



**UNIVERSITAS NDONESIA**

**ANALISA KERUSAKAN SUB SEA TREE  
PADA SUMUR MINYAK DAN GAS BAWAH LAUT SA-21  
DI LAUT NATUNA**

**TESIS**

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

**RONI PRABOWO  
0606003846**

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

**HALAMAN PENGESAHAN**

Tesis ini diajukan oleh :  
Nama : Roni Prabowo  
NPM : 0606003846  
Program Studi : Teknik Metalurgi Dan Material  
Judul Tesis : Analisa Kerusakan Sub Sea Tree Pada Sumur Minyak  
Dan Gas Bawah Laut SA-21 Di Laut Natuna

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

**DEWAN PENGUJI**

Pembimbing : Prof. Johny Wahyuadi, DEA ( )  
Pembimbing : Ir. Andi Rustandi, MT ( )  
Penguji : Dr. Ir. Winarto ( )  
Penguji : Ir. Rini Riastuti, MSc ( )  
Penguji : Ir. Yunita Sadeli, MSc ( )

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 24 Desember 2008

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

---

---

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

Nama : Roni Prabowo

NPM : 0606003846

Program Studi : Teknik Metalurgi Dan Material

Departemen : Teknik Metalurgi Dan Material

Fakultas : Teknik

Jenis karya : Tesis

demikian 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 :

Analisa Kerusakan Sub Sea Tree Pada Sumur Minyak Dan Gas Bawah Laut SA-21 Di Laut Natuna.

berserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam pangkalan data (database), merawat, dan memublikasikan tesis saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok

Pada tanggal : 24 Desember 2008

Yang menyatakan

(Roni Prabowo)

**Universitas Indonesia**

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINILITAS.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
UCAPAN TERIMA KASIH.....	iv
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI ILMIAH.....	v
ABSTRAK.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
DAFTAR SIMBOL.....	xv
<b>1. PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
<b>2. DASAR TEORI.....</b>	<b>5</b>
2.1 Korosi Yang Disebabkan Gas CO <sub>2</sub> Pada Baja.....	5
2.1.1 Perhitungan Laju Korosi.....	6
2.1.2 Pengaruh pH Terhadap Laju Korosi.....	7
2.1.3 Pengaruh <i>Glycol</i> dan <i>Methanol</i> Terhadap Laju Korosi.....	7
2.1.4. Pengaruh Kecepatan Fluida.....	8
2.1.5 Kriteria Laju Korosi.....	9
2.2 Pola Aliran.....	9
2.2.1 Aliran Vertikal.....	10
2.2.2 Aliran Horisontal.....	11
2.3 EROSI KOROSI.....	13
2.3.1 Mekanisme Erosi Korosi.....	14
<b>3. METODOLOGI PENELITIAN.....</b>	<b>15</b>
3.1 Pengumpulan Kronologi Kegagalan, Data Peralatan Dan Operasi... ..	16
3.1.1 Kronologi Kegagalan.....	16
3.1.2 Data Peralatan <i>Sub Sea Tree SA-21</i> .....	16
3.1.3 Data Operasi.....	17
3.2 Pengamatan Visual Terhadap Peralatan.....	18
3.3 Pengujian Mekanik (Kekerasan Material).....	20
3.4 Pengujian Tak Merusak (NDT) Menggunakan Metoda <i>Ultrasonic Test</i> .....	21
3.4.1 Pengukuran Ketebalan Pada <i>Master Block</i> .....	22
3.4.2 Pengukuran ketebalan pada <i>Wing Valve</i> .....	23
3.4.3 Pengukuran ketebalan pada <i>Loop Spool</i> .....	24
3.5 Pengujian Kimia Komposisi Produk Korosi.....	25
3.6 Pengujian <i>Macro Fractography</i> .....	26

## DAFTAR ISI

3.7 Perhitungan Laju Korosi Menggunakan Perangkat Lunak “Predict”	27
3.8 Pemodelan Menggunakan Metoda Elemen Hingga.....	30
<b>4. ANALISA.....</b>	<b>34</b>
4.1 Analisa Pengujian Kekerasan Material.....	34
4.2 Analisa Pengujian Kimia Komposisi Produk Korosi.....	35
4.3 Analisa Pengujian <i>Macro Fractography</i> .....	35
4.4 Analisa Perhitungan Laju Korosi Menggunakan Perangkat Lunak “Predict”.....	35
4.5 Analisa Pemodelan Menggunakan Metoda Elemen Hingga.....	36
4.6 Analisa Kecepatan Erosi Menggunakan Kriteria API RP 14E.....	40
<b>5. KESIMPULAN.....</b>	<b>42</b>
DAFTAR ACUAN.....	44
DAFTAR PUSTAKA.....	45
LAMPIRAN 1.....	46



