

## PERENCANAAN PATTERN FULL SCALE UNTUK SECONDARY RECOVERY DENGAN INJEKSI AIR PADA LAPANGAN “JAN” LAPISAN X1 DAN LAPISAN X2

Jannisto Harrison Mongan  
Jurusan Teknik Perminyakan Fakultas Teknologi Kebumihan dan Energi  
E-mail: jannistoo@gmail.com

### Abstrak

Lapangan “JAN” pada tugas akhir yang berjudul “Perencanaan Pattern Full Scale untuk Secondary Recovery dengan Injeksi Air Pada Lapangan JAN lapisan X1 dan lapisan X2” sudah berproduksi sejak tahun 1976. Seiring dengan berjalannya produksi, tekanan pada reservoir menurun, sampai sudah tidak dapat memenuhi nilai keekonomisannya. Perencanaan *pattern* yang digunakan pada tugas akhir ini adalah perencanaan *pattern* secara kualitatif. Perencanaan secara kualitatif adalah perencanaan yang dilakukan dengan menganalisis produksi dari suatu lapangan. Langkah-langkah yang harus dilakukan untuk analisis produksi antara lain adalah analisis *production performance*, analisis *scatter plot*, analisis *bubble map* terhadap *grid map*. Berdasarkan kesimpulan dapat terlihat *Pattern full scale* pada lapangan “JAN” merupakan tipe *peripheral*.

**Kata kunci:** *Pattern, Injeksi, Produksi, Waterflooding*

### Pendahuluan

Salah satu upaya peningkatan produksi minyak adalah dengan injeksi air. Untuk dapat meningkatkan produksi dengan injeksi air, diperlukan perencanaan *pattern* yang tepat dan sesuai keadaan sumur. Oleh karena itu diperlukan metode-metode khusus untuk merencanakan *pattern* agar meningkatkan produksi secara optimal. Studi pada lapangan “JAN” ini sendiri, oleh PT. PERTAMINA EP sudah mencapai tahap *pilot pattern* yang dilakukan pada tahun 2011 sampai tahun 2014. Dari hasil studi yang dilakukan oleh PT. PERTAMINA EP ini, diketahui bahwa injeksi air, dengan *pattern five spot* ini berhasil, dari awal produksi sebesar 27 bopd pada hari pada awal injeksi air yaitu pada 1 Desember 2011, menjadi sebesar 102 bopd pada 1 September 2014 sehingga diperlukan tindak lanjut yang berupa perencanaan *Pattern* untuk tahap *Full Scale*.

### Studi Pustaka

Pada Tugas akhir ini perencanaan *pattern* dilakukan secara kualitatif. Perencanaan secara kualitatif adalah perencanaan yang dilakukan dengan menganalisis produksi dari suatu lapangan. Langkah-langkah yang harus dilakukan untuk analisis produksi antara lain adalah analisis *production performance*, analisis *scatter plot*, analisis *bubble map* terhadap *grid map*.

Dengan ditemukannya jenis *drive mechanism* kita dapat menganalisis produksi dengan memperhatikan perilaku produksi sumur berdasarkan jenis *drive mechanism* nya. Dari analisis ini bisa didapatkan sumur apa saja yang dapat berperan di dalam *pattern* ini sebagai injeksi maupun produksi. Gambar 1 di bawah ini adalah plot produksi bulanan minyak, gas dan air (sumbu Y) dengan periode waktu produksi tahun 1965 sampai tahun 2013. Dari analisis *production performance* ini kita dapat melihat kinerja dari suatu lapangan tersebut. Dengan menampilkan *plot* produksi, *water cut*, *water injection*, dan *rate liquid* kita dapat melihat performa atau kinerja pada zona tersebut. *Bubble map* adalah suatu gambaran mengenai tingkah laku produksi berdasarkan base map dari struktur lapangan yang berbentuk lingkaran, dimana kita dapat menganalisis antara lain :

1. Gambaran tren perubahan produksi tiap sumur.
2. Gambaran kumulatif produksi tiap sumur.
3. Dapat mengetahui besarnya nilai dari radius pengurasan ( $r_e$ ) tiap sumur.
4. Dapat memberikan gambaran estimasi wilayah potensial pemboran baru (*infilldrilling*) apabila digabungkan (*overlay*) dengan *gridmap*.

Berdasarkan *base map*, pada *software* komputer dapat membuat gambaran berupa tingkah laku produksi dari tiap – tiap sumur dalam bentuk lingkaran (gelembung) berwarna, yang warnanya tergantung dari besarnya produksi sumur. Bentuk – bentuk lingkaran berwarna ini disebut dengan *Bubble map*. Pada pengamatan *bubble map* ini digunakan beberapa data pendukung untuk melihat gambaran pola penyebaran fluida, dimana *bubble map* di tumpuk (*overlay*) dengan data pendukung tersebut seperti *grid map* untuk properties permeabilitas dan porositas.

Untuk membuat Remaining Oil In Place Setiap Sumur, didapatkan dengan cara mengurangi hasil Cadangan awal minyak setiap sumur yang didapatkan dari analisis *Fetkovich Curve*, terhadap kumulatif produksi minyak setiap sumur.

$$ROIP = OOIP_{\text{sumur}} - N_{p\text{max}} \dots \dots \dots (3.7)$$

Metode *Fetkovich type curve* dalam *software* komputer pada dasarnya menganalisis ulang nilai Original Oil In Place (OOIP), mendapatkan nilai permeabilitas, nilai skin faktor dari tiap sumur pada suatu struktur.

Untuk mendapatkan hasil yang sesuai dengan keadaan setiap sumur, maka perlu dimasukan data Reservoir yang sesuai dengan keadaan tiap sumur tersebut. Data-data tersebut adalah data PVT (*pressure vs temperature*) dan juga beberapa data reservoir lainnya seperti besar API dan viskositas dari reservoir tersebut.

