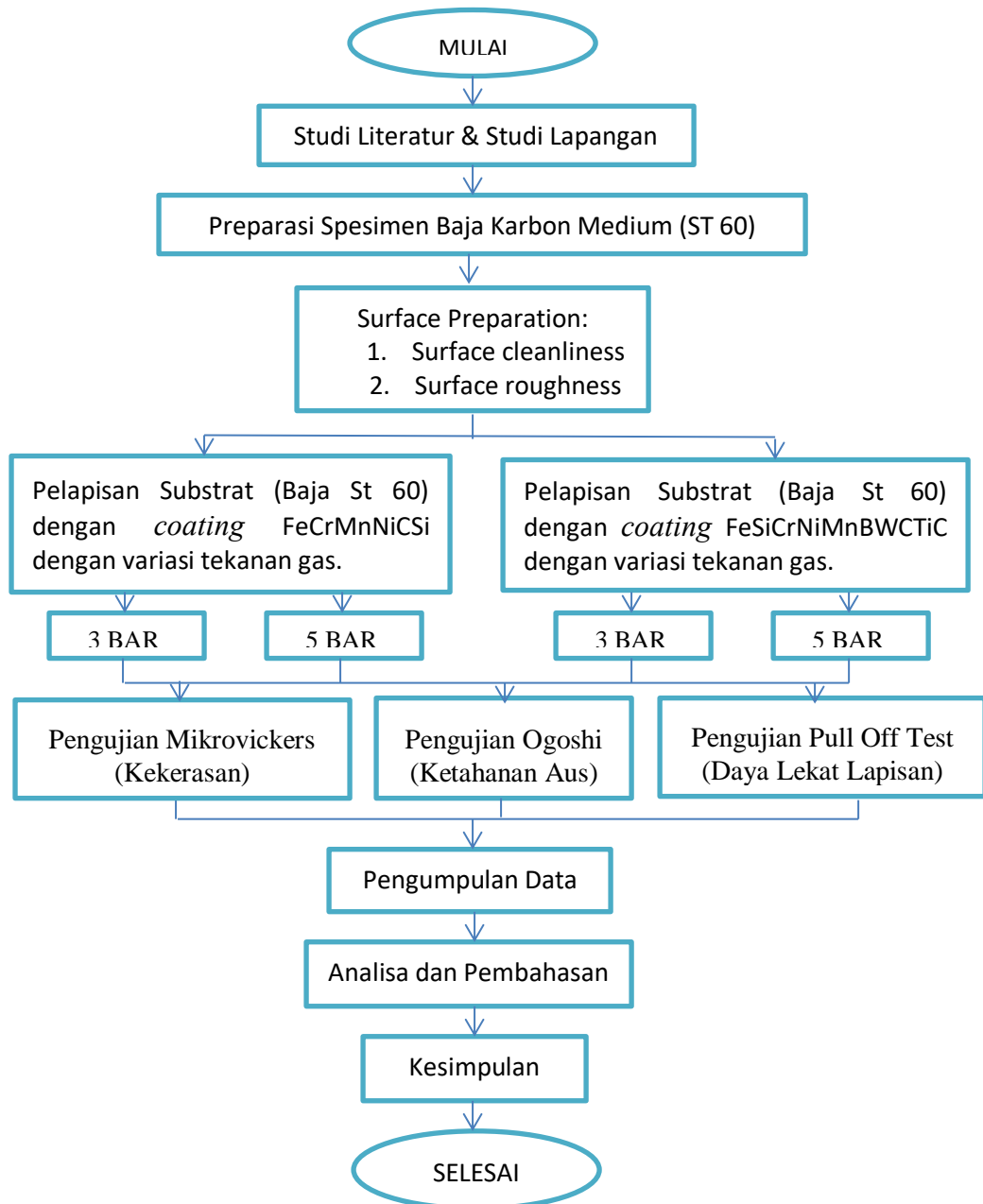


## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1. Diagram Alur Penelitian



### **3.2. Tempat Penelitian**

Proses pengerjaan beserta penelitian ini dilakukan di *workshop* PT. Cipta Agung, Jl. Rungkut Industri XI no. 26 Surabaya. Perusahaan ini bergerak dalam bidang pelapisan dan salah satunya adalah pelapisan logam/thermal spray serta peningkatan kualitas permukaan material kususnya logam dan perusahaan ini sebagai jasa pelapisan pada berbagai alat dan komponen di industri. Pengujian pull of (kekuatan lekat) dilakukan di PT. Cipta Agung, Surabaya. Pengujian mikrohardness dilakukan di laboratorium T. Mesin kampus ATW (Akademi teknik warga) serta untuk pengujian Ogoshi (keausan) dilakukan di laboratorium material UGM.

