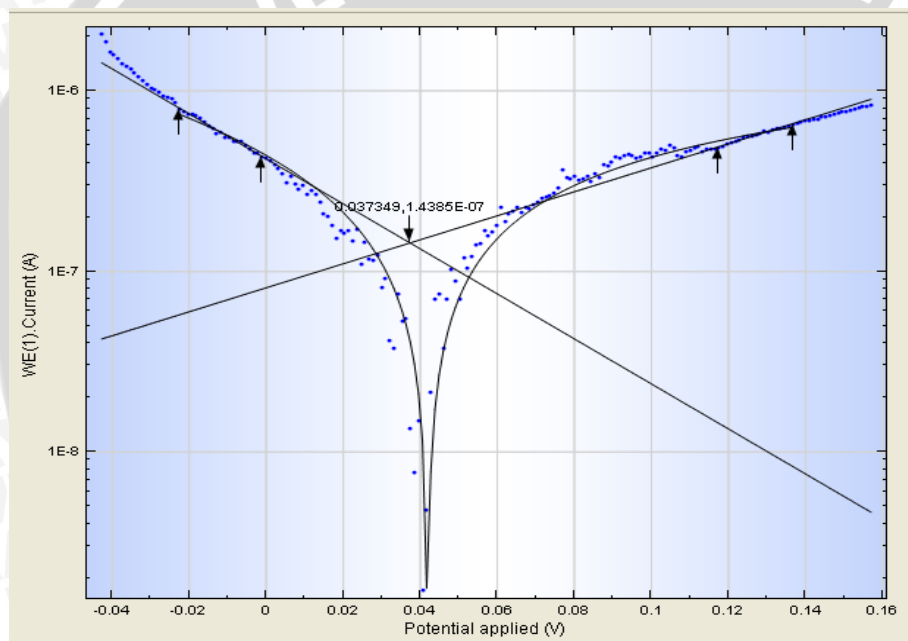


## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Data Hasil Pengujian Elektrokimia

Pengujian ini dilakukan dengan memasukkan inputan yang diperlukan seperti besar potensial awal, besar potensial akhir, dan *scan rate*. Untuk material SARAMET harga potensial awalnya adalah -22.4300 mV dan besar potensial akhir adalah 136.720 mV dengan *scan rate* 1 mV. Density untuk material SARAMET adalah 7.8 gr/cm<sup>3</sup> dengan *equivalent weight* sebesar 27.925 g/equiv.

Dengan memasukkan harga-harga tersebut diatas maka diperoleh kurva polarisasi sebagai berikut:



Gambar 4.1 Hasil Scan Potensiodinamik

Log (i) vs E  
 Equivalen Weight (EW ) = 27.925  
 E<sub>corr, Calc</sub>(V) = 37.3490 mV  
 E<sub>corr, Obs</sub> (V) = 41.8530 mV  
 I<sub>corr</sub> (A/cm<sup>2</sup>) = 814.580 nA/cm<sup>2</sup>  
 I<sub>corr</sub> (A) = 814.580 nA  
 Corrosion rate (mm/year) = 0.0094654  
 E Begin (V) = -22.4300 mV  
 E End (V) = 136.720 mV



Dari kurva polarisasi pada gambar 4.1 dapat dijelaskan hubungan antara beda potensial (E) dan arus (dalam bentuk log I) yang selanjutnya diekstrapolasi untuk mendapatkan koordinat Ecorr (potensial saat terkorosi) dan Icorr (arus saat terjadi korosi). Setelah diperoleh Icorr maka perhitungan secara otomatis akan dianalisa oleh *Nova software analysis* sesuai rumus uji elektrokimia pada persamaan 2.3. Hasil dari *Nova software analysis* menunjukkan bahwa nilai laju korosi material SARAMET yang belum terkontaminasi larutan asam sulfat adalah sebesar 0.0094654 mmpy atau 0.372 mpy. Hasil pengujian ini ditujukan untuk mengetahui nilai laju korosi spesimen awal yang tidak terkontaminasi media korosif dan digunakan sebagai data pendukung penelitian mengenai SARAMET.

