

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Dalam penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimental sejati (*true experimental research*) dan secara langsung pada objek yang dituju dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh durasi pendinginan terhadap distribusi kekerasan dan struktur mikro plat baja ST 37 hasil las GMAW. Selain itu juga dibutuhkan pengkajian terhadap dasar teori yang ada dari sumber literatur berupa buku maupun jurnal ilmiah dilakukan untuk menambah informasi yang diperlukan.

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dan pengambilan data dilakukan pada bulan Januari – Februari 2015. Tempat yang digunakan untuk penelitian yaitu:

- Laboratorium Fabrikasi, Departemen Pengerjaan Logam PPPPTK / VEDC Malang.
- Laboratorium Lingkungan, Jurusan Kimia Fakultas Matematika Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Brawijaya.
- Laboratorium Proses Produksi I, Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya.
- Laboratorium Pengujian Bahan, Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya.

3.3 Variabel Penelitian

Terdapat tiga variabel dalam penelitian ini yaitu variabel bebas, variabel terikat, dan variabel terkontrol.

3.3.1 Variabel Bebas

Variabel bebas adalah variabel yang mempengaruhi nilai dari variabel terikat, besarnya ditentukan oleh peneliti dan harganya divariasikan untuk mendapatkan hubungan antara variabel terikat dan objek penelitian. Variabel bebas yang digunakan dalam penelitian ini adalah variasi waktu pendinginan dengan media air PAM dari hasil pengelasan MIG yaitu (detik): 25, 50, 75, 100, 125, 150, 175, dan 200.

3.3.2 Variabel Terikat

Variabel terikat adalah variabel yang besarnya bergantung pada variabel bebas yang diberikan. Adapun variabel terikat dalam penelitian ini adalah nilai kekerasan (HV).



3.3.3 Variabel Terkontrol

Variabel terkontrol adalah variabel yang besar nilainya dijaga konstan selama penelitian. Variabel yang dijaga konstan dalam penelitian ini adalah:

- Arus : 122 Ampere
- Tegangan : 26 Volt
- Kecepatan pengelasan : 2,6 mm/detik
- Elektroda las MIG : ER70S-6
- Jenis gas yang dipakai : Argon
- Keluaran gas : 10 lpm

3.4 Alat dan Bahan Penelitian

3.4.1 Alat Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

a) Untuk proses pengelasan dan pendinginan, antara lain:

1. Mesin las MIG

Digunakan untuk mengelas benda kerja.



Gambar 3.1 Mesin Las MIG
Sumber: Dokumentasi Pribadi

Spesifikasi:

- Tipe : MIG Infinity 35
- Merek : Miller

2. Mesin *Milling*

Digunakan untuk membuat kampuh las pada benda kerja.



Gambar 3.2 Mesin *Milling*
Sumber: Dokumentasi Pribadi

Spesifikasi:

- Tipe : Emco F3
- Produksi : Maier & Co Austria

3. *Stopwatch*

Digunakan untuk mengukur lama waktu pencelupan.



Gambar 3.3 *Stopwatch*
Sumber: Dokumentasi Pribadi

4. Gelas Ukur

Digunakan untuk mengukur volume cairan media pendingin (air).

Spesifikasi:

- Merek : HERMA
- Ukuran : 500 ml



Gambar 3.4 Gelas Ukur
Sumber: Dokumentasi Pribadi

b) Untuk pengujian kekerasan dan mikrostruktur, antara lain:

1. *Centrifugal Sand Paper Machine*

Digunakan untuk menghaluskan permukaan spesimen.



Gambar 3.5 *Centrifugal Sand Paper Machine*
Sumber: Dokumentasi Pribadi

Spesifikasi:

- Merek : Saphir
- Buatan : Jerman
- Diameter : 15 cm
- Putaran : 120 rpm

2. *Digital Micro Vickers Hardness Tester*

Digunakan untuk mengukur nilai kekerasan suatu material dan dilengkapi dengan mikroskop mikro, sehingga alat ini juga dapat digunakan untuk melakukan foto mikro dengan perbesaran 100× dan 400×.



