



ISSN: 1693-4393

# SEMINAR NASIONAL TEKNIK KIMIA “KEJUANGAN” 2013

*Pengembangan Teknologi Kimia  
untuk Pengolahan Sumber Daya  
Alam Indonesia*

**5 Maret 2013**

**PROSIDING**



2013

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UPN “VETERAN” YOGYAKARTA**



**Reviewer**  
**Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan" 2013**  
**Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, UPN "Veteran" Yogyakarta**

1. Prof. Ir. H. Wahyudi Budi Sediawan, SU, Ph.D (UGM Yogyakarta)
2. Ir. Moh. Fahrurrozi, M.Sc., Ph.D (UGM Yogyakarta)
3. Prof. Dr. Ir. H. Supranto, SU (UPN "Veteran" Yogyakarta)

Dr. H. Didi Welly Djaja, MS  
Dekan Fakultas Teknologi Industri  
UPN "Veteran" Yogyakarta

Yogyakarta, 5 Maret 2013  
Rektor  
Prof. Dr. H. Didi Welly Djaja, MS





## Panitia Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan" 2013 Prodi Teknik Kimia FTI UPN "Veteran" Yogyakarta

- Penanggung Jawab** : Ir. Nur Indrianti, MT., D.Eng (Dekan Fakultas Teknik Industri)
- Pengarah** :  
1. Ir. Tutik Muji Setyoningrum, MT (Ketua Prodi Teknik Kimia)  
2. Ir. Bambang Sugiarto, MT (Sekretaris Prodi Teknik Kimia)  
3. Prof.Dr. Ir. Supranto, SU  
4. Prof. Ir. H. Wahyudi Sediawan, SU, Ph.D  
5. Ir. Moh. Fahrurrozi, M.Sc., Ph.D
- Ketua Pelaksana** : Dr. Eng. Y. deddy Hermawan, ST,MT
- Wakil Ketua Pelaksana** : Dr. Adi Ilcham, ST, MT
- Sekretaris** :  
1. Siti Diyar Kholisoh, ST, MT  
2. Ir. Tunjung Wahyu Widayati, MT
- Bendahara** :  
1. Ir. Purwo Subagyo, MT  
2. Dra. Suci Astutiningsih
- Koordinator Bidang Acara dan Persidangan** : Ir. Endang Sulistyowati, MT
- Anggota** :  
1. Dr. Ir. Mahreni, MT  
2. Ir. Danang Jaya, MT  
3. Ir. Harsa Pawignya, MT
- Koordinator Bidang Materi dan Prosiding** : Siswanti, ST, MT
- Anggota** : Dra. Sri Wahyu Murni, MT
- Koordinator Seksi Dana dan Promosi** : Ir. Sri Sukadarti, MT
- Anggota** :  
1. Dr. Ir.Tjukup Marnoto, MT  
2. Dr. Ir. Ramli Sitanggang, MT
- Koordinator Bidang Publikasi dan Dokumentasi** : Ir. Zubaidi Achmad, MT
- Anggota** :  
1. Ir. Widayati, MT, Ph.D  
2. Ir. I Ketut Subawa, MT  
3. Dr. Ir. M. Syahri, MT
- Koordinator Konsumsi** : Ir. Faizah Hadi, MT
- Anggota** : Ir. Dyah Tri Retno, MM





## Daftar Isi

Kata Pengantar	iii
Sambutan Ketua Pelaksana	iv
Sambutan Rektor	v
Sambutan Dekan	vi
Reviewer	vii
Susunan Panitia	viii
Daftar Isi	ix

### Makalah Pembicara Utama

**Kode Judul, Penulis dan Alamat**

- MU1 **Nilai Tambah Sumber Daya Alam tak Terbarukan bagi Pembangunan Ekonomi Nasional**  
*Ir. Farida Zed, ME, MA*  
Kepala Biro Kebijakan Energi dan Persidangan, Sekretariat Jenderal Dewan Energi Nasional
- MU2 **Pemanfaatan Gas Bumi Dalam Perspektif Pengembangan Industri Kimia**  
*Surya Madya*  
Sekretaris Perusahaan PT Pupuk Kaltim, Bontang Kaltim, Indonesia  
Alumni Teknik Kimia UPN Veteran Yogyakarta tahun 1981  
*E-mail: smadya@pupukkaltim.com*

