

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Persiapan

Pada tahapan persiapan yang dilakukan dalam pelaksanaan penelitian ini bermaksudkan untuk mengurangi terjadinya kesalahan dan penghentian sementara sehingga dapat menghambat jalannya proses berlangsungnya penelitian.

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

3.2.1 Pembuatan Plat Sampel *Stainless Steel* AISI 316L

1. Alat

- a. Mesin *Milling*
- b. Gerinda potong
- c. Mistar
- d. Kikir tangan

2. Bahan

- a. Plat *Stainless Steel* 316L (SS-316L)
- b. Pahat HSS.
- c. Pahat *Champer*.
- d. Mata gerinda potong,

3.2.2 Pembuatan *jig* dan *dies* pada penekuk plat

Pembuatan *jig* dan *dies* pada penekuk plat dilakukan di Balai Pengembangan Teknologi Tepat Guna (BPPTG) , Jl Kusumanegara No 168, Daerah Istimewa Yogyakarta.

1. Alat

- a. Mesin *milling*
- b. Mesin Bubut
- c. Mistar
- d. Jangka sorong

2. Bahan

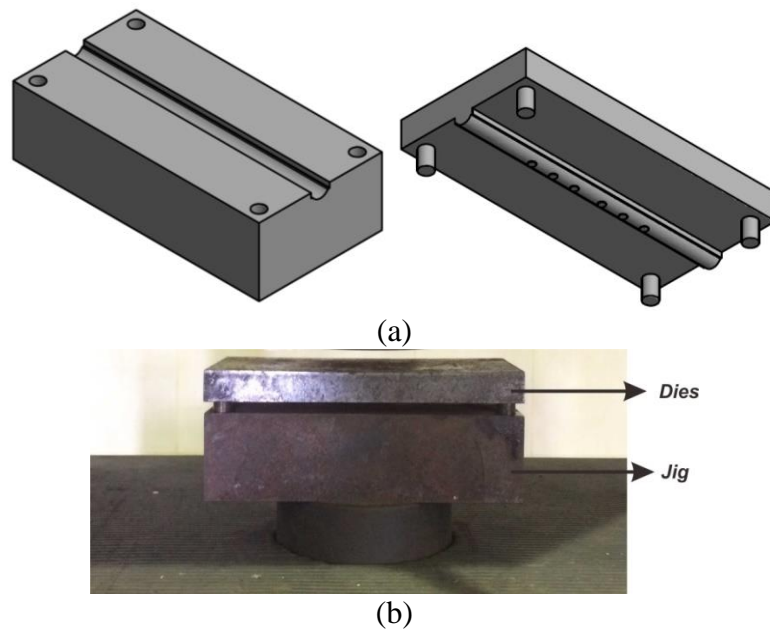
- a. Baja Paduan
- b. Penetrating oil

3.2.3 Proses Penekukan (pem-bending plat)

Proses penekukan spesimen menggunakan mesin uji tarik atau tekan (UTM) dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

1. Alat

- a. *Jig* dan *dies* pada penekuk plat



Gambar 3.1 Alat penekuk (*bending*) plat ; (a) Desain *jig* dan *dies*
(b) *jig* dan *dies* yang digunakan selama proses penekukan plat

- b. *Universal testing machine/UTM* (mesin uji tekan/tarik)

Mesin UTM berfungsi untuk memberikan gaya tekan pada alat penekuk *jig* dan *dies*, sehingga membuat spesimen mengalami penekanan dan terjadi deformasi plastis atau perubahan bentuk mengikuti profil (DCP) pada *jig* dan *dies*.



Gambar 3.2 Mesin UTM

2. Bahan

Dynamic compression plate (DCP) SS-316L

3.2.4 Pembuatan Mesin *Shot peening*

1. Alat

- a. Mesin penekuk plat
- b. Mesin las listrik
- c. Gergaji besi
- d. Gerinda potong
- e. Mistar
- f. Kunci kombinasi

2. Bahan

- a. Selang tahan panas diameter 15 mm
- b. *Spray gun* dengan *nozzle* diameter 10 mm
- c. Kotak plastik kapasitas 35 liter dengan dimensi 47 x 32 x 27 cm.
- d. *Pressure gauge*
- e. Plat baja (lebar 19 mm dan tebal 3 mm)
- f. Maur dan baut
- g. *Ring* plat dengan *Di* 12 mm
- h. *Sealtape*
- i. *Klem* selang
- j. *Ball valve compressor* ukuran 1/4

3.2.5 Proses perlakuan *shot peening*

1. Alat

a. Mesin *shot peening*

Kotak *Shot peening* dengan kapasitas 35 liter dan berdimensi 470 mm x 320 mm x 270 mm dengan jarak ujung *nozzle* penyemprotan terhadap plat spesimen (*holder*) adalah 100 mm.



