

**EVALUASI PENERAPAN METODE DOWNHOLE  
SCALE SQUEEZE TREATMENT UNTUK  
MENANGGULANGI PROBLEM SCALE  
DI LAPANGAN KETALING BARAT**

**TESIS**



Oleh:

**YUDIARYONO**  
**NIM 211 100 016**

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK GEOLOGI  
PROGRAM PASCA SARJANA  
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN”  
YOGYAKARTA  
2013**

**EVALUASI PENERAPAN METODE DOWNHOLE  
SCALE SQUEEZE TREATMENT UNTUK  
MENANGGULANGI PROBLEM SCALE  
DI LAPANGAN KETALING BARAT**

**TESIS**

**OLEH :**

**YUDIARYONO**

**NIM : 211 100 016**

Disetujui untuk Program Studi Magister Teknik Geologi  
Program Pasca Sarjana  
Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta

Pembimbing I

Pembimbing II

Dr. Ir. Dedy Kristanto, M.SC  
NIP : 196512291990031001

Dr. Ir. C. Prasetyadi, M.SC  
NIP : 195811041987031001

Mengetahui  
Ketua Program Studi Magister  
Fakultas Teknik Geologi, UPN “Veteran” Yogyakarta

Dr. Ir. Heru Sigit Purwanto, MT  
NIP : 195812021992031001

## INTISARI

Penurunan produksi dapat disebabkan beberapa hal diantaranya adanya hambatan berupa skin atau problem peralatan produksi. Untuk mengetahuinya dilakukan analisa air formasi yang akan mendapatkan kandungan ion- ion  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{CO}_3$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4$ ,  $\text{SiO}_2$ , Fe,  $\text{Cl}^-$ , Eq NaCl serta data reservoir seperti pH, SG dan Temperatur.

Berdasarkan kandungan ion – ion tersebut dilakukan perhitungan harga Scaling Index dengan metoda Stiff – Davis. Dengan perhitungan menggunakan metoda tersebut untuk sumur KTB – A didapatkan SI : 0,8; sumur KTB-AA didapatkan SI : 0,36; sumur KTB-BB didapatkan SI : 0,74 ; sumur KTB-DD didapatkan SI : 0,89 dan sumur KTB-EE didapatkan SI : 1,09. Dari harga SI yang lebih besar dari nol atau berharga positif, disimpulkan terjadi scale yaitu scale  $\text{CaCO}_3$ .

Untuk menghilangkan scale  $\text{CaCO}_3$  yaitu dengan menggunakan metoda Downhole Scale Squeeze Treatment berupa injeksi kimia ScalTrol atau ScalMap di mana injeksi tersebut dapat menghilangkan Scale  $\text{CaCO}_3$ .

Hasil evaluasi menunjukkan kenaikan produksi di mana hal ini membuktikan ScalTrol atau ScalMap dapat menghilangkan scale  $\text{CaCO}_3$ .

Kenaikkan total produksi rata-rata sumur KTB-A sebesar 128 BLPD, sumur KTB-AA sebesar 544 BLPD, sumur KTB-BB sebesar 774 BLPD, sumur KTB-DD sebesar 107 BLPD dan sumur KTB-EE sebesar 1478 BLPD.

Dari perhitungan IPR dengan metoda Pudjo Sukarno didapatkan kenaikan rate produksi total untuk sumur KTB-A dari 1834 BLPD menjadi 2118 BFPD, sumur KTB-AA dari 670 BFPD menjadi 834 BFPD, sumur KTB-BB dari 193 BFPD menjadi 213 BFPD, sumur KTB – DD dari 249,6 BFPD menjadi 382,4 BFPD dan sumur KTB-EE dari 5667 BFPD menjadi 6255 BFPD.