### Makalah Slot

**Kode Judul, Penulis dan Alamat**

- MS **Disain Tata Kelola Migas Paska Putusan MK dan Kecenderungan Industri Migas Global**  
*Benny Lubiantara dan Didi Setiarto*  
SKK Migas

### Makalah Bidang Kajian

#### A. Perpindahan Massa dan Panas

**Kode**

**Judul, Penulis dan Alamat**

- A1 **The Performance of Controlled Freeze Out Area Double Pipe Heat Exchanger in Removing CO<sub>2</sub> From CH<sub>4</sub>-CO<sub>2</sub> Gas Mixture**  
*Ibnu Eka Rahayu, Ardila Hayu Tiwikrama, Setiyo Gunawan, dan Gede Wibawa\**  
Department of Chemical Engineering, Faculty of Industrial Technology  
Sepuluh Nopember Institute of Technology  
Kampus ITS Sukolilo Surabaya, 6011. Tel/Fax :+62-31-5946240/+62-31-5999282  
*\*E-mail: gwibawa@chem-eng.its.ac.id*
- A2 **Evaluasi Performance Injeksi Air pada Lapangan Minyak "X" Didukung dengan Pelaksanaan Surveillance dan Perencanaan Water Injection Plant Sederhana**  
*Hariyadi<sup>1</sup>, Novian Aribowo<sup>2</sup>*  
Program Studi Teknik Perminyakan, Fakultas Teknologi Mineral, UPN "Veteran" Yogyakarta  
Jl. SWK 104 (Lingkar Utara), Condong Catur, Yogyakarta 55283





## Evaluasi *Performance* Injeksi Air pada Lapangan Minyak "X" Didukung dengan Pelaksanaan *Surveillance* dan Perencanaan *Water Injection Plant* Sederhana

Hariyadi<sup>1</sup>, Novian Aribowo<sup>2</sup>

Program Studi Teknik Perminyakan, Fakultas Teknologi Mineral, UPN "Veteran" Yogyakarta  
Jl. SWK 104 (Lingkar Utara), Condong Catur, Yogyakarta 55283

### Abstract

*Application of water injection projects in the field caused by the decline in reservoir pressure so that the depletion of the primary stage it is not possible to increase oil recovery. Basically, the application of water injection or waterflooding with patterned aims to increase the demand and localized application of the oil but the oil field "X" with the dominant pattern also affects the reservoir pressure can be maintained. Research carried out aiming to evaluate the success of the implementation of the incremental recovery water injection is given. In the conduct of the evaluation is supported by the implementation of the surveillance by making the curve production history, pressure history, flood balancing (Flood In Fluid Oou), the injection efficiency and the plot cumulative oil cut vs. oil.*

*To meet the needs of the design planned water injection Water Injection Plant (WIP), other than the data rate of produced water, as well as the characteristics of the data needed water. The rate of produced water will affect the size of the required process equipment. While the characteristics of the water will affect the determination of the type of equipment and technology, as well as the selection and type of inhibitor softener.*

**Keywords:** *Injeksi Air, Flood Balancing, Keberhasilan Injeksi Air, Surveillance, Water Injection Plant*

### Pendahuluan

Penurunan tekanan reservoir yang terjadi akibat proses produksi merupakan hal yang biasa terjadi. Sehingga sebagai konsekuensinya, terjadi penurunan produksi dan menurunnya tingkat perolehan minyak. Penurunan perolehan tersebut dapat diperlambat dengan mempertahankan energi dalam reservoir, yaitu dengan menginjeksikan fluida ke dalam reservoir guna menggantikan pori-pori yang ditinggalkan oleh minyak akibat proses produksi. Salah satu upaya yang dilakukan yaitu dengan menginjeksikan air atau yang lebih dikenal dengan istilah *waterflooding*.

Pelaksanaan pengamatan (*surveillance*), monitoring dan evaluasi *performance waterflooding* dimaksudkan untuk mengoptimalkan pelaksanaan proyek *waterflooding* sehingga dapat meningkatkan perolehan minyak.

Tujuan yang akan dicapai dari suatu manajemen reservoir terhadap pelaksanaan *waterflood* adalah untuk memperoleh tingkat keekonomian yang maksimal, mendapatkan tingkat perolehan minyak yang maksimum, sumur produksi berproduksi pada laju yang optimum, serta tercapainya target produksi yang direncanakan. Pelaksanaan *waterflood* akan terus berlangsung sampai perbandingan produksi minyak dengan air sudah sangat tinggi, sehingga apabila ditinjau secara keekonomian sudah tidak menguntungkan.

