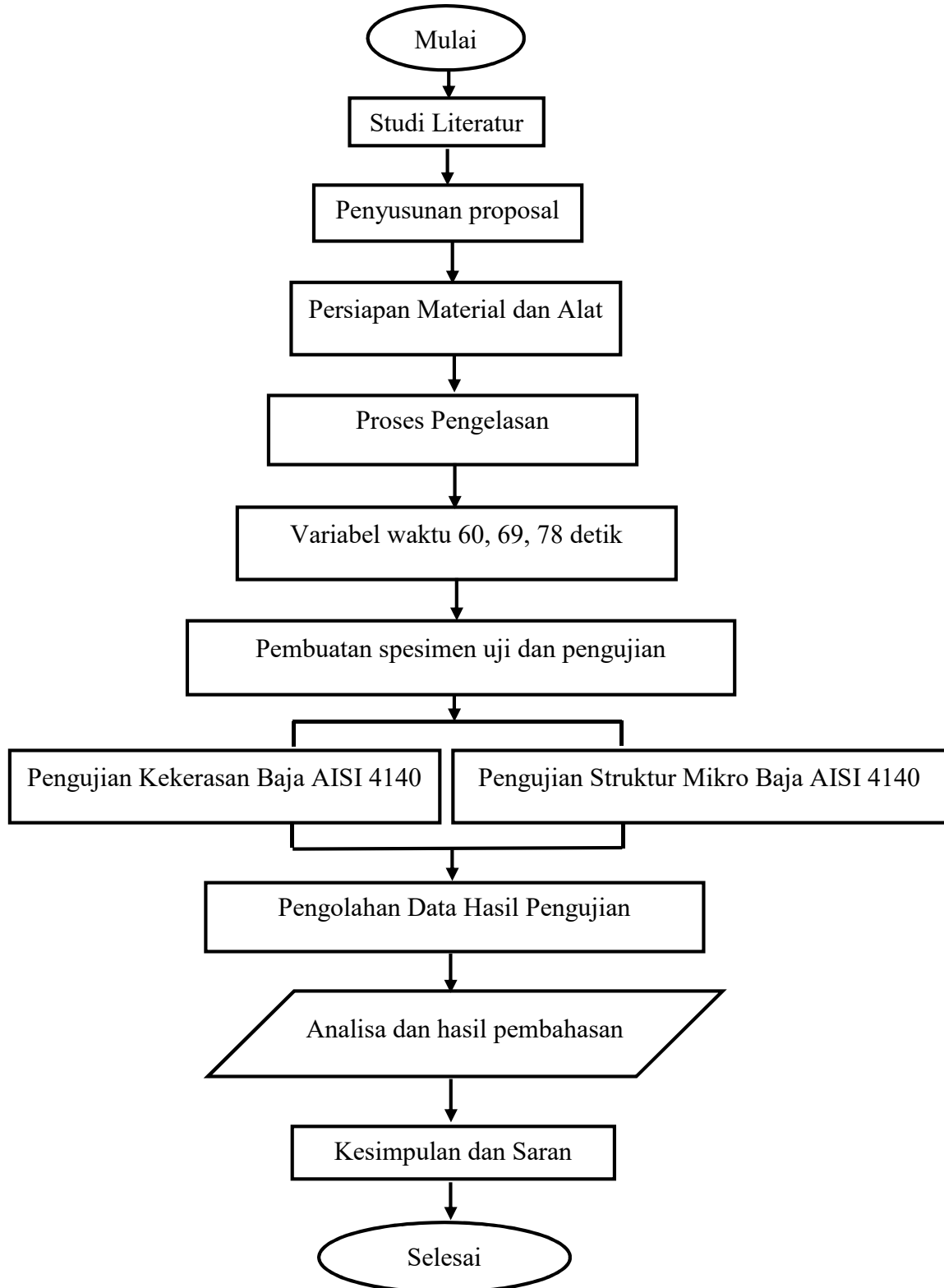


BAB III
METODE PENELITIAN

3.1. Diagram Alir Penelitian

Tahap proses penelitian pengelasan gesek yang dilakukan



Gambar 3.1 Diagram Alir

3.1.1. Penjelasan Diagram Alir

a. Studi Literatur

Studi literatur adalah serangkaian kegiatan yang berkenaan dengan metode pengumpulan data pustaka, membaca dan mencatat, serta mengelolah bahan penelitian. Menurut Danial dan Warsiah (2009:80), Studi Literatur adalah merupakan penelitian yang dilakukan oleh peneliti dengan mengumpulkan sejumlah buku buku, majalah yang berkaitan dengan masalah dan tujuan penelitian.

