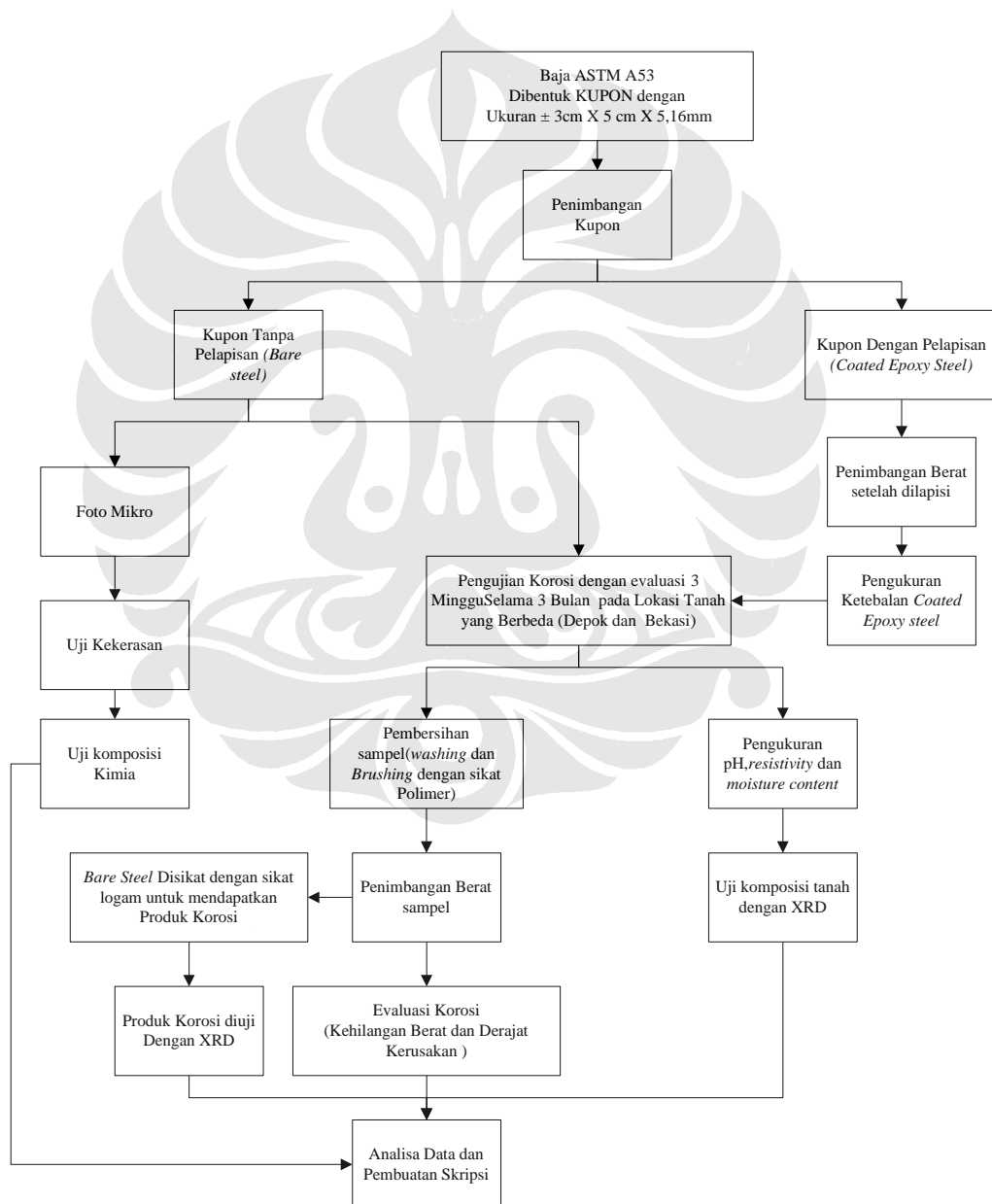


## BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Diagram Alir Penelitian

Berikut ini diagram alir yang menggambarkan kegiatan penelitian yang dilakukan untuk mengetahui ketahanan korosi *Epoxy Coated Steel* dan *Bare Steel* dalam tanah.



## 3.2 Alat dan Bahan

### 3.2.1 Alat yang digunakan

Adapun alat-alat yang digunakan dalam pengujian ini bermacam – macam dengan setiap pengujian.

a. **Preparasi sampel**

- Gerinda Listrik (*Portable Grinding*)
- Kertas Amplas 120 Dan 240 Mess
- Alat Potong
- Alat Bubut

b. **Proses Pelapisan Dengan *Coating Epoxy***

- Kuas Polimer
- Tempat Adonan
- Alat Pengaduk

c. **Pengukuran *Coating Thickness***

- Thickness Meter Minitest 600B Elektrophysik Microprocessor Coating Thickness Gauge.

d. **Pengujian Korosi Dengan Metode Weight Loss**

- Timbangan Digital
- Portable Grinder

e. **Pengujian Resistivitas Tanah**

- Mesin Resistivitas AEMC 4 Pin Tembaga
- Meteran
- Kabel Penghubung
- Soil Box

f. **Pengujian pH tanah**

- *soil tester* TEW, mesin resistivitas AASHTO T 288

g. **Pengujian Metalografi**

- Olympus 6X-FSL /6X-51
- Mesin Amplas
- Mesin Poles
- Alat Pengering

#### h. Pengukuran Kekerasan

- Vickers Hardness Tester (matsuzawa-japan DVK – 15,PV 6212)

#### 3.2.2 Bahan yang digunakan

- Interzone 954 part A oleh PT. International Paint Indonesia
- Interzone 954 part B oleh PT. International Paint Indonesia

#### 3.3 Prosedur Penelitian

Suatu penelitian korosi memiliki tahap-tahap pengujian yang didasarkan pada standar internasional berupa ASTM dan NACE. Pada penelitian ini digunakan pipa baja ASTM A53 dengan diameter luar 2,875 inchi. Pipa baja tersebut dipotong dengan ukuran  $\pm 3 \text{ Cm} \times 5 \text{ Cm} \times 5,16 \text{ mm}$  yang disebut dengan Kupon. Pengujian dilakukan dengan media tanah, dimana kupon tersebut ditanam pada kedalaman 50 Cm di dua daerah yaitu daerah Bekasi-Jakarta Timur (PT.X) dan daerah depok (Kampus Universitas Indonesia Departemen Metalurgi dan Material Depok-Jawa Barat). Penelitian ini memiliki diagram Alir seperti pada bab 3.1.