Proses manajemen reservoir mencakup suatu tujuan atau strategi dan pengembangan rencana, implementasi dan monitoring rencana, dan evaluasi terhadap pelaksanaannya. Hal – hal penting dalam mempertimbangkan desain dan implementasi suatu program pengamatan dan monitoring *waterflood* secara komprehensif meliputi : penggambaran reservoir secara akurat dan terperinci, *performance* reservoir dan efisiensi penyapuan minyak; laju alir, tekanan, dan sifat-sifat fluida dari sumur produksi maupun injeksi, kualitas air dan penanganannya, perawatan terhadap peralatan, sistem informasi manajemen reservoir dan sistem informasi kinerja per sumur, dan diagnosis permasalahan yang ada ataupun yang akan terjadi serta pemecahannya. Sedangkan tahap evaluasi terhadap performa *waterflood*, yaitu dengan membandingkan performa actual *waterflood* dengan perkiraan, dan perkiraan incremental oil recovery.

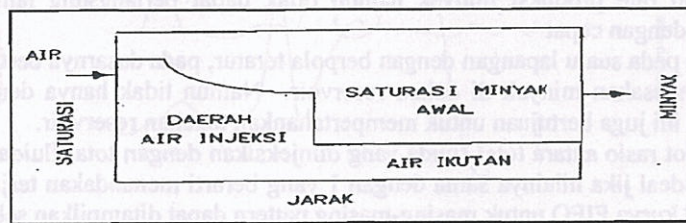
Pada penelitian ini, evaluasi terhadap pelaksanaan *waterflooding* dilakukan dengan analisa grafis. Analisa grafis yang dilakukan dengan menggunakan grafik sejarah produksi, sejarah tekanan, kurva FIFO (*Fluid In Fluid Out*), Efisiensi Injeksi dan grafik Oil Cut vs Oil Kumulatif. Berdasarkan hasil yang diperoleh dapat digunakan untuk menilai dan membandingkan keberhasilan pelaksanaan *waterflooding* antara pattern yang berukuran besar dengan pattern yang berukuran kecil.



## Landasan Teori

*Waterflooding* merupakan salah satu metode pengurusan minyak tahap lanjut (*secondary recovery*) yang umumnya diterapkan setelah tahap primery. Pada metode ini air sebagai fluida injeksi diinjeksikan melalui sumur injeksi dengan maksud untuk mempertahankan tekanan reservoir (*pressure maintenance*) dan sebagai fluida pendesak minyak di dalam reservoir. Penginjeksian air yang bertujuan untuk (*pressure maintenance*) dilakukan pada lapisan aquifer. Sedangkan injeksi air yang bertujuan untuk mendesak minyak dilakukan dengan menggunakan pola sumur injeksi-produksi. Air yang diinjeksikan dengan sistem terpolu akan mendesak minyak mengikuti jalur-jalur arus yang dimulai dari suatu sumur injeksi dan berakhir pada sumur-sumur produksi. Proses pendesakan (*waterflooding*) akan berlangsung hingga harga WOR (*Water Oil Ratio*) sudah terlalu tinggi dan tidak ekonomis lagi.

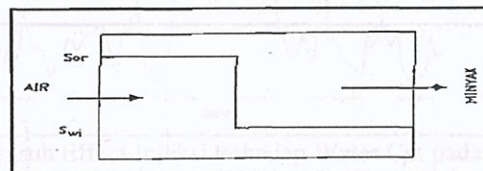
Alasan-alasan dilakukan *waterflooding* sebagai metode tahap lanjut, yaitu :Mobilitas pendesakan yang menguntungkan (cukup rendah), Berat kolom air dalam sumur membantu menekan, sehingga mengurangi tekanan injeksi, Fluida pendesak (air) mudah tersebar di dalam reservoir, Efisiensi pendesakan baik.



