

BAB IV

HASIL PENELITIAN

4.1 PERSIAPAN SAMPEL

4.1.1 Hasil Uji Komposisi

Tabel 4.1. Hasil Uji Komposisi Baja SRK T5

| Sampel SRK T5 | | | | | | | | |
|---------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | F | C | Si | Mn | P | S | Cr | Mo |
| 1 | 99.550 | 0.0562 | <0.0050 | 0.202 | 0.0091 | 0.0108 | 0.0148 | < 0.0050 |
| 2 | 99.541 | 0.0536 | 0.0051 | 0.200 | 0.0088 | 0.0100 | 0.0144 | < 0.0050 |
| 3 | 99.562 | 0.0483 | 0.0061 | 0.197 | 0.0073 | 0.0082 | 0.0148 | < 0.0050 |
| Ave | 99.551 | 0.0527 | <0.0050 | 0.200 | 0.0084 | 0.0097 | 0.0146 | < 0.0050 |
| | Ni | Al | Co | Cu | Mb | T | V | W |
| 1 | < 0.0050 | 0.0372 | 0.0047 | 0.0090 | < 0.0020 | < 0.0020 | 0.0023 | < 0.0150 |
| 2 | < 0.0050 | 0.0394 | 0.0047 | 0.0109 | < 0.0020 | < 0.0020 | 0.0023 | < 0.0150 |
| 3 | < 0.0050 | 0.0378 | 0.0042 | 0.0096 | < 0.0020 | < 0.0020 | 0.0022 | < 0.0150 |
| Ave | < 0.0050 | 0.0382 | 0.0046 | 0.0098 | < 0.0020 | < 0.0020 | 0.0023 | < 0.0150 |
| | Pb | Sn | B | Ca | Zr | As | Bi | |
| 1 | < 0.0250 | < 0.0020 | < 0.0010 | < 0.0010 | < 0.0020 | < 0.0050 | 0.0921 | |
| 2 | < 0.0250 | < 0.0020 | < 0.0010 | < 0.0010 | 0.0059 | 0.0073 | 0.0886 | |
| 3 | < 0.0250 | < 0.0020 | < 0.0010 | < 0.0010 | 0.0055 | < 0.0050 | 0.0893 | |
| Ave | < 0.0250 | < 0.0020 | < 0.0010 | < 0.0010 | 0.0044 | 0.0055 | 0.0900 | |

Tabel 4.2. Hasil Uji Komposisi Baja SRK T3

| Sampel SRK T3 | | | | | | | | |
|---------------|---------|--------|----------|--------|----------|----------|----------|----------|
| | Fe | C | Si | Mn | P | S | Cr | Mo |
| 1 | 98.732 | 0.0597 | < 0.0050 | 0.202 | 0.0167 | 0.0128 | 0.210 | 0.0062 |
| 2 | 98.747 | 0.0588 | < 0.0050 | 0.201 | 0.0194 | 0.0150 | 0.210 | 0.0051 |
| 3 | 98.788 | 0.0503 | < 0.0050 | 0.202 | 0.0165 | 0.0145 | 0.206 | 0.0054 |
| Ave | 98.756 | 0.0563 | < 0.0050 | 0.202 | 0.0175 | 0.0141 | 0.209 | 0.0056 |
| | Ni | Al | Co | Cu | Nb | Ti | V | W |
| 1 | 0.543 | 0.0335 | 0.0322 | 0.0740 | < 0.0020 | < 0.0020 | 0.0042 | < 0.0150 |
| 2 | 0.548 | 0.0330 | 0.0325 | 0.0747 | < 0.0020 | < 0.0020 | 0.0033 | < 0.0150 |
| 3 | 0.539 | 0.0327 | 0.0314 | 0.0668 | < 0.0020 | < 0.0020 | 0.0043 | < 0.0150 |
| Ave | 0.544 | 0.0330 | 0.0320 | 0.0718 | < 0.0020 | < 0.0020 | 0.0039 | < 0.0150 |
| | Pb | Sn | B | Ca | Zr | As | Bi | |
| 1 | <0.0250 | 0.0033 | < 0.0010 | 0.0005 | 0.0074 | 0.0055 | 0.0374 | |
| 2 | <0.0250 | 0.0040 | < 0.0010 | 0.0005 | 0.0065 | 0.0078 | < 0.0300 | |
| 3 | <0.0250 | 0.0027 | < 0.0010 | 0.0004 | 0.0065 | 0.0059 | < 0.0300 | |
| Ave | <0.0250 | 0.0034 | < 0.0010 | 0.0005 | 0.0068 | 0.0064 | < 0.0300 | |

4.1.2 Hasil Uji Tarik

Tabel 4.3. Hasil Uji Tarik

| Material | Bentuk | Dimensi Sampel (mm) | A (mm ²) | L ₀ (mm) | Pu (Kg) | Py (Kg) | ΔL (mm) | σu (Kg/mm ²) | σy (Kg/mm ²) | e (%) |
|----------|-------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------|---------|---------|--------------------------|--------------------------|-------|
| T3 | Pelat (0°) | T=0,50 | 12,85 | 50 | 561,8 | 348 | 17,60 | 43,719 | 27,082 | 35,2% |
| | | W=25,7 | | | | | | | | |
| | Pelat (90°) | T=0,50 | 12,85 | 50 | 566 | 368 | 16,70 | 44,047 | 28,638 | 33,4% |
| | | W=25,7 | | | | | | | | |
| T5 | Pelat (0°) | T=0,40 | 9,60 | 50 | 376 | 244 | 19,40 | 39,167 | 25,417 | 38,8% |
| | | W=24 | | | | | | | | |
| | Pelat (90°) | T=0,40 | 9,60 | 50 | 370 | 256 | 19,10 | 38,542 | 26,667 | 38,2% |
| | | W=24 | | | | | | | | |

Tabel 4.4. Sifat Mekanis Hasil Uji Tarik

| Material | Bentuk | Yield Strength (MPa) | UTS (MPa) | Modulus Young (GPa) |
|----------|-------------|----------------------|-----------|---------------------|
| T3 | Pelat (0°) | 265,6 | 428,7 | 53,1 |
| | Pelat (90°) | 280,8 | 431,9 | 56,2 |
| T5 | Pelat (0°) | 249,2 | 384 | 49,8 |
| | Pelat (90°) | 261,5 | 388 | 52,3 |

