

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Peralatan, Material dan Bahan

3.1.1. Peralatan

- a) Airless Spray .
- b) Kompresor
- c) *Automatic Blasting Machine*
- d) Micrometer Dial Gauge
- e) Holiday Test
- f) Pull off Test Gauge
- g) Rectifier
- h) Voltmeter
- i) Potentiostat
- j) Timbal Anode
- k) Reference Cell Cu/CuSO₄
- l) Silicone Sealant
- m) MEK (Metyl Ethyl Keton)
- n) Kabel tembaga dengan panjang yang sama dan cabut buaya.

3.1.2. Material dan Bahan

- a) Sampel Baja Karbon Rendah A36,Ukuran 10x10 cm @ 18 buah
- b) Cat Epoxy Polyamide Aluminum 1 liter
- c) Thinner 1 Liter

- d) Natrium klorida (NaCl)
- e) Aquades
- f) Kertas Testex (Tebal 2 mils)
- g) Tabung Plastik 9 buah

3.2. Larutan Uji

- a) NaCl 3.5% (35 gpl NaCl dalam 1 L aquades)

3.3. Prosedur Penelitian

Langkah-langkah kerja dalam penelitian ini antara lain:

3.3.1. Pemotongan Sampel

Material sampel dipotong dengan menggunakan mesin gergaji potong dengan ukuran panjang 10 centimeter dan lebar 10 centimeter dengan tebal 4 milimeter, kemudian permukaan sampel dicek tingkat karatnya (*rustgrade*) dengan cara visual sesuai standard BS EN ISO 8501-1 Vis 1,

Permukaan sampel di bersihkan dari segala jenis kontaminan dengan menggunakan thinner dan kemudian dilakukan Blast Cleaning.

3.3.2. Pengamatan pH media abrasif

Pengamatan pH Media abrasive dilakukan dengan memasukan media abrasive ke dalam gelas yang sudah berisi air aquades, setelah didiamkan beberapa saat, kemudian celupkan lakmus pH indikator ke dalam gelas dan pH media abrasive dapat diketahui dari perubahan warna lakmus pH.

3.3.3. Pengamatan *Blotter Test* dan *needle gauge pressure*.

Pengujian "*blotter test*" dilakukan untuk mengetahui bersih tidaknya angin dari compressor yang digunakan untuk proses blast cleaning, sedangkan pengujian *needle gauge pressure* dilakukan untuk mengetahui konsistensi tekana angin yang keluar di ujung nozzle.

Prosedur pelaksanaanya sebagai berikut :

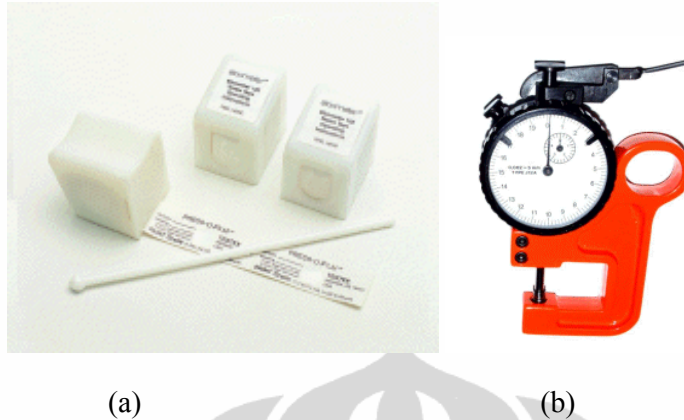
- a. Tempatkan sebuah kain putih tebal pada jarak 50 cm dari nozzle ,seperti pada gambar
- b. Kemudian buka angin dengan tekanan penuh,dan diarahkan ke kain putih.
- c. Setelah 1-2 menit, matikan angin dan cek apakah ada kotoran seperti oil, air atau debu tanah yang melekat pada kain.
- d. Jika tidak ada , maka proses blast cleaning bisa dilakukan.
- e. Pada saat melakukan poin b diatas, tekanan pada ujung nozzle dapat diukur dengan menusukkan ujung jarum Needle Gauge ke ujung selang hose nozzle. Kemudian dibandingkan tekanan yang diukur needle gauge dengan tekanan yang terukur di mesin compressor. Jika sama, maka angin dari compressor masih konsisten dan proses blast cleaning dapat dilakukan.