Gambar 1. Profil Saturasi Air Pendesakan Desaturasi

Konsep pendesakan minyak oleh air dikenal dua konsep, yaitu pendesakan desaturasi dan pendesakan torak. *Pendesakan desaturasi* menganggap bahwa saturasi air di zona minyak yang telah didesak bervariasi dari  $1 - S_{or}$  hingga  $S_{wf}$ . Nilai  $S_w = 1 - S_{or}$  merupakan saturasi air pada titik masuk (sumur injeksi), sedangkan  $S_w = S_{wf}$  merupakan saturasi air pada batas *front* minyak-air. Gambar 1 memperlihatkan profil pendesakan desaturasi. Di belakang *front*, pada titik masuk ( $x=0$ ) saturasi minyak berkisar dari saturasi residual ( $S_{or}$ ) hingga  $S_o = 1 - S_{wf}$  pada *front*. Hal ini berarti minyak masih mengalir bersama-sama air di belakang *front*.

Sedangkan konsep *pendesakan torak*, menganggap bahwa di belakang *front* hanya air yang mengalir dan di muka *front* hanya minyak yang mengalir. Gambar 2 memperlihatkan profil pendesakan torak. Pendesakan desaturasi lebih realistis di lapangan dibandingkan pendesakan torak.



Gambar 2. Profil Saturasi Air Pendesakan Torak

## Metodologi

Penelitian ini dilakukan berdasarkan pengkajian analisa data-data suatu perusahaan yang meliputi perhitungan, analisa dan kesimpulan terhadap permasalahan yang diangkat dengan didukung studi literatur dan studi software komputer.

*Waterflooding* pada lapangan "X" sudah diterapkan sejak tahun 1975 dengan pola tak teratur (*peripheral*) dengan tujuan sebagai *pressure maintenance*. Pelaksanaan *waterflooding* dengan pola teratur pada dasarnya lebih menekankan pada proses pendesakan minyak, namun dalam implementasinya juga dapat mempertahankan tekanan reservoir (*Pressure Maintenance*).

Dalam penelitian ini bermaksud untuk mengevaluasi dan menganalisa keberhasilan *project waterflood* tersebut terhadap *incremental recovery* yang dihasilkan. Evaluasi dilakukan terhadap lapisan 1, lapisan 2, dan lapisan 3. Penelitian ini, kemudian dilanjutkan dengan membandingkan dan menganalisa tingkat efektifitas penyapuan antara suatu *pattern* (pola) yang memiliki *pattern area* kecil dengan *pattern area* yang besar.

Evaluasi yang dilakukan terhadap pelaksanaan *project waterflood* dilakukan dengan beberapa cara, yaitu menganalisa hasil *surveillance* terhadap pelaksanaan *project* tersebut, yang meliputi *Surveillance* terhadap kondisi reservoir analisa yang dilakukan melalui pembuatan kurva : a). Sejarah Tekanan, b). *Flood Balancing* (FIFO), c). Efisiensi Injeksi, d). *Plot Oil Cut vs Oil Cumulative*

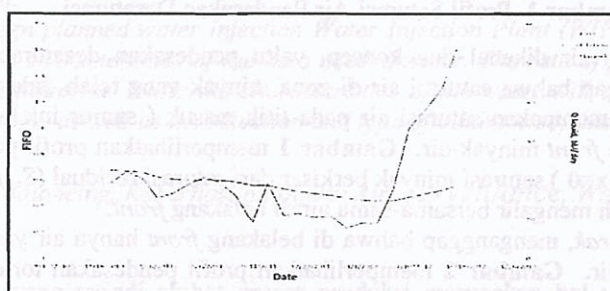
## Hasil dan Pembahasan

Upaya-upaya yang dilakukan pada dasarnya bertujuan untuk memaintaince reservoir lapangan tersebut agar dapat memberikan *recovery* yang tinggi. Program-program tersebut terdiri dari aktivitas yang dilakukan harian, bulanan, tahunan dan aktivitas-aktivitas lain yang dilakukan jika dibutuhkan demi menjaga keberlangsungan pelaksanaan *waterflooding* tersebut. Aktivitas harian yang dilakukan merupakan kegiatan yang bersifat untuk menjaga keberlangsungan dari pelaksanaan *waterflooding* tersebut yang meliputi pelaksanaan injeksi dan pencatatan tekanan. Sedangkan aktivitas yang dilakukan dengan frekuensi bulanan lebih bersifat untuk mengevaluasi *performance* dari pelaksanaan *waterflooding* tersebut, dan aktivitas-aktivitas lain yang dilakukan dengan frekuensi jika dibutuhkan lebih bersifat untuk mengetahui indikasi-indikasi terjadinya problem atau untuk mendapatkan data-data yang dibutuhkan demi keberhasilan pelaksanaan *waterflooding*.