## 4.2 Data Hasil Pengujian *Weight Loss*

### 4.2.1 Contoh Perhitungan

Data laju korosi diperoleh dari rumus perhitungan *weight loss* sesuai persamaan 2.2 sebagai berikut :

$$mpy = \frac{3.45 \times 10^6 \times W}{A \times D \times t}$$

Keterangan: W = massa yang hilang (gram)

A = luas spesimen (cm<sup>2</sup>)

t = waktu perendaman (jam)

D = massa jenis spesimen (gram/cm<sup>3</sup>)

Dimensi Spesimen :



Gambar 4.2 Dimensi Spesimen

Contoh perhitungan laju korosi pada konsentrasi 85%, waktu 240 jam dan pada spesimen

1 :

$$\begin{aligned}
 mpy &= \frac{3.45 \times 10^6 \times W}{A \times D \times t} \\
 &= \frac{3.45 \times 10^6 \times 0.0013}{7.8 \text{ cm}^2 \times 7.8 \text{ gr/cm}^3 \times 240 \text{ jam}} \\
 &= \frac{4774.8}{14601.8} \\
 &= 0.307 \text{ mpy}
 \end{aligned}$$

Tabel 4.1 Data Laju Korosi dengan Konsentrasi Asam Sulfat 85%

No	Waktu (jam)	Massa awal (gram)	Massa akhir (gram)	Massa hilang (gram)	Laju korosi (mils per year)
1	240	8.448	8.4467	0.0013	0.307
		7.4105	7.4093	0.0012	0.284
2	360	7.796	7.7945	0.0015	0.236
		7.1725	7.1711	0.0014	0.221
3	480	7.1166	7.1152	0.0014	0.165
		7.224	7.2227	0.0013	0.154

Tabel 4.2 Data Laju Korosi dengan Konsentrasi Asam Sulfat 90%

No	Waktu (jam)	Massa awal (gram)	Massa akhir (gram)	Massa hilang (gram)	Laju korosi (mils per year)
1	240	7.628	7.6271	0.0009	0.213
		6.7924	6.7916	0.0009	0.189
2	360	6.684	6.683	0.001	0.158
		7.4562	7.4553	0.0009	0.142
3	480	7.774	7.7732	0.0008	0.095
		7.7248	7.7241	0.0007	0.083

Tabel 4.3 Data Laju Korosi dengan Konsentrasi Asam Sulfat 95%

No	Waktu (jam)	Massa awal (gram)	Massa akhir (gram)	Massa hilang (gram)	Laju korosi (mils per year)
1	240	7.436	7.4352	0.0008	0.189
		6.8136	6.8129	0.0007	0.165
2	360	7.829	7.8287	0.0003	0.047
		7.9221	7.9219	0.0002	0.031
3	480	8.197	8.1968	0.0002	0.024
		8.1681	8.1679	0.0002	0.024



## 4.2.2 Desain Faktorial

Tabel 4.4 Data Laju Korosi

Konsentrasi (%)	Waktu			Σ
	240	360	480	
85	0.307	0.236	0.165	0.708
	0.284	0.221	0.154	0.659
Σ	<b>0.591</b>	<b>0.457</b>	<b>0.319</b>	<b>1.367</b>
90	0.189	0.158	0.095	0.442
	0.213	0.142	0.083	0.438
Σ	<b>0.402</b>	<b>0.3</b>	<b>0.178</b>	<b>0.88</b>
95	0.189	0.047	0.024	0.26
	0.165	0.032	0.024	0.221
Σ	<b>0.354</b>	<b>0.079</b>	<b>0.048</b>	<b>0.481</b>
Σ <sub>total</sub>	1.347	0.836	0.545	2.728