4.1.3 Dimensi Sampel**Tabel 4.5.** Dimensi Sampel Uji

| Material | Tebal (mm) | Lebar (mm) | Panjang (mm) |
|----------|------------|------------|--------------|
| T3 | 0,55 | 25 | 250 |
| T5 | 0,4 | 25 | 250 |

4.1.4 Hasil Perhitungan Tegangan Aplikasi**Tabel 4.6.** Hasil Perhitungan Tegangan Aplikasi

| Material | H (mm) | t (mm) | θ ° | k | K | E | ϵ | σ (MPa) |
|----------|--------|--------|------------|-------|--------|--------|------------|----------------|
| T3 (0°) | 249 | 0,55 | 5 | 0,044 | 90,043 | 89,957 | 0,004 | 222 |
| | 248 | 0,55 | 9 | 0,079 | 90,139 | 89,861 | 0,018 | 323 |
| T5 (90°) | 249,7 | 0,4 | 4 | 0,035 | 90,027 | 89,973 | 0,003 | 164 |
| | 248 | 0,4 | 10,5 | 0,092 | 90,189 | 89,811 | 0,019 | 300 |

4.2 HASIL PENGUJIAN KOROSI

4.2.1 Jumlah, Diameter, dan Kedalaman Korosi Sumuran

Tabel 4.7. Korosi Sumuran: Jumlah, Diameter, dan Kedalaman

| Material | σ (MPa) | pH | Jumlah <i>Pitting</i> * | Diameter <i>Pitting</i> (mm) | <i>Pitting Depth</i> (mm) |
|----------|-------------------|----|-------------------------|---------------------------------|------------------------------|
| T3 (0°) | 222 | 3 | 11 | 0,034 | 0,015 |
| | | 7 | 6 | 0,053 | 0,035 |
| | | 12 | 2 | 0,105 | 0,065 |
| | 323 | 3 | 15 | 0,04 | 0,025 |
| | | 7 | 11 | 0,094 | 0,046 |
| | | 12 | 4 | 0,158 | 0,08 |
| T5 (90°) | 164 | 3 | 13 | 0,04 | 0,022 |
| | | 7 | 8 | 0,066 | 0,058 |
| | | 12 | 3 | 0,14 | 0,088 |
| | 300 | 3 | 17 | 0,051 | 0,033 |
| | | 7 | 13 | 0,132 | 0,069 |
| | | 12 | 5 | 0,174 | 0,121 |

Waktu ekspos: 115 jam; Temperatur ruang.

* Dalam luas area 625 mm² (25 mm x 25 mm) pada daerah puncak.

4.2.2 Pengurangan Berat (*Weight Loss*) dan Laju Korosi

Tabel 4.8. Pengurangan Berat (*Weight Loss*) dan Laju Korosi

| Material | σ (MPa) | pH | Berat Awal (g) | Berat Akhir (g) | <i>Weight Loss</i> (g) | Laju Korosi (mm/yr) |
|----------|-------------------|----|-------------------|--------------------|---------------------------|------------------------|
| T3 (0°) | 222 | 3 | 23,5021 | 23,2258 | 0,2763 | 0,2405 |
| | | 7 | 23,7249 | 23,58 | 0,1449 | 0,1249 |
| | | 12 | 23,985 | 23,9522 | 0,0328 | 0,0280 |
| | 323 | 3 | 23,8521 | 23,4621 | 0,39 | 0,3344 |
| | | 7 | 23,9789 | 23,7338 | 0,2451 | 0,2091 |
| | | 12 | 24,809 | 24,7722 | 0,0368 | 0,0303 |
| T5 (90°) | 164 | 3 | 19,534 | 19,2244 | 0,3096 | 0,2373 |
| | | 7 | 19,1331 | 18,9043 | 0,2288 | 0,1790 |
| | | 12 | 19,1819 | 19,1505 | 0,0314 | 0,0245 |
| | 300 | 3 | 19,7168 | 19,2818 | 0,435 | 0,3303 |
| | | 7 | 19,4972 | 19,2366 | 0,2606 | 0,2001 |
| | | 12 | 19,6737 | 19,608 | 0,0657 | 0,0500 |

4.3 HASIL PENGAMATAN VISUAL

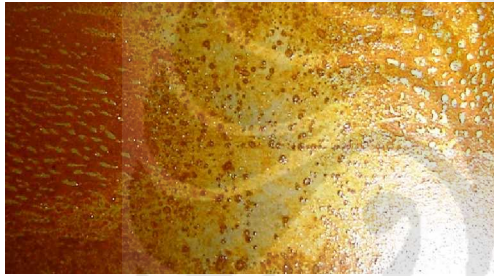


(a)



(b)

Gambar 4.1. Foto makro permukaan sampel pada lingkungan pH 3:
(a) baja SRK T3; (b) baja SRK T5.



(a)

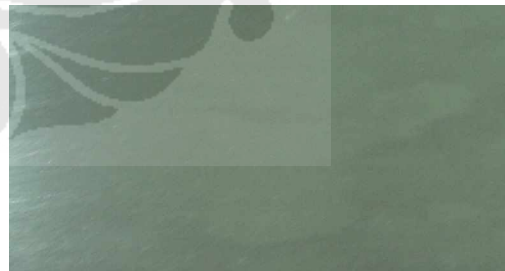


(b)

Gambar 4.2. Foto makro permukaan sampel pada lingkungan pH 7:
(a) baja SRK T3; (b) baja SRK T5.



(a)



(b)

Gambar 4.3. Foto makro permukaan sampel pada lingkungan pH 12:
(a) baja SRK T3; (b) baja SRK T5.

