Standard Test Methods Of Tension Testing Wrought And Cast Aluminium And Magnesium Alloy Products Metric*). Pengujian tarik dilakukan dilaboratorium Teknik Mesin Universitas Sebelas Maret. Dengan kecepatan pembebanan yang digunakan adalah 10 mm/menit. Desain uji tarik dapat dilihat pada Gambar 3.12.



Gambar 3.12 Desain Uji Tarik Menurut ASTM E8

3. Pengujian Kekerasan

Pengujian kekerasan mikro vickers ini bertujuan untuk mengetahui sifat mekanik (kekerasan) pada aluminium. Kekerasan suatu material harus diketahui untuk material yang mengalami gesekan (*frictional force*) dan deformasi plastis. Deformasi plastis di mana suatu keadaan material tersebut diberikan gaya maka struktur mikro dari material tidak bisa kembali ke titik asalnya. Kekerasan didefinisikan sebagai kemampuan suatu material untuk menahan beban indentasi atau penetrasi (penekanan).

Pengujian kekerasan dengan vickers bertujuan untuk menentukan kekerasan material dan daya tahan material terhadap indenter intan yang cukup kecil dan mempunyai bentuk geometri berbentuk piramid. Seperti ditunjukkan pada Gambar 3.13. beban yang dikenakan juga jauh lebih kecil dibanding dengan pengujian *rockwell* dan *brinell* yaitu 1 sampai 1000 gram.

Angka kekerasan Vickers (HV) didefinisikan sebagai hasil (koefisien) dari beban uji (F) dengan luas permukaan bekas luka tekan (injakan) dari indenter (diagonalnya) (A) yang dikalikan dengan $\sin(136^\circ/2)$. Rumus untuk menentukan besarnya nilai kekerasan dengan metode vickers yaitu:

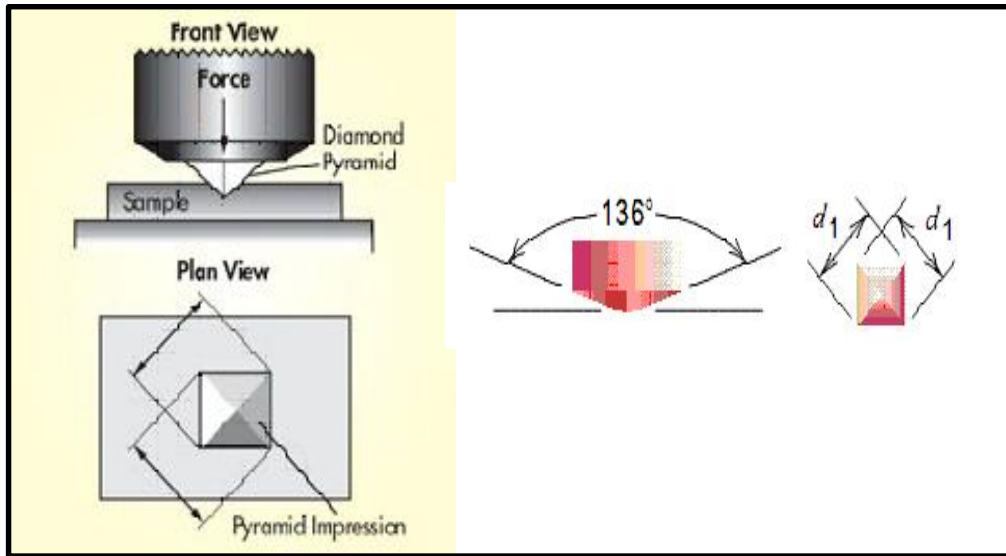
$$VHN = \frac{2P \sin(\frac{\theta}{2})}{d^2} = \frac{(1,854)P}{d^2} \dots\dots\dots(3.3)$$

Dimana :

HVN = Angka kekerasan Vickers (kgf/mm^2)

F = Beban (kgf)

d = diagonal (mm)



Gambar 3.14 Pengujian Vickers dan Bentuk Indentor (William, D., Callister, Jr, 2001)