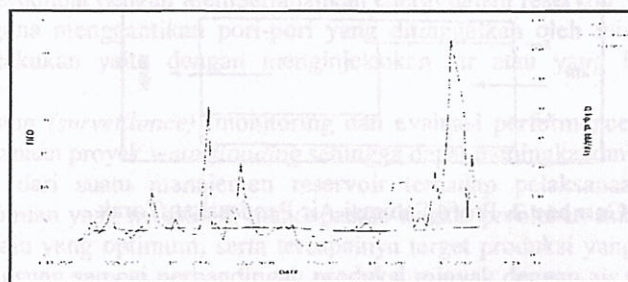
Indikator keberhasilan dari pelaksanaan *waterflooding* adalah meningkatnya produksi minyak, apalagi *waterflood* yang didesain dengan berpola yang lebih berorientasi pada penyapuan dan pendesakan minyak. Hasil produksi yang ditampilkan pada grafik-grafik di atas, menunjukkan bahwa produksi minyak setelah berlangsungnya *waterflooding* dapat memberikan peningkatan rate produksi minyak namun tidak dapat berlangsung lama dan konstant, dan menunjukkan trend penurunan dengan cepat

*Waterflooding* yang diterapkan pada suatu lapangan dengan berpola teratur, pada dasarnya bertujuan untuk menyapu minyak dan meningkatkan pendesakan minyak di dalam reservoir. Namun tidak hanya demikian, *waterflooding* yang diterapkan pada lapangan ini juga bertujuan untuk mempertahankan tekanan reservoir.

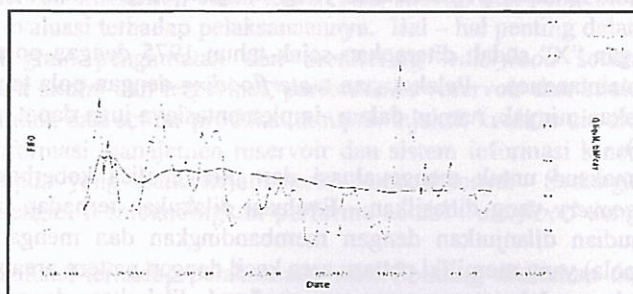
*Flood balancing* merupakan plot rasio antara total fluida yang diinjeksikan dengan total fluida terproduksi terhadap waktu. Nilai FIFO dikatakan ideal jika nilainya sama dengan 1 yang berarti menandakan terjadinya keseimbangan massa di dalam reservoir. Hasil kurva FIFO untuk masing-masing pattern dapat ditampilkan sebagai berikut :



(a) pengaruh FIFO terhadap produksi liquid pada lapisan 1



(b) pengaruh FIFO terhadap produksi liquid pada lapisan 2



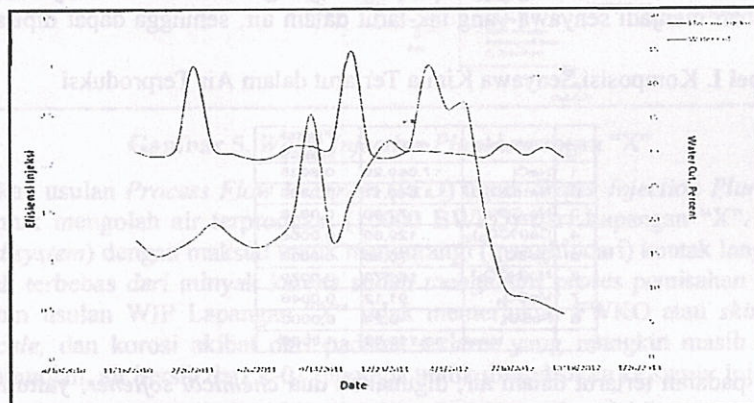
(c) pengaruh FIFO terhadap produksi liquid pada lapisan 3

Gambar 3. Pengaruh FIFO terhadap produksi liquid dari tiap-tiap lapisan.