Gambar 3.6 *Digital Micro Vickers Hardness Tester TH712*
Sumber: Dokumentasi Pribadi

Spesifikasi:

- Beban uji : (0.098, 0.246, 0.49, 0.98, 1.96, 2.94, 4.90, 9.80) N
- Dimensi : 425×245×490 mm
- Nilai kekerasan : 1 HV – 2967 HV

3.4.2 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Baja karbon rendah ST 37 (Tebal = 10mm)

a. Komposisi baja karbon rendah ST 37

- Karbon (C) : 0,12 %
- Silikon (Si) : 0,42 %
- Mangan (Mn) : 0,68 %
- Fosfor (P) : 0,12 %
- Sulfur (S) : 0,015 %

b. *Mechanical Properties*

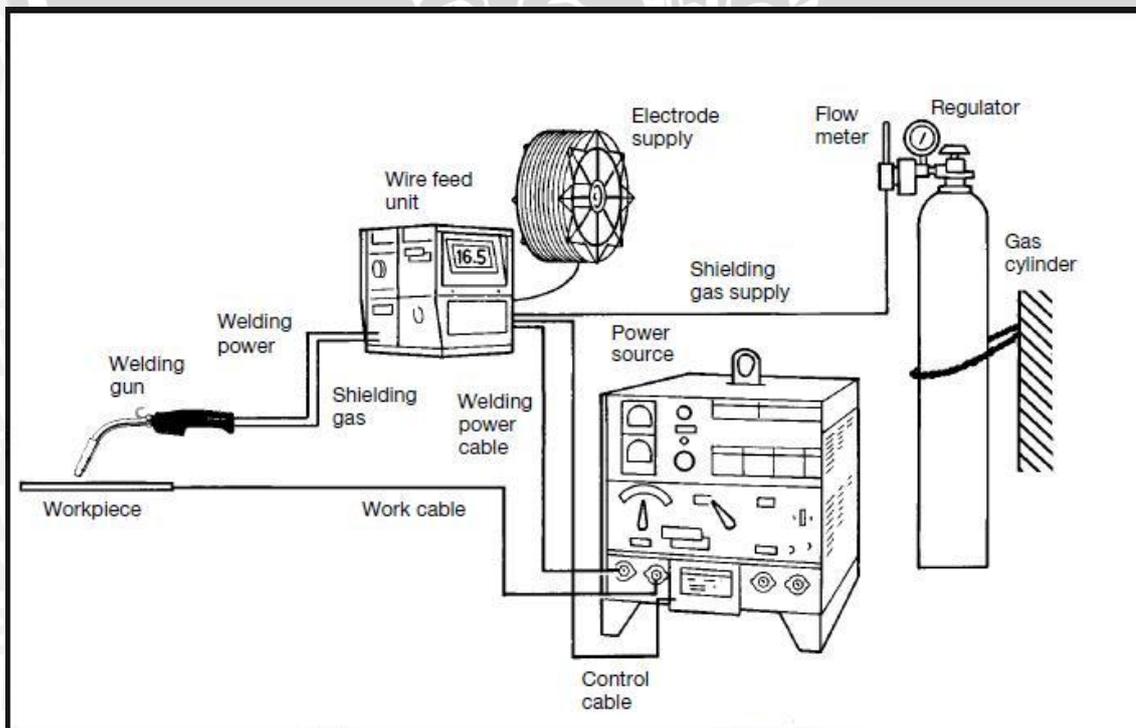
- *Yield Strength* : 200 – 290 N/mm²
- *Tensile Strength* : 370 – 450 N/mm²
- *Elongation* : 30 % – 40 %
- *Hardness* : 80 – 120 HB