4.4 HASIL PENGAMATAN STRUKTUR MIKRO

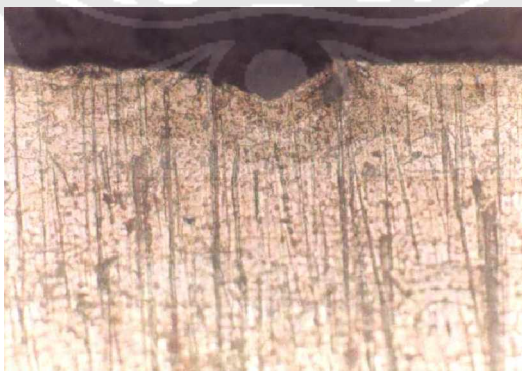
4.4.1 Foto Mikro Permukaan Material Baja SRK T3



(a)



(b)



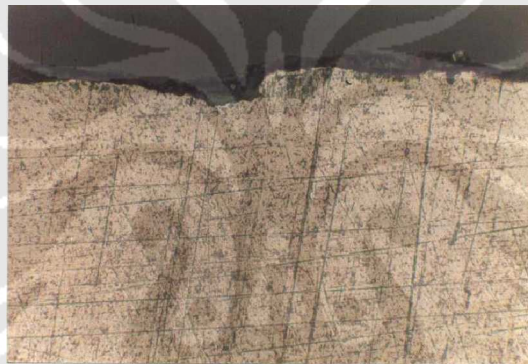
(c)

Gambar 4.4. Foto mikro permukaan material baja SRK T3 ($\sigma = 222$ MPa) pada lingkungan: (a) pH 3, perbesaran 200 x; (b) pH 7, perbesaran 200 x; (c) pH 12, perbesaran 200 x.

4.4.2 Foto Mikro Permukaan Material Baja SRK T5



(a)



(b)



(c)

Gambar 4.5. Foto mikro permukaan material baja SRK T5 ($\sigma = 300$ MPa) pada lingkungan: (a) pH 3, perbesaran 200 x; (b) pH 7, perbesaran 200 x; (c) pH 12, perbesaran 100 x.

BAB V

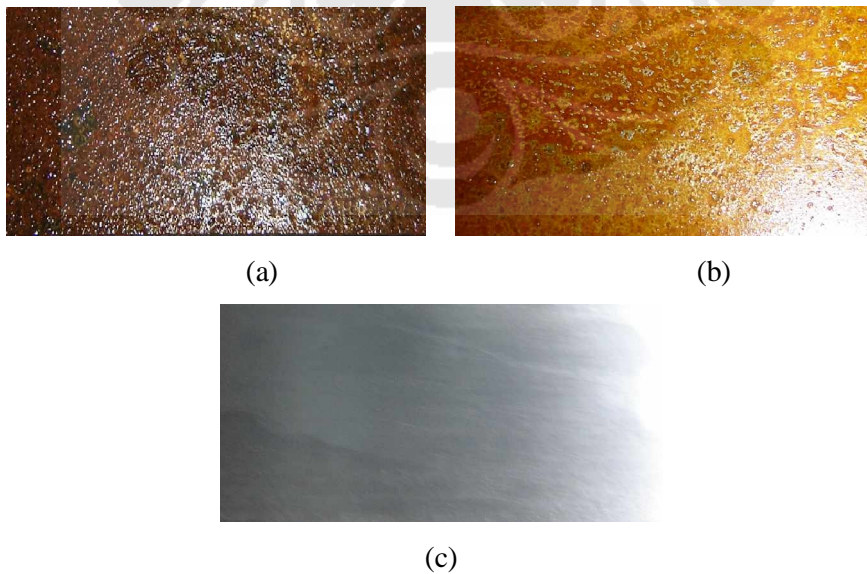
ANALISA DAN PEMBAHASAN

5.1 ANALISA KUALITATIF

5.1.1 Pengamatan Foto Makro

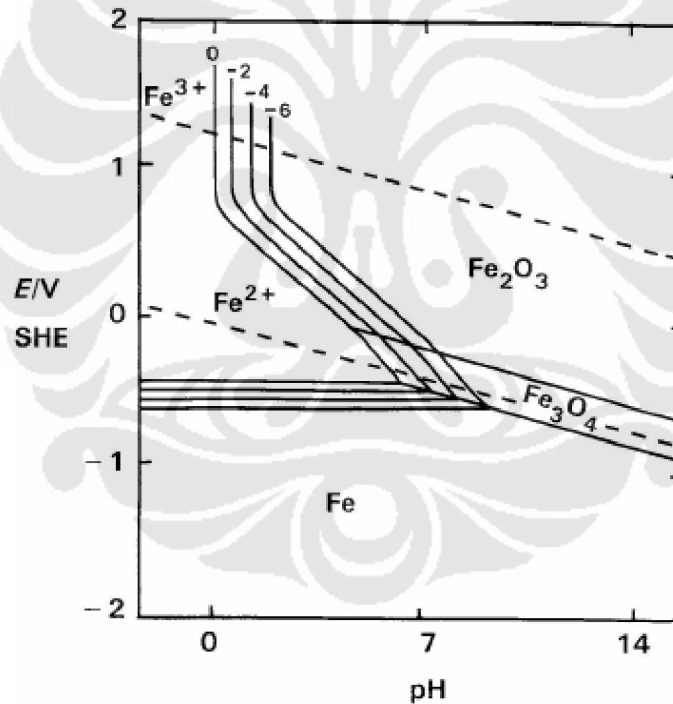
Setelah pengujian korosi retak tegang dilakukan selama 115 jam, dilakukan foto makro pada permukaan sampel untuk pengamatan visual. Dari foto makro ini dapat diamati jenis-jenis korosi yang terjadi pada masing-masing sampel, baik sampel SRK T3 maupun SRK T5.

Berdasarkan hasil pengamatan pada permukaan sampel material uji, terlihat jenis korosi seragam dan korosi *pitting* terjadi pada sampel yang dicelup pada lingkungan asam dan netral. Sedangkan sampel yang dicelup pada lingkungan basa hanya mengalami korosi *pitting* dan tidak terjadi korosi seragam. Hal ini terjadi pada kedua material uji, yaitu baja SRK T3 dan baja SRK T5.



Gambar 5.1. Hasil foto makro sampel SRK T5: (a) lingkungan asam; (b) lingkungan netral; (c) lingkungan basa.

