

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	iii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	iv
<b>PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH</b> .....	vi
<b>RINGKASAN</b> .....	vii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	viii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiv
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	1
1.3 Batasan Masalah.....	1
1.4 Maksud dan Tujuan .....	2
1.4.1 Maksud.....	2
1.4.2 Tujuan.....	2
1.5 Metodologi .....	2
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
<b>BAB II TINJAUAN UMUM LAPANGAN PANASBUMI X</b> .....	5
2.1 Letak Geografis Lapangan .....	5
2.2 Geologi Lapangan .....	6
2.2.1 Stratigrafi.....	5
2.2.1.1 Satuan Tuff I.....	7
2.2.1.2 Satuan Tuff II .....	7

**DAFTAR ISI**  
**(Lanjutan)**

2.2.1.3 Satuan Andesit I.....	8
2.2.1.4 Satuan Tuff III .....	8
2.2.1.5 Satuan Andesit II .....	8
2.2.2 Struktur.....	9
2.3 Data Karakteristik Reservoir dan Karakteristik Produksi .....	9
2.4 Letak Geografis Sumur Penelitian .....	11
<b>BAB III PROSES PEMBENTUKAN <i>SCALE</i> SILIKA.....</b>	<b>12</b>
3.1 Identifikasi Unsur Pembentuk <i>Scale</i> Silika.....	13
3.1.1 Asam Silikat.....	13
3.1.2 Polimerisasi Silika .....	16
3.1.3 Koloid Silika.....	16
3.2 Kecepatan Reaksi .....	17
3.2.1 Konsentrasi.....	17
3.2.2 Temperatur.....	17
3.3 Kelarutan Silika.....	17
3.3.1 Kondisi Temperatur.....	18
3.3.2 Kondisi Tekanan .....	19
3.3.3 Kondisi pH .....	20
3.3.4 Kondisi Salinitas .....	20
3.4 Termodinamika Silika.....	21
3.4.1 Energi Bebas Gibbs .....	21
3.4.2 Konstanta Hasil Kelarutan ( <i>K<sub>sp</sub></i> ) .....	23
3.5 Pembentukan <i>Scale</i> Silika .....	24
3.6 Simulator Aspen .....	25
3.6.1 Pengumpulan Data.....	25
3.6.2 Prosedur Simulasi Aspen.....	25

**DAFTAR ISI**  
**(Lanjutan)**

3.7	Penanganan <i>Scale</i> Silika.....	32
3.7.1	Zat Kimia Pengontrol.....	32
3.7.1.1	Mekanisme Inhibisi <i>Scale</i> Silika.....	33
3.7.1.2	Macam- Macam Inhibitor yang Digunakan.....	34
3.7.2	Zat Kimia Lainnya .....	36
<b>BAB IV ANALISIS PEMBENTUKAN <i>SCALE</i> SILIKA MENGGUNAKAN</b>		
<b>METODA <i>SILICA SATURATION INDEX</i> (SSI) DAN PENANGANANNYA</b> 37		
4.1	Analisis Pembentukan <i>Scale</i> Silika .....	37
4.2	Analisis Pembentukan Konsentrasi Silika di Reservoir .....	37
4.3.	Analisis Pembentukan <i>Scale</i> Silika di Permukaan.....	40
4.3.1	Analisis Pembentukan <i>Scale</i> Silika di Wellhead.....	41
4.3.1.1	Menghitung Nilai $hfg_{sep}$ di Wellhead .....	42
4.3.1.2	Menghitung Nilai <i>Steam Fraction</i> (Fraksi Uap) di Wellhead ..	42
4.3.1.3	Menghitung Nilai Konsentrasi Silika di Wellhead .....	43
4.3.1.4	Menghitung Nilai Kelarutan Silika <i>Amorphous</i> di Wellhead ...	44
4.3.1.5	Menghitung Nilai <i>Silica Saturation Index</i> (SSI) di Wellhead ..	45
4.3.1.6	Menghitung Jumlah Silika yang Terbentuk di Wellhead .....	46
4.3.2	Analisis Pembentukan <i>Scale</i> Silika di Pipa Dua Fasa.....	47
4.3.2.1	Menghitung Nilai $hfg_{sep}$ di Pipa Dua Fasa .....	48
4.3.2.2	Menghitung Nilai <i>Steam Fraction</i> (Fraksi Uap) di Pipa Dua Fasa .....	48
4.3.2.3	Menghitung Nilai Konsentrasi Silika di Pipa Dua Fasa .....	49
4.3.2.4	Menghitung Nilai Kelarutan Silika <i>Amorphous</i> di Pipa Dua Fasa .....	50