c. *Physical Properties*

- *Thermal Conductivity* : 53 W/m.K
- *Thermal Expansion* : 12.10⁻⁶/K

- Modulus Young : 210 N/mm²
 - *Melting Point* : 1500 - 1540°C
2. Elektroda jenis ER70S-6
- a. Komposisi elektroda ER70S-6
- Karbon (C) : 0,09 %
 - Silikon (Si) : 0,57 %
 - Mangan (Mn) : 1,18 %
 - Fosfor (P) : 0,012 %
 - Sulfur (S) : 0,011 %
- b. *Mechanical Properties*
- *Yield Strength* : 399.8959 N/mm²
 - *Tensile Strength* : 482.6330 N/mm²
 - *Elongation* : 22 %
3. Air PAM
- pH : 7,0
- Kadar garam terlarut : < 1000 mg/l

3.5 Instalasi Penelitian

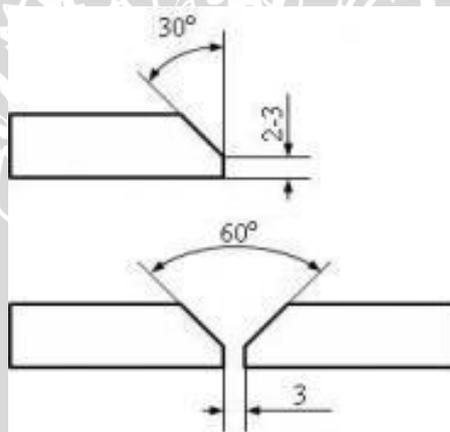


Gambar 3.7 Skema Instalasi Pengelasan MIG

3.6 Prosedur Penelitian

3.6.1 Pembuatan Kampuh V Tertutup

1. Persiapan benda kerja dan alat bantu untuk proses pengefraisan.
2. Menyiapkan desain kampuh V tertutup dengan dimensi benda kerja sebesar 50 mm x 30 mm x 10 mm dengan sudut kampuh 60°.
3. Memotong benda kerja sebanyak 16 pasang spesimen dengan dimensi sesuai desain yang telah disiapkan, masing-masing 8 pasang spesimen untuk percobaan pertama dan 8 pasang spesimen untuk percobaan kedua.
4. Spesimen yang telah dipotong selanjutnya diletakkan pada *worktable* mesin *milling* dan mengatur sudut yang akan dipakai sebesar 30°.
5. Tiap sepasang spesimen dilakukan proses pengefraisan.
6. Setelah difrais, spesimen dibersihkan dari sisa gram serta dilakukan pengikiran bila diperlukan.
7. Mesin *milling* dibersihkan dan diatur ke kondisi semula.



Gambar 3.8 Kampuh V Tertutup

3.6.2 Proses Pengelasan Benda Kerja

1. Persiapan spesimen dan mesin las MIG beserta kelengkapannya.
2. Permukaan spesimen yang telah difrais dibersihkan dari terak dan kotoran.
3. Mengatur parameter pengelasan pada mesin las MIG, antara lain arus dan tegangan listrik yang akan digunakan.
4. Menyiapkan elektroda dan tabung gas Argon untuk mendukung proses pengelasan.
5. Menempatkan spesimen di tempat yang terjangkau dari mesin las.
6. Meletakkan spesimen yang disesuaikan untuk sambungan *butt joint* dan posisi *flat position*.
7. Mengaktifkan mesin las MIG dengan menekan tombol "ON".

8. Melakukan proses pengelasan dengan mesin las MIG.
9. Selesai pengelasan, mesin las dimatikan dengan menekan tombol "OFF".
10. Melepas spesimen dari instalasi penelitian.
11. Mesin las MIG dikembalikan ke kondisi semula.