Kata kunci : *penurunan produksi, , Scaling Index ( SI ), , metoda Downhole Scale Treatment.*

## ABSTRACT

Production decrease can be caused by several things including skin or production equipment problem. Analyzed the formation water will get the content of the ions Na, Ca, Mg, CO<sub>3</sub>, HCO<sub>3</sub>, SO<sub>4</sub>, SiO<sub>2</sub>, Fe, Cl<sup>-</sup>, Eq NaCl and well data pH, SG and temperature.

Based on the contents of ions we can calculation Scaling Index with Stiff-Davis method. With the calculations using above method for the well KTB-A obtained SI : 0,8 , well KTB-AA obtained SI : 0,36 ; well KTB-BB obtained SI : 0,74 ; well KTB-DD obtained SI : 0,89 and well KTB-EE obtained SI : 1,09. If SI value greater than zero or a positive valueable, concluded that happens CaCO<sub>3</sub> scale.

To eliminate CaCO<sub>3</sub> scale can use Downhole Scale Squeeze Treatment that chemical injection is performed ScalTrol or ScalMap where the injection can eliminate CaCO<sub>3</sub> scale.

Evaluations results show the increase in production proves ScalTrol or ScalMap can eliminate CaCO<sub>3</sub> scale.

An increase in the average total production of the well KTB-A at 128 BLPD, well KTB-AA at 544 BLPD , well KTB-BB at 774 BLPD, well KTB-DD at 107 BLPD and well KTB-EE at 1478 BLPD.

An increase total production rate by IPR Pudjo Sukarno method obtained for the well KTB-A from 1834 BFPD to 2118 BFPD, for the well KTB-AA from 670 BFPD to 834 BFPD, for the well KTB-BB from 193 BFPD to 213 BFPD, for the well KTB-DD from 249,6 BFPD to 382,4 BFPD and for the well KTB-EE from 5667 BFPD to 6255 BFPD.

Keywords : *production decrease* , *Scaling Index (SI)*, *Downhole Scale Squeeze Treatment*.

## **PERNYATAAN**

Saya menyatakan bahwa penyusunan tesis ini adalah hasil penelitian saya sendiri kecuali kutipan-kutipan yang telah dijelaskan sumbernya dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, September 2013

Ir. Yudiaryono

## **STATEMENT**

I express that compilation of this thesis is result of myself research except the citation which I have explained the source of it in bibliography.

Yogyakarta, September 2013

Ir. Yudiaryono

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kami panjatkan kepada Alloh SWT, karena berkat rahmat dan hidayah-NYA, penulis mampu menyelesaikan Tesis ini.

Tesis ini berjudul: **“EVALUASI PENERAPAN METODE DOWNHOLE SCALE SQUEEZE TREATMENT UNTUK MENANGGULANGI PROBLEM SCALE DI LAPANGAN KETALING BARAT”**

Tesis ini disusun untuk memenuhi syarat menyelesaikan studi dan mencapai gelar Magister Teknik ( MT ) pada Program Studi Magister Teknik Geologi, Program Pascasarjana. Dalam penyusunan tesis ini, penulis menemukan banyak kesulitan, dimana penulis menganggap sebagai sebuah proses pembelajaran yang akan menambah kekayaan akan informasi dan wawasan yang membangun. Namun dengan segala ketekunan dan berkat bantuan serta masukan dari berbagai pihak, kesulitan tersebut dapat diatasi.

Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar besarnya kepada :

1. Prof. Dr. H. Didit Welly Udjiyanto. MS, sebagai Rektor UPN “Veteran” Yogyakarta.
2. Prof. Dr. Sutanto, DEA, sebagai Direktur Pasca Sarjana UPN “Veteran” Yogyakarta.
3. Dr.Ir. Koesnaryo, M.Sc, sebagai Dekan Fakultas Teknologi Mineral UPN “Veteran” Yogyakarta.
4. Dr. Ir. Heru Sigit Purwanto, MT, sebagai Ketua Program Studi Pasca Sarjana Magister Teknik Geologi, UPN “Veteran” Yogyakarta.
5. Dr. Ir. Dedy Kristanto, M.Sc, sebagai pembimbing pertama.
6. Dr. Ir. C. Prasetyadi, M.Sc, sebagai pembimbing kedua.
7. Seluruh Staf Pengajar Program Magister Jurusan Teknik Geologi UPN “Veteran” Yogyakarta.
8. Isteri dan anak-anak yang setia mendampingi dalam susah dan duka

