

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Alat dan Bahan Penelitian

3.1.1. Pembuatan sampel dan DCP *Stainless Steel* AISI 316L

1. Alat

- a. Mistar
- b. Gerinda potong
- c. Gergaji besi
- d. Mesin *milling*
- e. Mata gerinda
- f. Pahat baja karbon dengan desain mata pahat khusus

2. Bahan

- a. *Stainless steel* AISI 316L
- b. Ampelas mesh nomor 200, 400, 300, 600, 1000 dan 1200
- c. *Double tape*
- d. Lakban hitam
- e. Kain
- f. Alkohol 70%

3.1.2. Pembuatan *jig* dan *dies* pada penekuk plat

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

1. Alat

- a. Mesin bubut
- b. Jangka sorong
- c. Mistar
- d. Mesin las
- e. Mesin *milling*

2. Bahan

- a. *Penetrating oil*
- b. Ampelas
- c. Baja paduan

3.1.3. Pembuatan mesin *shot peening*

1. Alat

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

2. Bahan

- a. Plat baja
- b. Mur
- c. Kotak plastik kapasitas 10 liter
- d. Selang tahan panas diameter 15 mm
- e. *Spyay gun* dengan *nozzle* diameter 5 mm
- f. *Pressure gauge*
- g. *Tape*
- h. *Snapring*
- i. *Sealtape*

3.1.4. proses penekukan (*bending*) plat

1. Alat

- a. *Jig* dan *dies* pada penekuk plat
- b. *Universal testing machine* (mesin uji tarik/tekan)

2. Bahan

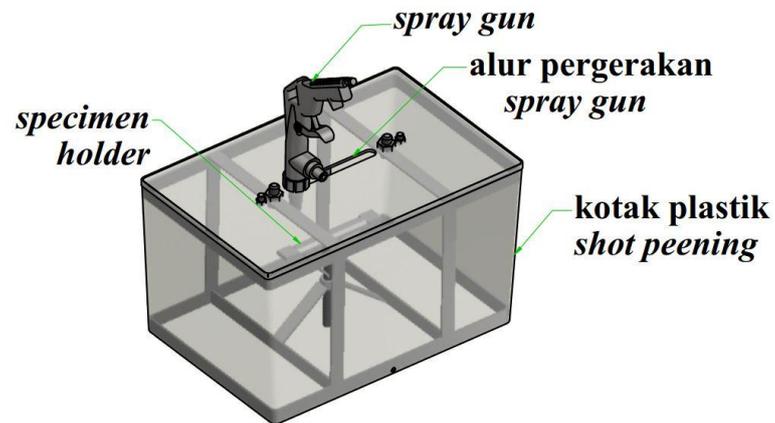
- a. *Penetrating oil*
- b. *Dynamic Compression Plate (DCP) Stainless Steel 316L*

3.1.5. Proses perlakuan *shot peening*

1. Alat

- a. Mesin *shot peening*

Shot peening box berukuran 180 mm × 100 mm × 175 mm dengan jarak ujung *nozzle* penyemprot terhadap plat pemegang spesimen (*holder*) 100 mm dengan besar sudut 90°.



Gambar 3.1 *Shot peening box*

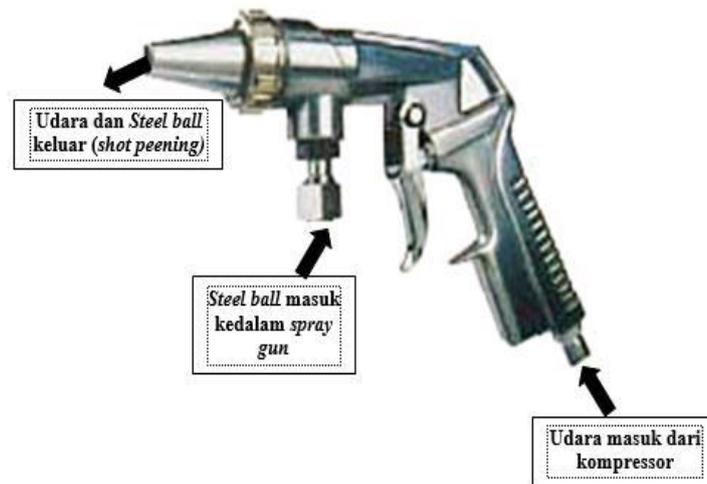
b. Kompresor

Kompresor berfungsi sebagai pensuplai udara dengan tekanan 6 bar yang digunakan selama proses *shot peening* berlangsung.