Adanya korosi seragam pada sampel yang dicelup dalam larutan asam dan netral dapat terlihat dari permukaan sampel yang berwarna kuning kecoklatan. Menurut Vogel ^[30] dan Zaki Ahmad ^[31], endapan berwarna putih kehijauan merupakan $\text{Fe}(\text{OH})_2$, sedangkan endapan berwarna kuning maupun kuning kecoklat-coklatan merupakan FeOOH . Endapan kuning kecoklatan tersebut merupakan produk yang dihasilkan dari korosi seragam. Sedangkan sampel yang dicelup dalam larutan basa tidak mengalami korosi seragam, karena terbentuk lapisan pasif berwarna putih pada permukaannya. Lapisan pasif berwarna putih ini adalah Fe_2O_3 , yang menghalangi terjadinya korosi seragam pada sampel. Hasil pengamatan foto makro ini sesuai bila dibandingkan dengan Diagram Pourbaix, yang menggambarkan kecenderungan suatu logam untuk terkorosi pada pH dan potensial tertentu.



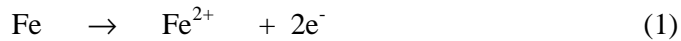
Gambar 5.2. Diagram Pourbaix Fe pada suhu 25 °C ^[28].

Dari gambar Diagram Pourbaix Fe di atas dapat dilihat sifat dan karakteristik logam Fe pada masing-masing kondisi lingkungan dengan tingkat keasaman (pH) yang berbeda:

- Pada lingkungan pH asam

Logam Fe akan berada dalam kondisi imun dan jika berada dalam beda potensial yang tinggi maka logam Fe memiliki kecenderungan untuk terkorosi secara merata membentuk ion Fe^{2+} dan ion Fe^{3+} . Reaksi yang terjadi adalah :

Reaksi Oksidasi (Anoda) :



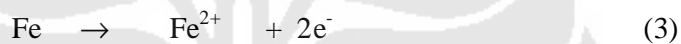
Reaksi Reduksi (Katoda) :



- Pada lingkungan pH basa

Logam Fe akan berada dalam daerah *immun*, terbentuk lapisan pasif Fe_2O_3 atau terkorosi (HFeO_2^-). Reaksi yang terjadi adalah :

Reaksi Oksidasi (Anoda) :



Reaksi Reduksi (Katoda) :

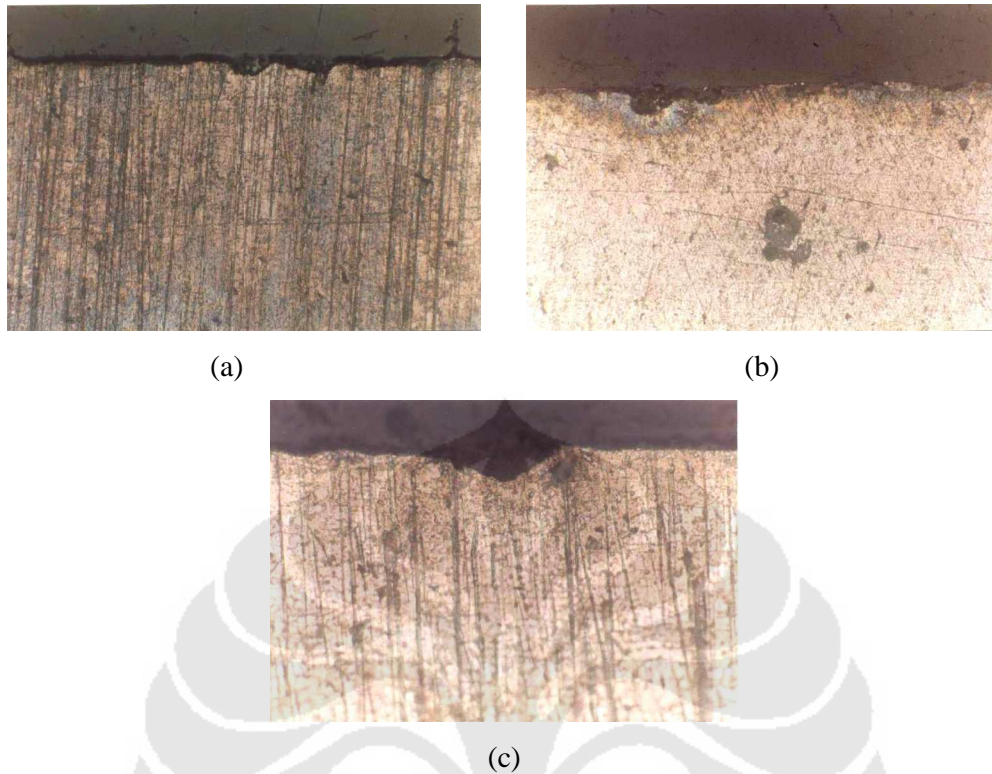


- Pada lingkungan pH netral

Logam Fe akan berada dalam daerah *immun* dan membentuk lapisan pasif memiliki bentuk Fe_2O_3 dan Fe_3O_4 meskipun kemungkinan berada dalam daerah aktif terkorosi masih ada. Pada daerah pasif material tersebut tetap terkorosi, namun laju korosi yang terjadi sangat lambat, karena cenderung membentuk suatu lapisan pasif di permukaan yang akan menghambat korosi.

5.1.2 Pengamatan Foto Mikro

Dari hasil pengamatan foto mikro, dapat terlihat lebih jelas jenis korosi dan karakteristik korosi *pitting* yang terjadi. Sampel yang dicelup dalam lingkungan asam dan netral tampak permukaannya tidak rata. Hal ini menandakan terjadinya korosi seragam pada sampel. Sementara pada sampel yang dicelup dalam lingkungan basa terlihat terjadi lubang pada permukaan sampel, yang merupakan korosi *pitting*. Fenomena ini terjadi pada kedua jenis sampel yang digunakan, yaitu baja SRK T3 dan baja SRK T5.



Gambar 5.3. Hasil foto mikro sampel SRK T3 perbesaran 200x: (a) lingkungan asam; (b) lingkungan netral; (c) lingkungan basa.

Selain korosi seragam yang terjadi, dari gambar di atas dapat juga diamati korosi *pitting* yang terjadi. Diameter dan kedalaman *pitting* tampak berbeda pada ketiga gambar tersebut. Diameter dan kedalaman *pitting* yang paling besar terjadi pada sampel yang dicelup dalam lingkungan basa. Sementara diameter dan kedalaman *pitting* yang paling kecil terjadi pada sampel yang dicelup dalam lingkungan asam, dan sampel yang dicelup dalam lingkungan netral berada di antaranya.