b. Persiapan Spesimen Baja AISI 4140

Melakukan pembelian Baja AISI 4140 yang sudah di potong dengan ukuran 1,5 cm atau spesimen untuk dilakukan proses pengujian.

c. Pengujian Variasi

Untuk variasi pengujiannya melakukan uji kekerasan dan struktur mikro, dimana tujuan dilakukannya uji kekerasan untuk menambah kekerasan pada permukaan baja. Sedangkan struktur mikro untuk mengetahui kandungan yang terdapat pada baja yang akan diuji, spesimen yang akan di uji sudah dihaluskan permukaanya agar terlihat kandungannya.

3.2. Waktu Dan Tempat Penelitian

Penelitian yang meliputi proses pengelasan dan pembuatan spesimen serta pengujian sifat mekanik dan struktur mikro dilakukan di tempat dan waktu berikut ini adalah:

a. Pengujian Kekerasan

Pengujian kekerasan dilakukan di Laboratorium Material, Jurusan Teknik Mesin, Polinema Malang.

b. Pengujian Struktur Mikro

Pengujian struktur mikro dilakukan di Laboratorium Uji Mikroskop Logam, Jurusan Teknik Mesin, Universitas Merdeka Malang.

c. Pengolahan Data

Proses pengolahan data dilakukan dengan cara membandingkan hasil pengujian pada masing-masing spesimen yang telah diberi perlakuan berbeda untuk selanjutnya dianalisis dalam pembahasan.

d. Pembahasan

Pembahasan adalah proses menganalisis data hasil pengujian berdasarkan teori-teori yang berhubungan dengan topik penelitian.

e. Penarikan Kesimpulan

Proses penarikan kesimpulan adalah proses akhir dari penelitian yang berisi simpulan hasil pengaruh variasi penekanan dan temperature pemanasan terhadap kekuatan tarik baja AISI 4140.

3.2.1. Tahap Penelitian

Pengumpulan data dilakukan menggunakan beberapa metode antara lain dengan metode wawancara kepada konsumen, pedagang, dan pelaku usaha kuliner. Disamping itu pengumpulan data juga didapat dari penelusuran terhadap sumber tulisan yang berasal dari jurnal ilmiah, makalah, hasil penelitian, dan sumber literatur lainnya yang relevan dengan topik penelitian. Untuk menambah wawasan dalam memahami proses pengelasan gesek pada benda uji *specimen* baja AISI 4140, uji kekerasan dan struktur mikro juga dilakukan dengan melihat video terkait melalui penelusuran lewat internet dan sosial media lainnya.

3.2.2. Komponen Penelitian

Pada bagian komponen penelitian ini merupakan sumber pribadi dari penulis yang bertujuan untuk membantu penulis dalam memberikan suatu skema alat dan bahan yang akan dibutuhkan dalam proses uji mikrostruktur metode *Rockwell* mikroskop Logam.

3.3. Bahan dan Alat

3.3.1. Bahan yang digunakan

Baja AISI 1045 Baja AISI 4140 adalah baja karbon yang mempunyai kandungan karbon sekitar 0,43-0,50 dan termasuk golongan baja karbon menengah.

- a. Poros baja AISI 4140 dengan diameter 20 mm.
- b. Bahan Esta digunakan untuk membuat struktur permukaan benda tampak jelas. *Mengesta* adalah merusak permukaan benda uji dengan cairan tertentu yang sesuai, sehingga strukturnya terlihat dengan jelas.
- c. *Resin* dan *Hardener*

Resin dan *hardener* adalah bahan kimia yang digunakan untuk membuat pegangan benda uji pada waktu melakukan pengujian kekerasan.

3.3.2. Alat yang di gunakan

Pada saat akan melakukan analisis sambungan hasil pengelasan las gesek. Alat penunjang yang paling utama untuk proses pengerjaan ini sebagai berikut:

a. Kompresor

Kompresor berguna untuk sebagai alat pengisi udara pada mesin hidrolis.