Gambar 3.2 Kompresor

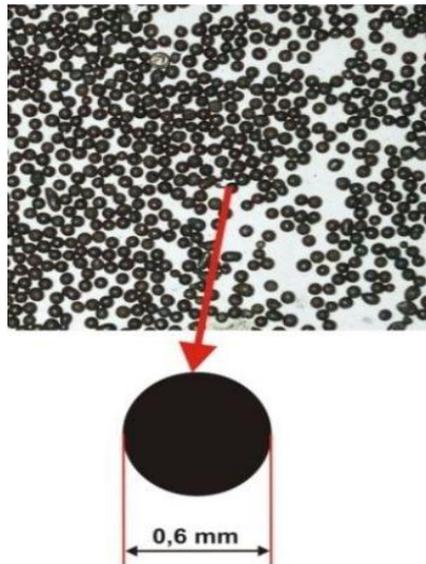
- c. *Stopwatch* berfungsi sebagai alat bantu untuk mengukur waktu selama proses *shot peening*.
- d. *Spray gun* berfungsi sebagai *nozzle* untuk menyemburkan material *abrasive* ke permukaan spesimen.



Gambar 3.3 *Spray gun*

2. Bahan

- a. *Stainless steel 316L*
- b. *Double tape*
- c. *Steel ball 0,6 mm*



Gambar 3.4 *Steel ball* ukuran 0,6 mm

3.1.6. Proses pengujian

1. Alat yang digunakan selama proses pengujian

a. Mikroskop Optik dan Mikroskop Stereo

Mikroskop berfungsi untuk alat bantu peneliti untuk melihat dan mengambil gambar pengujian struktur mikro dan makro pada spesimen uji.



Gambar 3.5 Mikroskop Optik



Gambar 3.6 Mikroskop Stereo

b. Alat uji kekasaran

Berfungsi untuk mengukur tingkat kekasaran spesimen yang berada dipermukaan spesimen uji.



Gambar 3.7 Alat uji kekasaran

c. Alat uji kekerasan mikro

Alat ini digunakan untuk melakukan pengujian pada penampang spesimen uji



Gambar 3.8 Alat uji kekerasan

d. Alat suntik (*sput*)

Sput digunakan untuk alat bantu penetasan air selama proses pengujian *wettability* pada permukaan spesimen untuk mengetahui besaran sudut kontak yang terjadi setelah diberi perlakuan *shot peening*. Permukaan spesimen diberi tetesan air lalu bentuk dari tetesan air tersebut difoto dan dimasukkan ke dalam *software CorelDraw* untuk pengukuran besaran sudut kontak. Garis diambil di bagian luar tetesan air agar dapat diketahui besaran sudut kontakannya.



Gambar 3.9 Alat suntuk (*sput*)

e. Mikrometer sekrup

Mikrometer sekrup digunakan untuk mengukur ketebalan spesimen *shot peening*, adakah penyusutan ketebalan setelah proses perlakuan berlangsung.



Gambar 3.10 Mikrometer Sekrup

3.2. Variabel Penelitian

variabel yang digunakan pada penelitian ini adalah variasi waktu penyemprotan pada *shot peening* setelah *drilling*, yaitu 8 menit, 10 menit, 12 menit. Tekanan penyemprotan 6 bar dengan sudut yang digunakan 90° . Proses *shot peening* dilakukan pada plat sampel *stainless steel* 316L berbentuk DCP dengan dimensi $105 \text{ mm} \times 14 \text{ mm} \times 4 \text{ mm}$. Total jumlah pengujian ada 10 sampel.

3.3. Tahapan Penelitian

3.3.1. Proses pembuatan plat sampel

Plat sampel dibuat dari *stainless steel* AISI 316L dengan dimensi $105 \text{ mm} \times 14 \text{ mm} \times 4 \text{ mm}$. Plat sampel dipotong menggunakan gerinda potong. Sebelum dilakukan proses *shot peening*, permukaan sampel diampelas terlebih dahulu menggunakan kertas ampelas dengan mesh nomor 200, 400, 300, 600, 1000 dan 1200. Tujuan pengampelasan yaitu untuk memastikan setiap plat sampel memiliki kondisi awal yang sama. Selanjutnya plat diberi kode inisial pada sisi yang tidak diampelas. Kode inisial disesuaikan dengan variabel yang digunakan pada proses *shot peening* sebagai berikut.