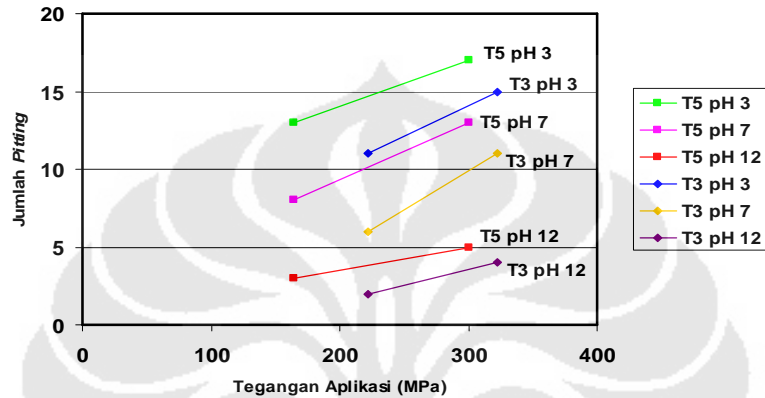
Dari foto mikro yang diperoleh ternyata setelah diamati tidak terlihat adanya retakan yang terjadi. Hal ini menandakan bahwa tegangan yang diberikan belum mampu menghasilkan inisiasi retakan. Selain itu bisa juga disebabkan karena lingkungan yang digunakan bukanlah lingkungan krosif yang dapat menyebabkan terjadinya korosi retak tegang pada baja SRK. Dari pengamatan ini dapat diketahui bahwa korosi yang terjadi adalah korosi seragam dan korosi sumuran, sedangkan korosi retak tegang tidak terjadi.

5.2 ANALISA KUANTITATIF

5.2.1 Pengaruh Tegangan Aplikasi, pH Lingkungan, dan Komposisi Paduan Terhadap Korosi Sumuran

5.2.1.1 Jumlah Korosi Sumuran

Dari pengamatan jumlah korosi sumuran yang terjadi, diperoleh grafik sebagai berikut:



Gambar 5.4. Grafik pengaruh tegangan aplikasi terhadap jumlah korosi sumuran.

Dari grafik tersebut dapat dianalisa beberapa hal berikut ini terhadap jumlah korosi sumuran yang terbentuk:

- Pengaruh tegangan aplikasi

Dari grafik terlihat semakin besar tegangan aplikasi, maka semakin banyak jumlah korosi sumuran yang terbentuk. Hal ini terjadi pada sampel baja SRK T3 maupun baja SRK T5, dan juga pada setiap kondisi lingkungan yang berbeda. Semakin tinggi tegangan aplikasi yang diberikan, maka semakin banyak pusat tegangan (*stress concentration*) yang terjadi pada sampel. Adanya *stress concentration* ini akan memicu terbentuknya korosi sumuran.

- Pengaruh pH lingkungan

Dari grafik terlihat semakin besar pH, maka semakin sedikit jumlah korosi sumuran yang terjadi. Jumlah korosi sumuran terbanyak terjadi pada lingkungan asam, kemudian lingkungan netral, dan paling sedikit terjadi pada lingkungan basa. Hal ini menandakan lingkungan yang paling korosif adalah lingkungan asam, kemudian netral, dan terakhir basa.

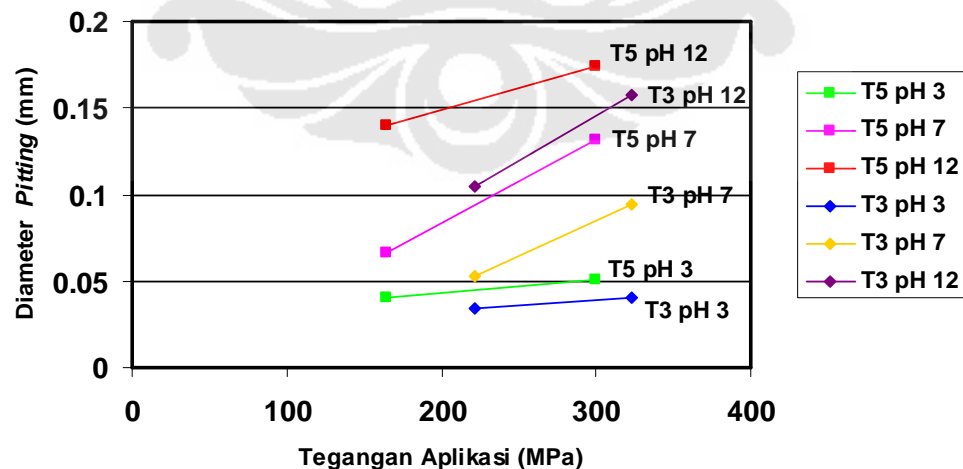
- Pengaruh komposisi paduan

Bila dibandingkan antara baja SRK T3 dengan baja SRK T5, maka jumlah korosi sumuran yang lebih banyak terjadi terdapat pada sampel baja SRK T5. Hal ini disebabkan baja SRK T5 memiliki jumlah paduan nikel, chromium, dan molybdenum yang lebih sedikit kadarnya daripada baja SRK T3. Ketiga unsur tersebut merupakan paduan yang dapat meningkatkan ketahanan korosi sumuran.

5.2.1.2 Diameter Korosi Sumuran

Diameter korosi sumuran diamati dengan menggunakan alat *measurement microscope*. Dari hasil pengukuran diperoleh hasil dimana terjadi peningkatan besar diameter *pitting* yang terbentuk seiring dengan bertambahnya tegangan dan pH. Selain itu dengan adanya perbedaan komposisi material, karakteristik *pitting* yang terbentuk pun berbeda, dimana material yang memiliki komposisi paduan yang lebih banyak, memperlihatkan ketahanan korosi yang lebih baik. Pengukuran diameter *pitting* merupakan salah satu indikator yang menunjukkan ketahanan terhadap korosi *pitting* dari suatu material.

Dari pengamatan diameter korosi sumuran yang terjadi, diperoleh grafik sebagai berikut:



Gambar 5.5. Grafik pengaruh tegangan aplikasi terhadap diameter *pitting*.

