

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>NASKAH SOAL TUGAS AKHIR .....</b>	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN .....</b>	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN .....</b>	<b>xiv</b>
<b>INTISARI .....</b>	<b>xvi</b>
 <b>BAB I      PENDAHULUAN .....</b>	 <b>1</b>
1.1      Latar Belakang .....	1
1.2      Rumusan Masalah .....	2
1.3      Batasan Masalah .....	3
1.4      Tujuan Penelitian .....	3
1.5      Manfaat Penelitian .....	4
 <b>BAB II      TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	 <b>5</b>
 <b>BAB III      LANDASAN TEORI .....</b>	 <b>8</b>
3.1      Teori <i>Geothermal</i> .....	8
3.2      Sistem Perpipaan .....	9
3.3      Baja .....	10
3.3.1      Sifat Baja .....	11
3.3.1.1 Sifat Fisik Baja .....	11
3.3.1.2 Sifat Mekanik Baja .....	12
3.4      Klasifikasi Baja .....	13
3.4.1      Baja Karbon .....	13

	3.4.2	Baja Paduan .....	14
3.5		Diagram Fasa Fe-C .....	15
3.6		Pengaruh Paduan Terhadap Sifat Baja .....	17
3.7		Teori Korosi .....	18
	3.7.1	Jenis Korosi .....	18
	3.7.2	Bentuk Korosi .....	19
3.8		Pengujian Mekanis .....	24
	3.8.1	Pengujian Tarik .....	24
	3.8.2	Pengujian Impak .....	26
	3.8.3	Pengujian Kekerasan <i>Brinell</i> .....	27
3.9		Pengamatan Struktur Mikro .....	28
3.10		Pengujian Korosi .....	29
3.11		Pengujian SEM ( <i>Scanning Electron Microscope</i> )/EDX ...	30
3.12		Analisa Kegagalan .....	32
	3.12.1	Teknik Analisis Kegagalan .....	32
	3.12.2	Modus Kegagalan .....	33
<b>BAB IV</b>		<b>METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>35</b>
4.1		Bahan Peneltian .....	35
4.2		Alat yang Digunakan .....	35
4.3		Diagram Alir Penelitian .....	36
4.4		Pengumpulan Data dan Informasi .....	37
4.5		Preparasi Sampel dan Produk Korosi .....	37
4.6		Pengamatan Visual dan Pengukuran .....	38
4.7		Pengujian Komposisi Kima pada Material dan Fluida ....	39
4.8		Pengujian Mekanis .....	39
	4.8.1	Pengujian Tarik.....	39
	4.8.2	Pengujian <i>Impact</i> .....	41
	4.8.3	Pengujian Kekerasan <i>Brinell</i> .....	44
4.9		Pengamatan Struktur Mikro .....	46
4.10		Pengujian Korosi .....	48
4.11		Uji Komposisi Kimia .....	49

	4.12	Pengamatan SEM/EDX .....	49
	4.13	Analisis XRD .....	50
<b>BAB V</b>		<b>HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>51</b>
	5.1	Pengumpulan Data dan Informasi .....	51
	5.2	Pengamatan Visual Dan Makroskopi .....	51
	5.3	Profil Ketebalan .....	52
	5.4	Uji Komposisi Kima Material .....	53
	5.5	Uji Komposisi Kimia Fluida .....	54
	5.6	Pengamatan Struktur Mikro .....	55
	5.7	Analisis XRD .....	55
	5.8	Pengujian SEM/EDX .....	56
	5.9	Pengujian Mekanis .....	59
	5.9.1	Pengujian Tarik .....	59
	5.9.2	Pengujian <i>Impact</i> .....	60
	5.9.3	Pengujian Kekerasan <i>Brinell</i> .....	60
	5.10	Uji Korpsi .....	60
	5.11	Simulasi Aliran Fluida .....	62
<b>BAB VI</b>		<b>KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>64</b>
	6.1	Kesimpulan dan Saran .....	64
		<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>63</b>
		<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>64</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Hasil simulasi menggunakan FLUENT .....	6
Gambar 3.1.	Diagram Fasa Fe-Fe <sub>3</sub> C .....	15
Gambar 3.2.	Deret galvanic dalam air laut .....	20
Gambar 3.3.	Kurva tegangan-regangan .....	27
Gambar 3.4.	Struktur mikro : (a) baja ferit, (b) asutenit dan (c) ferit+perlit .....	29
Gambar 3.5.	Diagram mekanisme kerja SEM .....	29
Gambar 3.6.	Komparasi SEM dan mikroskop optik .....	30
Gambar 3.7.	Komparasi struktur mikro dari SEM dan mikroskop optik .....	31
Gambar 3.8.	Diagram hubungan antara produksi, desain, dan analisa kegagalan .....	34
Gambar 4.1.	Diagram alir penelitian .....	36
Gambar 4.2.	Mesin gerinda tangan yang digunakan: (a) gerinda Bosch GWS 5-100, (b) spesifikasi motor gerinda Bosch GWS 5-100.....	37
Gambar 4.3.	Alat yang digunakan pada pengamtan visual dan pengukuran ....	38
Gambar 4.4.	Mesin Uji Tarik <i>Servopulser</i> .....	39
Gambar 4.5.	Grafik tegangan – regangan .....	40
Gambar 4.6.	Dimensi spesimen uji tarik .....	40
Gambar 4.7.	Pemasangan spesimen uji tarik pada mesin <i>servopulser</i> .....	41
Gambar 4.8.	Skema uji impak dengan metode Charpy .....	42
Gambar 4.9.	Dimensi spesimen uji impak .....	42
Gambar 4.10.	Posisi sudut setelah pembentur membentur spesimen uji .....	44
Gambar 4.11.	Alat uji kekerasan “KARL FRANK GMBH” .....	45
Gambar 4.12.	Proses pengamatan spesimen di bawah mikroskop .....	48
Gambar 4.13.	Proses pengamatan spesimen menggunakan SEM .....	50
Gambar 5.1.	Elbow yang bocor : a) <i>elbow</i> yang bocor secara keseluruhan dan b) dinding <i>elbow</i> yang mengalami penipisan .....	51
Gambar 5.2.	Potongan sampel dengan penampakan dalam dari <i>elbow</i> .....	52