Gambar 3. 11 Sampel sesudah di *shot peening*

Tabel 3.1 Kode inisial pada sampel

Kode	Keterangan
<i>Raw</i>	Material dasar (setelah diampelas)
N8	Plat dengan variasi waktu 8 menit
N10	Plat dengan variasi waktu 10 menit
N12	Plat dengan variasi waktu 12 menit

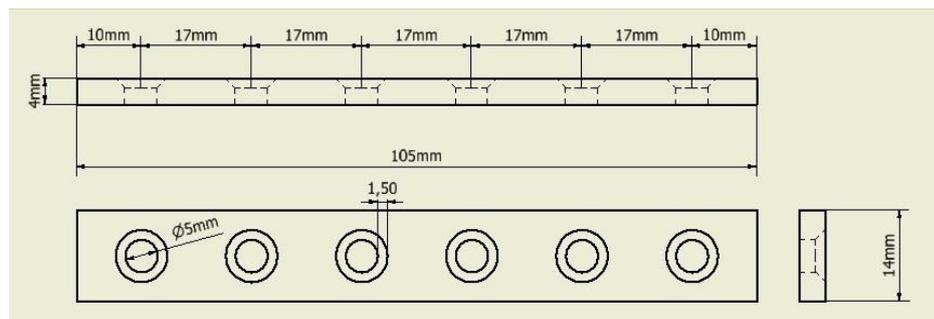
3.3.2. Proses pembuatan DCP

Dynamic Compression Plate (DCP) dibuat dari *stainless steel* AISI 316L. Desain DCP yang digunakan pada penelitian ini adalah desain ulang dari peneliti sebelumnya (Anggraini, 2012 dalam Saputra, 2016). Plat ini didesain untuk tulang lengan bawah dan lengan atas.

Pembuatan desain DCP ini berdasarkan bentuk material yang dibutuhkan dan geometri tulang manusia, sehingga diperlukan pemesinan dan penekukan pada plat untuk menyesuaikan tulang manusia. Langkah-langkah dalam pembuatan plat DCP sebagai berikut.

1. Melakukan pemotongan pada plat *stainless steel* 316L dengan dimensi 105 mm × 14 mm × 4 mm sebanyak 10 buah.
2. Melakukan proses pemesinan untuk membuat tulang sesuai dengan desain menggunakan mesin *milling*.

3. Melakukan proses penekukan (*bending*) pada plat dengan radius menyesuaikan radius tulang manusia. Proses *bending* dilakukan dengan menggunakan *jig* dan *dies* khusus untuk DCP.
4. Melakukan proses pelubangan plat DCP sesuai dengan desain dengan menggunakan mesin CNC



Gambar 3.12 Desain plat DCP

4.3.3. Langkah-langkah perlakuan *shot peening*

Proses perlakuan *shot peening* yaitu dilakukan dengan menyemprotkan bola baja (*steel ball*) bertekanan tinggi ke permukaan sampel. Langkah-langkah proses *shot peening* sebagai berikut:

1. Proses perlakuan *shot peening* dilakukan di PRM Vulkanisir Ban di Jl. Ring Road Timur, Ngipik, Baturetno, Banguntapan, Bantul, Yogyakarta.
2. Memasang selang udara ke saluran *spray gun*.
3. Mengisi *shot peening box* dengan material *abrasive* dengan diameter 0,6 mm.
4. Menghidupkan kompresor dengan tekanan 6 bar.
5. Memasang sampel benda uji pada *shot peening box*.
6. Posisikan *nozzle* dengan jarak 100 mm dengan sudut kontak 90° terhadap sampel.
7. Membuka katup selang kompresor secara maksimal, kemudian tekanan kompresor dipertahankan pada tekanan 6 bar.
8. *Stopwatch* dihidupkan untuk menghitung waktu proses perlakuan *shot peening*.

9. Dari 10 sampel durasi waktu *shot peening* adalah 8 menit, 10 menit, 12 menit setiap 3 sampel. Dan 1 sampel tidak diberi perlakuan *shot peening* sebagai sampel *Raw Material*. Setelah sampel sudah mendapatkan perlakuan *shot peening*, maka sampel tersebut siap untuk dilakukan pengujian kekerasan, kekasaran, struktur mikro dan makro, *wettability*, geometri, dan kekuatan bending.



