



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**STUDI KOROSI PADA WELDMENT AREA DAN BASE METAL DI  
LINGKUNGAN GEOTHERMAL**

**SKRIPSI**

**ANNISA DESTAVIA BASTARINA  
0405040104**

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



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**STUDI KOROSI PADA WELDMENT AREA DAN BASE METAL DI  
LINGKUNGAN GEOTHERMAL**

**SKRIPSI**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik**

**ANNISA DESTAVIA BASTARINA  
0405040104**

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

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

**Nama : Annisa Destavia Bastarina**

**NPM : 0405040104**

**Tanda Tangan : .....**

**Tanggal : 31 Desember 2008**

## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :  
Nama : Annisa Destavia Bastarina  
NPM : 0405040104  
Program Studi : Teknik Metalurgi dan Material  
Judul Skripsi : Studi Korosi Pada Weldment Area Dan Base Metal Di  
Lingkungan Geothermal

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

### DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Prof.Dr.Ir Johny Wahyuadi ( )  
Penguji 1 : Andi Rustandi ST, MT ( )  
Penguji 2 : Deni Ferdian ST M.Sc ( )  
Penguji 3 : Ir. Adrian ( )

Ditetapkan di : Depok

Tanggal :

## KATA PENGANTAR

Dengan menyebut nama ALLAH Yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang, saya panjatkan puji syukur ke Hadirat-Nya atas semua rahmat-Nya yang diberikan sehingga, saya dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Studi Korosi Pada Weldment Area dan Base Metal di Lingkungan Geothermal”** dengan baik.

Pembuatan skripsi ini bertujuan untuk memenuhi salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik Jurusan Metalurgi dan Material pada Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Skripsi ini saya persembahkan untuk kedua orang tuaku tercinta, ayahku Achmad Basuki atas kerja keras, perhatian dan kasih sayangnya, dan ibuku Rina Surini untuk semua doa, semangat dan kasih sayangnya beserta semua hal terbaik yang selalu diberikan mereka kepadaku yang merupakan sumber semangat dalam penyusunan skripsi ini. Selain itu untuk adikku tersayang Andina Ramadhani atas rasa sayangnya ke kakaknya, bantuan dan semua hal yang membuat kita jadi adik-kakak yang terbaik.

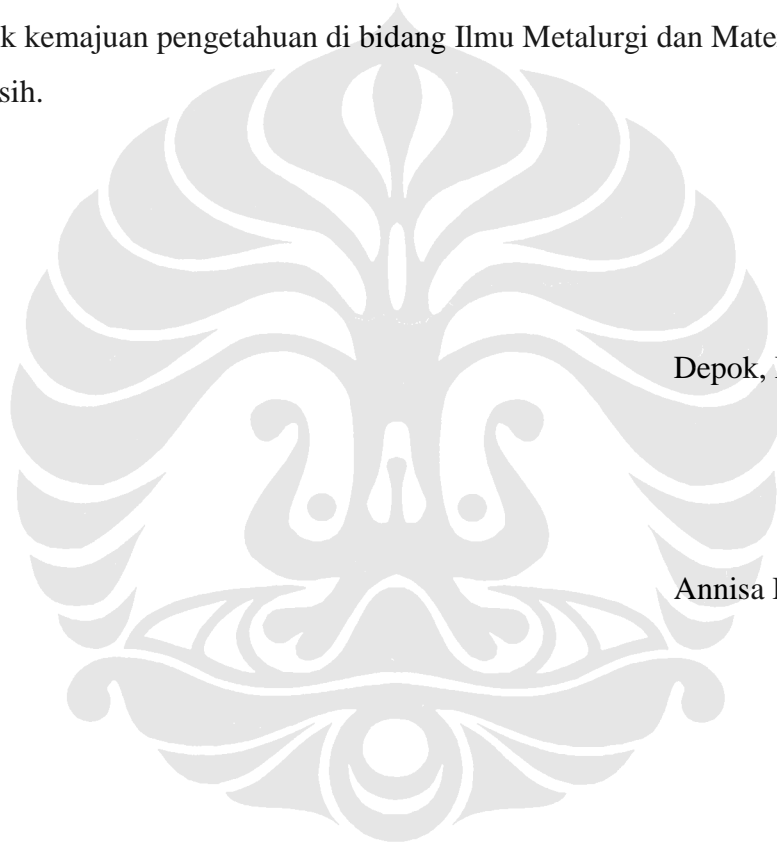
Selain itu, saya menyadari bahwa selama hidup saya termasuk ketika penyusunan skripsi, bantuan, bimbingan, dukungan serta semangat selalu saya dapatkan dari berbagai pihak. Sehingga, pada kesempatan ini, saya ingin mengucapkan terima kasih setulus-tulusnya kepada :