3.6.3 Proses Pendinginan Pasca Pengelasan

1. Menyiapkan spesimen yang telah dilas.
2. Mengukur temperatur spesimen dengan termometer laser (*thermogun*).
3. Menyiapkan wadah pendinginan sebagai wadah pencelupan spesimen pada air.
4. Mengukur volume media pendingin air sebesar 1 L dengan gelas ukur.
5. Pengukuran volume air dilakukan secara berulang kali untuk pendinginan setiap spesimen.
6. Mencelupkan setiap spesimen kedalam wadah yang telah berisi air.
7. Hitung waktu pencelupan untuk:
 - a. Spesimen ke-1 selama 25 detik
 - b. Spesimen ke-2 selama 50 detik
 - c. Spesimen ke-3 selama 75 detik
 - d. spesimen ke-4 selama 100 detik
 - e. spesimen ke-5 selama 125 detik
 - f. spesimen ke-6 selama 150 detik
 - g. spesimen ke-7 selama 175 detik
 - h. spesimen ke-8 selama 200 detik
8. Angkat spesimen yang telah dilakukan proses pendinginan.
9. Mengukur temperatur spesimen setelah pendinginan.
10. Ulangi langkah 7-9 untuk percobaan kedua.

3.6.4 Pengujian Kekerasan *Vickers*

1. Menyiapkan permukaan benda kerja:
 - a. Meratakan kedua permukaan benda kerja menggunakan kikir dan amplas kasar, sehingga kedua bidang permukaan tersebut sejajar.
 - b. Menghaluskan permukaan benda kerja menggunakan amplas.
2. Menyiapkan perangkat uji kekerasan *Vickers*:
 - a. Memasang bandul beban.
 - b. Memasang indentor piramida intan dengan sudut 136° .

