



UNIVERSITAS INDONESIA

**STUDI PENGARUH ASAM ASETAT TERHADAP
PEMBENTUKAN LAPISAN PASIF FeCO_3 DAN LAJU KOROSI
PADA MILD STEEL (AISI 1018)**

TESIS

**SANTOSO ARYO WIBOWO
0606003852**

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI METALURGI DAN MATERIAL
DEPOK
DESEMBER 2008**



UNIVERSITAS INDONESIA

**STUDI PENGARUH ASAM ASETAT TERHADAP
PEMBENTUKAN LAPISAN PASIF FeCO_3 DAN LAJU KOROSI
PADA MILD STEEL (AISI 1018)**

TESIS

**Diajukan sebagai syarat untuk memperoleh gelar Magister
Teknik**

**SANTOSO ARYO WIBOWO
0606003852**

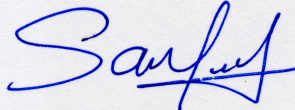
**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI METALURGI DAN MATERIAL
KEKHUSUSAN KOROSI DAN PROTEKSI
DEPOK
DESEMBER 2008**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Tesis ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun yang dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Santoso Aryo Wibowo

NPM : 0606003852

Tanda Tangan : 

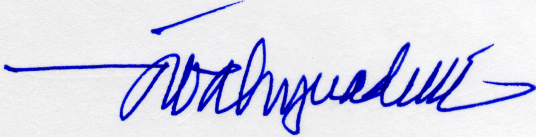
Tanggal : 31 Desember 2008

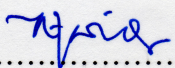
HALAMAN PENGESAHAN

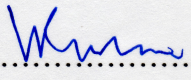
Tesis ini diajukan oleh :
Nama : Santoso Aryo Wibowo
NPM : 0606003852
Program Studi : Metalurgi dan Material
Judul Tesis : Studi Pengaruh Asam Asetat Terhadap Pembentukan Lapisan Pasif FeCO_3 Dan Laju Korosi Pada Mild Steel (AISI 1018)

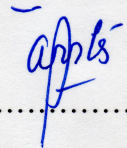
Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Magister Teknik pada Program Studi Metalurgi dan Material, Fakultas Tekik, Universitas Indonesia

Dewan Penguji

Pebimbing : Prof. Dr. Ir. Johny Wahyuadi S, DEA (.....)


Penguji : Ir. Rini Riastuti, M.Sc. (.....)


Penguji : Ir. Andi Rustandi, MT (.....)


Penguji : Dra. Sari Katili, MS (.....)


Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 31 Desember 2008

KATA PENGANTAR/UCAPAN TERIMAKASIH

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-nya, saya dapat menyelesaikan tesis ini. Penulisan tesis ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat unyuk mencapai gelar Magister Teknik, Program Studi Teknik Metalurgi dan Material pada Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa erkuliahan sampai pada penyusunan tesis ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan tesis ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

- (1) Prof. Dr. Ir. Johny Wahyuadi Soedarsono DEA, selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan tesis ini; dan
- (2) Orang tua dan keluarga saya yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral.

Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga tesis ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu.

Depok, 19 Desember 2008

Penulis

ABSTRAK

Nama : Santoso Aryo Wibowo
Program Studi : Metalurgi dan Material
Judul : Studi Pengaruh Asam Asetat Terhadap Pembentukan Lapisan Pasif FeCO₃ Dan Laju Korosi Pada Mild Steel (AISI 1018)

Tesis ini mempelajari pengaruh asam asetat terhadap pembentukan lapisan pasif besi karbonat pada lingkungan jenuh karbondioksida di permukaan mild steel. Hasil pengujian menunjukkan ion asam asetat tidak menyebabkan korosi sedangkan asam asetat bebas menyebabkan terjadinya korosi. Pada konsentrasi sodium bikarbonat yang meningkat mulai dari 0,002 mol, 0,1 mol dan 0,5 mol maka kecenderungan yang terjadi adalah terbentuknya kerak pada permukaan mild steel dan terbentuknya kerak besi karbonat diganggu dengan adanya asam asetat bebas mulai dari 10 ppm, 25 ppm dan 50 ppm. Nilai Langlier Stabilisation Index dan Ryznar Stabilisation Index juga menunjukkan larutan pada daerah sedikit korosif.

Kata Kunci:
Korosi, CO₂, Asam Asetat, Mild Steel

ABSTRACT

Name : Santoso Aryo Wibowo
Study Program : Metalurgy and Material
Title : Study Effect Acetic Acid of Pasive Film FeCO₃ and Corrosion Rate to Mild Steel (AISI 1018)

This thesis is studying acetic acid effect on passive film ferrous carbonate growth in carbodioxide saturated environment at mild steel surface.