Gambar 3.1. Pengujian Blotter Test

3.3.4. Pengukuran Profil Permukaan

Pengukuran profil permukaan (*anchor profile*) dengan metode ASTM D 4417-C (*Testex Press O Film Replica Tape*). Variasi profil permukaan yang digunakan adalah mengacu pada Standar SSPC antara lain: SP 7 (*Brush-Off Blast Cleaning*), SP 6 (*Commercial Blast Cleaning*) dan SP 5 (*White Metal Blast Cleaning*).



Gambar 3.2. (a) Testex Press O Film Replica Tape, (b) Dial Thickness Gauge

Langkah-langkah pengujian antara lain:

- a. Peralatan Pengujian
 - Testex Press O Film replika tape
 - Dial gauge micrometer, seperti pada gambar 3.2
- b. Prosedur pengujian
 - Pilih kertas replika yang belum digunakan dan sesuai dengan tingkat kekasaran yang akan dihitung.
 - Lepaskan kertas pelindung, dan tempelkan pada permukaan substrat
 - Pegang kertas replika dan gosok bagian plastik bulat ditengahnya, hingga warna abu-abu muncul secara merata
 - Lepaskan kertas replika dan tempatkan diantara Micrometer Dial Gauge, dan hitung tebalnya dan kurangi dengan tebal plastik untuk mendapatkan profil permukaan.
 - Lakukan langkah-langkah tersebut diatas dan hitung di tiga lokasi, kemudian dilakukan perhitungan rata-rata sebagai angka profil permukaan

3.3.5. Pengamatan *Scanning Electron Microscope*

Sampel uji dipotong dengan menggunakan *Diamond Saw*, agar tidak merusak profile permukaannya. Pengujian dilakukan dengan menggunakan bantuan *Scanning Electron Microscope* yang dilengkapi fasilitas Energi Dispersif sinar-X. SEM ini merupakan salah satu tipe mikroskop elektron yang menggunakan berkas elektron (*elektron beam*) untuk menghasilkan suatu perbesaran gambar dari sample. Spesifikasi SEM ini mempunyai resolusi sebesar 12,5 Ampere dan besarnya perbesaran adalah antara 15 sampai dengan 240.000 kali serta *Depth of field* sebesar antara 0,5 μm pada 80 kali. Adapun pengamatan terhadap profil penampang permukaan mikro material menggunakan perbesaran 150 kali.



Gambar 3.3. Alat Scanning Electron Microscope

3.3.6. Pengukuran Viskositas Cat

Pengukuran viskositas bertujuan untuk mengetahui kekentalan cat pada saat akan diaplikasikan. Viskositas yang diharapkan adalah yang optimum, agar memiliki daya sebar yang merata.

Metode yang digunakan mengikuti standard ASTM D1200-94 (2005) menggunakan Ford Cup No. 4 seperti pada gambar 3.4.



Gambar 3.4. Ford Cup No. 4

Langkah-langkah pengujian antara lain:

f. Peralatan yang digunakan

- Ford Cup No.4
- Stopwatch

g. Prosedur Pelaksanaan

- Celupkan Ford Cup ke dalam kaleng cat dan isi Ford Cup dengan cat yang sudah siap.
- Siapkan Stopwatch
- Angkat Ford Cup 20 cm dari permukaan kaleng cat, dan nyalakan stopwatch.
- Lihat aliran cat yang keluar dari bawah Ford Cup, hentikan penghitungan stopwatch pada saat aliran diskontinyu dari bawah Ford Cup.
- Waktu yang tercatat pada stopwatch, adalah angka viskositas dari cat.
- Angka viskositas optimum ada pada rentang 25-40

3.3.7. Aplikasi Cat dan Pengukuran ketebalan lapisan basah/kering.

Sistem pengecatan yang digunakan dengan cat epoxy type Epoxy Polyamide Aluminum dengan DFT : 200 μ m. Metode aplikasi cat pada sampel mengikuti standar ASTM D- 823: Practice D. Lapisan film cat pada sampel panel didapatkan dengan alat Handheld Spray Gun, proses ini memerlukan operator berpengalaman dalam mengoperasikan alat ini. Langkah-langkah pengujian antara lain:

a. Peralatan yang digunakan :