Gambar 3.2 Kompresor
(Sumber: *Document* Pribadi)

b. Tacometer

Sebagai alat yang digunakan untuk menghitung putaran spindel pada las gesek.



Gambar 3.3 Tacometer
(Sumber: *Document* Pribadi)

c. Gerinda

Sebagai alat untuk memotong baja yang digunakan untuk spesimen.



Gambar 3.4 Gerinda

(Sumber: *Document Pribadi*)

d. Mesin Bubut

Digunakan untuk membentuk spesimen uji tarik setelah dilakukannya las gesek.

e. *Air chuck inflator*

Digunakan sebagai alat pengukur tekanan dan alat untuk memasukan udara ke mesin hidrolis.



Gambar 3.5 *Air chuck inflator*

(Sumber: *Document Pribadi*)

f. Jangka sorong

Digunakan untuk mengukur panjang dan diameter spesimen.



Gambar 3.6 Jangka sorong

(Sumber: *Document Pribadi*)

g. Baja AISI 4140

Digunakan sebagai spesimen yang akan diuji



Gambar 3.7 Baja AISI 4140

(Sumber: *Document Pribadi*)

3.3.3. Proses pengelasan Gesek

Proses pengelasan gesek dimulai dari menyiapkan alat dan bahan, setelah alat dan bahan sudah siap kita mulai mencoba fungsi dan kesiapan alat las gesek mulai dari hidrolis dan motor listrik hingga melakukan penekanan , dan setelah mesin las gesek sudah siap langsung saja baja AISI 4140 yang sudah di potong sesuai ukuran dipasang ke cekam pada mesin las gesek dengan menggunakan kunci T khusus untuk mengencangkan cekam sesudah itu langsung saja diberikan pemanasan awal selama 30 detik pada sisi ujung temu material Baja AISI 4140 yang sudah dicekam pada mesin las gesek setelah dilakukannya pemanasan awal, saklar pada mesin las gesek dinyalakan dan

dilakukannya proses pengelasan dengan variasi waktu 60 detik, 69 detik dan 78 detik dengan penekanan 5 Bar, 6 Bar, dan 7 Bar. Berikut gambar hasil pengelasan gesek Baja AISI 4140:



Gambar 3.8. Mesin Pengelasan Gesek

Sumber: (*Document Pribadi*)

3.3.4. Motor Listrik

Motor listrik merupakan motor yang bekerja dengan memanfaatkan sumber arus, dengan perbedaan fasa yang akan menghasilkan kumparan dan akan menghasilkan sumber yang akan terjadi gaya putar pada bagian rotor. Pada motor listrik memiliki komponen pokok yang dipisahkan oleh celah udara, jarak pisah antara dua bagian itu sekitar 0,4 mm sampai 4 mm, komponen pokok tersebut merupakan stator dan rotor.

1. Stator adalah sebuah lilitan atau plat baja berbentuk slot atau lapisan untuk belitan yang terpasang pada dinding membentuk lingkaran pada rotor, plat stator terbuat dari lapisan lapisan plat baja yang terbuat dari besi tuang.
2. Rotor adalah merupakan bagian yang terdapat pada tengah stator yang bergerak berputar.

Motor listrik berfungsi untuk memutar sebuah poros yang terhubung langsung oleh cekam dengan menggunakan vanbelt, torsi yang dihasilkan tergantung pada gaya gesek.



Gambar 3.9 Motor Induksi

Speksifikasi motor listrik yang digunakan sebagai berikut:

1. Tegangan motor : 3 phasa
2. PM : 5000
3. Voltase : 220V-380V/50hz
4. Merk : EMM 905-2 3PH

3.4. Proses Uji Kekerasan

Pengujian kekerasan (*hardness test*) adalah suatu proses yang bertujuan untuk mengetahui ketahanan suatu material terhadap baja AISI 4140 pada daerah lokal atau permukaan material, khusus untuk logam baja AISI 4140 yang di maksud untuk mengetahui nilai kekerasan pada material. Pada pengujian kekerasan sendiri adalah suatu keadaan dari material yang ketika diberikan gaya maka struktur mikronya tidak akan kembali ke bentuk semula. Terdapat berbagai macam uji kekerasan yang dilakukan antara lain: Uji kekerasan *Rockwell*, Mikro Logam. Dapat dilihat pada gambar 3.10 dan 3.11

a. Mesin *Rockwell*



Gambar 3.10 Mesin *Rockwell*
(Sumber: *Document Pribadi*)

b. Mikro Struktur

Untuk pengamatan ketebalan lapisan yang terbentuk pada permukaan specimen baja AISI 4140 yang telah *esta Nital*. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.11 di bawah