The result of experiment show acetic acid ion not influence corrosion at mild steel surface, vice versa acetic acid free.

Concentration of sodium bicarbonate increase from 0.002 mol, 0.1 mol and 0.5 mol and tendency for scaling growth, addition of acetic acid 10 ppm, 25 ppm and 50 ppm into solution will broken scale and induce corrosion.

Langlier Stabilation Index and Ryznar Stabilation Index value show solution in slightly scale forming and midly aggressive zone.

Key Words:
Corrosion, CO₂, Acetic Acid, Mild Steel

DAFTAR ISI

| | |
|---|------------------------------|
| HALAMAN PENGESAHAN | Error! Bookmark not defined. |
| DAFTAR ISI | iii |
| DAFTAR GAMBAR | v |
| DAFTAR TABEL | vii |
| DAFTAR LAMPIRAN | viii |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 LATAR BELAKANG | 1 |
| 1.2 RUMUSAN MASALAH | 2 |
| 1.3 TUJUAN PENELITIAN | 3 |
| 1.4 RUANG LINGKUP DAN BATASAN PENELITIAN | 3 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | 4 |
| 2.1. PRINSIP DASAR KOROSI | 4 |
| 2.2. KOROSI CO ₂ | 6 |
| 2.3. FAKTOR YANG MEMPENGARUHI KOROSI CO ₂ | 9 |
| 2.5. ASAM ASETAT | 14 |
| 2.6. LSI DAN RSI LARUTAN | 15 |
| 2.7. PENENTUAN LAJU KOROSI | 16 |
| BAB III METODOLOGI PENELITIAN | 17 |
| 3.1 SAMPEL DAN LARUTAN PENELITIAN | 17 |
| 3.2 PERALATAN PENELITIAN | 18 |
| 3.3 BAHAN-BAHAN PENELITIAN | 19 |
| 3.4 DIAGRAM ALIR PENELITIAN | 19 |
| 3.5 VARIABEL PENELITIAN | 21 |
| BAB IV HASIL PENELITIAN | 24 |
| 4.1 FOTO SAMPEL DAN LARUTAN | 24 |
| 4.1.1 Foto larutan hasil penelitian | 24 |
| 4.1.2 Foto sampel hasil penelitian pada konsentrasi 0.002 mol HCO ₃ | 26 |
| 4.1.2 Foto sampel hasil penelitian pada konsentrasi 0.1 mol HCO ₃ | 30 |
| 4.1.3 Foto sampel hasil penelitian pada konsentrasi 0,5 mol HCO ₃ | 34 |
| 4.2 DATA HASIL UJI LAJU KOROSI | 38 |
| 4.2.1 Data laju korosi pada konsentrasi 0,002 mol HCO ₃ | 38 |
| 4.2.2 Data laju korosi pada konsentrasi 0,1 mol HCO ₃ | 38 |
| 4.2.3 Data laju korosi pada konsentrasi 0.5 mol HCO ₃ | 38 |
| 4.3 DATA BEDA POTENSIAL | 39 |
| 4.3.1 Data Nilai Potensial <i>Mild Steel</i> Sebelum Perendaman | 39 |
| 4.3.2 Data Nilai Potensial <i>Mild Steel</i> Setelah Perendaman | 39 |
| 4.4 LANGELIER INDEX (LSI) dan RYZNAR INDEX (RSI) | 39 |
| 4.4.1 LSI dan RSI sebelum perendaman | 39 |
| 4.4.2 LSI dan RSI setelah perendaman | 40 |
| 4.4.3 TDS sebelum perendaman | 40 |
| 4.4.4 TDS setelah perendaman | 40 |
| 4.4.5 pH sebelum dan sesudah perendaman | 40 |
| 4.5 GRAFIK LAJU KOROSI | 41 |
| 4.5.1 Grafik laju korosi terhadap konsentrasi asam asetat pada 0,002 mol HCO ₃ | 41 |

| | |
|---|-----------|
| 4.5.2 Grafik Laju Korosi Terhadap Konsentrasi asam asetat pada 0,1 mol HCO ₃ | 41 |
| 4.5.3 Grafik Laju Korosi Terhadap Konsentrasi asam asetat pada 0,5 mol HCO ₃ | 42 |
| 4.5.4 Grafik Tafel terhadap konsentrasi 0,02 mol HCO ₃ | 42 |
| 4.5.5 Grafik Tafel terhadap konsentrasi 0,5 mol HCO ₃ | 43 |
| 4.5.6 Grafik Tafel terhadap konsentrasi 0,1 mol HCO ₃ | 44 |
| 4.5.7 Gambar SEM..... | 45 |
| BAB V PEMBAHASAN | 47 |
| 5.1 PENGARUH KONSENTRASI HCO ₃ | 47 |
| 5.2 PENGARUH KONSENTRASI ASAM ASETAT | 52 |
| 5.2.1 Kondisi 0,002 mol Bikarbonat | 52 |
| 5.2.1 Kondisi 0,1 mol Bikarbonat | 52 |
| 5.2.1 Kondisi 0,5 mol Bikarbonat | 53 |
| 5.3 POLARISASI | 54 |
| BAB VI KESIMPULAN | 56 |
| DAFTAR ACUAN..... | 57 |



DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| Gambar 2.1 Empat syarat terjadinya korosi | 5 |
| Gambar 2.2. Diagram Pourbaix besi dalam air pada 25°C | 6 |
| Gambar 2.3. Skematik korosi pada baja..... | 8 |
| Gambar 2.4. Skematik korosi CO ₂ dengan kerak FeCO ₃ pada permukaan baja.... | 8 |
| Gambar 2.5. Parameter yang mempengaruhi korosi CO ₂ | 9 |
| Gambar 2.6. Pengaruh konsentrasi NaHCO ₃ terhadap current density | 10 |
| Gambar 2.7. Kelarutan besi karbonat selama proses korosi pada tekanan parsial CO ₂ 2 bar dan 40..... | 11 |
| Gambar 3.1. Diagram alir penelitian | 20 |
| Gambar 3.2. Foto penjuanan larutan dengan gas CO ₂ selama 2 jam | 22 |
| Gambar 3.3. Foto sampel sebelum dilakukan perendaman | 22 |
| Gambar 3.4. Foto perendaman sampel selama 4 hari | 23 |
| Gambar 4.1. Foto larutan hasil percobaan selama 4 hari perendaman pada kondisi konsentrasi 0.002 mol HCO ₃ ⁻ | 24 |
| Gambar 4.2. Foto larutan hasil percobaan selama 4 hari perendaman pada kondisi konsentrasi 0.1 mol HCO ₃ ⁻ | 24 |
| Gambar 4.5. Foto makro sampel dengan pembesaran 10x setelah perendaman tanpa CH ₃ COOH | 26 |
| Gambar 4.6. Foto sampel setelah perendaman pada 0,002 mol HCO ₃ ⁻ dengan CH ₃ COOH 10 ppm | 27 |
| Gambar 4.7. Foto makro sampel dengan pembesaran 10x setelah perendaman pada 0,002 mol HCO ₃ ⁻ dengan CH ₃ COOH 10 ppm | 27 |
| Gambar 4.8. Foto sampel setelah perendaman pada 0,002 mol HCO ₃ ⁻ dengan CH ₃ COOH 25 ppm | 28 |
| Gambar 4.9. Foto makro sampel dengan pembesaran 10x setelah perendaman pada 0,002 mol HCO ₃ ⁻ dengan CH ₃ COOH 25 ppm..... | 28 |
| Gambar 4.10. Foto sampel setelah perendaman pada 0,002 mol HCO ₃ ⁻ dengan CH ₃ COOH 50 ppm | 29 |
| Gambar 4.11. Foto makro sampel dengan pembesaran 10x setelah perendaman pada 0,002 mol HCO ₃ ⁻ dengan CH ₃ COOH 50 ppm..... | 29 |
| Gambar 4.13. Foto makro sampel dengan pembesaran 10x setelah perendaman tanpa CH ₃ COOH | 30 |
| Gambar 4.14. Foto sampel setelah perendaman pada 0,1 mol HCO ₃ ⁻ dengan CH ₃ COOH 10 ppm | 31 |
| Gambar 4.15. Foto makro sampel dengan pembesaran 10x setelah perendaman pada 0,1 mol HCO ₃ ⁻ dengan CH ₃ COOH 10 ppm..... | 31 |
| Gambar 4.16. Foto sampel setelah perendaman pada 0,1 mol HCO ₃ ⁻ dengan CH ₃ COOH 25 ppm | 32 |
| Gambar 4.17. Foto makro sampel dengan pembesaran 10x setelah perendaman pada 0,1 mol HCO ₃ ⁻ dengan CH ₃ COOH 25 ppm..... | 32 |
| Gambar 4.18. Foto sampel setelah perendaman pada 0,1 mol HCO ₃ ⁻ dengan CH ₃ COOH 50 ppm | 33 |
| Gambar 4.19. Foto makro sampel dengan pembesaran 10x setelah perendaman pada 0,1 mol HCO ₃ ⁻ dengan CH ₃ COOH 50 ppm..... | 33 |
| Gambar 4.21. Foto makro sampel dengan pembesaran 10x setelah perendaman tanpa CH ₃ COOH | 34 |