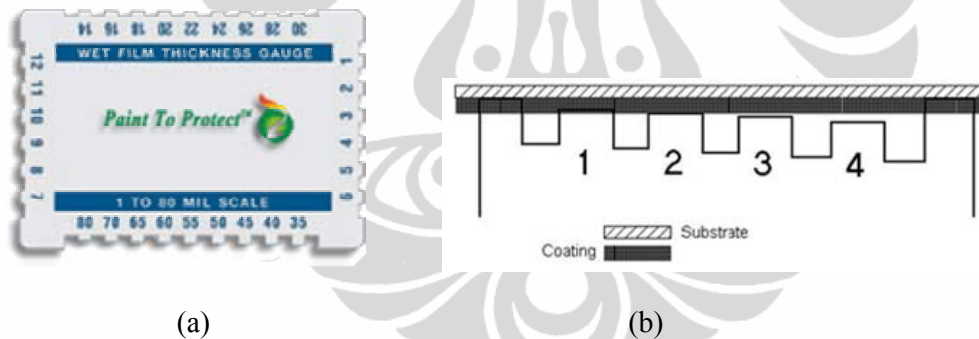
- Airless Spray Gun,
- Kompresor Udara, kapasitas 0 to 100 psi
- Air Pressure Regulator.
- Panel Holder.
- Alat Uji Wet Film Thickness
- Alat Uji Dry Film Thickness

a. Prosedur Pelaksanaan

- Hubungkan selang udara dari compressor ke Spray Gun, dan atur tekanan udara 40-75 psi
- Masukkan material cat ke dalam container spray gun
- Lakukan spray beberapa kali pada kertas untuk mendapatkan konsistensi bentuk spray. Jika perlu, lakukan penyesuaian tekanan udara atau kekentalan cat.
- Tempatkan sampel panel pada *panel holder* , dan pegang spray gun dengan jarak 25-30 cm dari permukaan sampel panel. Lakukan gerakan spray dengan kecepatan 25-40cm/detik.
- Lakukan pengecatan hingga didapatkan estimasi ketebalan yang dimaksud, kemudian lakukan kontrol ketebalan film cat pada saat basah dengan metode ASTM 4414, alat yang digunakan adalah *Notch Gage* seperti pada gambar 3.5 (a). Untuk mendapatkan angka

pengukuran yang benar, pada saat meletakkan alat terhadap sampel panel harus tegak lurus 90° seperti pada gambar 3.5(b). Hindari *overspray* dengan selalu mengukur ketebalan film basah selama proses spray berlangsung. Selalu monitor WFT pada $300\mu\text{m}$.

- Setelah lapisan film cat kering kemudian dilakukan pengukuran tebal film kering (DFT) dengan metode ASTM D-1186. Alat yang digunakan adalah jenis Electronic Gage seperti pada gambar 3.6.
- Pengukuran dilakukan di lima area sampel panel, dan per area dilakukan tiga kali pengukuran, kemudian dilakukan perhitungan rata-rata untuk mendapatkan angka Ketebalan Film Kering (DFT).
- Lakukan spray ulang pada waktu overcoat interval, jika ketebalan film kering di bawah tebal yang diinginkan.



Gambar 3.5. (a) Alat Uji Ketebalan Film Basah, (b) Cara meletakkan alat terhadap substrat



Gambar 3.6. Alat Uji Ketebalan Film Kering, Electronic Gage Type: PosiTector 6000

3.3.8. Pengujian Holiday Test

Pengujian Holiday Test bertujuan untuk menguji diskontinuitas permukaan sampel panel seperti adanya pinhole dan atau cacat yang menyebabkan permukaan metal pada sampel panel terekspos dengan lingkungan.

Metode pengujian yang digunakan adalah ASTM 5162 dengan media *Wet Sponge* jenis Low Voltage (tegangan rendah) seperti pada gambar 3.7

Prosedur Pengujian sebagai berikut:

- Sebelum pengujian dilakukan, pastikan permukaan sampel sudah matang (curing).Gunakan Metode Solvent Rub Test (ASTM 4752) dengan MEK(methyl etyl keton) yang dibasahkan ke kain.Usapkan pada permukaan sampel,dan jika tidak ada cat yang menempel pada kain,maka cat sudah curing. Kemudian siapkan sampel panel pada bidang datar.
- Basahi spons dengan air secukupnya hingga spons menyerap sedikit air.
- Set alat uji pada tegangan 9 V, karena tebal lapisan cat dibawah 300 mikron
- Jika ditemukan diskontinuitas pada permukaan sampel panel, maka akan terdengar alarm peringatan.