1. Bapak Prof.Dr.Ir Johny Wahyuadi, selaku dosen pembimbing yang membantu saya dalam penyusunan skripsi.
2. Bapak Prof Dr. Ir. Eddy Sumarno Siradj, M.Sc(Eng) selaku pembimbing akademik saya yang selalu memberikan saran-saran dalam bidang akademik.
3. Seluruh dosen di Dep. Metalurgi dan material FT UI atas ilmu yang telah diberikan baik di dalam kelas maupun di luar kelas.
4. Sahabat-sahabatku tersayang; joefam, LA NINA, icha, omi, nia, diduth, dian, ochi, endah, devi, eris, dll yang maaf tidak bisa disebutkan satu persatu untuk persahabatan yang telah terjalin selama ini. Tetap dijaga ya teman-teman sampe kita tua.
5. Seluruh Keluarga besarku atas semua doa dan dukungannya yang selalu diberikan.
6. Teman-teman angkatanku, Metalurgi dan Material FT UI angkatan 2005 atas kebersamaan dan persahabatan yang mengesankan selama ini.
7. Teman-Teman Metalurgi dan Material keseluruhan baik senior maupun junior.

8. Teman-teman Teknik UI dari berbagai jurusan atas kebersamaannya selama ini baik dalam kepanitiaan maupun membina persahabatan.
9. Seluruh karyawan Dep. Metalurgi dan Material FT UI.
10. Dan semua orang yang berada atau pernah ada di dalam kehidupanku atas semua pembelajaran yang diberikan dalam pendewasaan dan pencarian jati diri seorang Annisa Destavia Bastarina.

Harapan saya, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kepentingan bersama dan berkontribusi untuk kemajuan pengetahuan di bidang Ilmu Metalurgi dan Material.

Terima Kasih.



Depok, Desember 2008

Annisa Destavia Bastarina

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK  
KEPENTINGAN AKADEMIS**

---

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini, :

Nama : Annisa Destavia Bastarina  
NPM : 0405040104  
Departemen : Metalurgi dan Material  
Fakultas : Teknik  
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

**Studi Korosi Pada Weldment Area dan Base Metal di Lingkungan Geothermal**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis atau pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok

Pada Tanggal : 31 Desember 2008

Yang menyatakan

(Annisa Destavia Bastarina)

## DAFTAR ISI

|  |      |
|--|------|
| <b>HALAMAN JUDUL</b>   | i    |
| <b>HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS</b>                       | ii   |
| <b>HALAMAN PENGESAHAN</b>                                    | iii  |
| <b>KATA PENGANTAR</b>  | iv   |
| <b>HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH</b> | vi   |
| <b>ABSTRAK</b>   | vii  |
| <b>ABSTRACT</b>  | viii |
| <b>DAFTAR ISI</b>  | ix   |
| <b>DAFTAR GAMBAR</b>   | xi   |
| <b>DAFTAR TABEL</b>  | xiii |
| <b>DAFTAR LAMPIRAN</b>                                       | xiv  |
| <br>   |      |
| <b>BAB 1 PENDAHULUAN</b>                                     | 1    |
| 1.1 Latar Belakang   | 1    |
| 1.2 Tujuan Penelitian  | 3    |
| 1.3 Batasan Penelitian                                       | 3    |
| 1.4 Sistematika Penulisan                                    | 3    |
| <br>   |      |
| <b>BAB 2 DASAR TEORI</b>                                     | 5    |
| 2.1 Sistem Geothermal  | 5    |
| 2.1.1 Energi Geothermal                                      | 5    |
| 2.1.2 Proses Geothermal                                      | 7    |
| 2.1.3 Karakterisasi Lingkungan Geothermal                    | 9    |
| 2.2 Karakterisasi Kondensat                                  | 9    |
| 2.3 Korosi   | 12   |
| 2.3.1 Jenis Korosi   | 12   |
| 2.3.2 Perhitungan Laju Korosi                                | 16   |
| 2.3.2.1 Polarisasi   | 16   |
| 2.3.2.2 Kupon  | 18   |
| 2.3.3 Korosi dan Scaling di Lingkungan Geothermal            | 19   |
| 2.4 Penyambungan Logam                                       | 21   |
| 2.4.1 Introduksi Teknik Pengelasan                           | 21   |
| 2.4.2 Karakterisasi Daerah Lasan                             | 24   |
| <br>   |      |
| <b>BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN</b>                           | 27   |
| 3.1 Diagram Alir Penelitian                                  | 27   |
| 3.2 Alat dan Bahan   | 27   |
| 3.2.1 Alat   | 27   |
| 3.2.2 Bahan  | 28   |
| 3.3 Prosedur Preparasi Sampel                                | 28   |
| 3.3.1 Pematangan Sampel                                      | 28   |