Gambar 3.3 Kotak *Shot peening*

b. Kompresor

Kompresor berfungsi sebagai media mengalirnya udara yang disimpan di dalam tabung yang akan digunakan selama proses perlakuan *shot peening*.



Gambar 3.4 Kompresor

c. *Spray gun*

Berfungsi sebagai media untuk menembakkan *steel ball* ke arah permukaan spesimen.



Gambar 3.5 *Spray gun*

d. *Stopwatch*

Stopwatch berfungsi sebagai penghitung waktu saat pengujian *shot peening* yang durasi waktunya selama 10 menit.

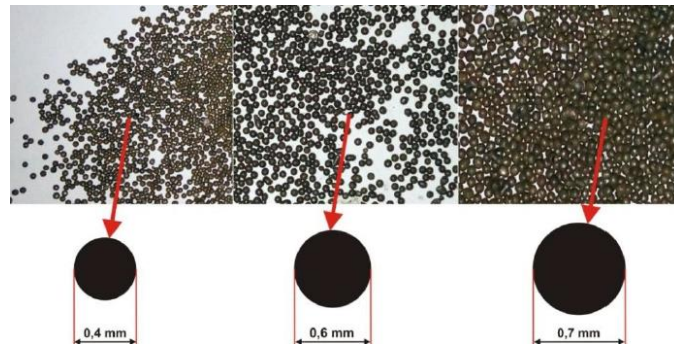


Gambar 3.6 *Stopwatch*

2. Material yang digunakan

- a. *Stainless Steel* AISI 316L
- b. *Steel ball* diameter 0,4; 0,6 dan 0,7 mm.

Steel ball sebagai material *abrasive* ini memiliki tiga variasi diameter ,diantaranya 0,4 mm; 0,6 mm dan 0,7 mm.

Gambar 3.7 Variasi diameter *steel ball*Tabel 3.1 Spesifikasi *Steel ball* yang digunakan
(Sumber : ferrosad.com)

	<i>Carbon</i>	<i>Magnesium</i>	<i>Silikon</i>	<i>Sulphur</i>	<i>Phospor</i>	Kekerasan
%	0,10	1,15	0,15	0,015	0,015	40-46HRC

- c. Double tape
- d. Lakban hitam
- e. Kain

3.2.6 Proses Pengujian

1. Alat yang digunakan selama pengujian

a. Alat uji kekasaran

Alat ini berfungsi sebagai mengukur tingkat kekasaran permukaan spesimen.



Gambar 3.8 Alat Uji Kekasaran

b. Alat uji mikroskop Stereo dan mikroskop optik

Mikroskop ini berfungsi sebagai media bantu peneliti untuk mengamati dan mengambil gambar dari struktur makro/mikro pada permukaan spesimen *shot peening*.



Gambar 3.9 Mikroskop Stereo



Gambar 3.10 Mikroskop Optik/Mikro

c. Alat uji kekerasan mikro

Alat ini digunakan untuk melakukan pengujian tingkat kekerasan pada setiap penampang potong spesimen.



Gambar 3.11 Alat pengujian kekerasan mikro

d. Jangka Sorong Digital

Jangka Sorong ini digunakan untuk mengukur ketebalan, ukuran lubang dan panjang oval pada spesimen *shot peening* yang bertujuan untuk mengetahui apakah ada penyusutan ukuran selama proses perlakuan berlangsung.



Gambar 3.12 Jangka sorong digital

e. Alat Suntik (*sprit*)

Alat suntik (*sprit*) ini digunakan sebagai media bantu penetesan air pada permukaan spesimen pada pengujian *wettability*.