- Sampel panel yang didapati memiliki *holiday*, tidak diproses ke pengujian selanjutnya.



Gambar 3.7. Uji Holiday Test, Wet Sponge Method.

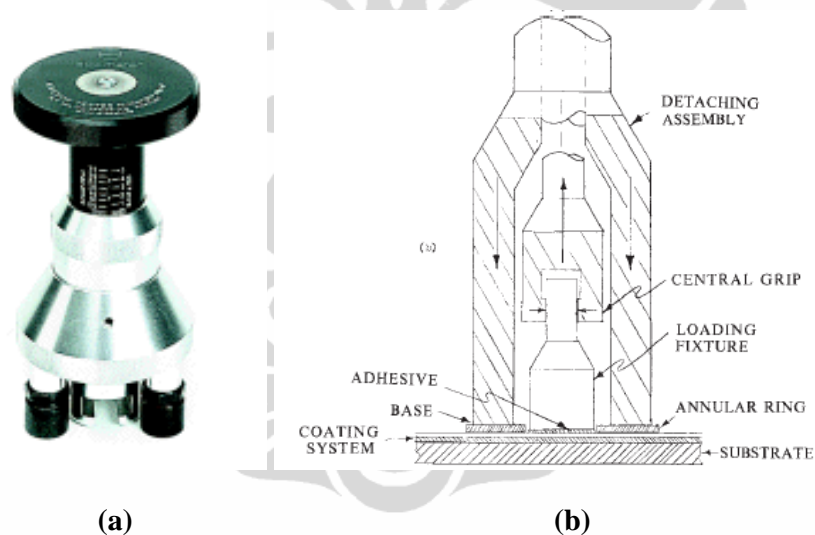
3.3.9. Pengujian Adesif

Pengujian adhesi dilakukan untuk mengetahui sifat daya rekat cat terhadap metal substrat. Pengujian dilakukan setelah cat matang (*curing*), pengujian ini dilakukan pada sampel *cathodic disbondment test (CDT)* dan yang tidak melalui CDT. Metode yang digunakan adalah ASTM 4541 *Pull Off Test*, alat yang digunakan seperti pada gambar 3.8

Langkah-langkah pengujian antara lain:

- a. Persiapan sampel
 - Sampel panel disiapkan pada permukaan datar
 - Permukaan sampel panel bersih dari debu, pasir atau kotoran
- b. Peralatan pengujian
 - Alat uji Pull Off test
 - Dolly
 - Lem perekat Type Araldite (kondisi baru)
- c. Prosedur pengujian adalah

- Rekatkan 3(tiga) buah *dolly* pada permukaan sampel panel dengan menggunakan *liquid adhesive Araldite* pada posisi merata pada permukaan sampel panel.
- Tunggu hingga *dolly* merekat sempurna pada permukaan sampel panel
- Posisikan *house spring* diatas *dolly* seperti pada gambar 3.8 (b) dan tarik *dolly* tersebut, angka numerik pada skala ukuran *house spring* menunjukkan besarnya gaya untuk melepaskan *dolly* dari permukaan sampel panel.
- Ketika melakukan pengukuran , sampel panel atau *house spring* tidak boleh bergeser.



Gambar 3.8. (a) Alat Uji Adhesi, Pull Off Adhesion Method, (b) Skema pengujian

3.3.10. Pengujian *Cathodic disbondment*

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh arus katodik terhadap performa lapis lindung. *Cathodic disbonding* didefinisikan sebagai kegagalan adhesi antara lapis lindung dengan substrat metal dikarenakan kondisi proteksi katodik. Acuan standard pengujian yang digunakan adalah ASTM G 95 (*Attached Cell Method*), seperti pada gambar 3.9

Langkah-langkah pengujian antara lain:

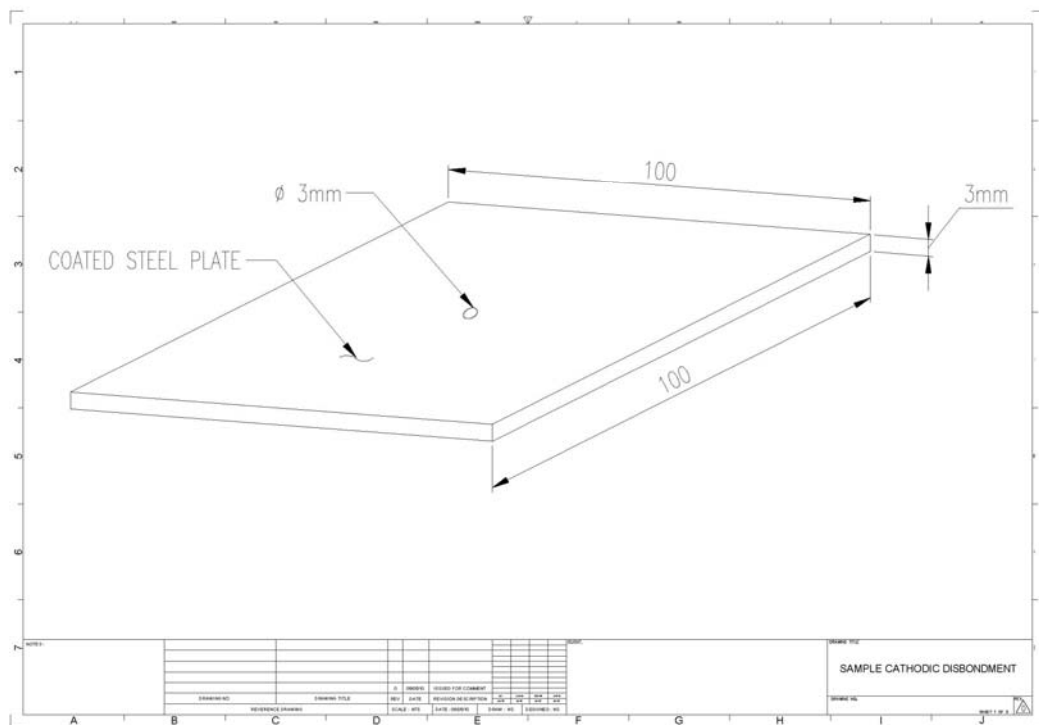
a. Preparasi sampel dan bahan pengujian

1. Bahan Pengujian

- Tabung Plastik ukuran tinggi 15 cm diameter 8 cm sebanyak 9 unit
- 36 L Larutan 3.5% NaCl pada air aquades

2. Preparasi Sampel

- Sampel panel yang digunakan dengan ukuran panjang 10 cm lebar 10 cm dan tebal 3 mm



Gambar 3.9. Sampel Pengujian *Cathodic disbondment*

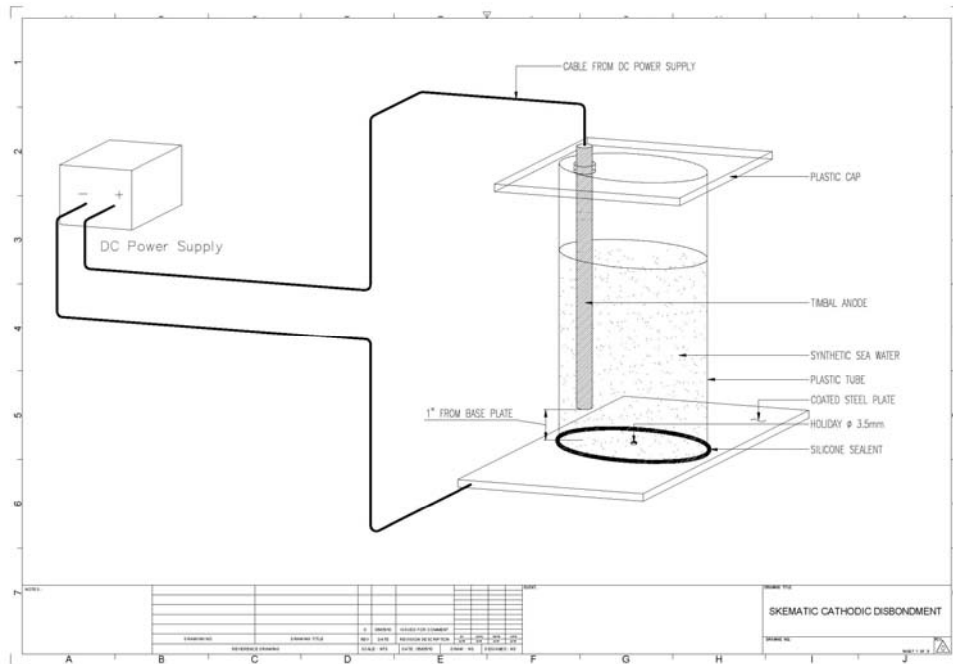
b. Peralatan Pengujian

- DC Power supply dilengkapi dengan galvanostat
- *Electrode* dari bahan grafit
- Multitester