Gambar 3.13 Proses perlakuan *shot peening*

3.4. Proses pengujian

3.4.1. Pengamatan struktur mikro

1. Mencetak sampel menggunakan katalis dan resin, fungsinya agar spesimen tersimpat di satu tempat yang sama untuk memudahkan saat melakukan pengujian.
2. Mencampur resin dan katalis yang sudah kering kemudian dipotong untuk didapatkan bagian yang melintang.
3. Mengamplas spesimen untuk menghaluskan bagian melintang sampel dan membersihkan dari sisa resin, amplas yang digunakan dari mesh nomor 600, 1000, 1500 dan 2000.
4. Sampel dipoles dengan menggunakan autosol hingga permukaan sampel mengkilap.
5. Sampel dietsa menggunakan cairan *aqua regia* yaitu campuran antara *Nitrid Acid* (HNO_3) dengan *Hidrocloric Acid* (HCl) dengan perbandingan 3:1.
6. Struktur mikro dapat dilihat dengan mengarahkan mikroskop ke bagian yang akan dilihat struktur mikronya, hasil dapat dilihat dengan menggunakan komputer, kemudian simpan hasil gambar di komputer.

3.4.2. Pengamatan Struktur Makro

Pengamatan struktur makro dilakukan di Laboratorium Program Studi S1 Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Berikut langkah penggunaan mikroskop untuk pengamatan struktur makro.

1. Menyambungkan kabel kamera mikroskop ke komputer.
2. Menyalakan komputer, kemudian membuka *software* dari mikroskop tersebut.
3. Menyiapkan spesimen yang akan diuji untuk pengamatan struktur makro pada bagian permukaan.
4. Menyiapkan spesimen dibawah lensa mikroskop.
5. Mengatur pembesaran pada mikroskop menggunakan pembesaran sebesar 2x pada jarak 500 μm .
6. Setelah permukaan spesimen terlihat jelas, lalu pilih bagian mana yang akan diambil gambarnya.
7. Setelah menentukan bagian mana yang akan difoto, kemudian klik opsi 'save' untuk menyimpan gambar.
8. Setelah itu file foto diberi nama sesuai dengan kondisi perlakuan yang diberikan (8 menit, 10 menit, 12 menit dan RM).

3.4.3. Langkah Pengujian Kekasaran

1. Menyiapkan alat uji kekasaran TR200.
2. Menyiapkan alat uji kekasaran ke komputer.
3. Membuka *software* dari TR200.
4. Menyiapkan spesimen yang akan diuji kekasaran dengan cara menyiapkan spesimen dibawah *stylus* alat uji.
5. Mulai pengujian kekasaran permukaan spesimen, pengujian dilakukan dengan cara pengulangan pengukuran pada 3 bagian spesimen yaitu sisi kiri, tengah dan kanan.
6. Asuk ke *software*, setelah data selesai diolah maka hasil pengujian dapat dicetak.
7. Parameter yang digunakan selama penulisan yaitu menggunakan nilai Ra.

3.4.4. Langkah Pengujian *Wettability*

1. Membersihkan spesimen permukaan menggunakan tisu secara perlahan.
2. Untuk spesimen yang sudah di *shot peening* dibersihkan menggunakan alkohol
3. Meneteskan air sebanyak 3 tetes ke permukaan spesimen.
4. Memfoto spesimen yang sudah ditetesi air.
5. Mengeringkan spesimen yang sudah ditetesi air
6. Ulangi langkah 2 sampai 4 sebanyak 3 kali pengulangan pada setiap spesimen.
7. Setelah itu hasil foto tersebut di edit di *software CorelDraw X7* untuk mencari tahu berapa besaran sudut kontak pada masing-masing spesimen.

3.4.5. Langkah Pengujian Kekerasan

1. Mencetak sampel menggunakan katalis dan resin, fungsinya agar spesimen tersimpat di satu tempat yang sama untuk memudahkan saat melakukan pengujian.
2. Mencampur resin dan katalis yang sudah kering kemudian dipotong untuk didapatkan bagian yang melintang.
3. Mengamplas spesimen untuk menghaluskan bagian melintang sampel dan membersihkan dari sisa resin, amplas yang digunakan dari mesh nomor 600, 1000, 1500 dan 2000.
4. Sampel dipoles dengan menggunakan autosol hingga permukaan sampel mengkilap. Hal ini berfungsi agar bekas injakan terlihat jelas ketika menggunakan mikroskop.
5. Menguji tingkat kekerasan spesimen pada bagian melintang spesimen sebanyak 5 titik dengan jarak pada titik 1 sejauh 25 μm dan pada titik 2 sampai 10 sejauh 50 μm .
6. Letakkan sampel pada mikroskop, indenter akan menekan selama 5 detik, hasil pengujian diambil dari data diagonal horizontal dan diagonal vertikal alat uji kekerasan *Micro Vickers*.