**DAFTAR ISI**  
**(Lanjutan)**

4.3.2.5 Menghitung Nilai <i>Silica Saturation Index</i> (SSI) di Pipa Dua Fasa .....	51
4.3.2.6 Menghitung Jumlah Silika yang Terbentuk di Pipa Dua Fasa .....	52
4.3.3 Analisis Pembentukan <i>Scale</i> Silika di Separator.....	54
4.3.3.1 Menghitung Nilai $hfg_{sep}$ di Separator .....	54
4.3.3.2 Menghitung Nilai <i>Steam Fraction</i> (Fraksi Uap) di Separator ..	54
4.3.3.3 Menghitung Nilai Konsentrasi Silika di Separator .....	55
4.3.3.4 Menghitung Nilai Kelarutan Silika <i>Amorphous</i> di Separator ...	56
4.3.3.5 Menghitung Nilai <i>Silica Saturation Index</i> (SSI) di Separator ..	57
4.3.3.6 Menghitung Jumlah Silika yang Terbentuk di Separator .....	58
4.4. Penentuan Letak Pembentukan <i>Scale</i> Silika .....	60
4.4.1 Penentuan Letak Pembentukan <i>Scale</i> Silika Menggunakan Simulator Aspen .....	61
4.5 Penanganan Silika Menggunakan H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> .....	63
4.5.1 Menghitung Pengenceran SiO <sub>2</sub> dengan H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> .....	63
4.5.2 Menghitung Volume H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> yang Diinjeksikan per Hari .....	64
4.5.3 Menghitung Volume H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> yang Diinjeksikan terhadap Silika yang Terbentuk .....	64
<b>BAB V PEMBAHASAN</b> .....	66
<b>BAB VI KESIMPULAN</b> .....	69
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	71
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Peta Lokasi Penelitian .....	5
Gambar 2.2	Peta Geologi Lapisan Panasbumi DNG .....	6
Gambar 2.3	Letak Sumur Penelitian Lapangan Panasbumi DNG .....	11
Gambar 3.1	Proses Pembentukan Kandungan Air Panasbumi .....	12
Gambar 3.2	Tetrahedron Silika .....	13
Gambar 3.3	Silika <i>Amorphous</i> .....	13
Gambar 3.4	Meta Asam Silikat .....	14
Gambar 3.5	Model Asam Karbonik .....	14
Gambar 3.6	Model Ortho Asam Silikat .....	15
Gambar 3.7	Ionisasi dari Ortho Asam Silikat .....	15
Gambar 3.8	Ionisasi Ortho Asam Silikat ketika $H^+$ Hadir .....	15
Gambar 3.9	Polimer Silika ( $H_2SiO_3$ ) <sub>n</sub> .....	16
Gambar 3.10	Ukuran vs Tipe Silika .....	17
Gambar 3.11	Kelarutan Silika vs Temperatur .....	18
Gambar 3.12	Tekanan vs Kelarutan Silika .....	19
Gambar 3.13	pH vs Kelarutan Silika .....	20
Gambar 3.14	Salinitas vs Kelarutan Silika .....	21
Gambar 3.15	<i>Scale</i> Silika Pada Fasilitas Produksi .....	24
Gambar 3.16	Memilih Blank Simulation .....	26
Gambar 3.17	Tampilan Aspen .....	26
Gambar 3.18	Mengisi Judul Simulasi .....	27
Gambar 3.19	Mengisi Komponen .....	27
Gambar 3.20	Mengisi <i>Properties</i> .....	28
Gambar 3.21	Memilih <i>Referenced</i> .....	28
Gambar 3.22	Membuat <i>Flowsheet</i> .....	29