| | |
|--|----|
| Gambar 4.22. Foto sampel setelah perendaman pada 0,5 mol HCO_3^- dengan CH_3COOH 10 ppm | 35 |
| Gambar 4.23. Foto makro sampel dengan pembesaran 10x setelah perendaman pada 0,5 mol HCO_3^- dengan CH_3COOH 10 ppm | 35 |
| Gambar 4.24. Foto sampel setelah perendaman pada 0,5 mol HCO_3^- dengan CH_3COOH 25 ppm | 36 |
| Gambar 4.25. Foto makro sampel dengan pembesaran 10x setelah perendaman pada 0,5 mol HCO_3^- dengan CH_3COOH 25 ppm | 36 |
| Gambar 4.26. Foto sampel setelah perendaman pada 0,5 mol HCO_3^- dengan CH_3COOH 50 ppm | 37 |
| Gambar 4.27. Foto makro sampel dengan pembesaran 10x setelah perendaman pada 0,5 mol HCO_3^- dengan CH_3COOH 50 ppm | 37 |
| Gambar 4.28. Grafik hubungan laju korosi dengan konsentrasi asam asetat dengan kondisi 0,002 mol HCO_3^- | 41 |
| Gambar 4.29. Grafik hubungan laju korosi dengan konsentrasi asam asetat dengan kondisi 0,1 mol HCO_3^- | 41 |
| Gambar 4.30. Grafik hubungan laju korosi dengan konsentrasi asam asetat dengan kondisi 0,5 mol HCO_3^- | 42 |
| Gambar 4.31. Grafik Tafel terhadap konsentrasi 0,02 mol HCO_3^- tanpa asam asetat | 42 |
| Gambar 4.32. Grafik Tafel terhadap konsentrasi 0,02 mol HCO_3^- dengan asam asetat 10 ppm | 43 |
| Gambar 4.33. Grafik Tafel terhadap konsentrasi 0,5 mol HCO_3^- tanpa asam asetat | 43 |
| Gambar 4.34. Grafik Tafel terhadap konsentrasi 0,5 mol HCO_3^- dengan asam asetat 10 ppm | 44 |
| Gambar 4.35. Grafik Tafel terhadap konsentrasi 0,1 mol HCO_3^- tanpa asam asetat | 44 |
| Gambar 4.36. Grafik Tafel terhadap konsentrasi 0,1 mol HCO_3^- dengan asam asetat 10 ppm | 45 |
| Gambar 4.37. Foto mikro dengan pembesaran 100x | 45 |
| Gambar 4.38. Foto mikro dengan pembesaran 70x | 46 |
| Gambar 5.1. Grafik hubungan laju korosi tanpa asam asetat dengan HCO_3^- | 47 |
| Gambar 5.2. Grafik hubungan antara pH terhadap mol HCO_3^- tanpa asam asetat | 50 |
| Gambar 5.3. Diagram Pourbaix tanpa inhibitor pada kondisi sebelum dan setelah perendaman | 51 |
| Gambar 5.4. Grafik Tafel | 54 |
| Gambar 5.5. Mekanisme CO_2 korosi | 55 |
| Gambar 5.6. Foto mikro dengan pembesaran 100x | 55 |

DAFTAR TABEL

| | |
|--|----|
| Tabel 2.1 Kriteria laju korosi | 4 |
| Tabel 2.2 Skala LSI dan RSI..... | 16 |
| Tabel 3.1 Komposisi kimia sampel..... | 17 |
| Tabel 3.2 Komposisi larutan brine | 18 |
| Tabel 3.3 Variabel larutan brine..... | 19 |
| Tabel 3.4 Tabel perlakuan percobaan | 21 |
| Tabel 4.1 Laju korosi pada 0,002 mol HCO_3^- dalam satuan mpy..... | 38 |
| Tabel 4.2 Laju korosi pada 0.1 mol HCO_3^- dalam satuan mpy..... | 38 |
| Tabel 4.3 Laju korosi pada 0.5 mol HCO_3^- dalam satuan mpy..... | 38 |
| Tabel 4.4 Nilai Potensial <i>mild steel</i> sebelum perendaman dalam satuan <i>milivolt</i> | 39 |
| Tabel 4.5 Nilai Potensial <i>mild steel</i> setelah perendaman dalam <i>milivolt</i> | 39 |
| Tabel 4.6 Tabel Langelier Index (LSI) dan Ryznar Index (RSI) sebelum perendaman..... | 39 |
| Tabel 4.7 Tabel Langelier Index (LSI) dan Ryznar Index (RSI) setelah perendaman..... | 40 |
| Tabel 4.8 Nilai TDS Sebelum Perendaman | 40 |
| Tabel 4.9 Nilai TDS Setelah Perendaman..... | 40 |
| Tabel 4.10 Nilai pH sebelum Perendaman dan sesudah Perendaman | 40 |

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 Hasil XRD

LAMPIRAN 2 Hasil Dan Pengolahan Data