## DAFTAR GAMBAR

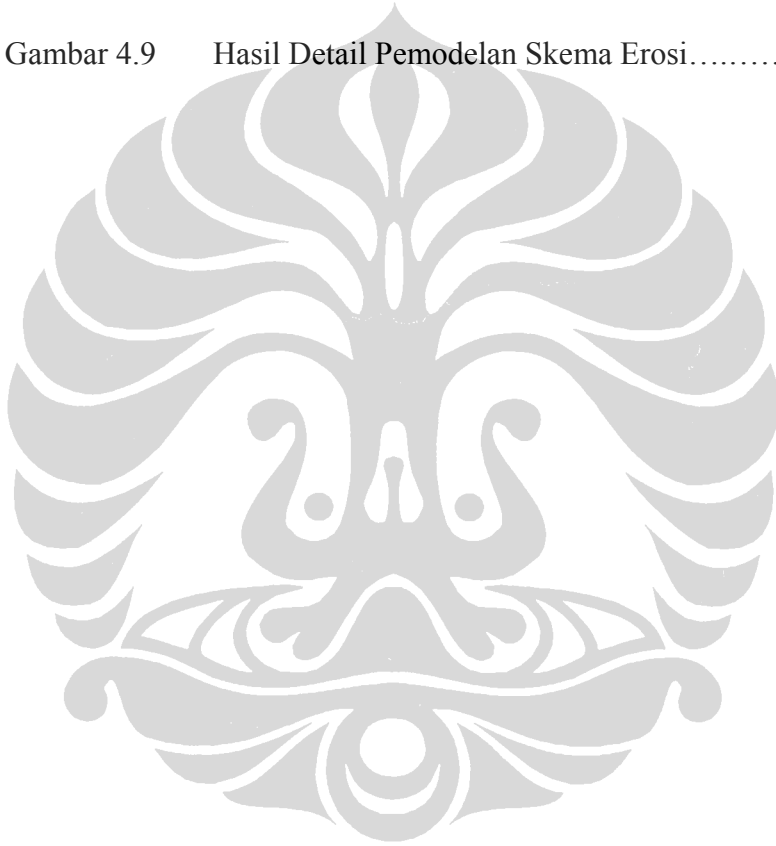
Gambar 1.1	Skematik Fasilitas Produksi Minyak dan Gas Di Laut Natuna Blok A.....	1
Gambar 1.2	SA-21 Layout.....	2
Gambar 1.3	<i>Master Block</i> .....	3
Gambar 1.4	Kebocoran Pada <i>Master Block</i> .....	3
Gambar 1.5	Bagian Dalam <i>Master Block</i> .....	3
Gambar 1.6	Pengikisan pada Bagian Dalam <i>Master Block</i> .....	3
Gambar 2.1	Pengaruh Temperatur Terhadap Korosi CO <sub>2</sub> .....	6
Gambar 2.2	Pengaruh pH Terhadap Korosi CO <sub>2</sub> .....	7
Gambar 2.3	Pengaruh Konsentrasi <i>glycol</i> Terhadap Korosi CO <sub>2</sub> .....	8
Gambar 2.4	Diagram Aliran <i>Laminar</i> dan <i>Turbulance</i> .....	9
Gambar 2.5	Pola Aliran Vertikal.....	10
Gambar 2.6	Pola Aliran Horisontal.....	11
Gambar 2.7	Pembagian Pola Aliran Horisontal.....	12
Gambar 2.8	Mekanisme Erosi Korosi.....	14
Gambar 3.1	Diagram Alir Analisa Kerusakan.....	15
Gambar 3.2	<i>Sub Sea Tree</i> SA-21 layout.....	18
Gambar 3.3	Pengamatan Visual <i>Sub Sea Tree</i> .....	19
Gambar 3.4	<i>Master Block</i> Tampak Samping.....	19
Gambar 3.5	Kebocoran pada <i>Master Block</i> .....	19
Gambar 3.6	Perbedaan Material pada <i>Master Block</i> dan Dudukan Gasket.....	19
Gambar 3.7	Pengikisan Pipa PSV.....	20
Gambar 3.8	Pengikisan logam bagian dalam <i>master block</i> .....	20