Gambar 3.13 Alat Suntik (*sprit*)

3.3 Variabel Penelitian

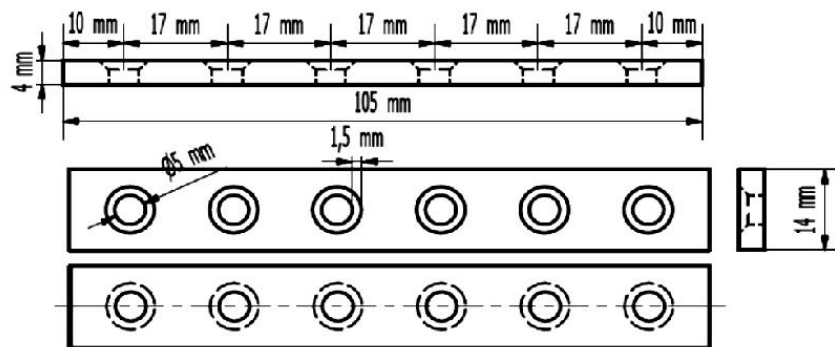
Variabel yang digunakan pada penelitian ini adalah variasi diameter *steel ball* pada *shot peening*, yaitu *steel ball* dengan diameter 0,4 mm, 0,6 mm dan 0,7 mm. Tekanan penyemprotan yang digunakan selama perlakuan *shot peening* dipertahankan sebesar 6 bar. Durasi waktu penyemprotan yang digunakan tiap spesimen adalah selama 10 menit. Dan sudut yang digunakan pada *spray gun* yaitu 90°.

3.4 Tahapan Penelitian

Tahapan yang dilakukan selama proses penelitian berlangsung diantaranya:

3.4.1 Proses Pembuatan spesimen DCP

Dynamic compression plate (DCP) dibuat dari *stainless steel* AISI- 316L. Desain DCP yang digunakan dalam penelitian ini merupakan desain dari penelitian sebelumnya (Saputra, 2016).



Gambar 3.14 Desain *Dynamic compression plate*



Gambar 3.15 Pembuatan Spesimen DCP. a) Plat SS-316L. b) spesimen *raw material*. c) *Dynamic compression plate* setelah proses *drilling*. d) *Dynamic compression plate* setelah *shot peening*.

Proses pembuatan desain DCP ini berdasarkan geometri tulang manusia dan properti material yang dibutuhkan, sehingga perlu dilakukan penekukan plat dan pemesinan untuk menyesuaikan kontur tulang manusia. Berikut ini tahapan-tahapan dalam pembuatan DCP SS-316L.

1. Melakukan proses pemotongan plat SS-316L dengan dimensi 105 mm x 14 mm sebanyak 10 buah.
2. Melakukan pengampelasan permukaan plat spesimen menggunakan ampelas dengan mesh nomer 600, 800, 2000.
3. Melakukan proses penekukan plat dengan radius lengkungan yang menyesuaikan geometri tulang manusia. Proses *bending* dilakukan dengan menggunakan *jig* dan *dies* yang sudah didesain khusus DCP.
4. Melakukan proses pemesinan untuk membuat lubang plat sesuai dengan desain dengan mesin *milling*.

3.4.2 Proses pembuatan mesin *shot peening*

Mesin *shot peening* dalam penelitian ini merupakan desain ulang (*redesign*) dari penelitian sebelumnya (Saputra, 2016 dan Zamhari, 2016). Peneliti hanya sedikit melakukan perubahan pada beberapa bagian sebagai berikut.

1. Perubahan desain pada pemegang spesimen (*specimen holder*) sesuai bentuk plat DCP.
2. Penambahan plat pengarah *steel ball* untuk menggerakkan *nozzle* selama proses *shot peening* dengan panjangnya sesuai ukuran DCP.
3. Penambahan *time tag* untuk membagi durasi waktu selama proses *shot peening*.