- *Silicone Sealant* perekat
- Kabel penghubung dan capit buaya
- Penggaris
- Pisau Cutter
- Gunting
- Mesin bor dan mata bor ukuran 3 mm

c. Prosedur Pengujian

- Sampel diberi lubang *holiday* ditengah-tengahnya dengan diameter ukuran 3 mm seperti pada gambar 3.9.
- Tabung plastik dibersihkan dan direkatkan oleh *sealant* persis di tengah-tengah
- Masukkan larutan air laut sintetis
- Tempatkan dan atur posisi anoda grafit dengan jarak 2.5 cm dari lubang holiday dan hubungkan dengan kutub positif (+)
- Sambungkan kabel kutub negatif (-) dengan bagian sudut sampel panel seperti pada gambar 3.10.



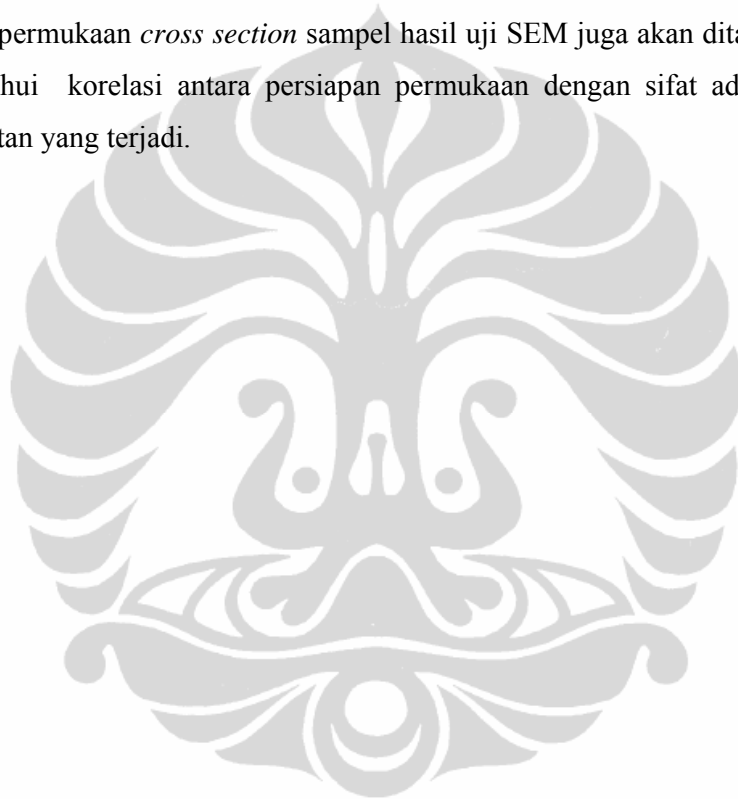
Gambar 3.10. Skematik Pengujian *Cathodic disbondment*

- Pengujian dilakukan dengan menggunakan variasi tegangan -0.5 Volt, -0.85 Volt dan tegangan -2 Volt selama waktu 28 hari per variasi tegangan.. Penggantian larutan ,pengecekan pH dan pembersihan anode dilakukan setiap 7 hari.
- Setelah durasi 28 hari, kemudian semua kabel tegangan listrik diputuskan dari DC *power supply* dan tabung plastik di lepaskan dan sampel dicuci air bersih.
- Dilakukan pengamatan semua jenis cacat pada permukaan sampel.
- Dilakukan pemotongan arah radial terhadap titik holiday dengan menggunakan pisau hingga menyentuh bagian substrat metal.Pemotongan dilakukan empat kali , hingga membentuk bagian-bagian dengan sudut 45°.
- Kemudian bagian lapis lindung yang terlepas di bersihkan, dan dihitung radius diameter yang terkelupas.