### **3.3. Bahan dan Alat**

#### **3.3.1. Bahan yang digunakan**

Bahan yang digunakan pada penelitian tentang *thermal spray* ini, antara lain:

##### **1. Substrat**

Pada penelitian kali ini baja St 60 di gunakan sebagai *substrat* tau *base metal* yang akan di lapisi. Material ini sesuai dengan aplikasi pada dunia industri di peruntukkan untuk pemakaian yang berhubungan dengan gesekan seperti: roda gigi, *syncromesh*, pinion gear, ridding gear). Bantalan (ridding ring, trunion roll, thrust roll, dll). *Shaft, coupling, pulley, connecting rods, pins* (torak) dan axles, spacer, dll.

## 2. Feedstock (Material Pelapis)

Mekanisme pelapisan pada penelitian ini menggunakan two layer. Layer pertama adalah *Intermediate Coating (bond coat)* dan layer kedua adalah *coating* akhir (*top coat*).

### a. *Intermediate Coating (bond coat)*

Ada dua jenis *bond coat* yang digunakan, pertama menggunakan material pelapis dengan merk dagang Metco 405NS dengan unsur komposisi NiAl.

Kedua menggunakan material pelapis dengan merk dagang TAFA 75B dengan unsur komposisi NiAl. Kedua jenis material ini berupa solid wire dan sangat direkomendasikan sebagai *intermediate coating* karena unsur paduan antara nikel dan aluminium mempunyai daya lekat yang bagus untuk pelapisan selanjutnya yang berada diatas lapisan NiAl (Metco 405NS). komposisi dari material *coating* ini dapat dilihat pada Tabel 3.1. dan Tabel 3.2.

**Tabel 3.1** Komposisi *boand coat* jenis Metco 405NS

Unsur	Presentase (%)
Ni	80
Al	20

**Tabel 3.2** Komposisi *boand coat* jenis TAFE 75B

Unsur	Presentase (%)
Ni	95
Al	5

**b. Coating Akhir (Top coat)**

Ada dua jenis *top coat* yang digunakan, pertama menggunakan material pelapis dengan merk dagang Metcoloy 2 dengan unsur komposisi FeCrMnNiCSi.

Kedua menggunakan material pelapis dengan merk dagang TAFE 97MXC dengan unsur komposisi FeSiCrNiMnBWCTiC. Kedua jenis material ini berupa *solid wire* dan Material ini direkomendasikan untuk aplikasi yang memerlukan lapisan keras dengan ketahanan aus yang baik dan perlindungan korosi (Metcoloy 2). Komposisi dari material *coating* ini dapat dilihat pada Tabel 3.3. dan Tabel 3.4.

**Tabel 3.3.** Komposisi FeCrMnNiCSi *wire* (Oerlikon Metco).

Komponen	Kadar (wt%)
Fe	Bal.
Cr	13
Mn	0.5
Ni	0.5
C	0.35
Si	0.25

**Tabel 3.4.** Komposisi FeSiCrNiMnBWCTiC *wire* (OerlikonMetco).

Komponen	Kadar (wt%)
Fe	Bal.
Si	1.25
Cr	14.0
Ni	4.5
Mn	0.55
B	1.87
WC	26.0
TiC	6.0

### 3.3.2. Alat Yang Digunakan

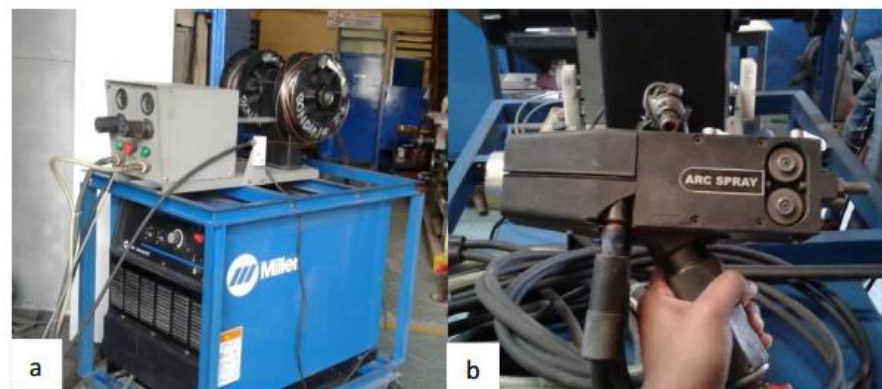
#### 1. *Sandblast*

Alat ini digunakan sebagai surface preparation yaitu untuk membersihkan permukaan yang akan dilakukan pelapisan dari kontaminasi seperti karat, cat, tanah, debu dan kotoran kotoran lainnya, serta selanjutnya untuk memberikan profil (kekasaran) pada permukaan material supaya ikatan mekanik antar *coating* dan substrat lebih baik.