Gambar 3.16 Pembuatan mesin *shot peening* ; (a) kerangka mesin *shot peening*
 (b) mesin *shot peening* yang digunakan selama proses *shot peening*

3.4.3 Langkah Perlakuan *Shot peening*

Proses perlakuan *shot peening* dilakukan dengan menembakkan *steel ball* bertekanan tinggi ke arah permukaan spesimen. Langkah-langkah yang dilakukan sebagai berikut:

1. Proses perlakuan *shot peening* dilakukan di PRM Vulkanisir Ban di Jl. Ring Road Timur, Ngipik, Baturetno, Banguntapan, Bantul, Yogyakarta.
2. Menggunakan alat keselamatan kerja seperti masker, sarung tangan, dan kaca mata pelindung.
3. Memasukkan *steel ball* yang akan digunakan secara bergantian sesuai dengan variasi ukuran ke dalam kotak *shot peening*.
4. Memasang spesimen dengan bantuan *double-tape* ke spesimen holder dan memastikannya agar benar-benar terpasang dengan baik.
5. Menghidupkan kompresor sampai tekanan yang berada dalam tabung mencapai nilai 10-15 bar.
6. Mengatur *nozzle* agar berada tepat di jarak 100 mm dan sudut kontak dengan spesimen sebesar 90°.
7. Membuka katup selang kompresor secara maksimal, kemudian tekanan kompresor dipertahankan agar dapat tetap di 6 bar.
8. Menghidupkan *stopwatch* untuk menghitung waktu selama proses *shot peening* berlangsung.

9. Menggerakkan *nozzle* ke kanan mengikuti penanda waktu yang sudah disesuaikan dengan parameter waktu.
10. Durasi waktu perlakuan *shot peening* yang digunakan selama 10 menit setiap spesimen. Parameter tersebut mengacu pada penelitian sebelumnya (Zamhari, 2016 dan Sukarno, 2017).
11. Spesimen yang diberi perlakuan *shot peening* berjumlah 9 buah dengan satu spesimen raw material. Setelah 9 spesimen tersebut sudah diberi perlakuan *shot peening*, maka spesimen tersebut siap dilakukan beberapa tahapan pengujian laboratorium seperti kekasaran permukaan, pengamatan struktur makro dan mikro, *wettability*, kekerasan mikro dan *bending*.



Gambar 3.17 Proses *Shot peening*

3.4.4 Proses Pengujian

1. Pengamatan struktur makro permukaan

Proses pengamatan struktur makro dilakukan di Laboratorium Program Studi S1 Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Berikut dibawah ini langkah-langkah pengamatan struktur makro.

1. Mencetak sampel menggunakan resin yang telah dicampur dengan katalis untuk memudahkan dalam memegang sampel
2. Mengamplas spesimen untuk menghaluskan bagian sampel dan membersihkan dari sisa resin dengan amplas nomor kecil sampai besar secara berurutan yaitu dari 320, 600, dan 1000.
3. Menempatkan spesimen dibawah lensa mikroskop dan bagian struktur makro dilihat dengan mikroskop, hasil dari pengamatan

struktur makro dapat dilihat dengan komputer, kemudian simpan hasil gambar di komputer.

4. Untuk permukaan spesimen perbesaran 20x, perbesaran 12x untuk lubang spesimen, perbesaran 25x penampang melintang panjang dan perbesaran 15x untuk penampang melintang lubang.

2. Pengamatan struktur mikro permukaan

Proses pengamatan struktur mikro dari permukaan spesimen dilakukan di Laboratorium Bahan Teknik Departemen Teknik Mesin Sekolah Vokasi Universitas Gadjah Mada. Berikut ini langkah – langkah pengamatan struktur mikro.

1. Mencetak sampel menggunakan resin yang telah dicampur dengan katalis untuk memudahkan dalam memegang sampel.
2. Mengamplas spesimen untuk menghaluskan bagian sampel dan membersihkan dari sisa resin dengan amplas nomor kecil sampai besar secara berurutan yaitu dari 600, 1000, 1500, dan 2000.
3. Memoles spesimen dengan menggunakan kain beludru dan autotosol untuk mengkilapkan bagian penampang potong sehingga mudah terlihat di mikroskop.
4. Mengetsa spesimen menggunakan cairan *aqua regia* yaitu campuran antara *Hidrocloric Acid (HCl)* dan *Nitrid Acid (HNO₃)* dengan perbandingan 1:3.
5. Bagian struktur mikro dilihat dengan mikroskop, hasil dari pengamatan struktur mikro dapat dilihat dengan komputer, kemudian simpan hasil gambar di komputer.
6. Pembesaran yang digunakan sebesar 100x.
7. Menyimpan hasil *image* struktur mikro dari 4 spesimen DCP ke komputer untuk dianalisis.