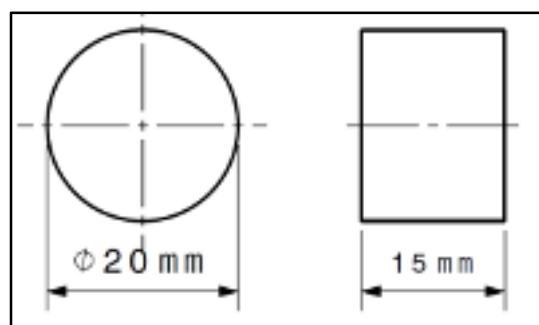
Gambar 3.11 A Mikroskop Logam

(Sumber: *Document Pribadi*)

3.4.1. Bahan

Material yang akan diuji yaitu baja paduan rendah AISI 4140. Spesimen dilakukan pemotongan sesuai dengan kapasitas dari alat uji dan juga untuk memudahkan dalam waktu pengujian, yakni:

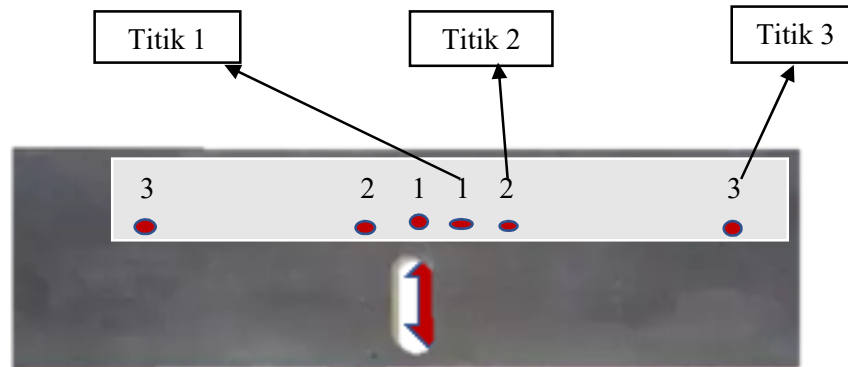
- a. Gambar 3.12 merupakan ukuran spesimen uji yang akan dipakai pada penelitian kali ini, spesimen yang awalnya berbentuk Baja *Round Bar Steel* dipotong menggunakan mesin *wire cutting* untuk dijadikan sesuai ukuran yang tertera pada gambar dibawah ini.



Gambar 3.12 Ukuran spesimen pengujian

(Sumber: *Document Penulis*)

- b. Gambar 3.13 merupakan titik pengujian yang diambil saat proses pengujian kekerasan dengan metode *Rockwell*.



Gambar 3.13 Titik pengujian Struktur Mikro yang diambil.

(Sumber: *Document* Penulis)

- c. Gambar 3.14 pada bagian kiri merupakan spesimen uji setengah jadi dalam proses *Rockwell* pada bagian kanan terlihat spesimen uji yang sudah dilakukan, proses penelitian ini berupa karburasi dan nitridasi. Terlihat perbedaan dari keduanya yaitu warna dari spesimen uji itu sendiri, yang tidak diproses berwarna putih mengkilap dan yang sebelah kanan setelah proses terlihat lebih gelap atau bahkan dapat terlihat hitam.



Gambar 3.14 Spesimen setengah jadi

(Sumber: *Document* Pribadi)

- a. Gambar 3.15 merupakan specimen uji yang sudah jadi dalam proses kekerasan rockwell



Gambar 3.15 Spesimen jadi

(Sumber: *Document* Pribadi)

3.5. Prosedur Penelitian

3.5.1.Sampel Penelitian

Dalam penelitian ini bahan yang akan diteliti yaitu baja paduan rendah AISI 4140, spesimen dipotong sesuai ukuran yang sudah ditentukan sesuai kapasitas mesin uji.

3.6. Variabel Penelitian

3.6.1.Variabel Bebas

Variabel bebas adalah variabel yang besarnya ditentukan sebelum dilakukan penelitian. Variabel bebas yang digunakan adalah waktu pengelasan gesek yaitu 60 detik, 69 detik dan 78 detik.