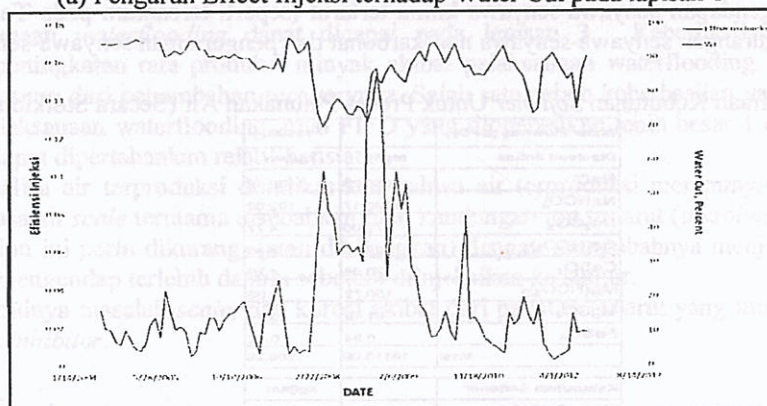


Analisa terhadap kurva FIFO terhadap waktu memperlihatkan bahwa pada lapisan 3 memperlihatkan hasil bahwa FIFO yang dicapai rata-rata di atas nilai ideal yaitu 1,3. Sedangkan secara operasional menganggap bahwa pencapaian ideal tidak cukup dengan nilai FIFO = 1, dibutuhkan kelebihan sebesar 0,2 – 0,5 sehingga kondisi ideal dapat dicapai antara 1,2 – 1,5. sedangkan pada lapisan 2 hasil FIFO yang diperoleh menunjukkan jauh diatas 1 rata-ratanya yang menandakan bahwa injeksinya terlalu besar daripada jumlah produksinya. Begitu juga dengan lapisan 1 yang menunjukkan FIFO di bawah satu yang menandakan bahwa injeksi yang terjadi tidak sempurna atau masih kurang jumlah injeksi air dengan jumlah yang diproduksi.

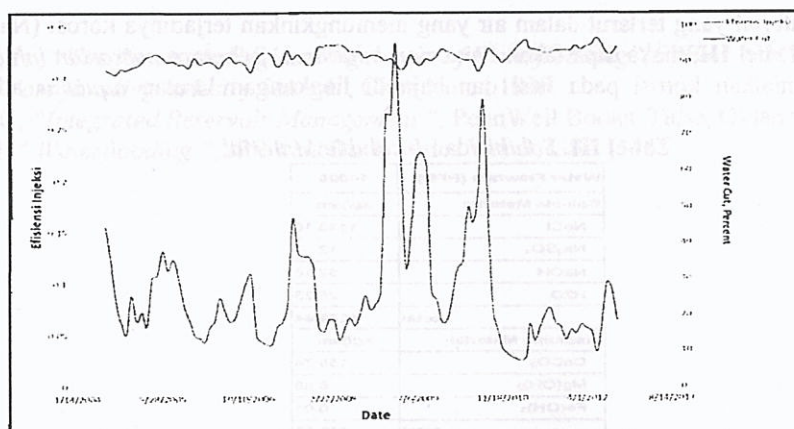
Efisiensi injeksi merupakan perbandingan antar laju injeksi (STBWIPD) dengan laju perolehan minyak (STBOPD). Berikut hasil yang diperoleh untuk masing-masing *pattern* :



(a) Pengaruh Effect Injeksi terhadap Water Cut pada lapisan 1



(b) Pengaruh Effect Injeksi terhadap Water Cut pada lapisan 2



(c) Pengaruh Effect Injeksi terhadap Water Cut pada lapisan 3

Gambar 4. Pengaruh Effect Injeksi terhadap *Water Cut* dari tiap-tiap lapisan.

Dari beberapa gambar diatas menunjukkan bahwa injeksi air di Lapangan ini masih terlalu kecil atau kurang, sehingga diperlukan tambahan jumlah air yang diinjeksikan, hal ini akan menyebabkan penambahan produksi



minyak belum signifikan, sehingga perlu diinjeksikan lebih banyak lagi air supaya efek pendesakan bisa terjadi. Sumber air yang ada adalah dari air formasi yang terproduksi bersama-sama dengan minyak

### Perancangan *Water Injection Plant* (WIP)

Berdasarkan hasil analisa air terproduksi diindikasikan bahwa air terproduksi mempunyai kecenderungan untuk membentuk *scale*. Masalah *scale* terutama disebabkan oleh kandungan ion terlarut (*dissolved solid*)  $Ca^{++}$  dan  $Mg^{++}$ . Oleh karena itu, ion-ion ini perlu dikurangi (atau dihilangkan) dengan mengubahnya menjadi senyawa yang tidak larut, sehingga dapat mengendap terlebih dahulu sebelum diinjeksikan ke sumur.