## 4.2.3 Perhitungan Statistika

### A. Faktor koreksi (FK)

$$FK = \frac{(\sum Y_{ijk})^2}{nW \times nK \times r}$$

$$FK = \frac{2.728^2}{3.3.2}$$

$$= 0.4134$$

### B. Jumlah Kuadrat

#### 1. Jumlah Kuadrat Total (JKT)

$$JKT = \sum Y_{ijk}^2 - FK$$

$$= (0.307^2 + 0.236^2 + \dots + 0.024^2) - 0.4134$$

$$= 0.126$$

#### 2. Jumlah Kuadrat Waktu Perendaman (JKW)

$$JKW = \left( \frac{1}{nW \times r} \right) \sum_{j=1}^w (Y^2 \cdot i) - FK$$

$$JKW = \left( \frac{(1.347^2 + 0.836^2 + 0.545^2)}{3 \times 2} \right) - 0.4134$$

$$= 0.055$$

## 3. Jumlah Kuadrat Konsentrasi (JKK)

$$JKK = \left( \frac{1}{nK \times r} \right) \sum_{i=1}^k (Y^2 \cdot j \cdot) - FK$$

$$JKK = \left( \frac{1.367^2 + 0.88^2 + 0.481^2}{3 \times 2} \right) - 0.4134$$

$$= 0.066$$

## 4. Jumlah Kuadrat Subtotals (JKS)

$$JKS = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^w \cdot \sum_{j=1}^k (Y^2 ij) - FK$$

$$JKS = \frac{1}{2} (0.591^2 + 0.457^2 + 0.319^2 + 0.402^2 + 0.3^2 + 0.178^2 + 0.354^2 + 0.079^2 + 0.048^2) - 0.4134$$

$$= 0.125$$

## 5. Jumlah Kuadrat Interaksi (JKI)

$$JKI = JKS - JKW - JKK$$

$$= 0.125 - 0.055 - 0.066$$

$$= 0.045$$

## 6. Jumlah Kuadrat Galat (JKG)

$$JKG = JKT - JKW - JKK - JKI$$

$$JKG = 0.126 - 0.055 - 0.066 - 0.045$$

$$= 0.0013$$

## C. Uji Anava

Tabel 3.5 Uji Anava

Sumber Variasi	Jumlah Kuadrat (JK)	derajat kebebasan (dk)	Kuadrat Tengah (KT)	F <sub>hitung</sub>	F <sub>tabel</sub>
Level waktu	0.055	2	0.0074	186.464	4.26
Level konsentrasi	0.066	2	0.0275	222.731	4.26
Interaksi	0.0045	4	0.0328	7.636	3.63
Galat	0.0013	9	0.0011		
Total	0.126	17	0.0001		

#### D. Uji Hipotesis

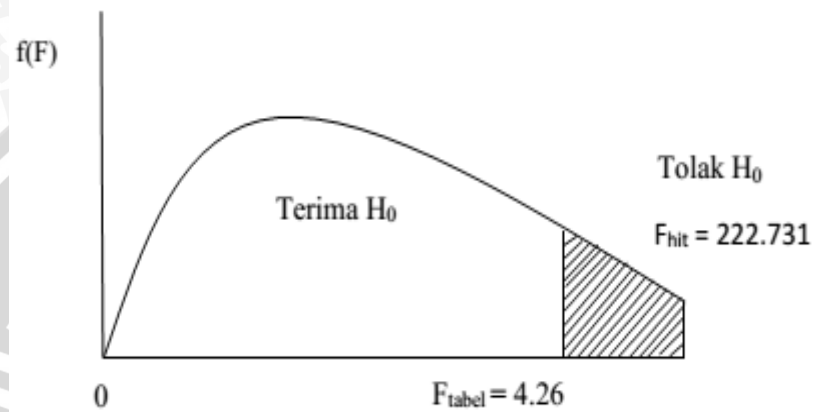
##### 1. Uji faktor konsentrasi

$H_0$  : tidak ada pengaruh konsentrasi asam sulfat terhadap laju korosi SARAMET

$H_1$  : ada pengaruh konsentrasi asam sulfat terhadap laju korosi SARAMET

$$F_{\text{hitung}} = 222.731$$

$$F_{\text{tabel}} = F_{2;9(0,05)} = 4.26$$



Keputusan :

