

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN TESIS	ii
LEMBAR PERNYATAAN	iii
INTISARI	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Batasan Masalah	3
1.4. Tujuan Penelitian	4
1.5. Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
BAB III LANDASAN TEORI	8
3.1. Pemilihan Material di Industri Minyak dan Gas Bumi	8
3.2. Baja (Besi Paduan/Steel)	10
3.2.1. Pipa API 5L	15
3.3. Industri Hulu Minyak & Gas Bumi	19
3.3.1. Produksi minyak berat	21
3.3.2. Pekerjaan stimulasi sumur	21

3.4	Korosi	22
3.4.1	Jenis – jenis korosi	23
3.4.2	Proses Elektrokimia pada Korosi Logam	25
3.4.3	Korosi struktur baja.	27
3.4.4	Reaksi Elektrokimia	28
3.4.5	Laju Korosi	30
3.4.6	Pengujian Korosi Dengan Polarisasi Elektrokimia	32
3.5	Inhibitor	33
3.5.1.	Klasifikasi Inhibitor dan Mekanisme Inhibisi	34
3.5.2.	Inhibitor non organik	35
3.5.3.	Inhibitor Organik	39
BAB IV	METODE PENELITIAN	42
4.1.	Bahan – Bahan	42
4.1.1.	Pembuatan Spesimen	42
4.1.2.	Jumlah spesimen	46
4.2.	Alat-Alat	46
4.3.	Tahapan Penelitian	51
4.3.1.	Pengamatan struktur mikro	53
4.3.2.	Uji kekerasan	53
4.3.3.	Uji tarik	54
4.3.4.	Uji korosi	56
4.3.5.	Pengamatan fraktografi SEM dan EDS	59
BAB V	HASIL DAN PEMBAHASAN	60
5.1.	Komposisi Kimia Material Pipa Baja Karbon API 5L Grade B	60
5.2.	Struktur Mikro Material Pipa Baja Karbon API 5L Grade B	60

5.3. Kekuatan Tarik Material Pipa Baja Karbon API 5L Grade B	62
5.4. Kekerasan Material Pipa Baja Karbon API 5L Grade B	62
5.5. Analisa fluida sumur produksi pasca stimulasi larutan asam (<i>acidizing</i>)	64
5.6. Laju Korosi Material Pipa Baja Karbon API 5L Grade B	65
5.5.1. Laju korosi pipa di lingkungan fluida sumur produksi pasca <i>acidizing</i>	66
5.5.2. Laju Korosi pipa di lingkungan larutan 3,5% NaCl	71
5.5.3. Perbandingan laju korosi pipa di ketiga lingkungan fluida	73
5.5.4. Laju Korosi pipa dengan metode kupon	76
5.7. Analisa Pengamatan SEM dan EDS	78
BAB VI PENUTUP	98
6.1. Kesimpulan	98
6.2. Saran	98
DAFTAR PUSTAKA	100
LAMPIRAN	103
Lampiran 1 Data Hasil Uji Komposisi Material Pipa API 5L Grade B	103
Lampiran 2 Data Hasil Uji Kekerasan Material Pipa API 5L Grade B	104
Lampiran 3 Data Hasil Uji Tarik Material Pipa API 5L Grade B	105
Lampiran 4 Data Hasil Uji Korosi Material Pipa API 5L Grade B	106

