

komposisi tidak homogen akan memiliki perbedaan kelarutan dalam pembersihan, sehingga beberapa daerah ada yang lebih terlarut dibandingkan dengan daerah yang lainnya. Ketika oksida dihilangkan dari permukaan, pembersihan mulai melarutkan matriks-paduan dengan evolusi hidrogen, dan juga beberapa akan masuk ke dalam logam<sup>[24]</sup>.

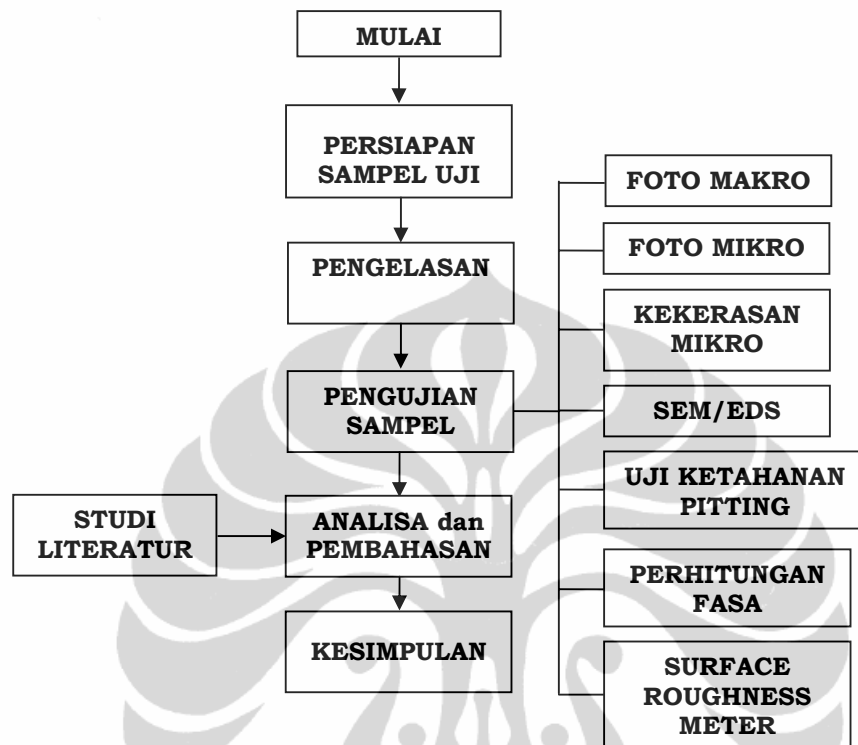
Dari sudut pandang teori di atas, baja tahan karat terdiri dari beberapa elemen dengan perbedaan kelarutan dan permukaannya dalam keadaan *unequipotentialized* yang beberapa masih tersisa dalam keadaan seperti itu walaupun setelah proses pembersihan selesai. Permukaan *unequipotentialized* merupakan tempat ideal untuk pengintian korosi<sup>[24]</sup>.



### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1. Prosedur Penelitian**

Tahapan-tahapan prosedur yang akan dilakukan pada penelitian ini diuraikan pada diagram alir Gambar 3.1.



Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian

### 3.2 Persiapan Bahan

Pada tahap ini dilakukan persiapan untuk melakukan penelitian, yaitu :

#### 1. Material dasar (*base metal*)

*Base metal* yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Austenitic stainless steel* 316L dengan sertifikat pabrik (*mill sheet certificate*) dan komposisi kimia terdapat di Lampiran 1. Persiapan spesimen pengujian :

- Melakukan pemotongan material dasar dengan ukuran yang telah ditentukan yakni 150 mm x 300 mm dengan ketebalan 1,5 mm dan 3 mm.

- Melakukan penandaan sampel percobaan.

## 2. Kawat las (*filler metal*)

Pada pengelasan *base metal*, filler yang digunakan adalah :

Metoda SMAW : E316L-16 (18Cr-13Ni), diameter 2 mm (merk Denki) → AWS A5.4

Metoda GTAW : ER316L, diameter 1,6 mm → AWS A5.9

Filler TGX : TGX 316L (R316LT1-5), diameter 2,2 mm → Spesifikasi Kobelco

Komposisi kimia dari filler terdapat dalam Lampiran 2.

- ## 3. Peralatan Percobaan, pada tahap ini perlu disiapkan mesin las SMAW dan GTAW dan menyiapkan peralatan dan gas pelindung 100% Argon (Ar) yang digunakan.

### 3.3. Proses Pengelasan

Proses pengelasan yang dilakukan dalam penelitian ini dilakukan di dua tempat, yakni di Balai Las Khusus di Condet dan di PT. X.