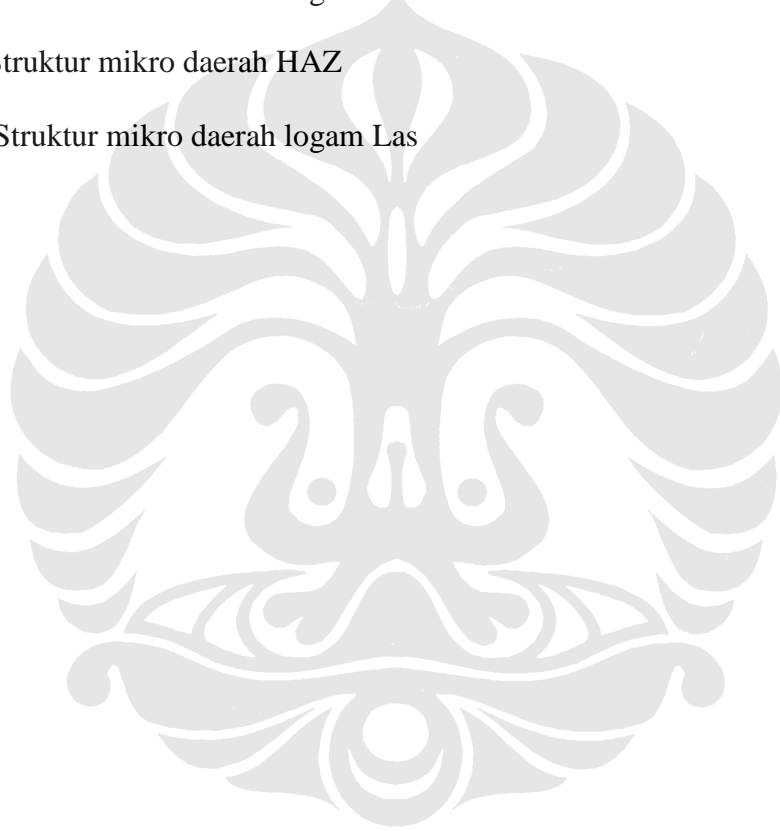


|   |           |
|---|-----------|
| 3.3.2 Soldering                                   | 29        |
| 3.3.3 Mounting Sampel                             | 29        |
| 3.3.4 Pengamplasan Sampel                         | 30        |
| 3.3.5 Pemolesan Sampel                            | 31        |
| 3.3.6 Etsa Sampel                                 | 31        |
| 3.4 Pengujian Air                                 | 32        |
| 3.5 Pengujian Komposisi Kimia                     | 35        |
| 3.6 Pengujian Polarisasi                          | 36        |
| 3.7 Pengujian Mikrostruktur                       | 37        |
| 3.8 Pengujian Kekerasan                           | 37        |
| <b>BAB 4 HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN</b>      | <b>40</b> |
| 4.1 Latar Belakang Material                       | 40        |
| 4.2 Hasil Pengujian Komposisi dan Sifat Kondensat | 40        |
| 4.2.1 Komposisi kondensat                         | 40        |
| 4.2.2 Sifat Kondensat                             | 41        |
| 4.3 Hasil Pengujian Komposisi Kimia               | 42        |
| 4.4 Hasil Pengujian Kekerasan                     | 43        |
| 4.5 Hasil Pengujian Polarisasi                    | 44        |
| 4.6 Hasil Pengujian Metalografi                   | 49        |
| 4.6.1 Daerah Logam Dasar                          | 49        |
| 4.6.2 Daerah HAZ                                  | 51        |
| 4.6.3 Daerah Logam Las                            | 52        |
| 4.7 Pembahasan                                    | 53        |
| <b>BAB 5 PENUTUP</b>                              | <b>56</b> |
| 5.1 Kesimpulan                                    | 56        |
| <b>REFERENSI</b>                                  | <b>57</b> |