Gambar 5.3.	Profil ketebalan dinding <i>elbow</i> .....	53
Gambar 5.4.	Foto struktur mikro logam induk <i>elbow</i> perbesaran 100x .....	55
Gambar 5.5.	Pola Difraksi XRD Pada Produk Korosi <i>elbow</i> .....	56
Gambar 5.6.	Hasil pengujian SEM yang menunjukkan bentuk permukaan retak <i>elbow</i> .....	57
Gambar 5.7	Hasil pengamatan EDS pada produk korosi <i>elbow</i> .....	58
Gambar 5.8	Sampel pengujian tarik .....	60
Gambar 5.9	Grafik tafel spesimen uji korosi (a) Sumur 23, (b) Sumur 24 .....	61
Gambar 5.10	Hasil simulaasi menggunakan aplikasi SolidWork .....	62
Gambar 5.11	Laju aliran partikel .....	63
Gambar 5.12	Laju aliran <i>steam</i> .....	63

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Sifat fisik berbagai jenis baja .....	11
Tabel 3.2	Macam-macam mode kegagalan .....	32
Tabel 5.1	Komposisi kimia <i>elbow</i> pipa dan API 5L Grade B .....	52
Tabel 5.2	Komposisi kimia fluida W-23 dan W-24 .....	52
Tabel 5.3	Kekuatan tarik logam induk <i>elbow</i> .....	57
Tabel 5.4	Hasil Pengujian impak .....	58
Tabel 5.5	Laju korosi sumur 23 dan 24 .....	60

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Hasil Pengolahan Data Spesimen Uji Tarik .....	66
Lampiran 2	Spesimen Setelah Uji Tarik .....	66
Lampiran 3	Grafik Uji Tarik .....	67
Lampiran 4	Hasil Pengolahan Data Spesimen Uji <i>Impact</i> .....	69
Lampiran 5	Spesimen Setelah Uji <i>Impact</i> .....	69
Lampiran 6	Hasil Pengujian Kekerasan <i>Brinell</i> .....	70
Lampiran 7	Foto Spesimen Pengujian Kekerasan <i>Brinell</i> .....	71
Lampiran 8	Data Hasil Pengujian Komposisi Kimia Elbow .....	72
Lampiran 9	Data Hasil Pengujian Komposisi Kimia Fluida .....	73
Lampiran 10	Hasil Pengamatan Fraktografi SEM .....	75
Lampiran 11	Hasil Pengamatan EDS .....	78
Lampiran 12	Spesimen Uji Korosi .....	80
Lampiran 13	Spesimen Analisis XRD .....	80

## DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

ASM	= <i>American Society for Metals</i>
ASTM	= <i>American Society for Testing and Materials</i>
API	= <i>American Petroleum Institute</i>
BHN	= <i>Brinell Hardness Number</i>
CUI	= <i>Corrosion Under Insulation</i>
EDS/EDX	= <i>Energy Dispersive X-Ray</i>
IGSCC	= <i>Intergranular Stress Corrosion Cracking</i>
ISCC	= <i>Intercrystalline Stress Corrosion Cracking</i>
NDT	= <i>Non-Destructive Test</i>
NPT	= <i>National Pipe Thread</i>
SCC	= <i>Stress Corrosion Cracking</i>
SEM	= <i>Scanning Electron Microscopy</i>
UTS	= Ultimate Tensile Strenght
VHN	= <i>Vickers Hardness Number</i>
XRD	= <i>X-Ray Diffraction</i>
A	= luas penampang (mm <sup>2</sup> )
A <sub>0</sub>	= Luas penampang mula-mula (mm <sup>2</sup> )
B	= Boron
C	= Karbon
Cr	= Krom
Cu	= Tembaga
d	= Diameter injakan penetrator (mm)
D	= Diameter penetrator (mm)
F	= beban tarik (N)
Fe	= Ferit/besi
Fe <sub>3</sub> C	= Sementit
L <sub>0</sub>	= Panjang ukur mula-mula (mm)
Li	= Panjang akhir (mm)
Mn	= Mangan





Mo	= Molybdenum
Ni	= Nikel
P	= Fosfor
S	= Sulfur
Si	= Silika
Ti	= Titanium
V	= Vanadium
Wt%	= Weight %
$\Delta L$	= Pertambahan panjang (mm)
$\epsilon$	= Regangan (%)
$\alpha$	= Ferit Alpha
$\alpha + Fe_3C$	= Perlit
$\gamma$	= Austenit
$\delta$	= Ferit Delta
$\Delta L$	= Selisih panjang ukur sebelum dan sesudah patah (mm)
$\sigma$	= Tegangan (MPa)
y	= Tegangan Luluh (MPa)