3. Pengujian Kekasaran Permukaan

Proses pengujian kekasaran permukaan dilakukan di Laboratorium Program Studi S1 Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Berikut ini adalah petunjuk pemakaian alat TR200 untuk pengujian kekasaran permukaan.

1. Menyiapkan alat uji kekasaran yaitu TR200.
2. Menghubungkan alat uji kekasaran ke komputer.
3. Membuka *software* dari TR200.
4. Memasang spesimen yang akan diuji kekasaran dengan cara menempatkan dibawah *stylus*.
5. Memulai sesi uji kekasaran permukaan spesimen. Pengujian dilakukan dengan mengukur pada 3 bagian atas spesimen yaitu sisi kanan, tengah dan sisi kiri permukaan spesimen yang melengkung.
6. Mengolah data yang masuk ke *software*. Setelah data selesai diolah, kemudian hasil pengujian kekasaran di cetak.
7. Data yang diambil adalah parameter nilai Ra.

4. Pengujian Wettability

1. Membersihkan permukaan spesimen menggunakan tisu secara perlahan-lahan dan spesimen yang sudah di *shot peening* dengan menggunakan alkohol.
2. Meneteskan air sebanyak 1-2 tetes di tiga sisi permukaan spesimen.
3. Permukaan sampel tersebut difoto dari samping menggunakan kamera.
4. Ulangi langkah 2 sampai dengan 4 sebanyak 3 kali pengulangan pada setiap spesimen.
5. Setelah selesai foto visual didapatkan ,maka foto diedit di *software coreldraw X7* untuk *sketch* bentuk cekungan air dibuat garis lurus pada sisi luar untuk mengetahui berapa besaran sudut kontak pada masing-masing spesimen.

5. Pengukuran Dimensi/Geometri

1. Menyiapkan jangka sorong digital dan spesimen DCP.
2. Membaca indikator pada jangka sorong digital.
3. Pengukuran ketebalan plat dilakukan pada 3 bagian permukaan spesimen. Diantaranya sisi kanan, tengah dan sisi kiri.
4. Mencatat hasil pengukuran ketebalan spesimen DCP.
5. Melakukan pengukuran diameter lubang spesimen DCP. Pengukuran diameter menggunakan rahang luar pada 6 lubang spesimen DCP.
6. Mencatat hasil pengukuran diameter lubang spesimen DCP
7. Melakukan pengukuran sumbu panjang dan pendek *elips* pada 6 lubang berbentuk *elips* spesimen DCP.
8. Mencatat hasil pengukuran sumbu panjang dan sumbu pendek *elips* spesimen DCP
9. Mengulangi proses 3-8 untuk setiap spesimen DCP dengan variasi RM, 0,4, 0,6 dan 0,7 mm.

6. Pengujian kekerasan

Proses pengujian kekerasan mikro dilakukan di Laboratorium Bahan Teknik Departemen Teknik Mesin Sekolah Vokasi Universitas Gadjah Mada. Berikut ini langkah – langkah pengujian kekerasan mikro.