#### 2. *Twin Wire Arc Spray*

*Twin Wire Electric Arc Spray* digunakan untuk mendeposisikan lapisan logam ke material substrat, dimana untuk melelehkan kedua material pelapis berupa *wire* yang berada pada sisi katoda dan anodanya menggunakan daya listrik dan untuk

meningkatkan kecepatan dari droplet cairan logam menggunakan udara bertekanan tinggi. Dalam alat *thermal sprayer*, terdapat modul utama yang terdiri dari *rectifier* dan modul pengatur tekanan udara, serta alat yang terpisah dari modul utama yaitu gun.



**Gambar 3.1.** (a) Modul utama thermal sprayer (b) Gun thermal sprayer. (PT. Cipta Agung, 2017).

### 3. *Pull Of Test*

Alat ini digunakan untuk menguji kekuatan ikatan lapisan *thermal spray* dari substratnya, seperti ditunjukkan Gambar 3.2. Alat ini juga sesuai dengan alat pengujian yang distandarkan dalam ASTM D 4541 *adhesion tester type V*.



**Gambar 3.2.** PosiTest Adhesion Tester Manual IP 65.  
(PT. Cipta Agung, 2017)

#### 4. Alat Uji Mikrovickers

Alat ini digunakan untuk mengetahui nilai kekerasan dari fasa atau lapisan *coating* pada substrat.



**Gambar 3.3.** Alat uji kekerasan digital mikrovickers. (CV. Java Multi Mandiri)

#### 5. Alat Uji Keausan

Alat uji keausan digunakan untuk mengukur volume aus dan besarnya gaya gesek pada lapisan *coating*.

#### 6. Elcometer

Alat ini digunakan untuk mengukur rata – rata kekasaran permukaan setelah dikenai *sand blasting* maupun *thermal spraying*, sesuai dengan standar ASTM D 4417. Prinsip kerjanya yang digunakan adalah dengan mengukur kedalaman celah antar partikel yang melekat, kemudian nilai ahir kekasarannya didapatkan dari hasil rata-rata 10× pengukuran.



**Gambar 3.4.** Elcometer. (PT. Cipta Agung, 2017)

## 7. Alat Penunjang

Alat penunjang yang dimaksud adalah:

<ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="checkbox"/> Jangka sorong</li> <li>• <input type="checkbox"/> Penggaris</li> <li>• <input type="checkbox"/> Gunting</li> <li>• Mesin Bubut</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="checkbox"/> Mesin Gergaji</li> <li>• <input type="checkbox"/> Meja perata</li> <li>• <input type="checkbox"/> Selotip</li> <li>• Mesin gerinda</li> </ul>
---	---

## 3.4. Metode Penelitian

Pada penelitian kali ini dilakukan percobaan melalui langkah – langkah sebagai berikut:

### 3.4.1. Preparasi Spesimen dan Surface Preparation

1. Melakukan preparasi sample dengan memotong sample sebanyak 16 buah. Preparasi sample ini dilakukan untuk dapat digunakan dalam pengujian.
2. Setelah dilakkukan preparasi sample, selanjutnya melakukan proses sandblasting, sebelumnya sampel dibersihkan terlebih dulu dengan



menggunakan alkohol. Untuk menghilangkan polutan berupa minyak, cat dan senyawa organik lainnya, kemudian dikeringkan. Selanjutnya baru dilakukan sandblasting pada permukaan substrat, ada 2 tujuan dilakukannya proses sandblasting. Tujuan pertama untuk membersihkan permukaan substrat dari karat dan kotoran lain yang tidak bisa dibersihkan menggunakan alkohol. Tujuan kedua untuk memberikan profil (kekasaran) pada permukaan substrat yang akan dilapisi supaya ikatan mekanik material pelapis dengan substrat lebih baik. Material yang digunakan yang digunakan untuk proses sandblasting berupa pasir *aluminium oxide* ( $Al_2O_3$ )

3. Setelah dilakukan proses sandblasting kemudian dicek kembali apakah proses sandblasting yang telah dilakukan sudah memenuhi standart *surface cleanliness* dan standart *surface roughness*, yaitu diperiksa tingkat debu yang masih menempel atau tertinggal pada permukaan substrat dan diperiksa tingkat kekasaran permukaan substrat. Jika belum dilakukan kembali proses sandblasting sampai memenuhi standart dari *surface preparation*, yaitu ISO 8502 – 3.