##### 3.3.1 Preparasi Sampel Pengujian Korosi (kupon)

Adapun prosedur Preparasi sampel berdasarkan ASTM G4 dan NACE RP0075 sebagai berikut:

- Baja astm a53 dengan diameter 2.875 inch dipotong dengan ukuran kurang lebih  $3 \times 5 \text{ cm}$  (kupon) dengan tebal 5,16 mm
- Kupon kemudian dibubut pinggirnya untuk menghilangkan tegangan.
- Kupon dibersihkan dari kontaminasi seperti minyak, karat dan lain-lain dengan alat gerinda dengan amplas 120 dan 240



**Gambar 3.1** Kupon Baja ASTM A53

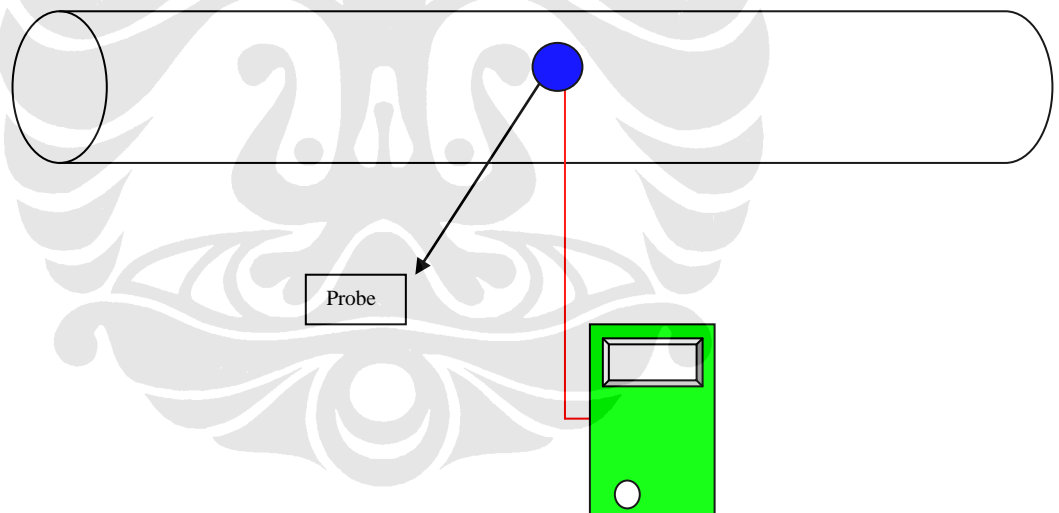
### 3.3.2 Proses Pelapisan Dengan Pelapisan Epoksi

Adapun prosedur pengujian sebagai berikut :

- Kupon dibersihkan dari semua kontaminan dan diusahakan pada pengecatan temperatur permukaan tidak terlalu tinggi
- Kupon digerinda dengan batu Gerinda agar Cat dapat melekat pada baja dengan baik
- Buat adonan 4:1 epoxy dan hardener tanpa pengenceran agar sampel cepat mengering.
- Lapisi baja satu persatu dengan kuas biasa. Setiap lapisan memiliki ketebalan kurang lebih 100 mikron
- Keringkan dengan temperatur ruang. Tunggu hingga kering.

### 3.3.3 Pengukuran Ketebalan Pelapisan (*Coating Thickness*)

Tampak Atas



**Gambar 3.2** Skema Pengukuran Ketebalan Pelapisan (*Coating Thickness*)

Adapun prosedur sebagai berikut :

- Alat Thickness meter dikalibrasi dahulu sesuai sampel standard
- Probe diletakkan pada permukaan pipa yang akan diuji
- Nilai ketebalan yang terukur pada Thickness meter dicatat
- Pengukuran diukur tiga kali dan diambil rata-ratanya.

### 3.3.4 Pengujian Laju Korosi Dengan Metode Kehilangan Berat (Weight Loss)

Metode weight loss adalah pengujian yang dilakukan untuk mengetahui suatu material mengalami penurunan berat akibat terdegradasi akibat korosi dengan lingkungan. Adapun standar pengujian ini mengacu pada NACE RP0075.

Adapun prosedur pengujian sebagai berikut :

- a. Kupon dengan ukuran 3x 5Cm dibersihkan dari debu, kontaminan, produk korosi dengan menggunakan gerinda grit 120 hingga 240. Timbang berat awal kupon.
- b. Kupon berupa *bare steel* dan *coated epoxy steel* ditanam pada kedalaman 50 cm dengan 4 kali evaluasi, Evaluasi dilakukan setiap 21 hari.
- c. Setiap evaluasi, sampel dibersihkan dengan aquades agar tidak bereaksi kemudian sampel dikeringkan.
- d. Sampel yang telah dibersihkan langsung ditimbang. Kemudian catat beratnya.
- e. Hitung selisih berat awal dan akhir
- f. Konversikan menjadi rumus laju korosi

$$\text{Corrosion Rate (CR)} = \frac{\text{Weight loss (g)} * K}{\text{Alloy Density (g/cm}^3\text{)} * \text{Exposed Area (A)} * \text{Exposure Time (hr)}}$$