## DAFTAR GAMBAR

### (Lanjutan)

Gambar 3.23 Mengisi Data Fluida .....	30
Gambar 3.24 Mengisi Data Pipa .....	30
Gambar 3.25 Memilih Asumsi .....	31
Gambar 3.26 Menjalankan Simulasi .....	31
Gambar 3.27 Hasil Simulasi .....	32
Gambar 3.28 Proses Inhibisi .....	34
Gambar 3.29 Struktur Asam Borat.....	35
Gambar 3.30 Struktur Polimer Asam Akrilamida Metil Propan Solfanat .....	36
Gambar 4.1 Kurva Elevasi terhadap Temperatur dan Tekanan Reservoir.....	38
Gambar 4.2 Kurva Temperatur Reservoir terhadap Konsentrasi Silika di Reservoir Sumur-sumur Penelitian Lapangan Panasbumi DNG .....	40
Gambar 4.3 Kurva Kelarutan Silika <i>Amorphous</i> vs Temperatur .....	41
Gambar 4.4 Hasil Simulasi Aspen Sumur DIP-8A .....	62
Gambar 4.5 Hasil Simulasi Aspen Sumur DIP-27B.....	62
Gambar 4.6 Hasil Simulasi Aspen Sumur DIP-11 .....	63

## DAFTAR TABEL

Tabel II-1	Perbedaan Karakteristik Reservoir dan Karakteristik Produksi pada Blok Merdada-Sileri dan Sikidang-Sikunang.....	10
Tabel III-1	Sifat Perubahan Entalpi, Entropi, dan Energi Bebas Gibbs.....	22
Tabel III-2	Hubungan Energi Bebas Gibbs dengan Entalpi dan Entropi.....	23
Tabel IV-1	Konsentrasi Silika di Reservoir Sumur-sumur Penelitian Lapangan Panasbumi DNG .....	39
Tabel IV-2	Nilai $hfg_{wh}$ Sumur Penelitian .....	42
Tabel IV-3	Nilai Fraksi Uap di Wellhead Sumur Penelitian .....	43
Tabel IV-4	Nilai Konsentrasi Silika di Wellhead Sumur Penelitian.....	44
Tabel IV-5	Nilai Kelarutan Silika <i>Amorphous</i> di Wellhead Sumur Penelitian .....	45
Tabel IV-6	Nilai SSI di Wellhead Sumur Penelitian .....	46
Tabel IV-7	Silika yang Terbentuk di Wellhead Sumur Penelitian .....	47
Tabel IV-8	Nilai $hfg_{pipe}$ Sumur Penelitian.....	48
Tabel IV-9	Nilai Fraksi Uap di Pipa Dua Fasa Sumur Penelitian.....	49
Tabel IV-10	Nilai Konsentrasi Silika di Pipa Dua Fasa Sumur Penelitian.....	50
Tabel IV-11	Nilai Kelarutan Silika <i>Amorphous</i> di Pipa Dua Fasa Sumur Penelitian.....	51
Tabel IV-12	Nilai SSI di Pipa Dua Fasa Sumur Penelitian .....	52
Tabel IV-13	Silika yang Terbentuk di Pipa Dua Fasa Sumur Penelitian.....	53
Tabel IV-14	Nilai $hfg_{sep}$ Sumur Penelitian.....	54
Tabel IV-15	Nilai Fraksi Uap di Separator Sumur Penelitian .....	55
Tabel IV-16	Nilai Konsentrasi Silika di Separator Sumur Penelitian .....	56
Tabel IV-17	Nilai Kelarutan Silika <i>Amorphous</i> di Separator Sumur Penelitian .....	57
Tabel IV-18	Nilai SSI di Separator Sumur Penelitian .....	58
Tabel IV-19	Silika yang Terbentuk di Separator Sumur Penelitian .....	59

## DAFTAR TABEL

### (Lanjutan)

Tabel IV-20	Nilai Tekanan Saturasi Pembentukan <i>Scale</i> Silika pada Wellhead.....	60
Tabel IV-21	Nilai Tekanan Saturasi Pembentukan <i>Scale</i> Silika pada Pipa Dua Fasa.....	61
Tabel IV-22	Nilai Injeksi H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> terhadap Silika yang Terbentuk di Pipa Dua Fasa Sumur Penelitian .....	65