Diambil  $\alpha = 0.05$ , tolak  $H_0$  jika  $F_{\text{hit}} > F_{\text{tabel}}$ . Dari lampiran diperoleh  $F_{\text{tabel}} = 4.26$  apabila dibandingkan dengan  $F_{\text{hit}} = 222.731$  diperoleh  $F_{\text{hit}} > F_{\text{tabel}}$  maka  $H_0$  ditolak sehingga ada pengaruh konsentrasi asam sulfat terhadap laju korosi SARAMET.

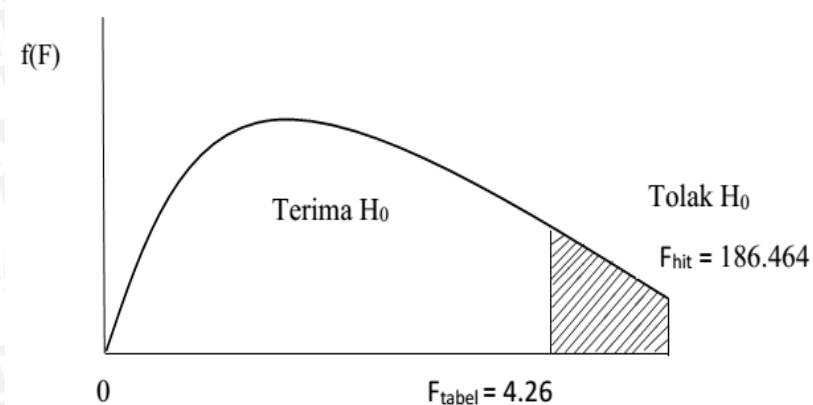
##### 2. Uji faktor waktu perendaman

$H_0$  : tidak ada pengaruh waktu perendaman terhadap laju korosi SARAMET

$H_1$  : ada pengaruh waktu perendaman terhadap laju korosi SARAMET

$$F_{\text{hitung}} = 186.464$$

$$F_{\text{tabel}} = F_{2;9(0,05)} = 4.26$$





Keputusan :

Diambil  $\alpha = 0.05$ , tolak  $H_0$  jika  $F_{hit} > F_{tabel}$ . Dari lampiran diperoleh  $F_{tabel} = 4.26$  apabila dibandingkan dengan  $F_{hit} = 186.464$  diperoleh  $F_{hit} > F_{tabel}$  maka  $H_0$  ditolak sehingga ada pengaruh waktu perendaman terhadap laju korosi SARAMET.

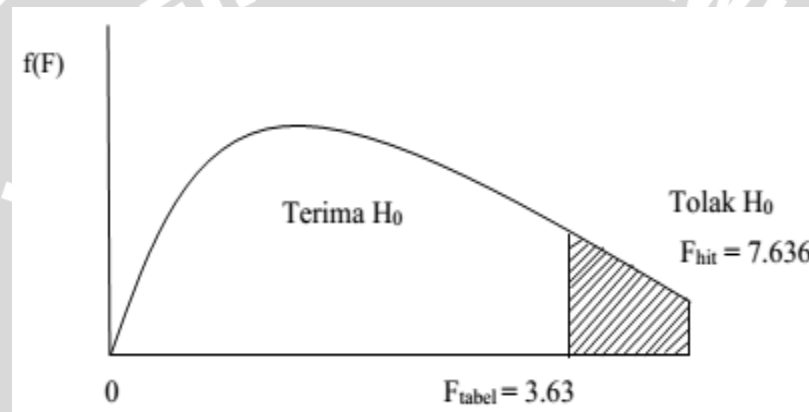
3. Uji interaksi faktor konsentrasi asam sulfat dan waktu perendaman