Dari grafik tersebut dapat dianalisa beberapa hal berikut ini terhadap jumlah korosi sumuran yang terbentuk:

- Pengaruh tegangan aplikasi

Jika diamati dari grafik di atas, dapat diketahui bahwa untuk material yang sama, diameter *pitting* yang terjadi akan semakin besar seiring dengan semakin meningkatnya tegangan aplikasi. Material baja SRK T3 yang dicelup pada larutan pH 3 memiliki diameter *pitting* sebesar 0,034 mm ketika diberikan tegangan sebesar 222 MPa dan sebesar 0,04 mm saat tegangan mencapai 323 MPa. Pada larutan pH 7, diameter yang terbentuk untuk material baja SRK T3 sebesar 0,053 mm pada tegangan 222 MPa dan 0,094 mm pada tegangan aplikasi 323 MPa. Pada larutan pH 12, material baja SRK T3 dengan tegangan 222 MPa memiliki diameter *pitting* sebesar 0,105 mm dan 0,158 mm pada tegangan 323 MPa. Kecenderungan yang sama juga dialami oleh baja SRK T5, dimana diameter *pitting* semakin besar dengan meningkatnya tegangan aplikasi.

- Pengaruh pH lingkungan

pH lingkungan memiliki pengaruh yang signifikan terhadap besarnya diameter *pitting* yang terbentuk pada masing-masing material. Dapat dilihat dari grafik bahwa penambahan pH pada larutan uji akan meningkatkan diameter *pitting* yang terbentuk selama pengujian. Pada material baja SRK T3 dengan tegangan aplikasi 222 MPa, diameter *pitting* yang terbentuk dalam larutan pH 3 sebesar 0,034 mm; pada larutan pH 7 sebesar 0,053 mm; dan pada larutan pH 12 sebesar 0,105 mm. Kecenderungan yang sama juga terjadi pada tegangan aplikasi yang berbeda serta pada material yang berbeda. Hal ini dapat terjadi karena pada lingkungan asam dan netral, material juga mengalami korosi seragam, sedangkan pada lingkungan basa korosi seragam tidak terjadi.

- Pengaruh komposisi paduan

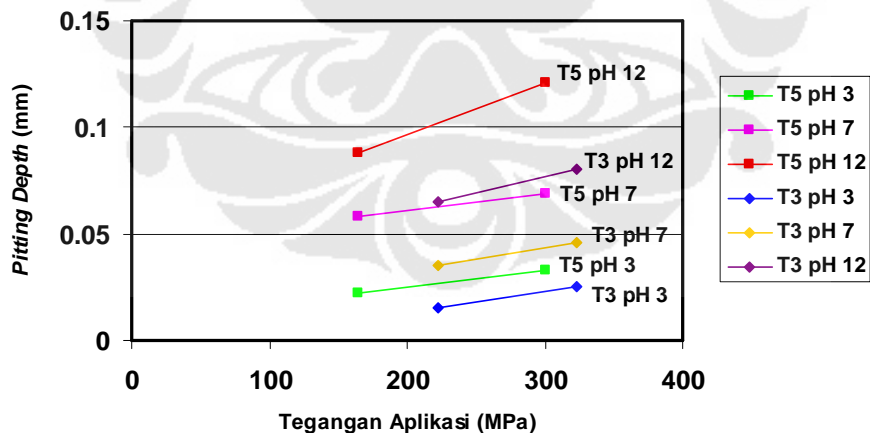
Dari grafik dapat diamati bahwa dalam kondisi pH yang sama, diameter *pitting* yang terbentuk pada material baja SRK T3 lebih kecil bila dibandingkan pada baja SRK T5. Hal ini disebabkan baja SRK T3 memiliki kandungan nikel dan kromium yang lebih besar dibandingkan baja SRK T5. Pada baja SRK T3, kandungan nikel adalah sebesar 0,544 wt% dan kandungan kromium sebesar

0,209 wt%. Sedangkan pada baja SRK T5 kandungan nikel dibawah 0,005 wt% dan kandungan kromium sebesar 0,0146 wt%.

Hal ini menunjukkan adanya pengaruh paduan nikel dan kromium pada komposisi material masing-masing dimana dengan peningkatan kadar nikel dan kromium, lapisan pasif yang terbentuk akan semakin kuat dalam menahan serangan ion klorida yang terdapat dalam larutan. Akibatnya laju penguraian Fe yang terdapat pada material lebih lambat pada baja SRK T3 karena terhambat oleh lapisan pasif.

5.2.1.3 Kedalaman Korosi Sumuran

Hasil pengujian menunjukkan kedalaman korosi sumuran dipengaruhi oleh komposisi material, tegangan aplikasi yang diberikan terhadap sampel uji, dan pH lingkungan yang digunakan. Semakin besar tegangan aplikasi dan pH lingkungan, maka kedalaman korosi sumuran akan semakin besar. Sedangkan semakin tinggi kadar nikel dan kromium pada suatu paduan, maka semakin kecil kedalaman korosi *pitting*-nya, atau semakin tahan terhadap korosi *pitting*.



Gambar 5.6. Grafik pengaruh tegangan aplikasi terhadap *pitting depth*.

- Pengaruh tegangan aplikasi

Perambatan retak bergantung pada intensitas tegangan yang diberikan. Hal ini ditunjukkan dari hasil pengujian dimana semakin besar tegangan yang diberikan kepada material, kedalaman *pitting* semakin besar.

Dari hasil pengujian diperoleh data bahwa untuk material dan lingkungan yang sama (misal baja SRK T3 pada pH 3), besarnya nilai kedalaman *pitting* meningkat dari semula 0,015 mm ketika diberikan tegangan sebesar 222 MPa, meningkat menjadi 0,025 mm ketika diberi tegangan sebesar 323 MPa. Hal serupa juga terjadi pada baja SRK T5 yang dicelup pada lingkungan pH 3, dimana kedalaman *pitting* bertambah dari 0,022 mm pada tegangan 164 MPa menjadi sebesar 0,033 mm pada tegangan 300 MPa.

Hal ini semakin menguatkan alasan bahwa peningkatan tegangan membantu laju perambatan retak, dimana *pitting* yang terbentuk menjadi inisiasi retakan kemudian retak merambat karena pengaruh tegangan aplikasi yang diberikan kepada material yang akhirnya retak merambat dan membuat besar kedalaman *pitting* semakin meningkat.