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	Klasifikasi logam ferrous	11
Gambar 3.2	Diagram fase Fe – Fe ₃ C	14
Gambar 3.3	Proses produksi dan operasi minyak mentah.	20
Gambar 3.4	Reaksi deposit scale dengan acid	22
Gambar 3.5	Skema proses korosi elektrokimia	25
Gambar 3.6	Anoda dan katoda di permukaan baja	28
Gambar 3.7	Polarisasi kurva anodik dan katodik	29
Gambar 3.8	Kurva potensial vs log intensitas arus korosi	30
Gambar 3.9	Rangkaian uji potensiodinamik	32
Gambar 3.10	Klasifikasi inhibitor	35
Gambar 3.11	<i>Potentiostatic polarization</i> diagram logam dengan larutan inhibitor anodik	36
Gambar 3.12	Ilustrasi reaksi inhibitor anodik	36
Gambar 3.13	<i>Potentiostatic polarization</i> diagram logam dengan larutan inhibitor katodik	38
Gambar 3.14	Ilustrasi reaksi Inhibitor katodik	38
Gambar 3.15	<i>Potentiostatic polarization</i> diagram inhibitor organik	40
Gambar 3.16	Ilustrasi mekanisme inhibitor organik	40
Gambar 4.1	Spesimen uji tarik	45
Gambar 4.2	<i>Atomic Absorbtion Spectrophotometer(AAS)</i>	47
Gambar 4.3	Mikroskop optik	47
Gambar 4.4	Mesin Buehler <i>hardness tester</i>	48
Gambar 4.5	<i>Shimadzu Servo Pulser</i>	49
Gambar 4.6	Sel 3 elektroda dan skema sel 3 elektroda	49
Gambar 4.7	Komputer untuk rangkaian sel 3 elektroda	50
Gambar 4.8	Alat SEM-EDS JEOL	50
Gambar 4.9	Tahapan penelitian	51
Gambar 4.10	Skema pembebanan <i>Vickers</i>	53
Gambar 5.1	Struktur mikro material pipa baja karbon API 5L Grade B	61
Gambar 5.2	Nilai kekerasan HV dari pengujian 5 blok HRC	63
Gambar 5.3	Grafik Tafel laju korosi pada fluida sumur produksi 1	66

	pasca <i>acidizing</i> dengan variasi konsentrasi inhibitor molibdat	
Gambar 5.4	Grafik Tafel laju korosi di lingkungan fluida produksi 2 pasca <i>acidizing</i> dengan variasi konsentrasi inhibitor molibdat	68
Gambar 5.5	Pengaruh konsentrasi inhibitor terhadap laju korosi pipa di lingkungan fluida sumur produksi 1 dan 2	69
Gambar 5.6	Efektivitas inhibitor molibdat di lingkungan fluida sumur produksi 1 dan 2	70
Gambar 5.7	Grafik Tafel laju korosi di lingkungan larutan 3,5% NaCl dengan variasi konsentrasi inhibitor molibdat	71
Gambar 5.8	Pengaruh konsentrasi inhibitor terhadap laju korosi pipa di lingkungan larutan 3,5% NaCl	72
Gambar 5.9	Efektivitas inhibitor molibdat di lingkungan larutan 3,5% NaCl	73
Gambar 5.10	Pengaruh inhibitor molibdat terhadap laju korosi pipa di ketiga lingkungan fluida	74
Gambar 5.11	Efektifitas inhibitor molibdat dengan variasi konsentrasi di ketiga lingkungan fluida	75
Gambar 5.12	Tafel Plot uji korosi di ketiga lingkungan fluida pada efektifitas penghambatan korosi maksimal	76
Gambar 5.13	Laju korosi pipa dengan pengujian metode kupon	77
Gambar 5.14	Hasil SEM spesimen pipa API 5L grade B di lingkungan 3,5% NaCl tanpa inhibitor.	79
Gambar 5.15	Hasil SEM spesimen pipa API 5L Grade B di lingkungan 3,5% NaCl dengan 0,7% inhibitor molibdat	79
Gambar 5.16	Hasil SEM spesimen pipa API 5L Grade B di lingkungan fluida sumur produksi 1 pasca <i>acidizing</i> tanpa inhibitor.	81
Gambar 5.17	Hasil SEM spesimen pipa API 5L Grade B di lingkungan fluida sumur produksi 1 pasca <i>acidizing</i> dengan 0,7% inhibitor molibdat	81
Gambar 5.18	Hasil SEM spesimen pipa API 5L Grade B di	83