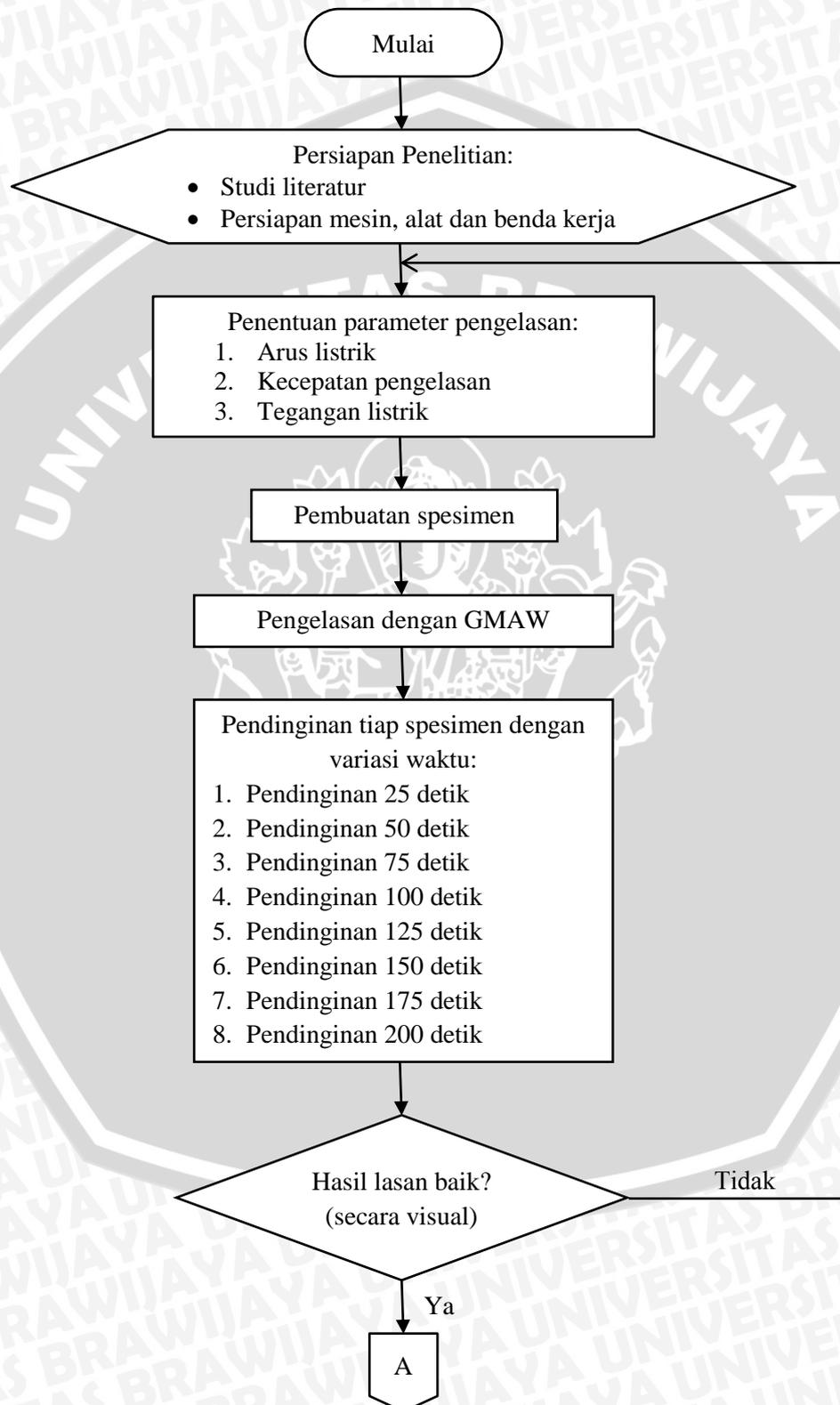
- c. Memasang benda kerja pada landasan.
- d. Handel diatur pada posisi ke atas.
3. Sentuhkan benda kerja pada indentor dengan memutar piringan searah jarum jam sampai jarum besar pada skala berputar $2 \frac{1}{2}$ kali sehingga jarum besar menunjuk angka nol dan jarum kecil menunjuk pada angka 3. Apabila terasa berat, jangan dipaksakan tetapi harus diputar balik dan diulangi.
4. Melepaskan handel ke depan secara perlahan-lahan. Jangan menekan handel ke bawah, tetapi biarkanlah handel bergerak sendiri turun ke bawah. Jarum besar pada skala akan bergerak seiring dengan turunnya handel ke bawah.
5. Tunggu hingga jarum besar pada skala berhenti dengan sendirinya.
6. Tunggu selama 30 detik dari saat berhentinya jarum, kemudian gerakkan handel ke atas secara perlahan-lahan sampai maksimal.
7. Melepaskan benda kerja dengan memutar piringan berlawanan arah jarum jam.
8. Mengukur panjang diagonal indentasi dengan kaca pembesar skala.
9. Ulangi pengujian sampai tiga kali pada tiga tempat yang berbeda.
10. Hitung kekerasan di masing-masing titik dengan persamaan (2-2).
11. Ambil reratanya dan catat data yang telah diambil.