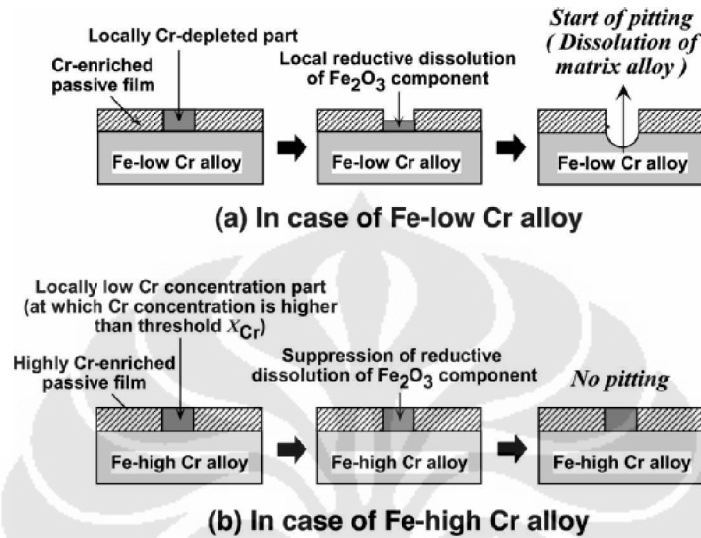
- Pengaruh pH lingkungan

Pada grafik dapat dilihat bahwa semakin besar pH lingkungan, maka semakin besar *pitting depth* yang terjadi. Pada lingkungan basa (pH 12), material hanya mengalami korosi *pitting*. Korosi *pitting* ini terjadi karena rusaknya lapisan pasif logam pada daerah tersebut. Ketika lapisan pasif ini telah rusak, maka terjadi korosi lokal sehingga terbentuk *piting*. *Pitting* ini kemudian mengalami pertumbuhan sehingga kedalaman *pitting* semakin besar.

Sementara pada lingkungan asam (pH 3), korosi seragam lebih dominan terjadi daripada korosi *pitting*. Pertumbuhan korosi *pitting* juga diikuti dengan laju korosi seragam, yang membuat ketebalan material berkurang. Akibatnya *pitting depth* sulit untuk menjadi lebih besar. Hal yang sama juga terjadi pada lingkungan netral (pH 7), namun laju korosinya lebih lambat daripada lingkungan asam (pH 3).

- Pengaruh komposisi paduan

Seperti jumlah dan diameter *pitting*, pada kedalaman *pitting* pun material baja SRK T3 lebih tahan daripada baja SRK T5. *Pitting depth* pada baja SRK T3 lebih kecil daripada yang terjadi pada baja SRK T5.



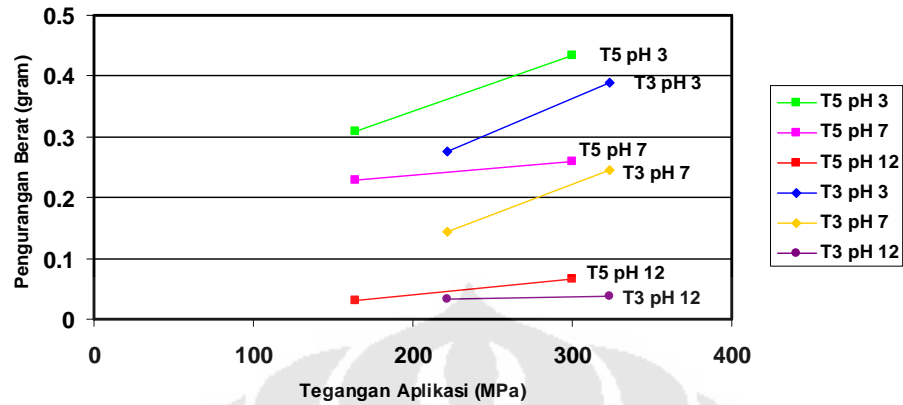
Gambar 5.7. Mekanisme inisiasi *pitting* ^[32].

Komposisi nikel dan kromium memainkan peranan penting terhadap penetrasi retakan dimana dengan adanya kandungan nikel dan kromium yang meningkat, lapisan pasif yang terbentuk semakin kuat menahan agresifitas ion klorida. Akibatnya reaksi penguraian logam Fe dapat dihambat sehingga pertumbuhan *pitting* tidak menjadi bertambah cepat. Selain itu dengan peningkatan kandungan nikel dan kromium juga dapat meningkatkan ketahanan material dimana butir menjadi semakin kuat menahan penetrasi retakan yang dapat menjadi inisiasi retak berikutnya. Hal ini dibuktikan dari hasil pengujian tarik, dimana material baja SRK T3 memiliki kekuatan yang lebih tinggi daripada material baja SRK T5.

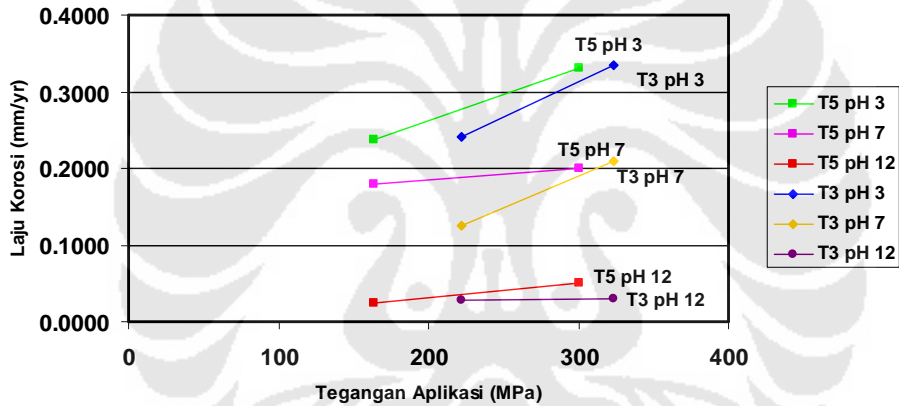
5.2.2 Pengaruh Tegangan Aplikasi, pH Lingkungan, dan Komposisi Paduan Terhadap Pengurangan Berat dan Laju Korosi

Dari hasil pengujian diperoleh hasil bahwa tegangan aplikasi, pH lingkungan, dan komposisi paduan berpengaruh terhadap pengurangan berat dan

laju korosi pada suatu material. Pengaruh tersebut dapat dilihat pada grafik berikut ini:



Gambar 5.8. Grafik pengaruh tegangan aplikasi terhadap pengurangan berat.