Keterangan :

- i. CR = Laju Korosi (MPY)
- j. Weight Loss = Berat yang hilang (gram)
- k. K = Konstanta-Faktor
- l. Alloy Density = Massa Jenis Paduan (g/cm<sup>3</sup>)
  - Baja Karbon = 7,86 g/cm<sup>3</sup>
  - Epoxy Part A dan B dengan perbandingan 4:1  
Part A: 1,794 g/Cm<sup>3</sup> dan Part B = 1,031 g/Cm<sup>3</sup>  
didapat densitas Total bahan pelapis = 1,6414 g/Cm<sup>3</sup>
- m. Exposed Area = Luas Kupon korosi (A)
- n. Exposure time = Waktu pengujian/pembentangan kupon (jam)

Desired Corrosion Rate Unit (CR)	Area Unit (A)	K-Factor
mils/year (mpy)	in <sup>2</sup>	5.34 x 10 <sup>5</sup>
mils/year (mpy)	cm <sup>2</sup>	3.45 x 10 <sup>6</sup>
millimeters/year (mmy)	cm <sup>2</sup>	8.75 x 10 <sup>4</sup>

### 3.3.5 Pengujian Resistivity dan pH Tanah

Pengujian Resistivity tanah berdasarkan ASTM G57 sedangkan pH tanah berdasarkan ASTM G51.

#### 3.3.5.1 Resistivitas Tanah

Terdapat dua cara pengujian yaitu di lapangan dengan menggunakan wenner four pin dan dilaboratorium dengan soil box

##### 1. Pengujian Lapangan

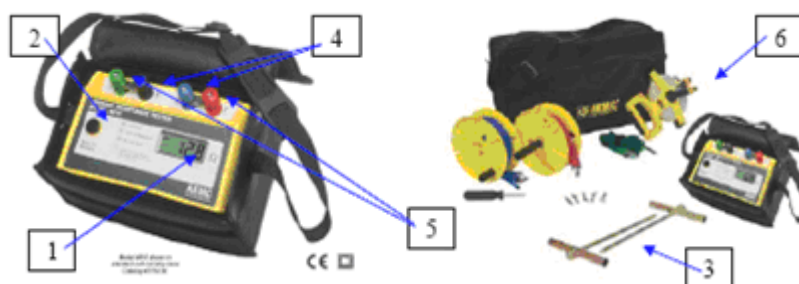
Pengujian resistivitas di lapangan menggunakan Wenner four pin methode dengan menggunakan mesin resistivitas AEMC 4610. Standard yang digunakan untuk wenner four pin methode adalah ASTM G-57.

##### Persiapan Sampel :

- Pilih dan tuliskan koordinat tanah yang akan diukur berdasarkan garis lintang dan bujur atau UTM
- Ukur titik jarak antar pin (a) sepanjang 1m menggunakan meteran
- Tancapkan pin dengan jarak antar pin 1m (a = 1). Setelah dilakukan pengukuran 1meter maka dilanjutkan dengan pengukuran 2m, 3m dan 4m

##### Pengujian Sampel :

- Sambungkan kabel C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>, P<sub>1</sub>, dan P<sub>2</sub> di alat pengukur resistivitas dengan tiang pin

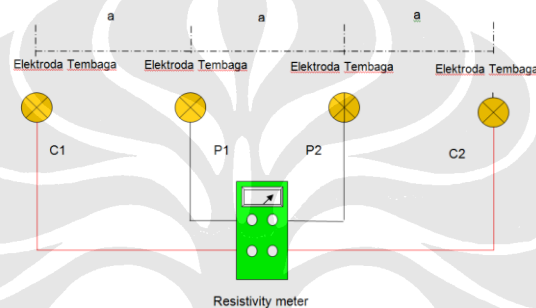


**Gambar 3.3** Mesin Pengukur Resistivitas AEMC Tanah

Keterangan:

1. Layar pengukur
  2. Tombol pengukur
  3. Pin Cu (c1 dan c2)
  4. Pin Terdalam (p1 dan p2)
  5. Pin terluar
  6. Meteran
- b. Tekan tombol pengukuran untuk mendapatkan nilai pengukuran
- c. Nilai pengukuran di layer pengukur adalah nilai resistivitas tanah.

### Tampak Atas



**Gambar 3.4** Skema Pengukuran *Soil / Mud Resistivity*[6]

Prosedur Pengukuran:

- a. Kondisi baterai Resistivity meter diperiksa
- b. Empat elektroda tembaga masing-masing ditancapkan di tanah dengan jarak 100 cm
- c. Masing-masing elektroda tembaga dihubungkan dengan terminal Resistivity meter yaitu : C1,P1 dan C2,P2
- d. Jarum Galvanometer diatur dengan potensio meter hingga ke posisi nol
- e. Nilai tahanan yang terukur pada Resistivity meter ( $R$ ) ( $\Omega$ ) dicatat
- f. Perhitungan Nilai Resistivity:

$$\rho = 2\pi aR \text{ (}\Omega\text{cm)}$$

$$a = \text{jarak antar elektroda (cm)}$$

## 2. Pengujian laboratorium

Pengujian resistivitas di laboratorium menggunakan soil box metode dengan menggunakan mesin resistivitas AASHTO T 288. Standard yang digunakan untuk alat soil box adalah ASTM G-57. Cara kerja pengujian resistivitas laboratorium adalah :

### Persiapan Sampel :

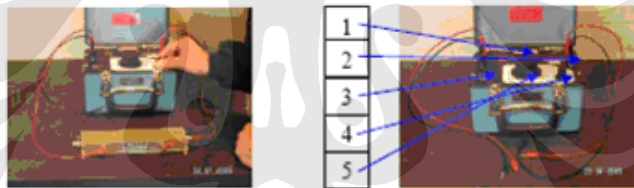
- o. Masukkan sampel tanah kedalam soil box dan ratakan sampel. Hal ini bisa dilihat pada gambar dibawah ini



**Gambar 3.5** Persiapan Sample Dengan Metode Soil Box

### Prosedur pengujian :

- a. Sambungkan kabel  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $P_1$ , dan  $P_2$  di alat pengukur resistivitas dengan soil box seperti pada gambar dibawah.