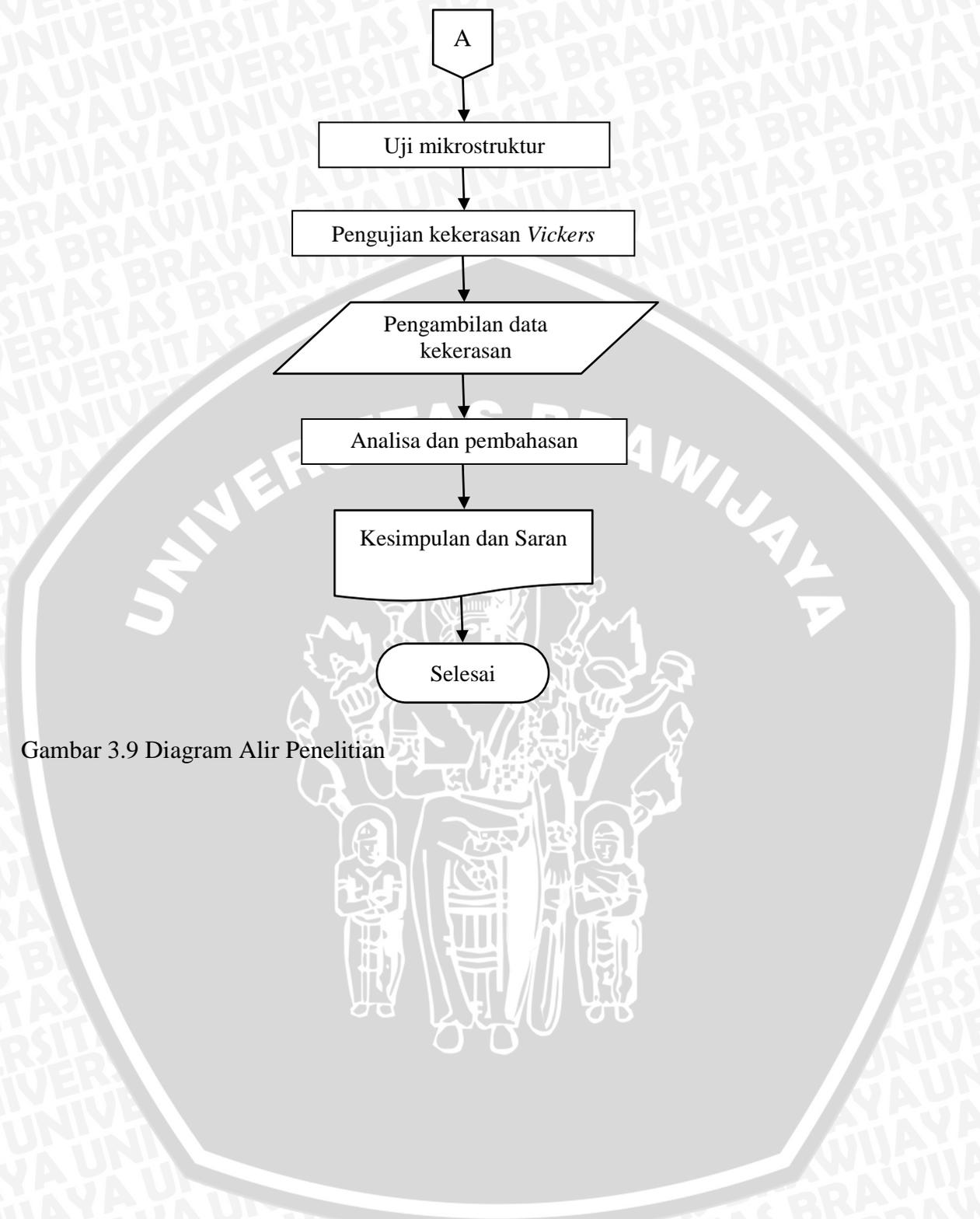
3.6.5 Pengujian Mikrostruktur

1. Menyiapkan spesimen yang terpilih untuk dilakukan foto mikrostruktur.
2. Spesimen dipotong menjadi ukuran yang kecil kurang lebih 10 mm x 10 mm x 10 mm.
3. Meratakan kedua permukaan spesimen dengan menggunakan mesin frais.
4. Setelah rata, spesimen digosok dengan menggunakan amplas dan batu hijau hingga tingkat halus yang diinginkan.
5. Untuk lebih mengkilapkan permukaan pada spesimen, dilakukan pemolesan dengan menggunakan autosol.
6. Mencelupkan bahan uji ke dalam larutan etsa.
7. Cuci bersih spesimen dari larutan etsa dan dikeringkan.
8. Spesimen siap difoto mikrostruktur.

3.7 Diagram Alir Penelitian

Alur kerja dari penelitian yang dirancang ini dapat dilihat pada diagram alir penelitian seperti di bawah ini (Gambar 3.9):





Gambar 3.9 Diagram Alir Penelitian