$H_0$  : interaksi antarfaktor tidak berpengaruh terhadap laju korosi SARAMET

$H_1$  : interaksi antarfaktor berpengaruh terhadap laju korosi SARAMET

$$F_{hitung} = 7.636$$

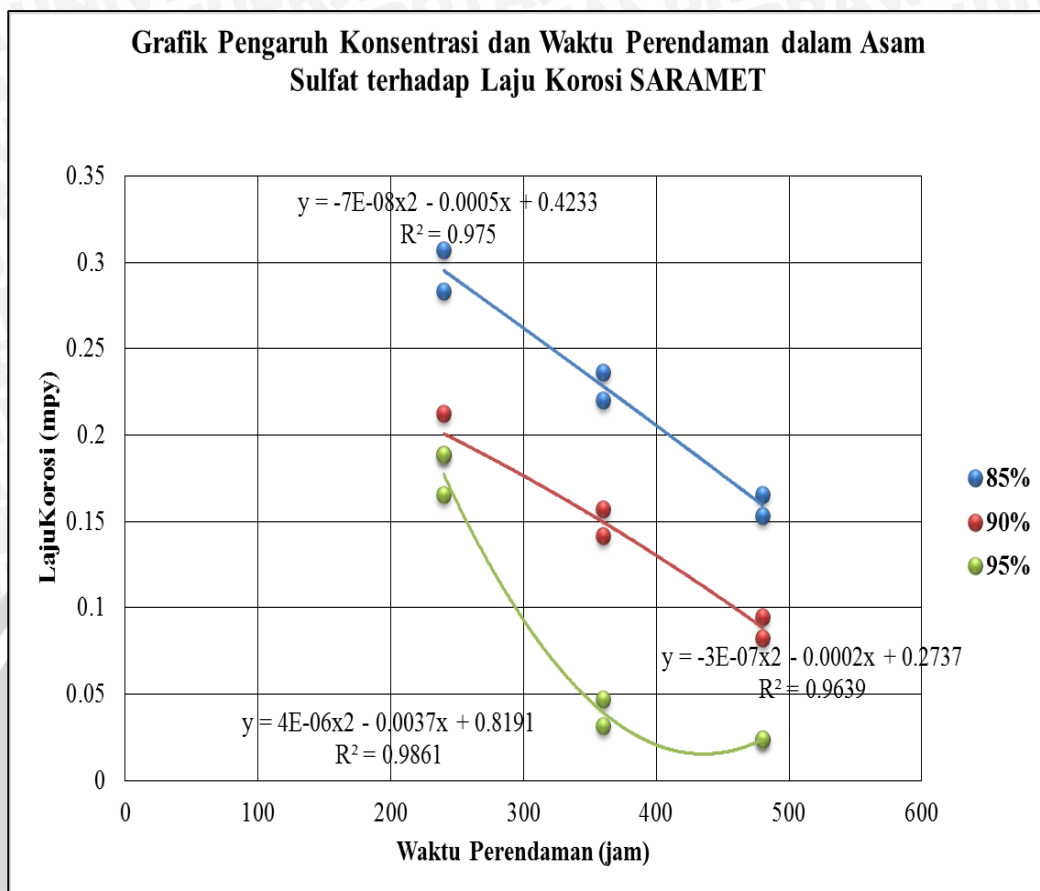
$$F_{tabel} = F_{4;9(0.05)} = 3.63$$



Keputusan :

Diambil  $\alpha = 0.05$ , tolak  $H_0$  jika  $F_{hitung} > F_{tabel}$ . Dari lampiran diperoleh  $F_{tabel} = 3.63$  apabila dibandingkan dengan  $F_{hit} = 7.636$  diperoleh  $F_{hit} > F_{tabel}$  maka  $H_0$  ditolak sehingga ada pengaruh antarfaktor terhadap laju korosi SARAMET.