3.6.2.Variabel Terikat

Variabel terikat adalah variabel yang besar nilainya tergantung oleh variabel bebas. Dalam penelitian ini yang menjadi variabel terikat adalah kekerasan dan struktur mikro.

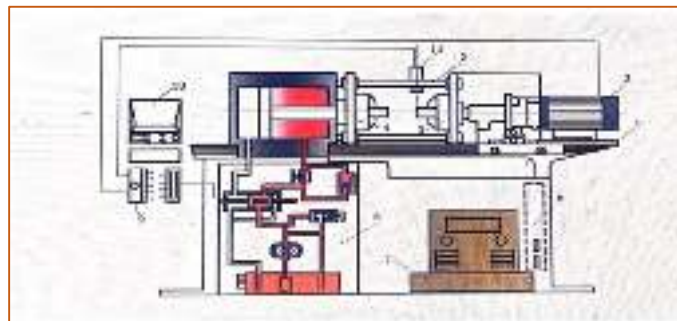
3.6.3.Variabel Kontrol

Variabel control adalah variabel yang besarnya dikendalikan selama penelitian. Dalam penelitian ini yang menjadi variabel control adalah, putaran spindle 500 rpm, bahan yang digunakan adalah Baja AISI 4140 dan diameter bahan yang digunakan untuk las gesek adalah 20 mm.

3.7. Proses Pengelasan

Langkah langkah pada proses pengelasan gesek dengan metode *Direct Drive Frition Welding* adalah sebagai berikut:

- a. Spesimen dipotong sesuai ukuran, kemudian dilakukan proses pembuatan muka pada permukaan yang akan di las gesek.
- b. Membersihkan permukaan spesimen dari kotoran dan minyak.
- c. Mempersiapkan mesin untuk proses *frition welding*
- d. Spesimen dicekam pada alat yang terpasang pada kepala lepas dan *rotating chuck*.
- e. Mesin dinyalakan dengan putaran 5000 rpm
- f. Pada saat specimen berputar dan terjadi gesekan diberikan tekanan gesek sebesar 50 Mpa dengan variasi waktu 60 detik, 69 detik, 78 detik.
- g. Setelah waktu tercapai mesin dimatikan kemudian dilakukan pengereman agar putaran berhenti
- h. Setelah putaran berhenti spesimen diberikan tekan tempa sebesar 80 Mpa.
- i. Spesimen dilepas dari mesin kemudian diberikan alat yang digunakan pada proses *direct drive frition welding* yang ditunjukkan pada gambar 3.16 dibawa ini.



Gambar 3.16 Skema Alat *Direct Drive Frition Welding*

3.7.1. Proses Pengujian

Parameter pengujian meliputi beberapa pengujian adalah sebagai berikut

Tabel 3.1 Parameter Pengujian

Waktu gesek	Uji Kekerasan	Uji Struktur Mikro
60 Detik	1	1
69 Detik	1	1
78 Detik	1	1

Parameter Pengujian Kekerasan yang dilakukan pada specimen hasil pengelasan. Spesimen yang digunakan uji kekerasan dibuat menurut standar ASTM E18. Dari pengujian kekerasan ini didapat grafik tegangan. Tegangan (α) didapat dengan menggunakan rumus:

$$\alpha = \frac{f}{A_0} \dots\dots\dots(1.1)$$

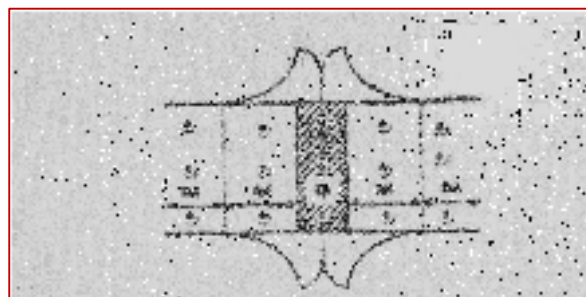
F : beban yang diberikan (N)

A0 : luas penampang bahan sebelum dibebani (mm²)