**Gambar 3.6** Pengujian Resistivitas Tanah dengan metode soil box

### Keterangan:

1. Layar Pengukuran
  2. Tombol pengecekan Baterai
  3. Tombol sensitivitas
  4. Tombol Skala Ukur
  5. Tombol Nilai Pengukuran
- b. Lakukan pengecekan baterai. Baterai harus dalam keadaan terisi penuh
  - c. Tentukan sensitivitas. Untuk pengujian laboratorium gunakanlah low sensitivitas.



- d. Putar tombol skala pengukuran dengan skala pengukuran yang diinginkan
- e. Putar tombol nilai pengukuran hingga garis nilai dilayar pengukuran sejajar dengan garis merah.
- f. Lihat nilai pengujian dan kalikan dengan nilai skala yang digunakan. Dengan jenis alat yang berbeda memiliki karakteristik yang berbeda pula.

### 3.3.5.2 Pengukuran pH

#### 1. Pengukuran Lapangan

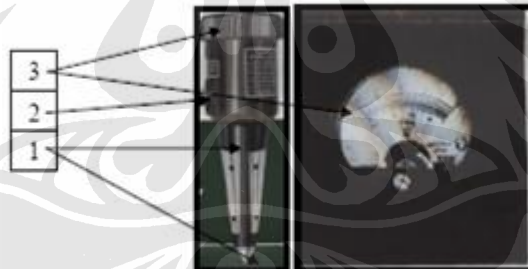
Pengujian resistivitas di lapangan menggunakan *soil tester TEW*.

##### Persiapan Sampel :

- a. Pilih daerah pengukuran yang tidak terendam oleh air
- b. Jika tanah terlalu kering dan berpasir maka percikan air dengan air sungai sekitar. Jangan menggunakan air miuman minuman atau yang lainnya.

##### Pengujian Sampel :

- a. Tancapkan alat penguji pH soil tester secara vertical hingga elektroda tembaga tertutupi oleh sampel tanah.



**Gambar 3.7** Alat Pengukur Ph Tanah *Soil Tester TEW*

Keterangan:

1. Batas Elektroda
  2. Tombol Pengukuran
  3. Layar Pengukuran
- b. Padatkan daerah tanah yang ditancapkan soil tester dengan tujuan agar kontak antara elektroda tembaga dan tanah terjaga.
  - c. Tekan tombol berwarna putih

- d. Diamkan selama 3 menit dengan tujuan menstabilkan jarum skala dengan hasil pengukuran
- e. Lihat angka yang ditunjuk jarum pengukuran
- f. Nilai pengukuran yang dihasilkan adalah pH dan persentase kelembaban

### 3.3.6 Pengujian Komposisi Kimia

Berdasarkan ASTM A751, pengujian menggunakan Optical Emmision Spectrometer.

### 3.3.7 Pengujian Metalografi

Berdasarkan ASTM E7. Pengujian ini menggunakan olympus 6X-FSL /6X-51

Langkah-langkah pengujian metalografi sebagai berikut:

Preparasi sampel

- a. Sampel diampas dengan air mengalir, ampas dilakukan dari grit kasar hingga halus dengan tahapan pengampasan dari no. 200,600,880 dan yang palng halus 1500.
- b. Sampel dipoles dengan  $TiO_2$ .
- c. Sampel dicuci dengan sabun
- d. Sampel dikeringkan
- e. Sampel dietsa dengan nital 5% selama 15 -20 detik

Tahapan pengambilan foto dengan software analisis

- a. Sampel diletakan diatas lensa
- b. Klik acquire
- c. Fokuskan gambar sampel, atur lensa dengan perbesaran mulai dari 50X,100X,500X.
- d. Klik icon camera untuk mengambil gambar(snapshot)
- e. Gambar disimpan dan gambar diprint

### 3.3.8 Pengujian Kekerasan (Uji Vickers)

Berdasarkan ASTM E92. Pengujian dengan menggunakan Vickers Hardness Tester (matsuzawa-japan DVK – 15,PV 6212). Dengan kapasitas :

1. Load : 10 gr sampai dengan 1 Kg
2. Load : 0,3gr sampai dengan 20Kg.

Dalam hal ini beban yang digunakan 10 Kg. Dengan tahap-tahap pengujian sebagai berikut:

- a. Sampel yang digunakan adalah sampel uji metalografi yang telah diuji
- b. Pilih daerah yang dijejakan
- c. Atur pemfokusan hingga didapat gambar yang jelas
- d. Putar kepenjejukan dengan diamond indentor diatas permukaan yang ingin dijejakan
- e. Tekan start untuk melakukan penjejukan
- f. Lampu start mati kemudian lensa fokus diarahkan keatas penjejukan
- g. Geser sumbu untuk menentukan D1 hingga membentuk huruf K, dimana
- h. Tekan read
- i. Geser sumbu untuk menentukan D2
- j. Tekan read
- k. Catat hasil D1,D2 dan kekerasannya(HV)

### **3.3.9 Pengamatan Derajat Kerusakan Dan Kekorosian**

Berdasarkan ASTM D610-03 dan ASTM D714.