#### 4.2.4 Analisa Grafik



Gambar 4.3 Grafik pengaruh konsentrasi dan waktu perendaman terhadap laju korosi

Dari gambar 4.3 dapat dijelaskan bahwa pada waktu perendaman 240 jam saat konsentrasi 85% diperoleh nilai laju korosi sebesar 0.307 mpy dan 0.284 mpy. Nilai ini lebih besar dari nilai laju korosi pada konsentrasi 90% yaitu sebesar 0.189 mpy dan 0.213 mpy. Pada saat konsentrasi 95% laju korosi berada pada kisaran 0.189 mpy dan 0.165 mpy. Sehingga dapat dikatakan bahwa pada waktu 240 jam perendaman laju korosi terus mengalami penurunan seiring bertambahnya konsentrasi. Hal ini bisa disebabkan karena jika kepekatan terus bertambah maka asam sulfat akan sulit terurai menjadi ion-ion sulfat sehingga akan mengurangi ion korosif yang masuk ke dalam permukaan logam.

Pada waktu perendaman 360 jam saat konsentrasi 85% diperoleh nilai laju korosi 0.236 mpy dan 0.221 mpy. Saat konsentrasi 90% diperoleh nilai laju korosi yaitu 0.158 mpy dan 0.142 mpy. Pada saat konsentrasi 95%, nilai laju korosi terus mengalami penurunan hingga berada pada nilai 0.047 mpy dan 0.032. Jika dibandingkan dengan saat 240 jam perendaman maka nilai laju korosi terus mengalami penurunan seiring bertambahnya konsentrasi dan waktu perendaman. Hal ini bisa disebabkan karena asam



sulfat sulit terurai saat konsentrasi pekat sehingga mengurangi jumlah ion korosif sulfat. Bisa juga disebabkan karena pada saat waktu perendaman 360 jam kemungkinan logam sudah mulai mengalami pasifasi sehingga lapisan pasif akan mencegah ion korosif masuk ke dalam permukaan logam dan menyebabkan reaksi terhambat atau bahkan terhenti.

Pada waktu perendaman 480 jam diperoleh nilai rata-rata laju korosi pada konsentrasi 85% yaitu sebesar 0.165 mpy dan 0.154 mpy. Laju korosi pada konsentrasi 90% yaitu sebesar 0.095 dan 0.083 mpy.. Pada saat konsentrasi 95% nilai laju korosi berada pada nilai yang sama pada 2 kali ulangan yaitu sebesar 0.024 mpy. Bisa dikatakan dibanding waktu perendaman 240 dan 360 jam, nilai laju korosi pada waktu perendaman 480 jam terus mengalami penurunan. Hal ini bisa disebabkan karena pada waktu 480 jam lapisan pasif sudah terbentuk sehingga laju korosinya semakin turun.

Jadi bisa disimpulkan bahwa semakin tinggi konsentrasi asam sulfat dalam variabel waktu yang sama maka laju korosi SARAMET akan semakin turun. Hal ini karena jika kepekatan asam sulfat terus bertambah hingga mendekati murni maka kondisi ion menjadi tidak begitu aktif akibat sulit terurainya asam sulfat menjadi ion-ion sulfat dalam keadaan pekat. Berkurangnya ion sulfat mengindikasikan berkurangnya ion korosif yang bisa masuk ke dalam permukaan logam sehingga reaksi terhambat atau bahkan berhenti.