Berdasarkan reaksi anion-kation secara stoikiometri, diperoleh senyawa kimia terlarut dalam air terproduksi seperti pada **Tabel I**. *Calcium*, *Magnesium*, dan Besi yang terikat dalam senyawa-senyawa karbonat atau non-karbonat akan diubah menjadi senyawa yang tak-larut dalam air, sehingga dapat dipisahkan dengan cara pengendapan.

**Tabel I.** Komposisi Senyawa Kimia Terlarut dalam Air Terproduksi

No	Senyawa	mg/l	Fraksi Massa
1	NaCl	17.060,29	0,8925
2	NaHCO <sub>3</sub>	1.540,17	0,0806
3	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	72,00	0,0038
4	Ca(HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	129,60	0,0068
5	CaSO <sub>4</sub>	70,95	0,0037
6	Mg(HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	150,72	0,0079
7	MgSO <sub>4</sub>	91,12	0,0048
8	FeSO <sub>4</sub>	0,24	0,0000
	total	19.115,09	1,0000

Untuk mengurangi padatan terlarut dalam air, digunakan dua *chemical softener*, yaitu *lime*, Ca(OH)<sub>2</sub> dan *soda ash*, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>. Berdasarkan stoikiometri reaksi pengendapan, kebutuhan *chemical softener* dirangkum pada **Tabel II**. Mekanisme pengendapan senyawa-senyawa kimia terlarut (seperti tercantum pada **Tabel II**) dibedakan menjadi 2 (dua), yaitu pengurangan senyawa-senyawa non-karbonat dan pengurangan senyawa-senyawa karbonat.

**Tabel II.** Perkiraan Kebutuhan *Softener* Untuk Proses Pelunakan Air (Secara Stoikiometri)

Water Flowrate (BPD)	10000	
Disolved Solids	mg/lit	kg/jam
NaCl	17060.29	1130.16
NaHCO <sub>3</sub>	1540.17	102.03
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	72.00	4.77
Ca(HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	129.60	8.59
CaSO <sub>4</sub>	70.95	4.70
Mg(HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	150.72	9.98
MgSO <sub>4</sub>	91.12	6.04
FeSO <sub>4</sub>	0.24	0.02
total	19115.09	1266.26

Kebutuhan Softener	kg/jam
Lime, Ca(OH) <sub>2</sub>	110.99
Soda Ash, Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	9.01

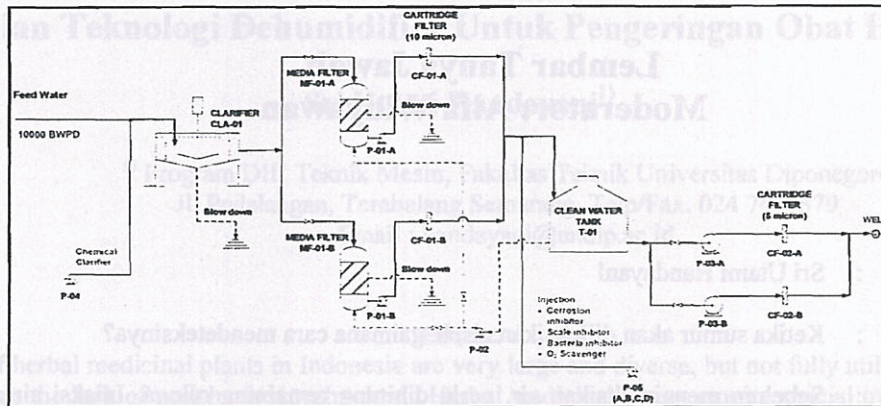
Karena masih terdapat material yang terlarut dalam air yang memungkinkan terjadinya korosi (NaCl dan Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), seperti ditunjukkan pada **Tabel III**, maka diperlukan *corrosion inhibitor*. Beberapa *corrosion inhibitor* yang sering digunakan untuk meminimalkan korosi pada besi dan baja di lingkungan larutan *aqueous* adalah *chromates*, *phosphates* dan *silicates*.