### **3.4.2. Proses Pelapisan dan Varisai Tekanan**

Pada proses pelapisan, menggunakan perbandingan dua *feedstock material*, dengan parameter jarak *nozzle*, sudut *nozzle*, arus listrik, dan voltase yang tetap dengan variasi tekanan gas, sebagai berikut:

1. *Feedstock material: Bond coat = NiAl* (Metco 405MS)

*Top coat = FeCrMnNiCSi* (Metcoloy2)

- Tekanan gas : 3 bar dan 5 bar
- Jarak *nozzle* : 200 mm
- Sudut *nozzle* : 90°
- Arus listrik : 145Ampere
- Voltase : 26,7Volts

1. *Feedstock material: Bond coat = NiAl (TAFA 75 B)*

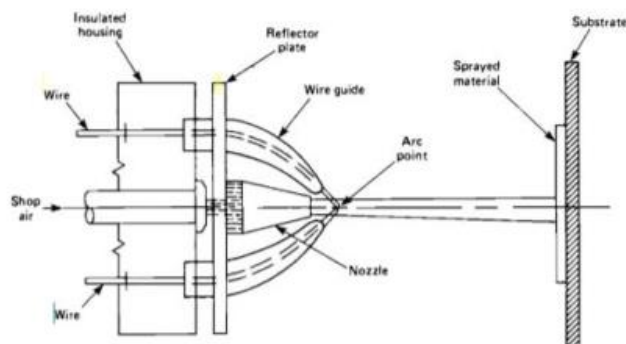
*Top coat = FeSiCrNiMnBWCTiC (TAFA 97MXC)*

- Tekanan gas : 3 bar dan 5 bar
- Jarak *nozzle* : 200 mm
- Sudut *nozzle* : 90°
- Arus listrik : 145Ampere
- Voltase : 26,7Volts

Proses *wire arc spray* menggunakan mesin Miller Delta Weld 602 – MC95 mesin tersebut memiliki 2 buah wire, satu berada di sisi sebelah kiri dan satu lagi berada di sisi sebelah kanan. Salah satu sisi wire dialiri arus negative dan satu sisin lagi dialiri dengan arus positif sehingga menyebabkan kedua wire tersebut menimbulkan percikan dan melelehkan material feedstock yang kemudian diberikan udara bertekanan yang mengakibatkan percikan atau lelehan material feedstock terlempar dari *spray gun* dan terdeposisi diatas permukaan substrat. Proses pelapisan ini menggunakan 4 jenis material feedstock dan menghasilkan 2 macam kombinasi.

Material feedstock pertama yaitu unsur paduan NiAl dengan merk dagang Metco 405NS berupa *wire* yang kemudian dideposisikan diatas permukaan substrat. Material feedstock NiAl ini menjadi *intermediate coating* (lapisan pertama) karena unsur paduan antara nikel dan aluminium mempunyai daya lekat yang baik untuk pelapisan selanjutnya yang berada diatas lapisan yang pertama ini. Setelah itu feedstock kedua berupa unsur paduan FeCrMnNiCSi dengan merk dagang metcoloy 2 berupa *wire* yang selanjutnya dideposisikan diatas lapisan yang pertama dan menghasilkan kombinasi pertama.

Kombinasi kedua terdiri dari material feedstock NiAl bermerk dagang Tafa 75B berupa *wire* dideposisikan diatas permukaan substrat baru. Material pelapis yang pertama ini juga berfungsi sebagai *intermediate coating* karena unsur paduannya memiliki kemampuan daya lekat yang baik untuk pelapisan selanjutnya, selanjutnya material feedstock dengan merk dagang Tafa 97MXC berupa *wire* dideposisikan diatas lapisan NiAl Tafa 75B.



Gambar 3.5. Skema proses alat *twin wire arc spray*.