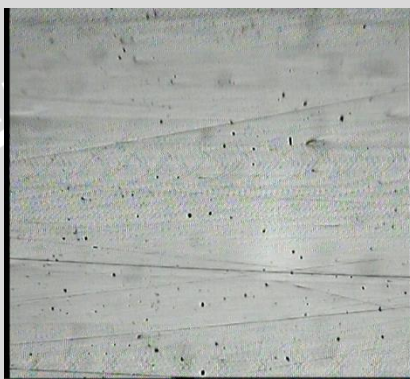
Semakin lama waktu perendaman spesimen dalam variabel konsentrasi yang sama maka laju korosi akan semakin turun. Hal ini sesuai dengan sifat *stainless steel* yaitu dapat mengalami pasifasi sehingga jika semakin lama direndam maka akan terbentuk lapisan pasif yang relatif banyak sehingga ion-ion korosif sukar masuk. Lapisan pasif ini berupa  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  yang secara spontan terbentuk pada *stainless steel* dengan kandungan kromium minimal 12%. Lapisan ini bisa rusak dengan adanya ion korosif namun dapat memperbaiki lagi secara spontan.

Faktor lain yang menyebabkan SARAMET tahan terhadap korosi karena adanya kandungan silikon yang lebih dari 1%. Dengan kandungan silikon yang cukup banyak maka silikon dapat meminimalisasi oksigen yang ada dalam larutan asam sulfat sehingga dapat mengurangi reaksi reduksi oksigen di katoda. Hal ini sesuai dengan fungsi silikon yaitu sebagai deoksidator yang dapat meminimalisasi kadar oksigen.

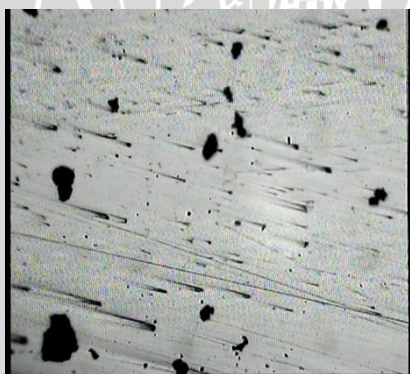
### 4.3 Foto Mikro

#### 4.3.1 Hasil Struktur Mikro

Setelah pengujian *weight loss* maka dilakukan foto mikro menggunakan mikroskop optik pada permukaan spesimen untuk mengetahui tipe korosi yang terjadi dan untuk membandingkan dengan material SARAMET yang belum terkontaminasi media korosif (gambar 4.4). Karena dari hasil pengujian menunjukkan kecenderungan hasil yang sama dari dua replikasi maka diambil satu sampel dari tiap-tiap percobaan. Dari penelitian ini dapat dilihat bahwa korosi yang terjadi adalah korosi *pitting* seperti terlihat pada gambar 4.5 sampai gambar 4.13.