#### **3.3.9.1 Pengamatan Derajat Kerusakan Cat**

Adapun prosedur pengamatan derajat kerusakan menurut ASTM D610 sebagai berikut:

- a. Pilih area yang akan dievaluasi
- b. Tentukan tipe kekorosian berdasarkan table dan gambar berikut ini.

**Tabel 3.1** *Scale Dan Deskripsi Pada Tingkatan Karat.*

Rust Grade	Percent of Surface Rusted	Visual Examples		
		Spot(s)	General (G)	Pinpoint (P)
10	Less than or equal to 0.01 percent		None	
9	Greater than 0.01 percent and up to 0.03 percent	9-S	9-G	9-P
8	Greater than 0.03 percent and up to 0.1 percent	8-S	8-G	8-P
7	Greater than 0.1 percent and up to 0.3 percent	7-S	7-G	7-P
6	Greater than 0.3 percent and up to 1.0 percent	6-S	6-G	6-P
5	Greater than 1.0 percent and up to 3.0 percent	5-S	5-G	5-P
4	Greater than 3.0 percent and up to 10.0 percent	4-S	4-G	4-P
3	Greater than 10.0 percent and up to 16.0 percent	3-S	3-G	3-P
2	Greater than 16.0 percent and up to 33.0 percent	2-S	2-G	2-P
1	Greater than 33.0 percent and up to 50.0 percent	1-S	1-G	1-P
0	Greater than 50 percent		None	

Rust Distribution Types:

S: Spot Rusting—Spot rusting occurs when the bulk of the rusting is concentrated in a few localized areas of the painted surface. The visual examples depicting this type of rusting are labeled 9-S thru 1-S (See Fig. 1, Fig. 2, and Fig. 3).

G: General Rusting—General rusting occurs when various size rust spots are randomly distributed across the surface. The visual examples depicting this type of rusting are labeled 9-G thru 1-G. (See Fig. 1, Fig. 2, and Fig. 3).

P: Pinpoint Rusting—Pinpoint rusting occurs when the rust is distributed across the surface as very small individual specks of rust. The visual examples depicting this type of rusting are labeled 9-P through 1-P. (See Fig. 1, Fig. 2, and Fig. 3).

H: Hybrid Rusting—An actual rusting surface may be a hybrid of the types of rust distribution depicted in the visual examples. In this case, report the total percent of rust to classify the surface. 9-H through 1-H.

- c. Estimasi presentasi area permukaan yang berkarat menggunakan gambar visual pada gambar 1, gambar 2, gambar 3 atau SSPC-VIS 2 atau keduanya dengan teknik scanning elektron atau metode lainnya.
- d. Menggunakan presentase area permukaan yang terkarat untuk mengidentifikasi tingkat karat (lihat pada tabel 1). Tandai tingkatan karat grade pada 0-10 yang diikuti oleh tipe pada distribusi karat diidentifikasi oleh S untuk spot, G untuk general, P untuk pinpoint atau H untuk Hybrid.
- e. Contoh visual tidak disarankan untuk menggunakan skala tingkatan karat sejak scale didasarkan didasarkan ketika presentase area terkarat dan beberapa metode penaksiran area karat yang digunakan untuk menentukan tingkat karat.