Proses pengelasan yang dilakukan di Balai Las Khusus Condet, yaitu :

1. SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*)
2. GTAW (*Gas Tungsten Arc Welding*) menggunakan 100% argon (Ar)
  - GTAW tanpa *gas back purging*
  - GTAW dengan *gas back purging* 100% argon (Ar)
3. SMAW + GTAW

Proses pengelasan yang dilakukan di PT. X adalah proses pengelasan GTAW dengan menggunakan filler khusus TGX

Keseluruhan data parameter pengelasan terdapat di Lampiran 3. Proses pengelasan ini merupakan tahap awal dalam pengumpulan data dari spesimen yang telah dibuat dan pelaksanaan pengelasan dilakukan oleh teknisi las dari pihak perusahaan.

### **3.4 Pengujian**

Produk pengelasan yang sudah jadi kemudian dipotong-potong dan diuji. Adapun pengujian yang akan dilakukan terhadap hasil percobaan pengelasan ini adalah : Uji visual, Pengujian struktur mikro (foto makro dan foto mikro), kekerasan mikro, SEM/EDS, uji ketahanan *pitting*, perhitungan fasa dan *surface roughness meter*.

#### **3.4.1. Pengujian Visual**

Uji visual dilakukan untuk melihat kondisi hasil pengelasan secara umum.

#### **3.4.2. Pengujian Struktur Mikro**

Pengujian struktur mikro bertujuan untuk mengetahui struktur mikro yang terjadi di daerah lasan, HAZ dan logam dasar yang terkena panas. Pengujian ini dilakukan di Laboratorium Departemen Metalurgi dan Material Fakultas Teknik UI. Pengujian struktur mikro dilakukan sesuai standar ASTM E-3-95 dengan proses sebagai berikut :

1. Pemotongan Sampel

Pemotongan dilakukan dengan menggunakan gergaji mesin dengan pendinginan air.

2. Mounting

**Universitas Indonesia**

Sampel *dimounting* unuk mempermudah pengampelasan. Jenis *mounting* yang digunakan adalah resin *acrylic*.

3. Pengampelasan

Pengampelasan dilakukan menggunakan amplas silikon karbida dengan pendinginan air. Pengampelasan dilakukan secara bertahap mulai dengan amplas kasar hingga yang halus dengan grit berturut – turut 60, 80, 120, 240, 320, 400, 700, 1000, 1200 dan 1500 sehingga diperoleh permukaan yang rata dan halus. Sampel harus dibersihkan setiap pergantian sampel untuk mencegah terbawanya *abrasive* yang lebih kasar (debris dari sampel), selain itu air juga berfungsi sebagai pelumas.

4. Pemolesan

Pemolesan dilakukan dengan menggunakan pasta poles alumina untuk mendapatkan permukaan betul–betul rata dan bebas dari goresan. Kecepatan mesin poles sekitar 150 rpm dengan tekanan pada sampel yang sedang.

5. Proses *Etsa*

Pengetesan dilakukan dengan menggunakan larutan etsa oksalat 15%.

6. Pengamatan dilakukan dengan menggunakan mikroskop optik.

### A. Foto Makro

Pengujian foto makro dilakukan untuk mengetahui hasil pengelasan sekaligus dapat terlihat daerah lebur (*fusion zone/Weld Metal*), daerah *Heat Affected Zone/HAZ* dan daerah logam induk (*Base Metal*). Pengamatan dilakukan dengan perbesaran 8x.

### B. Foto Mikro

Pengujian foto mikro dilakukan untuk mengetahui pengaruh proses

**Universitas Indonesia**

pengelasan terhadap bentuk fasa dari material di area *WM*. Pengamatan dilakukan dengan perbesaran 200x.

### **3.4.3. Pengujian Kekerasan**

Pengujian kekerasan dilakukan untuk mengetahui distribusi kekerasan antara *Base Metal*, daerah sekitar lasan *HAZ (Heat Affected Zone)* dan daerah logam lasan (*Weld Metal*). Pengujian ini dilakukan di Laboratorium Departemen Metalurgi dan Material Fakultas Teknik UI, sesuai dengan standar ASTM E-384-99. Pengujian ini menggunakan mesin Vickers Hardness Testing dengan berat pembebanan 300 gr dengan jarak penjejakan 0,5 mm dan waktu pembebanan 15 detik. Indentor yang digunakan dalam pengujian ini adalah indentor berbentuk piramida intan dengan sudut  $136^{\circ}$ . Setelah beban diangkat akan memperlihatkan penetrasi berbentuk bujur sangkar, selanjutnya diagonal bujur sangkar tersebut untuk menentukan dasar perhitungan nilai Vickers. Pengujian dilakukan memanjang dari logam las hingga logam dasar masing-masing daerah sebanyak 5 titik.

### **3.4.4. Pengujian SEM/EDS**

Pengamatan fraktografi dilakukan dengan SEM pada spesimen uji lasan dengan perbesaran sampai 50x. Pengujian SEM-EDS bertujuan untuk menganalisa komposisi kimia dengan metoda *scanning* dan bisa diatur pembesarannya 1000x. Pengujian ini untuk mengetahui senyawa yang ditimbulkan karena proses pengelasan.