## DAFTAR GAMBAR

|  |    |
|--|----|
| <b>Gambar 2.1</b> Lapisan pada bumi  | 6  |
| <b>Gambar 2.2</b> Area yang termasuk daerah cincin api   | 6  |
| <b>Gambar 2.3</b> Sistem geothermal  | 7  |
| <b>Gambar 2.4</b> Proses pada PLTP   | 8  |
| <b>Gambar 2.5</b> Skema mekanisme korosi pada logam  | 13 |
| <b>Gambar 2.6</b> Jenis-jenis bentuk korosi  | 14 |
| <b>Gambar 2.7</b> Korosi galvanik di <i>welded joint</i> , (atas) logam dasar lebih mulia dari logam las, (bawah) logam las lebih mulia dari logam dasar | 15 |
| <b>Gambar 2.8</b> Tipe korosi celah pada <i>welded joint</i>   | 15 |
| <b>Gambar 2.9</b> Kurva Ekstrapolasi Tafel yang Ideal  | 17 |
| <b>Gambar 2.10</b> Susunan pemasangan kupon  | 18 |
| <b>Gambar 2.11</b> Klasifikasi teknik pengelasan   | 22 |
| <b>Gambar 2.12</b> Skema pengelasan pada SMAW  | 23 |
| <b>Gambar 2.13</b> Skema pengelasan pada GMAW  | 23 |
| <b>Gambar 2.14</b> Struktur <i>weldment area</i>   | 24 |
| <b>Gambar 2.15</b> Struktur material lasan   | 25 |
| <b>Gambar 3.1</b> Diagram alir penelitian  | 27 |
| <b>Gambar 3.2</b> Skema pemantulan cahaya pada permukaan sampel  | 31 |
| <b>Gambar 3.3</b> SEM ( <i>Scanning Electron Microscope</i> )  | 36 |
| <b>Gambar 3.4</b> <i>Potensiostat</i>  | 37 |
| <b>Gambar 3.5</b> <i>Brinell Hardness Tester</i>   | 38 |
| <b>Gambar 3.6</b> Skematis prinsip indentasi dengan metode Brinell   | 39 |

|   |    |
|---|----|
| <b>Gambar 4.1</b> Penampang luar pipa <i>elbow</i>            | 40 |
| <b>Gambar 4.2</b> Kurva polarisasi pada kondensat CT 01       | 45 |
| <b>Gambar 4.3</b> Kurva polarisasi pada kondensat CT 02       | 45 |
| <b>Gambar 4.4</b> Kurva polarisasi pada kondensat CT 03       | 46 |
| <b>Gambar 4.5</b> Kurva polarisasi pada kondensat Down Stream | 46 |
| <b>Gambar 4.6</b> Grafik laju korosi vs jenis kondensat       | 49 |
| <b>Gambar 4.7</b> Struktur mikro daerah logam dasar           | 50 |
| <b>Gambar 4.8</b> Struktur mikro daerah HAZ                   | 51 |
| <b>Gambar 4.9</b> Struktur mikro daerah logam Las             | 52 |



## DAFTAR TABEL

|  |    |
|--|----|
| <b>Tabel 2.1</b> Langelier Saturation Index  | 11 |
| <b>Tabel 2.2</b> Ryznar Index  | 12 |
| <b>Tabel 2.3</b> Klasifikasi sifat ketahanan korosi material   | 17 |
| <b>Tabel 4.1</b> Hasil pengujian komposisi kondensat   | 41 |
| <b>Tabel 4.2</b> Hasil perhitungan RI dan LSI  | 41 |
| <b>Tabel 4.3</b> Komposisi kimia material  | 42 |
| <b>Tabel 4.4</b> Konversi nilai kekerasan ke nilai kekuatan tarik pada setiap area                     | 43 |
| <b>Tabel 4.5</b> Parameter korosi dari logam dasar, HAZ dan logam las di larutan kondensat CT 01       | 47 |
| <b>Tabel 4.6</b> Parameter korosi dari logam dasar, HAZ dan logam las di larutan kondensat CT 02       | 48 |
| <b>Tabel 4.7</b> Parameter korosi dari logam dasar, HAZ dan logam las di larutan kondensat CT 03       | 48 |
| <b>Tabel 4.8</b> Parameter korosi dari logam dasar, HAZ dan logam las di larutan kondensat Down Stream | 48 |

## DAFTAR LAMPIRAN

|   |    |
|---|----|
| <b>Lampiran 1.</b> Hasil Pengujian Komposisi Kondensat Geothermal       | 59 |
| <b>Lampiran 2.</b> Hasil Pengujian Komposisi Kimia Material Logam Dasar | 60 |