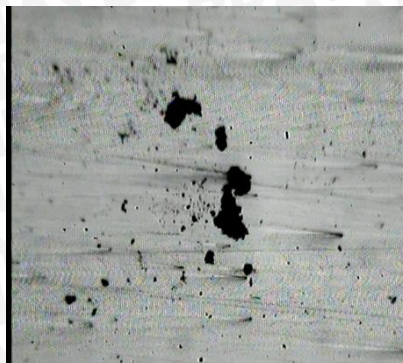


Gambar 4.4 Spesimen belum terkontaminasi

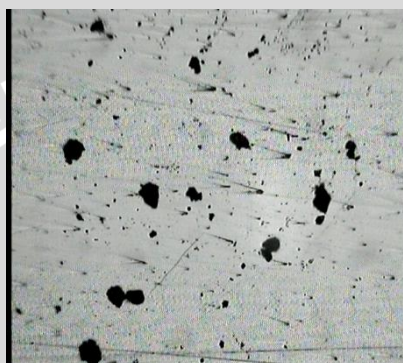


Gambar 4.5 Spesimen pada asam sulfat 85% dan 240 jam

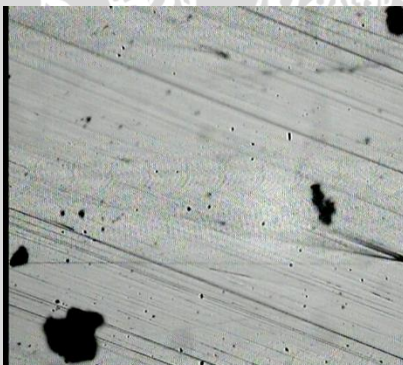




Gambar 4.6 Spesimen pada asam sulfat 85% dan 360 jam



Gambar 4.7 Spesimen pada asam sulfat 85% dan 480 jam

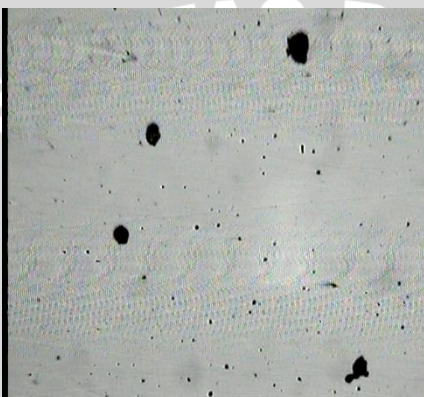


Gambar 4.8 Spesimen pada asam sulfat 90% dan 240 jam





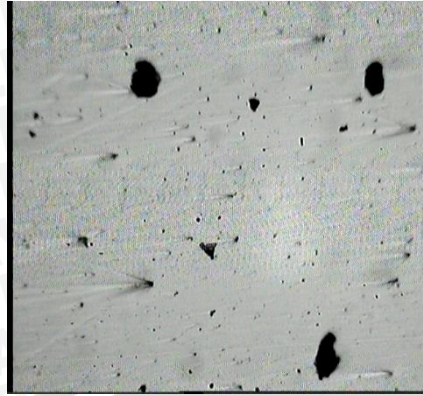
Gambar 4.9 Spesimen pada asam sulfat 90% dan 360 jam



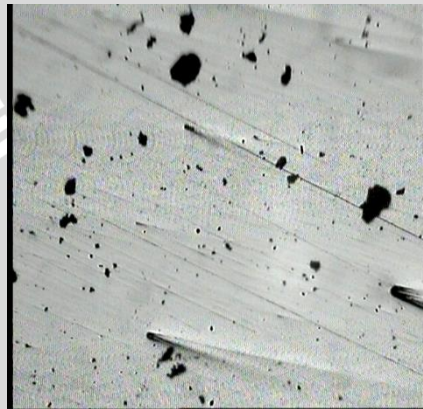
Gambar 4.10 Spesimen pada asam sulfat 90% dan 480 jam



Gambar 4.11 Spesimen pada asam sulfat 95 % dan 240 jam



Gambar 4.12 Spesimen pada asam sulfat 95 % dan 360 jam



Gambar 4.13 Spesimen pada asam sulfat 95 % dan 480 jam

#### 4.3.2 Analisa Foto Mikro

Dari gambar 4.4 dapat dilihat permukaan spesimen yang masih mulus karena belum terkontaminasi asam sulfat. Namun pada gambar 4.5, 4.6, dan 4.7 dapat dilihat bahwa pada konsentrasi 85% pada waktu 240, 360, dan 480 jam bagian yang terkorosi lebih banyak daripada pada saat konsentrasi 90% (gambar 4.8, 4.9, dan 4.10) dengan variasi waktu yang sama sehingga laju korosi pada saat konsentrasi 85% lebih tinggi daripada saat konsentrasi 90%. Pada saat konsentrasi 95% pada waktu 240 dan 360 jam (gambar 4.11, dan 4.12), bagian yang terkorosi lebih sedikit daripada saat 480 jam waktu perendaman (gambar 4.13) dalam konsentrasi yang sama. Namun laju korosi pada 480 jam perendaman lebih kecil dibanding saat 240 dan 360 jam perendaman. Hal ini bisa disebabkan pada waktu 480 jam perendaman kemungkinan luasan spesimen sudah berkurang sehingga laju korosinya turun.