Pengujian ini dilakukan di Laboratorium Departemen Metalurgi dan Material Fakultas Teknik UI. Sampel ditempelkan pada *mounting* yang ada perekat *tape*, sehingga tidak mudah lepas. Material kemudian dimasukkan kedalam chamber dan di vakum dan kemudian diperbesar 500x – 1000x dan diamati komposisi kimianya.

**Universitas Indonesia**

### 3.4.5. Pengujian Ketahanan terhadap Korosi *Pitting*

Metoda standar korosi *pitting* yang digunakan untuk pengujian *austenitic stainless steel* 316 L dalam penelitian tesis ini adalah ASTM G48 metoda A, dilakukan dengan mencelup ke dalam larutan 10% *ferric chloride*  $\text{FeCl}_3$  selama 72 jam pada suhu kamar dan  $20 \pm 2$  °C. Tujuan dari standar ini adalah untuk menentukan keberadaan *pitting* dan juga untuk memprediksi sisa umur dalam struktur logam.

#### A. Persiapan Spesimen Uji Ketahanan terhadap Korosi *Pitting*

Langkah-langkah pembuatan spesimen uji ketahanan korosi *pitting* adalah sebagai berikut :

- Jumlah total spesimen ada 20 spesimen.
- Pemotongan material untuk dijadikan spesimen uji korosi *pitting* dengan ukuran 25 x 50 mm.
- 10 spesimen diampelas (dipreparasi) dengan kertas amplas dengan grade 1200 grid dan 10 spesimen yang lain dibiarkan apa adanya (tanpa preparasi) untuk mengetahui pengaruh oksida permukaan terhadap ketahanan korosi *pitting*.
- Spesimen ditimbang dengan timbangan elektronik dengan tingkat ketelitian sampai 0,0001 gram sebelum dilakukan uji korosi *pitting*.

#### B. Media Pengujian (Larutan *Ferric Chloride*, $\text{FeCl}_3$ )

Metode pengujian ketahanan terhadap korosi *pitting ferric chloride*, menggunakan 100 gram *ferric chloride*  $\text{FeCl}_3$  dicampur pada 900 ml air bidistilasi. Larutan kemudian disaring dengan menggunakan kertas penyaring untuk menghilangkan partikel-partikel pengotor.

### C. Sarana Uji

Peralatan yang dibutuhkan dalam pengujian korosi *pitting*, antara lain :

- Gelas ukur  
Percobaan korosi *pitting ferric chloride* membutuhkan suatu gelas ukur dengan volume 1000 ml yang digunakan sebagai tempat larutan *ferric chloride* untuk pengujian ketahanan korosi.
- Air bidistilasi dengan temperatur konstan  
Air bidistilasi digunakan untuk pembuatan larutan.
- Timbangan elektronik  
Timbangan elektronik digunakan untuk menentukan berat spesimen dengan tingkat ketelitian sampai 0,0001 gram.
- Kamera mikroskop  
Kamera mikroskop digunakan untuk melihat adanya korosi *pitting* dari spesimen yang telah diuji korosi.
- *Surface Roughness Meter*  
*Surface Roughness Meter* digunakan untuk mengetahui kedalaman *pitting* dari spesimen yang telah diuji. Pengujian ini dilakukan di PT. X.

### D. Prosedur Pengujian Korosi *Pitting*

Pengujian terhadap ketahanan korosi *pitting* berdasarkan standar ASTM 2002 volume 03.02 : G48 Method A-*Ferric Chloride pitting test*. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui ketahanan korosi *pitting* pada daerah lasan material *austenitic stainless steel 316L*. Prosedur pengujian yang dilakukan yakni :

1. Larutan *ferric chloride* 600 ml dituangkan ke dalam gelas beker ukuran 1000 ml.
2. Temperatur larutan yang digunakan uji korosi ini adalah  $20 \pm 2$  °C
3. Spesimen dimasukkan ke dalam larutan selama 72 jam (3 hari)

Universitas Indonesia



4. Setelah itu spesimen dibersihkan dengan air, lalu celupkan dalam aseton atau methanol dan keringkan di udara
5. Setelah dilakukan uji korosi, spesimen ditimbang lagi untuk menghitung *weight loss* (berat yang hilang akibat terkorosi) dengan rumus :

$$\text{mm/bulan} = \frac{(7290 \cdot W)}{A \cdot t \cdot d}$$

(A.t.d)

Keterangan :

t = Time of exposure (jam) = 72 jam

A = Area (cm<sup>2</sup>)

W = Berat yang hilang atau *weight loss* (gram)

d = Densitas (gram/cm<sup>3</sup>)

6. Selain itu, dilakukan pula pengambilan foto dengan kamera (visual) dan foto makro menggunakan mikroskop optik perbesaran 50x – 100x.
7. Setelah itu, dilakukan uji kedalaman *pitting* dengan menggunakan *surface roughness meter*. Kemudian dilanjutkan dengan perhitungan *Pitting Factor* (PF) dengan rumus : *Depth to weight loss ratio* =

$$\frac{\text{Depth}}{\text{Weight Loss}}$$