7. Mengulangi proses 1 sampai 5 dengan spesimen variasi waktu 8 menit, 10 menit, 12 menit dan *Raw Material*, masing-masing sampel yang diuji sebanyak 3 kali.

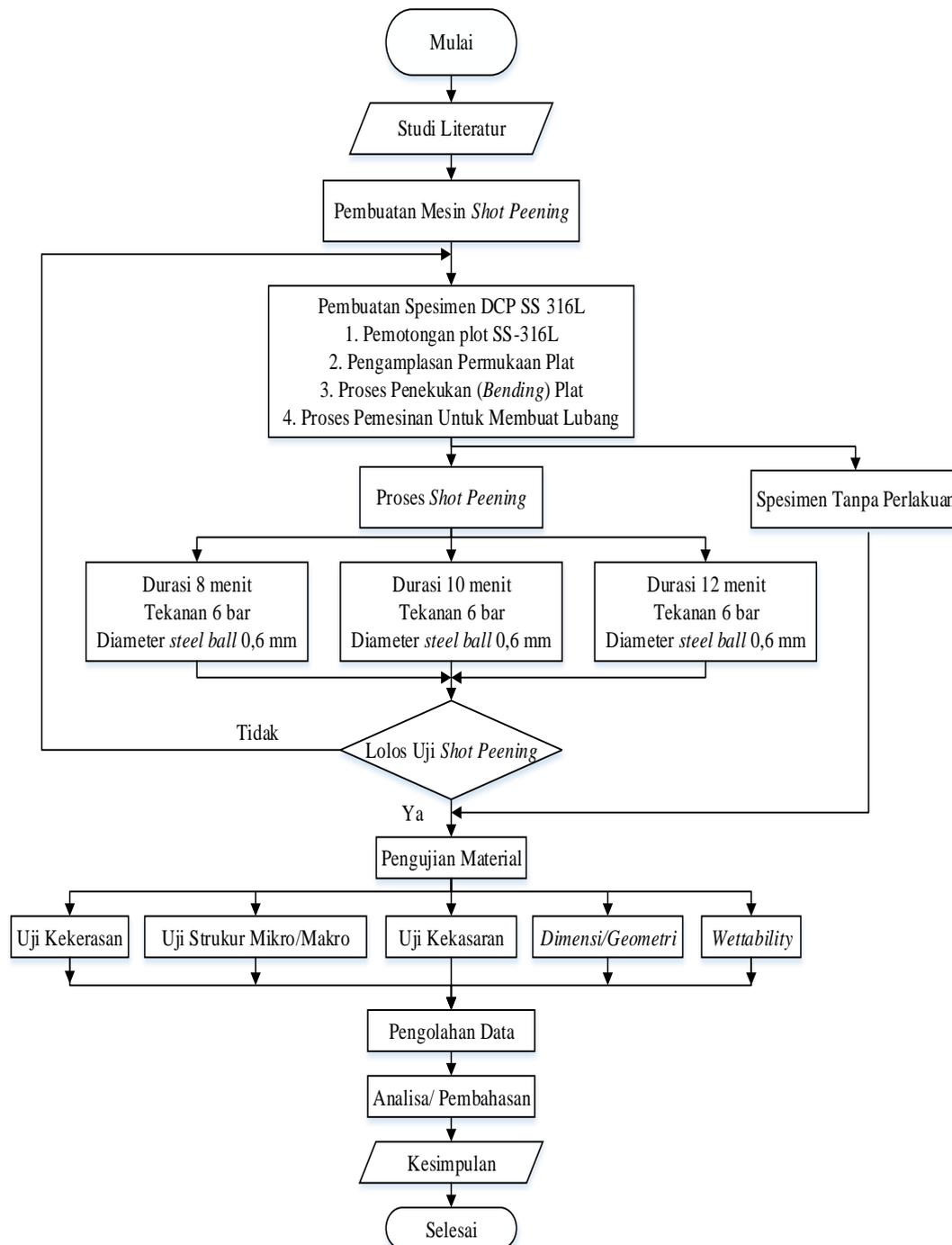
3.4.6. Langkah Pengukuran Ketebalan (*geometry*)

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 waktu 8, 10, dan 12 menit.

3.4.7. Proses Pengolahan Data

1. Data kekasaran permukaan, kekerasan permukaan, kekerasan mikro, dan geometri dimasukkan ke dalam program *Microsoft Excel 2013* 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 kuantitatif dan kualitatif untuk mendapatkan kesimpulan yang akurat.

3.5. Diagram alir pengujian



Gambar 3.14 Diagram alir pengujian