### 3.5. Pengujian

Pada penelitian ini menggunakan beberapa macam pengujian untuk mendapatkan data yang di butuhkan untuk menjawab tujuan dari penelitian ini. pengujian tersebut di antaranya:

#### 3.5.1. Pengujian Adhesi *Coating* Terhadap Substrat

Untuk menganalisis kekuatan adhesi antara *coating* dengan substrat perlu melakukan pengujian *Pull Off Bonding* yang dilakukan dengan menggunakan alat PosiTest AT-M Adhesion Tester dengan standar ASTM D-4541. Sebelum melakukan pengujian spesimen di tempelkan dolly dengan lem araldite dan dibiarkan selama 1 x 24 jam agar lem kering sempurna untuk kemudian dilakukan pengujian. Alat yang digunakan dalam penelitian ini menghasilkan nilai kekuatan lekat dengan satuan MPa.

#### 3.5.2. Pengujian Keausan Ogoshi

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui nilai ketahanan aus pada spesimen menggunakan mesin *Ogoshi high speed universal wear testing machine (Type OAT-U)*. Bahan uji atau spesimen mendapat beban gesekan dari disk berdiameter 38 mm yang berputar (*revolving disc*) selama 1 menit. Kontak antar permukaan antara disc dan permukaan spesimen akan menghasilkan jejak bekas gesekan, besar jejakan tersebut yang kemudian dijadikan dasar penentuan nilai keausan (Ratna, 2017).



Gambar 3.6. Alat ujian keausan (Ogoshi)

Laju keausan dapat ditentukan sebagai perbandingan volume terabrasi dengan jarak luncur (Modul Praktikum Pengujian Keausan Teknik Mesin UGM):

$$W_s = \frac{B \cdot b^3}{8 \cdot r \cdot p_o \cdot l_o} = (mm^2/Kg)$$

Dengan keterangan:

$W_s$  = harga keausan spesifik ( $mm^2/kg$ ).

$B$  = lebar piringan pengaus ( $mm$ ).

$B_o$  = lebar keausan pada benda uji ( $mm$ ).

$r$  = jari-jari piringan pengaus ( $mm$ ).

$P_o$  = gaya tekan pada proses keausan berlangsung ( $Kg$ ).

$l_o$  = jarak tempuh pada proses pengausan ( $mm$ ).

Langkah Pengujian keausan adalah sebagai berikut:

1. Melakukan preparasi spesimen dengan dimensi maksimal yang dihendaki: Panjang = 30 mm dan Tebal = 10 mm. kemudian permukaan spesimen yang akan dilakukan pengujian dihaluskan supaya bekas jejak pembebanan bisa terlihat di mikroskop.
2. Melakukan pengaturan gear ratio untuk menentukan final load table yang digunakan sebagai pembebanan saat proses revolving disc. Dan untuk menentukan speed-nya. Semakin besar
3. Selanjutnya spesimen diletakkan pada mesin penguji, letakan dengan benar sesuai jarum panah yang ada pada rumah cekam spesimen, setelah benar lalu kencangkan.
4. Mengatur pembebanan yang digunakan. Sesuai dengan tabel Final Load Table
5. Pengujian keausan dapat dimulai dengan menekan tombol ON, yang menyebabkan disc berputar dan menggesek spesimen dengan beban tertentu.
6. Kemudian hasil pengujian diamati dengan mikroskop dan diukur dimensi panjang gerusan paada benda uji yang terjadi.
7. Dengan data luas jejakan yang telah dihitung pada mikroskop kemudian dapat dilakukan perhitungan laju keausan spesifik dengan rumus seperti yang ditunjukkan diatas.

### 3.5.3. Pengujian Kekerasan Mikrovickers

Pengujian kekerasan dilakukan untuk mengetahui distribusi nilai kekerasan pada spesimen dengan menggunakan metode Vickers.

$$HVN = \frac{189 \times F \times 10^3}{d^2} \dots\dots\dots(3.1)$$

HVN = Nilai kekerasan vickers

F = Beban Indentasi (N)

D = Panjang Diagonal Jejak ( $\mu\text{m}$ )

Berikut prosedur penggunaan mesin kekerasan:

1. Meletakkan sampel (material) pada meja alat.
2. Mikroskop difokuskan melalui pengatur kasar, mencari area (fasa) yang akan di indentasi.
4. Area penjajakan pada sampel ditentukan dengan memutar spindel mikrometer.
5. Memberi beban sebesar 250 gf terhadap permukaan sampel selama 15 detik.
6. Mengukur diameter jejak arah horisontal ( $d_1$ ) dan diameter jejak arah vertikal ( $d_2$ ). Nilai kekerasan otomatis muncul dilayar monito