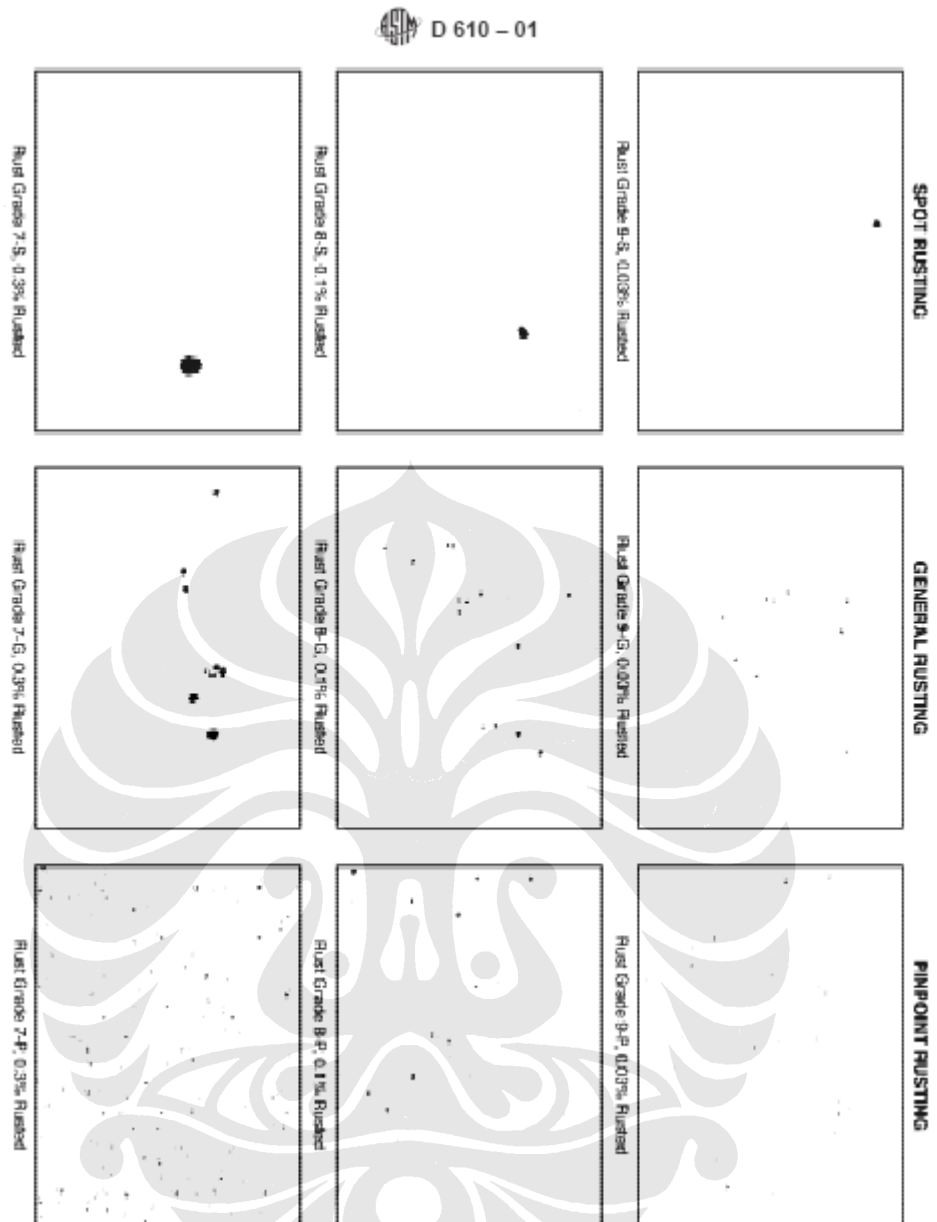


FIG. 1 Examples of Area Percentages

ASTM D 610 - 01

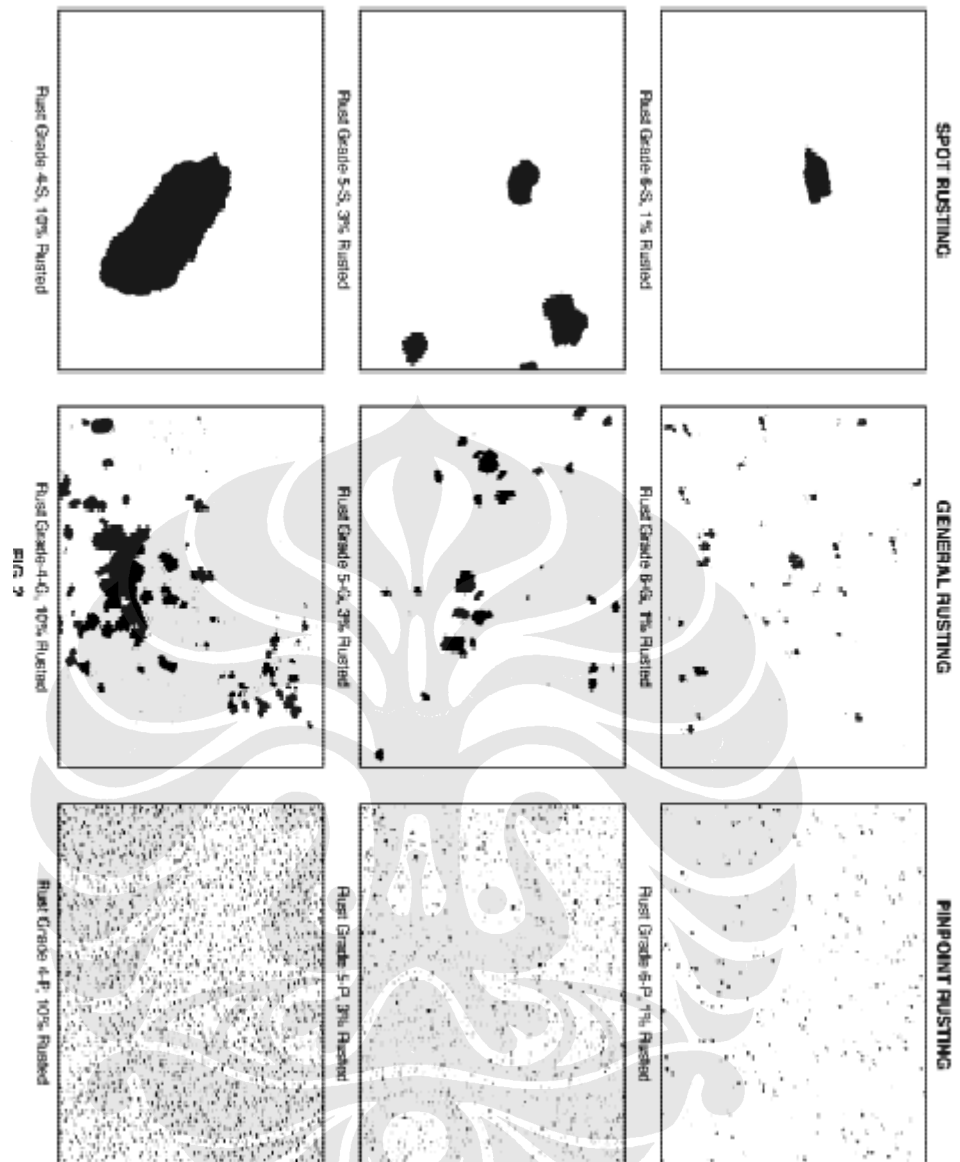
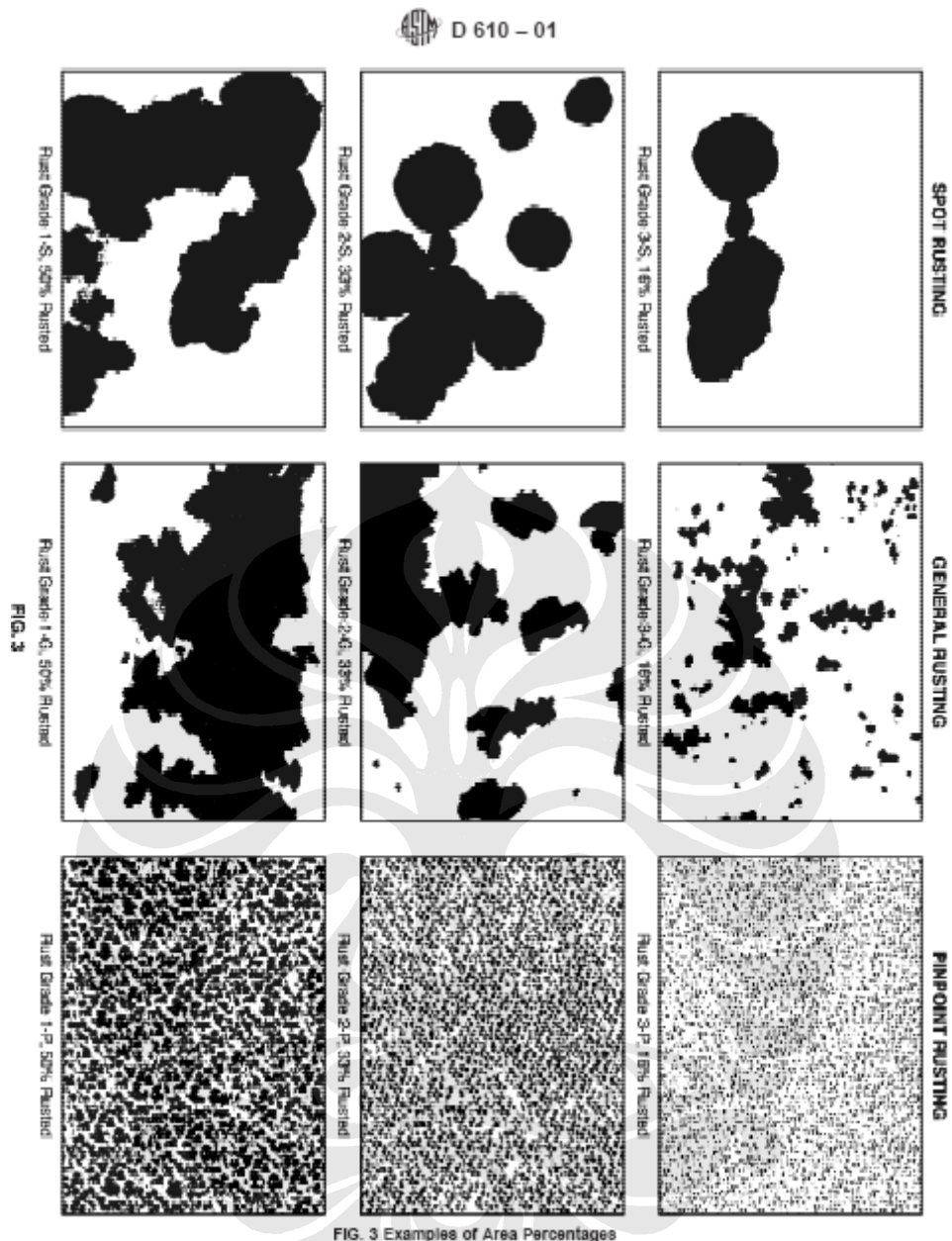