9. Rekan-rekan angkatan XVI Magister Teknik Geologi UPN “Veteran”  
Yogyakarta di Balikpapan.

Penulis meyakini sepenuhnya bahwa dalam penulisan tesis ini masih terdapat banyak kekurangan. Kritik dan saran yang membangun demi kemajuan teknologi akan sangat berarti bagi penulis.

Atas perhatiannya, penulis mengucapkan terima kasih dan semoga tesis ini dapat berguna bagi kita semua, Amin.

Yogyakarta,      September 2013



## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>INTISARI</b> .....	iii
<b>PERNYATAAN</b> .....	iv
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	v
<b>DAFTAR ISI</b> .....	vii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	ix
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xi
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xiii
<b>BAB I. PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Permasalahan.....	2
1.3 Maksud dan Tujuan.....	2
1.4 Metodologi Penelitian .....	3
1.5 Hasil Penelitian .....	5
1.6 Sistematika Penulisan .....	7
<b>BAB II. TINJAUAN UMUM LAPANGAN DAN GEOLOGI</b> .....	8
2.1 Geologi Regional .....	8
2.1.1 Sub Cekungan Jambi.....	8
2.1.1.1 Tektonik dan Geologi.....	8
2.1.1.2 Stratigrafi Cekungan Jambi.....	9
2.2.1 Kerangka Tektonik Lapangan Ketaling Barat.....	13
2.2.2 Stratigrafi Lapangan Ketaling Barat .....	17
2.2.3 Letak Sumur-Sumur pada Lapangan Ketaling Barat .....	20
2.2.4 Petroleum System Lapangan Ketaling Barat .....	21
2.3 Reservoir Ketaling Barat.....	22
2.3.1 Sifat Fisik Fluida Reservoir Lapangan Ketaling Barat .....	23
2.3.2 Sifat Fisik Batuan Lapangan Ketaling Barat.....	23
2.4 Cadangan Reservoir Lapangan Ketaling Barat .....	24
2.4.1 Cadangan Minyak Lapangan Ketaling Barat .....	24
2.4.2 Cadangan Gas Lapangan Ketaling Barat .....	25
2.5 Produksi Lapangan Ketaling Barat .....	25