Gambar 5.9. Grafik pengaruh tegangan aplikasi terhadap laju korosi.

- Pengaruh tegangan aplikasi

Dari grafik dapat dilihat semakin besar tegangan aplikasi pada suatu material, maka semakin besar pengurangan beratnya. Demikian pula dengan laju korosinya, dimana semakin besar tegangan aplikasi maka laju korosi juga semakin besar. Contohnya pada material baja SRK T5 dalam lingkungan pH 3, dimana mengalami pengurangan berat sebesar 0,3096 gram pada tegangan aplikasi 164 MPa, dan ketika tegangan aplikasi dinaikkan menjadi 300 MPa, maka pengurangan beratnya menjadi 0,435 gram. Hal yang sama pun berlaku terhadap laju korosinya, karena laju korosi merupakan fungsi dari pengurangan berat.

Hal ini menunjukkan bahwa tegangan aplikasi memiliki pengaruh yang signifikan terhadap pengurangan berat dan laju korosi, dimana semakin besar

tegangan yang diberikan, maka pengurangan berat dan lokasi yang terjadi semakin besar pula. Peningkatan tegangan diperkirakan mempengaruhi pertumbuhan retak dimana perambatan retak yang terjadi semakin bertambah, *pitting* yang terbentuk semakin dalam sehingga logam induk semakin banyak yang teroksidasi. Akibatnya material mengalami kehilangan berat akibat terurainya logam.

- Pengaruh pH lingkungan

Dari hasil penelitian diperoleh hasil bahwa pengurangan berat semakin besar dengan berkurangnya pH lingkungan. Hal ini berlaku untuk baja SRK T3 dan baja SRK T5. Pada material baja SRK T3 dengan tegangan aplikasi 222 MPa, pengurangan berat pada lingkungan pH 3 sebesar 0,2763 gram; pada lingkungan pH 7 sebesar 0,1449 gram; dan pada lingkungan pH 12 sebesar 0,0328 gram. Demikian pula halnya dengan laju korosinya, dimana laju korosi tertinggi adalah pada lingkungan pH 3, kemudian pada pH 7, dan pada pH 12 memiliki laju korosi paling rendah.

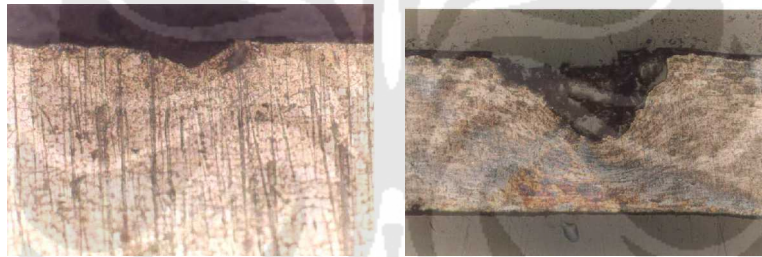
Hal ini terjadi karena lingkungan asam merupakan lingkungan yang paling korosif. Semakin korosif suatu lingkungan, maka semakin besar pengurangan beratnya dan semakin besar pula laju korosinya. Sementara lingkungan basa merupakan lingkungan yang pasif, sehingga pengurangan beratnya kecil dan laju korosinya rendah.

- Pengaruh komposisi paduan

Pengurangan berat dan laju korosi pada material baja SRK T3 lebih kecil bila dibandingkan material baja SRK T5. Hal ini disebabkan karena kandungan nikel dan kromium yang dimiliki oleh baja SRK T3 lebih besar daripada baja SRK T5. McBee dan Kruger^[33] menunjukkan bahwa penambahan kromium ke dalam besi dalam sebuah paduan dapat menyebabkan lapisan oksida berubah dari polikristalin menjadi nonkristalin seiring dengan meningkatnya jumlah kromium yang ditambahkan^[34]. Kruger^[35], berpendapat bahwa adanya ikatan dan fleksibilitas struktur dari lapisan oksida pada paduan yang memiliki kandungan kromium yang tinggi membuat lapisan pasif tersebut lebih tahan terhadap pemecahan lapisan pasif dan oleh karena itu sistem menjadi lebih tahan terhadap korosi. Penelitian yang dilakukan oleh K. Sugimoto, et al.^[36] menunjukkan bahwa adanya kandungan Cr yang ditambahkan ke dalam paduan dapat menekan reaksi

pemutusan Fe_2O_3 yang merupakan komponen dalam lapisan pasif dimana pemutusan Fe_2O_3 dapat menyebabkan terjadinya pemecahan lapisan pasif^[37].

Dari pembahasan dan hasil penelitian tersebut, dapat diambil kesimpulan bahwa dengan kandungan nikel dan kromium yang lebih besar, baja SRK T3 memiliki kecenderungan mengalami korosi *pitting* yang jauh lebih sedikit dibandingkan baja SRK T5, karena lapisan pasif yang terbentuk pada baja SRK T3 lebih stabil. Hal ini dapat dilihat dari grafik pada **Gambar 5.4**, **Gambar 5.5**, **Gambar 5.6** dan **Gambar 5.9**. Dari keempat grafik tersebut dapat dilihat bahwa grafik material baja SRK T3 selalu berada di bawah grafik material baja SRK T5 untuk kondisi lingkungan yang sama. Selain itu pada **Gambar 5.10**, dapat dilihat *pitting* yang terjadi pada baja SRK T3 dan baja SRK T5, dimana *pitting* pada baja SRK T5 memiliki diameter dan kedalaman yang lebih besar.



Gambar 5.10. Perbandingan pitting pada baja SRK T3 (kiri, perbesaran 200x) dan T5 (kanan, perbesaran 100x) dalam lingkungan basa.

Dengan demikian reaksi oksidasi dari besi semakin lambat sehingga produk korosi yang dihasilkan pun semakin sedikit. Akibatnya pengurangan berat dari material uji semakin kecil pula karena reaksi oksidasi logam Fe semakin lambat. Selain itu dengan meningkatnya kandungan nikel dan kromium, laju korosi semakin berkurang, karena dengan penambahan kedua unsur tersebut, lapisan pasif yang terbentuk semakin kuat terhadap serangan korosi.