3.7.2. Pengujian Kekerasan

Pengujian kekerasan ini menggunakan metode *rockwell* menggunakan acuan ASTM E18. Spesimen uji untuk uji kekerasan ini harus mempunyai permukaan yang rata dan halus agar pada pengujian bisa dengan mudah untuk diidentifikasi. Pada uji kekerasan ini menggunakan alat *Electric rockwell Hardness Tester* dengan menggunakan indenter bola bala baja berbentuk bulat. Daerah yang akan diuji kekerasannya ditampilkan pada gambar 3.2 berikut ini adalah langkah-langkah dalam melakukan pengujian kekerasan:

- a. Persiapan specimen uji kekerasan dengan memotong benda kerja setelah dilakukan pengelasan dengan dimensi sesuai dengan ASTM E 18.
- b. Spesimen di *grinding* dengan pada mesin *grinding-polishing* hingga rata halus.
- c. Penentuan titik indentasi pada daerah sambungan (*base metal, HAZ, dan weld metal*).



Gambar 3.17 Daerah Pengujian Kekerasan

Tabel 3.2 Data Uji Kekerasan

Waktu	Spesimen	Nilai Kekerasan (BHN)		
		Zpd	Zud	Zpl
60 Detik	1			
69 Detik	2			
78 Detik	3			

Untuk mencari nilai kekerasan *Rockwell* menggunakan persamaan 3.2 dibawa ini

$$HRN = \frac{2P}{(nD)(D - \sqrt{D^2 - d^2})} \dots\dots\dots(3.2)$$

Keterangan :

P = Beban (kg)

D = Diameter indentor (mm)

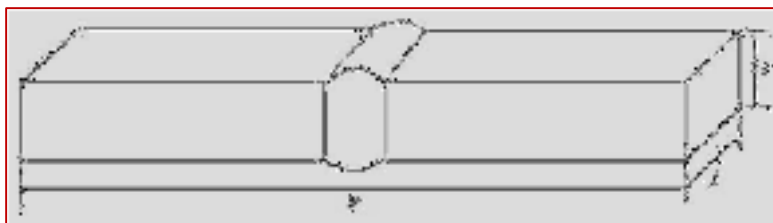
d = Diameter jejak (mm)

Pengujian metalografi setelah dilakukan proses *friction welding* untuk menganalisa struktur mikro yang terbentuk pengamatan mikro atau pengujian metalografi. Prosedur pengujian sebagai berikut

- a. Persiapan specimen uji sesuai standar ASTM E3
- b. Penghalusan permukaan specimen uji menggunakan mesin gerinda
- c. Specimen diamati struktur mikro pada daerah *weld metal*, *HAZ* dan *base metal* yang terjadi dengan mikroskop logam dengan pembesaran 200x

3.7.3. Pengujian Struktur Mikro

Pengujian struktur mikro dilakukan untuk mengetahui isi unsur kandungan yang terdapat didalam spesimen baja karbon rendah yang akan diuji. Dengan menggunakan spesimen uji yang telah dihaluskan agar dapat terlihat kandungan didalam benda uji tersebut.



Gambar 3.18 Spesimen Uji Struktur Mikro

Struktur mikro dengan standar ASTM E3 adalah suatu bentuk susunan struktur yang terbentuk pada material logam dan ukurannya sangat kecil dan tidak beraturan, bentuknya berbeda beda tergantung pada unsur dan proses yang dialami pada saat pembentukannya.

3.8. Pengertian Pengelasan Gesek Dan *Rockwell*

a. Pengelasan gesek (*friction welding*)

Merupakan teknik pengelasan dengan memanfaatkan panas yang ditimbulkan akibat gesekan. Permukaan dari dua bahan yang akan disambung, salah satu berputar sedang lainnya diam, dikontakkan oleh gaya tekan. Gesekan pada kedua permukaan kontak dilakukan secara kontinu sehingga panas yang ditimbulkan oleh gesekan yang kontinu akan terus meningkat. Dengan gaya tekan dan panas pada kedua permukaan hingga pertemuan kedua bahan mencapai suhu leleh (*melting temperature*) maka terjadilah proses las.

b. Metode *Rockwell*

Uji kekerasan kisaran 500-3000 kgf. Indentor biasanya sudah dikeraskan dan di plating atau terbuat dari bahan karbidat tungsten. Pengujian kekerasan dengan menggunakan metode *Rockwell* memiliki tujuan untuk menentukan kekerasan terhadap suatu material dalam yaitu daya tahan material atau benda terhadap indentor yang cukup kecil dan mempunyai geometri berbentuk piramid.