FIG. 2 Examples of Area Percentages



**Gambar 3.8** Metode Penaksiran Area Karat Yang Digunakan Untuk Menentukan Tingkat Karat

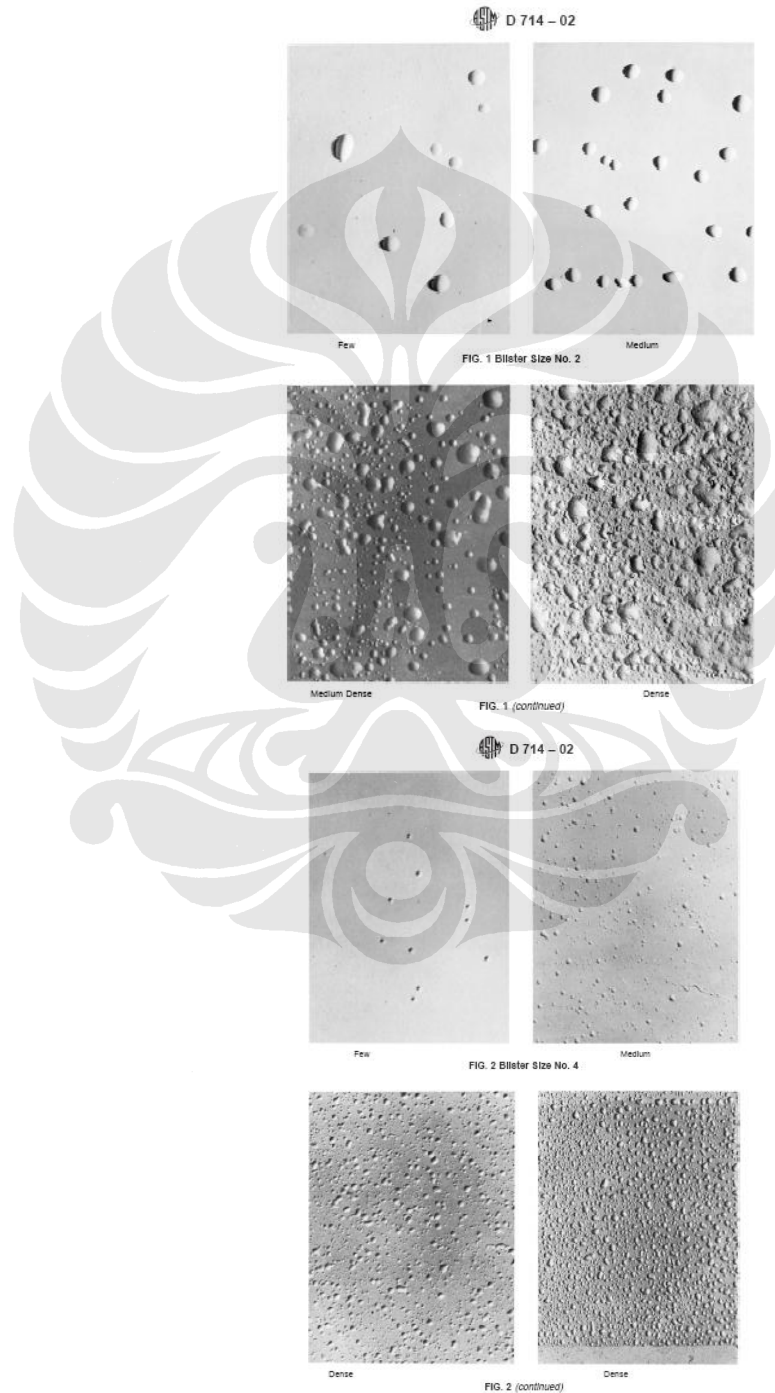
### 3.3.9.2 Pengamatan Derajat Blistering