## DAFTAR ISI ( lanjutan )

<b>BAB III.</b>	<b>TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>27</b>
3.1	Teori dasar pembentukan Scale .....	27
3.1.1	Fluida Reservoir .....	27
3.1.1.1	Komposisi Kimia dan Sifat Fisik Air Formasi .....	27
3.1.1.2	Gas Terlarut.....	29
3.1.1.3	Kondisi Reservoir.....	30
3.2	Mekanisme Pembentukan Scale.....	31
3.3	Jenis jenis Scale yang umum dijumpai .....	34
3.3.1	Scale Calcium Carbonate ( $\text{CaCO}_3$ ).....	35
3.3.2	Scale Calcium Sulfat ( $\text{CaSO}_4$ ) .....	38
3.3.3	Scale Barium Sulfat ( $\text{BaSO}_4$ ) .....	41
3.4	Perkiraan Kecenderungan Terbentuknya Scale .....	42
3.4.1	Analisa Air Formasi .....	42
3.4.2	Perhitungan Perkiraan Kecenderungan Pembentukan Scale .....	44
3.4.2.1	Perkiraan Kecenderungan Pembentukan Scale Calcium Carbonate ( $\text{CaCO}_3$ ).....	44
3.4.2.2	Perhitungan Harga Scaling Index ( SI ) untuk Scale $\text{CaCO}_3$ .....	44
3.4.2.3	Perkiraan Kecenderungan Pembentukan Scale Calcium Sulfat ( $\text{CaSO}_4$ ) .....	48
3.5	Pencegah Pembentukan Scale .....	48
3.5.1	Jenis Pencegah Scale.....	49
3.5.1.1	Bahan Kimia Organik .....	49
3.5.1.2	Bahan Kimia Inorganik .....	49
3.6	Metoda Down Hole Scale Treatment.....	50
3.7	Produktifitas Formasi .....	52
3.7.1	Aliran Fluida Dalam Media Berpori .....	52
3.7.2	Indeks Produktifitas .....	53
3.7.3	Inflow Performance Relationship .....	54
3.7.3.1	Metoda Pudjo Sukarno untuk fluida 3 fasa .....	55
3.7.3.2	Pembuatan kurva IPR Pudjo Sukarno.....	56
<b>BAB IV</b>	<b>PERHITUNGAN DAN ANALISA .....</b>	<b>58</b>
4.1	Penentuan Sumur yang mengalami Permasalahan Produksi .....	59
4.2	Analisa kandungan Air Formasi.....	62
4.3	Perhitungan Harga Scaling Index (SI) dari Data Air Formasi.....	63

**DAFTAR ISI**  
**( lanjutan )**

4.4 Penanggulangan Scale dengan Metoda Downhole Scale Squeeze Treatment ( Metoda Kimia ) .....	66
4.4.1 Analisa Penanggulangan Scale .....	70
4.5 Evaluasi Hasil Penanggulangan Scale .....	70
4.5.1 Evaluasi Hasil Penanggulangan Scale untuk Sumur KTB – EE .....	71
4.5.1.1 Evaluasi berdasarkan performance Produksi .....	71
4.5.1.2 Evaluasi berdasarkan perhitungan I,P,R ( Inflow Performance Relationship .....	73
 <b>BAB V PEMBAHASAN</b> .....	 83
<b>BAB VI KESIMPULAN</b> .....	89
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	92
 <b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1.1 Flowchart atau Diagram Alir Metodologi Penelitian .....	4
2.1 Peta Lokasi Lapangan Ketaling Barat .....	14
2.2 Tektonik Regional Pulau Sumatera .....	15
2.3 Peta Lokasi Lapangan Ketaling Barat .....	16
2.4 Penampang Regional Blok Jambi.....	16
2.5 Peta Struktur Sub Cekungan Jambi .....	18
2.6 Penampang Stratigrafi Sub-Cekungan Jambi .....	19
2.7 Letak sumur-sumur KTB-A, KTB-AA, KTB-BB, KTB-DD, KTB-EE di Lapangan Ketaling Barat .....	20
2.8 Petroleum System pada Lapangan Ketaling Barat .....	22
3.1 Metode Pembentukan dan Pengendapan Scale.....	34
3.1 Pengaruh Perubahan Temperatur pada Kelarutan $\text{CaCO}_3$ .....	36
3.3 Pengaruh Tekanan Partiiil $\text{CO}_2$ .....	37
3.4 Pengaruh Perubahan Temperatur pada Kelarutan Gypsum dan Anhydrite .....	39
3.5 Hubungan antara Kelarutan $\text{CaSO}_4$ dengan Tekanan pada Berbagai harga Temperatur.....	40
3.6 Hubungan antara Kelarutan Gypsum dengan Larutan Garam $\text{NaCl}$ .....	40
3.7 Hubungan antara Temperatur dengan Kelarutan $\text{BaSO}_4$ pada berbagai Tekanan.....	41
3.8 Harga K sebagai fungsi dari Ionic Strength ( $\mu$ ) dan temperatur .....	46
3.9 Grafik Penentuan Harga pCa dan pAlk .....	46
4.1 Performance Produksi Sumur KTB – DD .....	59
4.2 Performance Produksi Sumur KTB – A .....	60
4.3 Performance Produksi Sumur KTB – AA .....	60
4.4 Performance Produksi Sumur KTB – BB.....	61