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.9	Wing Valve.....	20
Gambar 3.10	Loop Spool.....	20
Gambar 3.11	Pengukuran Kekerasan pada Master Block.....	21
Gambar 3.12	Pengukuran Kekerasan pada Wing Valve.....	21
Gambar 3.13	Pengukuran Kekerasan pada Loop Spool.....	21
Gambar 3.14	Layout Pengukuran Ketebalan pada Master Block.....	23
Gambar 3.15	Layout Pengukuran Ketebalan pada Wing Valve.....	21
Gambar 3.16	Skematik Pengukuran Ketebalan pada Wing Valve.....	24
Gambar 3.17	Pengukuran Ketebalan pada Wing Valve.....	24
Gambar 3.18	Produk Korosi pada Master Block.....	26
Gambar 3.19	Pengujian Macro Fractrography.....	26
Gambar 3.20	Hasil Pengujian Macro Fractrography pada Daerah HAZ.....	27
Gambar 3.21	Hasil Pengujian Macro Fractrography pada Daerah Kebocoran.....	27
Gambar 3.22	Pengisian analisa air untuk perhitungan pH.....	28
Gambar 3.23	Pengisian Data untuk Perhitungan Jenis Pola Aliran.....	29
Gambar 3.24	Hasil Perhitungan Laju Korosi untuk Temperatur 170 <sup>0</sup> F.....	30
Gambar 3.25	Hasil Pemodelan Pola Aliran pada Temperatur 170 <sup>0</sup> F.....	31
Gambar 3.26	Grafik Kecepatan Sepanjang Garis A-B.....	32
Gambar 3.27	Grafik Kecepatan Sepanjang Garis C-D.....	32
Gambar 4.1	Proses pengangkatan Sub Sea Tree.....	35
Gambar 4.2	Flow Modeling Modul Pada “Predict”.....	36
Gambar 4.3	Hasil Pemodelan Pola Aliran pada Temperatur 170 <sup>0</sup> F.....	37

**DAFTAR GAMBAR**

Gambar 4.4	Grafik Kecepatan Sepanjang Garis A-B.....	37
Gambar 4.5	Lokasi Kebocoran pada <i>Master Block</i> .....	36
Gambar 4.6	Lokasi Kebocoran pada Bagian Dalam <i>Master Block</i> .....	38
Gambar 4.7	Skema Erosi pada <i>Master Block</i> .....	38
Gambar 4.8	Hasil Pemodelan Skema Erosi.....	39
Gambar 4.9	Hasil Detail Pemodelan Skema Erosi.....	39





**DAFTAR TABEL**

Tabel 2.1	Kategori Laju Korosi.....	9
Tabel 2.2	Koordinat Transisi Pola Aliran Horisontal.....	13
Tabel 3.1	Data Peralatan.....	16
Tabel 3.2	Data Material Peralatan.....	17
Tabel 3.3	Data Operasi Peralatan.....	17
Tabel 3.4	Hasil Pengujian Kekerasan pada <i>Master Block</i> , <i>Wing Valve</i> dan <i>Loop Spool</i> .....	21
Tabel 3.5	Pengukuran Ketebalan pada <i>Master Block</i> .....	23
Tabel 3.6	Pengukuran Ketebalan pada <i>Wing Valve</i> .....	24
Tabel 3.7	Pengukuran Ketebalan pada <i>Loop Spool</i> .....	25
Tabel 3.8	Pengujian Komposisi Kimia Produk Korosi.....	26
Tabel 3.9	Hasil Analisa Air dari Sumur SA-21.....	28

## DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan	Dimensi
A	Luas area	in <sup>2</sup>
p	Tekanan Parsial	psig
c	Konstanta fluida dalam perhitungan kecepatan minimum erosi	-
P	Tekanan operasi absolute	Psia
R	Perbandingan gas dan liquid dalam aliran	-
S <sub>1</sub>	Spesifik gravity rata-rata untuk minyak dan air	-
S <sub>g</sub>	<i>Specific gas gravity</i>	-
T	Temperatur operasi	<sup>0</sup> R
V <sub>corr</sub>	Laju korosi	mpy/mmpy
V <sub>e</sub>	Kecepatan minimum terjadinya erosi	ft/s
X	<i>Superficial gas velocity</i>	ft/s
Y	<i>Superficial liquid velocity</i>	ft/s
Z	Faktor kompresi gas	-
ρ <sub>m</sub>	<i>Gas/liquid mixture density</i>	lbs/ft <sup>3</sup>

**DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran 1	<i>Gas Analysis SA-21</i> .....	46
------------	---------------------------------	----