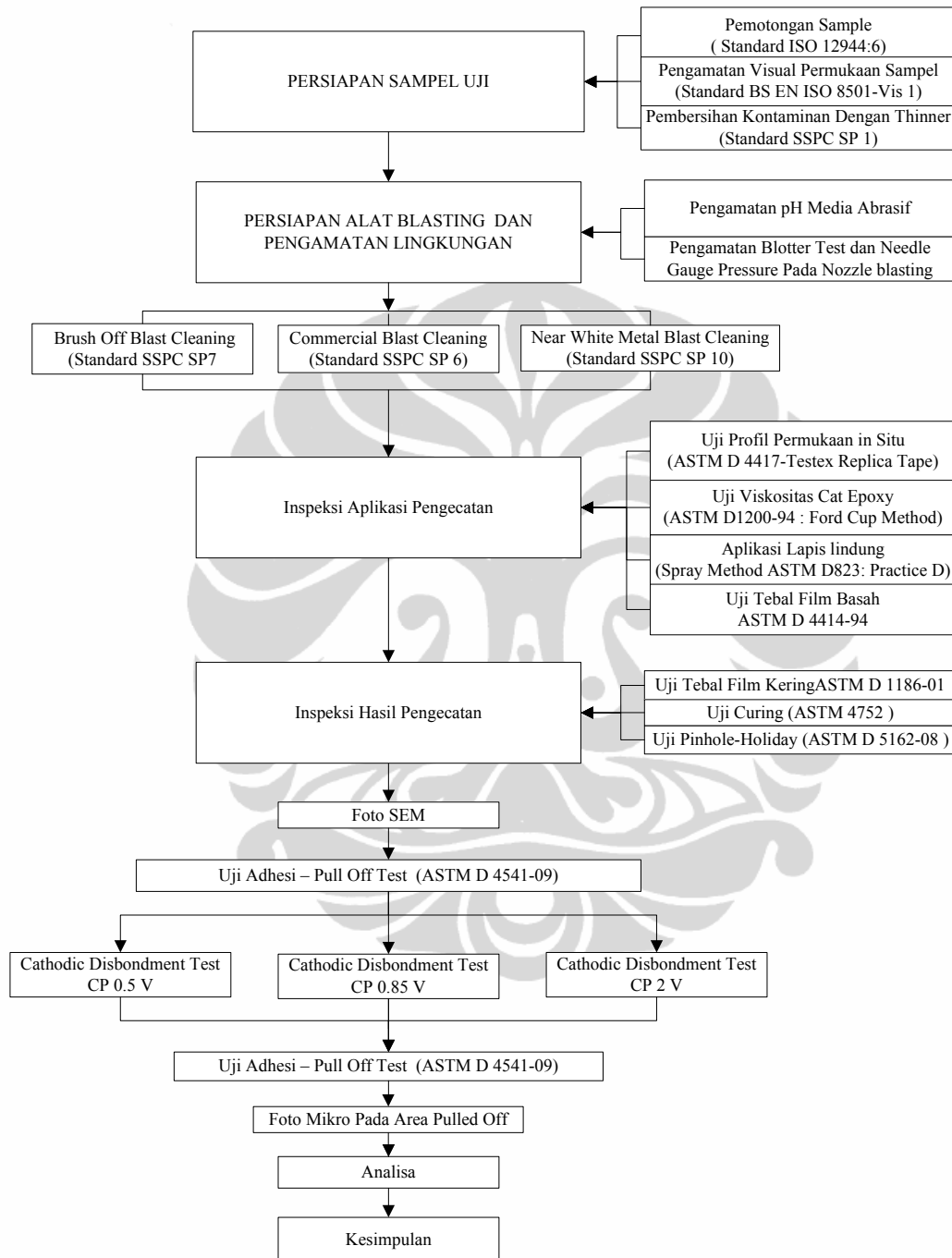
3.3.11. Metode Analisa Data Pengujian

Hasil pengujian adhesi cat epoxy sebelum dan sesudah pengujian *cathodic disbondment* dalam Larutan NaCl 3.5%, pH larutan dan radius *disbondment* akan disajikan dalam table hubungan persiapan permukaan dan tegangan proteksi dengan nilai tersebut, sehingga dapat diketahui hubungan antara parameter-parameter tersebut dengan sifat adhesi.

Profil permukaan *cross section* sampel hasil uji SEM juga akan ditampilkan untuk mengetahui korelasi antara persiapan permukaan dengan sifat adhesi dan mekanisme ikatan yang terjadi.



3.4. Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.11. Diagram alir penelitian