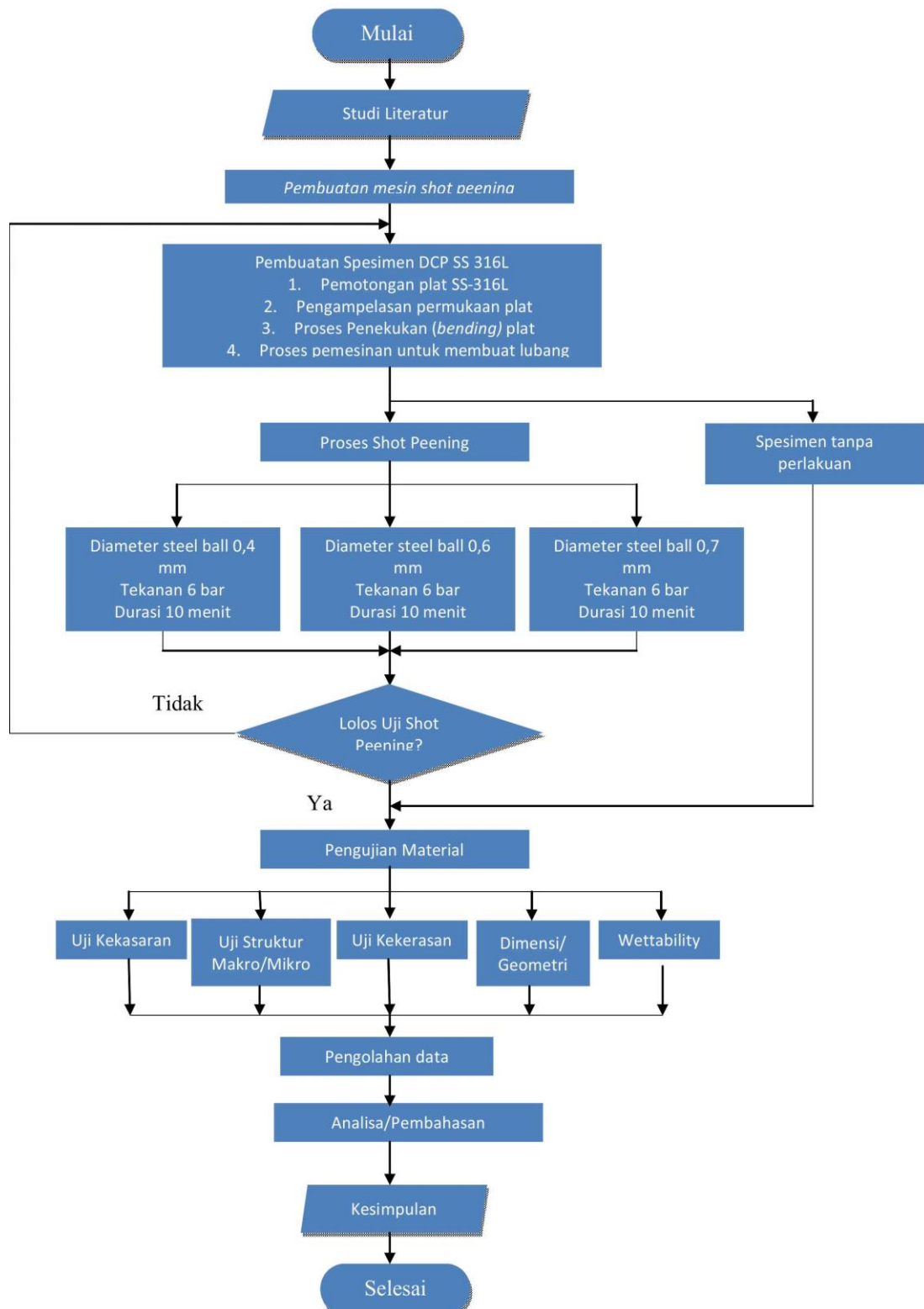
1. Mencetak sampel menggunakan resin yang telah dicampur dengan katalis untuk memudahkan dalam memegang sampel.
2. Mengamplas spesimen untuk menghaluskan bagian sampel dan membersihkan dari sisa resin dengan amplas nomor kecil sampai besar secara berurutan yaitu dari 600, 1000, 1500, dan 2000.
3. Memoles spesimen dengan menggunakan kain beludru dan autosol untuk mengkilapkan bagian penampang potong sehingga mudah terlihat di mikroskop.
4. Menguji tingkat kekerasan spesimen pada bagian spesimen sebanyak 5 titik dengan jarak titik 1 sejauh 25 μ m dan pada titik ke 2 sampai 10 dengan jarak 50 μ m.

5. Pada penelitian ini besar beban yang digunakan adalah 25 gf dan durasi penekan indenter selama 5 detik untuk setiap titik
6. Hasil pengujian diambil dari data diagonal horizontal dan diagonal vertical alat uji kekerasan *Micro Vicker*.

7. Proses pengolahan Data

1. Data kekasaran permukaan, kekerasan permukaan, kekerasan mikro dan dimensi/geometri dimasukkan ke dalam program *Microsoft Office Excel 2010* untuk mendapatkan nilai rata-rata, grafik perbandingan, nilai *error bar*, nilai standar deviasi (penyimpangan) dari setiap parameter.
2. Hasil pengamatan struktur mikro permukaan dianalisis secara kualitatif dan kuantitatif untuk mendapatkan kesimpulan yang akurat.

3.5 Diagram alir penelitian



Gambar 3.18 Diagram Alir Penelitian