	lingkungan fluida sumur produksi 2 pasca <i>acidizing</i> tanpa inhibitor.	
Gambar 5.19	Hasil SEM spesimen pipa API 5L Grade B di lingkungan fluida sumur produksi 2 pasca <i>acidizing</i> dengan 0,9% inhibitor molibdat	83
Gambar 5.20	Hasil EDS spesimen di lingkungan 3,5% NaCl tanpa inhibitor	85
Gambar 5.21	Hasil EDS senyawa hasil korosi pipa di lingkungan 3,5% NaCl tanpa inhibitor	86
Gambar 5.22	Hasil EDS spesimen di lingkungan 3,5% NaCl dengan inhibitor molibdat 0,7%	87
Gambar 5.23	Hasil EDS senyawa hasil korosi pipa di lingkungan 3,5% NaCl dengan inhibitor molibdat 0,7%	88
Gambar 5.24	Hasil EDS spesimen di lingkungan sumur produksi 1 pasca <i>acidizing</i> tanpa inhibitor	90
Gambar 5.25	Hasil EDS senyawa hasil korosi pipa di lingkungan sumur produksi 1 pasca <i>acidizing</i> tanpa inhibitor	91
Gambar 5.26	Hasil EDS spesimen di lingkungan sumur produksi 1 pasca <i>acidizing</i> dengan inhibitor molibdat 0,7%	92
Gambar 5.27	Hasil EDS senyawa hasil korosi pipa di lingkungan sumur produksi 1 pasca <i>acidizing</i> dengan inhibitor molibdat 0,7%	93
Gambar 5.28	Hasil EDS spesimen di lingkungan sumur produksi 2 pasca <i>acidizing</i> tanpa inhibitor	95
Gambar 5.29	Hasil EDS senyawa hasil korosi pipa di lingkungan sumur produksi 2 pasca <i>acidizing</i> tanpa inhibitor	96
Gambar 5.30	Hasil EDS spesimen di lingkungan sumur produksi 2 pasca <i>acidizing</i> dengan inhibitor molibdat 0,9%	97
Gambar 5.31	Gambar 5.31 Hasil EDS senyawa hasil korosi pipa di lingkungan sumur produksi 2 pasca <i>acidizing</i> dengan inhibitor molibdat 0,9%	98

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Komposisi maksimum elemen paduan baja karbon	12
Tabel 3.2	Perbedaan jenis-jenis baja karbon “ <i>Low Alloy</i> ”	13
Tabel 3.3	Komposisi kimia untuk pipa PSL 1, $t < 25.0$ mm (0.984 in)	15
Tabel 3.4	Komposisi kimia untuk pipa PSL 2, $t < 25.0$ mm (0.984 in)	16
Tabel 3.5	Kekuatan tarik pipa API 5L PSL 1	16
Tabel 3.6	Kekuatan tarik pipa API 5L PSL 2	17
Tabel 3.7	Kondisi Proses Pembuatan PSL 1 dan PSL 2	18
Tabel 3.8	Jenis jenis korosi basah	24
Tabel 4.1	Jumlah Spesimen	46
Tabel 4.2	Spesifikasi mesin uji kekerasan	48
Tabel 4.3	Spesifikasi mesin uji tarik	49
Tabel 4.4	Variasi larutan Metode Polarisation Potensiodinamik	56
Tabel 4.5	Variasi larutan Metode Kupon (<i>Weight Loss</i>)	58
Tabel 5.1	Komposisi kimia material API 5L Grade B	60
Tabel 5.2	Hasil perhitungan kekuatan tarik API 5L Grade B	62
Tabel 5.3	Hasil perhitungan kekerasan API 5L Grade B	63
Tabel 5.4	Perhitungan Berat Ekuivalen Material	66
Tabel 5.5	Laju korosi pipa dengan variasi konsentrasi inhibitor molibdat di lingkungan fluida sumur produksi 1 pasca <i>acidizing</i>	67
Tabel 5.6	Laju korosi pipa dengan variasi konsentrasi inhibitor molibdat pada lingkungan fluida produksi 2 pasca <i>acidizing</i>	69
Tabel 5.7	Laju korosi pipa dengan variasi konsentrasi inhibitor molibdat di lingkungan 3,5% larutan NaCl	72
Tabel 5.8	Laju korosi pipa pada efektifitas penghambatan korosi maksimal	75
Tabel 5.9	Laju korosi pipa dengan metode kupon	77