Metode uji ini menggunakan standard referensi photographic untuk mengevaluasi tingkat blistering yang timbul ketika sistem pengecatan dikenakan pada kondisi dimana akan terjadi blistering. Digunakan untuk permukaan metal dan nonporos, metode pengujian ini bisa digunakan evaluasi blisters pada permukaan poros, seperti kayu, dengan syarat tertentu. ketia

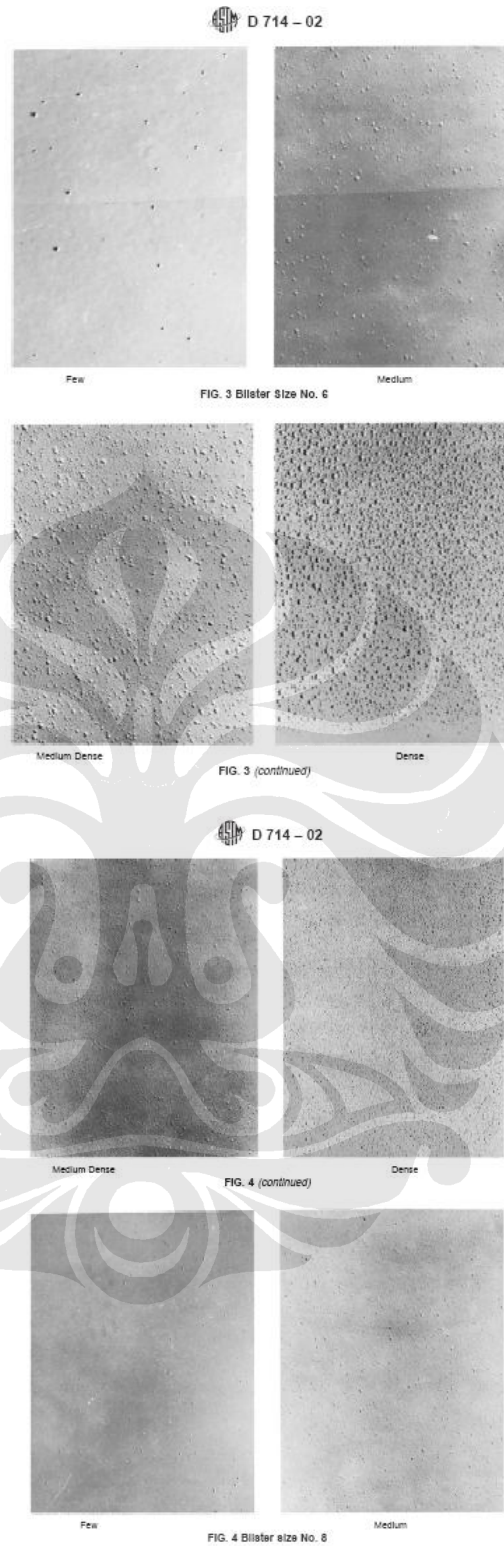
standar referensi digunakan sebagai sebuah spesifikasi dari penampilan dan perijinan tingkat blistering yang disetujui oleh purchaser dan penjual.

Adapun prosedur pengamatan tingkat Blistering sesuai ASTM D 714 – 02

- a. Sesuai persetujuan dari purchaser dan penjual
- b. Evaluasi film cat untuk tingkat blistering dengan membandingkan dengan standard referensi photographic pada gambar berikut.







**Gambar 3.9** Standard Referensi Photographic

### 3.3.10 Pengamatan Produk Korosi Dan Tanah Dengan XRD

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui senyawa yang terdapat pada produk korosi yaitu pada *Bare steel* dan tanah tempat pengujian korosi dilakukan.

Dengan tahap-tahap sebagai berikut:

- a. Sampel dibersihkan dari tanah dengan aquades untuk mengangkat tanah basah yang menempel disampel.
- b. Sampel digerus dengan sikat besi untuk mengangkat produk korosi.
- c. Sampel yang sudah digerus, kemudian dihaluskan kemudian dimasukkan ke holder sampel untuk memadatkannya dan meratakannya.
- d. Sampel dimasukkan kedalam chamber
- e. Generator didinginkan hingga suhu 19<sup>0</sup>C (X-ray ON)
- f. Buka chamber, dimonitor radiasi meningkat
- g. Pengukuran dimulai dengan muncul peak dimonitor dan tunggu 1 jam.

### 3.3.11 Pengamatan Sampel Dengan Energy-Dispersy X-ray Analysis

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui adanya karat antara *base metal* dan *Coating*, adanya air yang masuk kedalam coating. Sampel dipotong kasar agar terlihat penampang base dan coating tanpa pengetsaan, penembakan area antara *base metal* dan *Coating Upper* dan *Lower* untuk mengetahui unsur yang ada.