**DAFTAR GAMBAR**  
**(lanjutan )**

<b>Gambar</b>	<b>Halaman</b>
4.5 Performance Produksi Sumur KTB – EE .....	61
4.6 Hasil perhitungan SI dan amount scale pada sumur KTB-BB menggunakan Scale Prediction Software dengan metode Stiff – Davis ...	64
4.7 Hasil perhitungan SI dan amount scale pada sumur KTB-BB menggunakan Scale Prediction Software dengan metode Oddo- Thomson .....	65
4.8 Grafik Hasil Treatment Injectivity Test.....	68
4.9 Grafik Hasil Treatment ScalTrol .....	69
4.10 Performance Produksi Sumur KTB – EE yang menunjukkan penurunan Produksi 6 bulan sebelum dilakukan Scale Treatment .....	71
4.11 Performance Produksi Sumur KTB – EE yang menunjukkan kenaikan Produksi 6 bulan setelah dilakukan Scale Treatment .....	72
4.12 Grafik IPR yang menunjukkan kenaikan rate produksi setelah dilakukan Scale Treatment pada sumur KTB – EE.....	80
4.13 Penentuan rate produksi optimum dari perpotongan performance IPR vs OPR untuk sumur KTB – EE.....	82
5.1 Masterlog yang menggambarkan jenis batuan pada reservoir Eq BRF Phase 2 .....	84

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Halaman</b>
I.1 Masalah scale di berbagai lapangan minyak .....	1
II.1 Sifat – sifat Fisik Minyak Berdasarkan Hasil PVT .....	23
II.2 Perkiraan Cadangan Minyak Lapangan Ketaling Barat .....	24
II.3 Perkiraan Cadangan Gas Lapangan Ketaling Barat.....	25
III.1 Sifat Fisik Air Murni .....	27
III.2 Komponen Utama dan Sifat Fisik Air Formasi .....	28
III.3 Jenis- Jenis Endapan Scale yang Umum terdapat di Lapangan Minyak dan faktor – faktor yang mempengaruhinya .....	31
III.4 Kelarutan BaSO <sub>4</sub> dalam Larutan NaCL.....	42
III.5 Penentuan Faktor Konversi Ionic Strength ( $\mu$ ) .....	47
III.6 Konstanta C .....	55
III.7 Konstanta C .....	57
IV.1 Hasil Analisa Karakteristik Air Formasi Lapangan Ketaling Barat .....	62
IV.2 Hasil Perhitungan SI memakai Scale Prediction Software dengan Metode Stiff – Davis dan Oddo-Thomson .....	66
IV.3 Tabulasi Data 6 bulan sebelum dan setelah dilakukan Scale Treatment selengkapnya.....	73
IV.4 Data Sumur dan Produksi KTB-EE untuk Perhitungan IPR sebelum dilakukan treatment.....	74
IV.5 Hasil Perhitungan IPR sebelum dilakukan Scale Treatment .....	75
IV.6 Data Sumur dan Produksi KTB-EE untuk Perhitungan IPR setelah dilakukan treatment.....	77

**DAFTAR TABEL**  
**( lanjutan )**

<b>TABEL</b>	<b>Halaman</b>
IV.7 Hasil Perhitungan IPR sebelum dilakukan Scale Treatment .....	78
IV.8 Kenaikkan Rate Produksi Minyak ( $Q_o$ ) berdasarkan perhitungan IPR setiap sumur .....	81
V.1 Hasil evaluasi penanggulangan Scale menggunakan metoda Down Hole Scale Treatment berdasarkan data produksi.....	86
V.2 Hasil evaluasi penanggulangan Scale menggunakan metoda Down Hole Scale Treatment berdasarkan data produksi.....	87