**Tabel III.** *Soluble* dan *Insoluble Material*

Water Flowrate (BPD)	10000
Soluble Material	kg/jam
NaCl	1130.16
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	12.07
NaOH	52.18
H <sub>2</sub> O	26.23
total	1220.64

Insoluble Material	kg/jam
CaCO <sub>3</sub>	158.74
Mg(OH) <sub>2</sub>	6.88
Fe(OH) <sub>3</sub>	0.01
total	165.63



Gambar 5. Water Injection Plant Lapangan "X"

Gambar 5 menunjukkan usulan *Process Flow Diagram* (PFD) untuk *Water Injection Plant* (WIP) Lapangan "X". WIP ini dirancang untuk mengolah air terproduksi (10000 BWPD) dari Lapangan "X". WIP dirancang dengan sistem tertutup (*closed system*) dengan maksud untuk mengurangi (menghindari) kontak langsung dengan udara. Air yang akan diolah telah terbebas dari minyak karena sudah mengalami proses pemisahan di FWKO dan *skimmer*. Oleh karena itu, dalam usulan WIP Lapangan "X" tidak memerlukan FWKO atau *skimmer*. Untuk mencegah timbulnya masalah *scale*, dan korosi akibat dari padatan terlarut yang mungkin masih ada, maka diinjeksikan beberapa *inhibitor*. Kemudian, air bersih dari T-01 dipompa untuk diinjeksikan ke sumur injeksi.

### Kesimpulan

Keberhasilan pelaksanaan *waterflooding* dapat dicapai pada lapisan 3. Keberhasilan yang dicapai dilihat berdasarkan adanya peningkatan rate produksi minyak akibat pelaksanaan *waterflooding*. Keberhasilan tersebut dapat pula dilihat langsung dari penambahan *recovery*-nya. Salah satu sebab keberhasilan yang dicapai pada pattern kecil adalah, pada pelaksanaan *waterflooding*, nilai FIFO yang dioperasikan lebih besar 1 dan tidak lebih dari 1,6 dan pelaksanaannya dapat dipertahankan relatif konstan.

Berdasarkan hasil analisa air terproduksi diindikasikan bahwa air terproduksi mempunyai kecenderungan untuk membentuk *scale*. Masalah *scale* terutama disebabkan oleh kandungan ion terlarut (*dissolved solid*)  $Ca^{++}$  dan  $Mg^{++}$ . Oleh karena itu, ion-ion ini perlu dikurangi (atau dihilangkan) dengan mengubahnya menjadi senyawa yang tidak larut, sehingga dapat mengendap terlebih dahulu sebelum diinjeksikan ke sumur.

Untuk mencegah timbulnya masalah *scale*, dan korosi akibat dari padatan terlarut yang mungkin masih ada, maka diinjeksikan beberapa *inhibitor*.

### Ucapan Terimakasih

Kepada Tim PMT EOR Pertamina EP

### Daftar Pustaka

1. Craig, Forrest F, Jr, "The Reservoir Engineering Aspect of Waterflooding", SPE of AIME, New York, 1971.
2. Jhon Lee W., "Waterflooding Industry School", Class Note, 1995.
3. Thakur Ganesh C, "Integrated Reservoir Management", PennWell Books, Tulsa, Oklahoma, 1994
4. Willhite G. Paul, "Waterflooding", SPE Text Book Series Vol. 3, USA, 1986



## Lembar Tanya Jawab Moderator: Alfa Widyawan

- 1. Penanya :** Sri Utami Handayani

**Pertanyaan :** Ketika sumur akan diinjeksikan air, bagaimana cara mendeteksinya?

**Jawaban :** Sebelum menginjeksikan air, perlu dihitung remaining oilnya. Injeksi air akan efektif dilihat dari kapasitas produksinya. Diharapkan terjadi peningkatan produksi minyak. Fluida masuk dan keluar harus  $\geq 1$ , paling besar 1,6.
- 2. Penanya :** Santryo

**Pertanyaan :** Bagaimana peranan injeksi terhadap produksi dan tekanan?

**Jawaban :** Injeksi dilakukan untuk menaikkan produksi minyak dan menjaga kondisi tekanan reservoir (*pressure maintenance*). Jika air yang diinjeksikan dapat menaikkan produksi metode tersebut disebut dengan water flooding, prinsipnya untuk menaikkan produksi harus  $\Delta P$  harus tinggi.
- 3. Penanya :** Alfa W

**Pertanyaan :** Bagaimna mengklasifikasikan lapisan pada sumur?

**Jawaban :** Lapisan diklasifikasikan berdasarkan kedalaman sumur