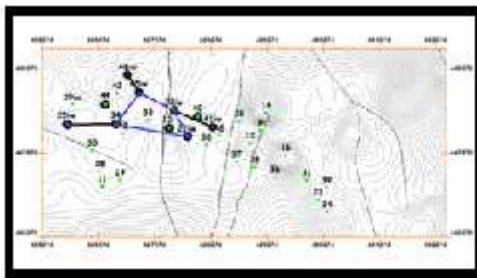
Analisis *ScatterPlot* ini dilakukan berdasarkan klasifikasi nilai *Oil Production* dan nilai *Water Cut*. Alasan dilakukan pengelompokan ini adalah untuk memudahkan dalam analisis tiap sumur, dimana dapat dilihat sumur mana yang mempunyai harga *Oil Production* dan *Water Cut* berdasarkan kategori *high*, *medium*, dan *low*. Pada analisis ini dikelompokan sumur – sumur dengan *oil production* cummulative dengan sumur – sumur dengan *water cut cummulative*. Berikut merupakan contoh analisis dari *scatter plot*.

## Metodologi Penelitian

Agar penulisan tugas akhir ini tidak menyimpang dari tujuan yang diinginkan, penulis hanya akan membahas perencanaan *pattern* dengan cara kualitatif. Perencanaan secara kualitatif adalah perencanaan yang dilakukan dengan menganalisis produksi dari suatu lapangan. Langkah-langkah yang harus dilakukan untuk analisis produksi antara lain adalah analisis *production performance*, analisis *scatter plot*, analisis *bubble map* terhadap *grid map*.

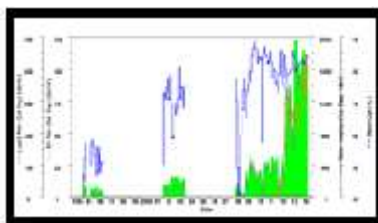
## Hasil dan Pembahasan

Sebelumnya pada lapangan ini telah dilakukan *pilot waterflooding* yang berfungsi sebagai sampel untuk mencoba apakah lapangan ini cocok dan sesuai apabila dilakukan *waterflooding*. Berikut merupakan gambar *pilot pattern* untuk penginjeksian lapangan gebang :



Gambar 5 *Pilot Project* lapangan “JAN”

Desain *pilot project* untuk penginjeksian *waterflooding* berfungsi untuk mengetahui keefektifan dan kereaktifan lapangan tersebut terhadap pengaruh injeksi air. Desain pilot project untuk lapangan “JAN” ini merupakan desain yang sudah dibuat oleh PT. Pertamina EP. Dan pada pilot project terlihat bahwa sumur JAN 10, target percobaan produksi merupakan *pilot pattern* itu sendiri. Jenis Pattern yang digunakan dalam studi *pilot project* ini adalah dengan menggunakan *five spot pattern*. Hasil dari penginjeksian air terhadap lapangan JAN 10 dapat dilihat di dalam grafik produksi :

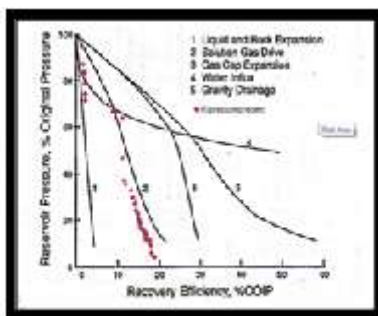


Gambar 6 Production Performance Pilot Project sumur JN 10

Dari grafik diatas, dapat dilihat bagaimana performa sumur JN 10 setelah dilakukannya injeksi air. Pada *pilot project* yang telah dilaksanakan oleh PT. Pertamina EP, diketahui laju produksi minyak sebelum injeksi pada 1 November 2011 adalah sebesar 29 bopd. Dengan dilakukannya injeksi air pada 1 Desember 2011 sampai pada akhir dari data lapangan yang ada, yaitu pada 1 September 2014 laju produksi minyak pada sumur JN 10 ini menjadi sebesar 102 bopd.

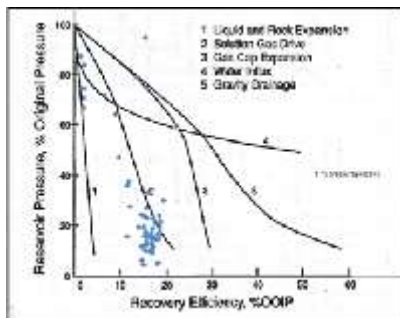
Agar kita dapat mengetahui *drive mechanism* yang terdapat di lapangan “JAN” lapisan X1 dan X2 maka digunakan metoda Ganesh Thakur, yaitu dengan melakukan *plot* (P/Pi) terhadap Np/N dalam persen,

Dari hasil analisis Ganesh Thakur diatas tersebut di dapat grafik sebagai berikut untuk lapisan X1:



Gambar 7 P/Pi versus Np/N Lapisan X1

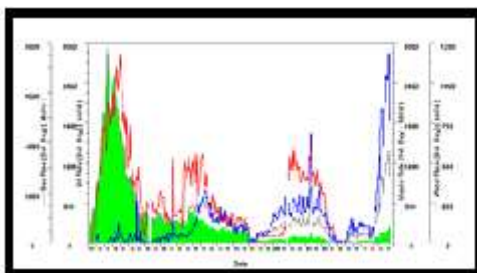
Dan juga dari hasil Analisis Ganesh Thakur didapatkan grafik sebagai berikut untuk lapisan X2:



Gambar 8 P/Pi versus Np/N Lapisan X2

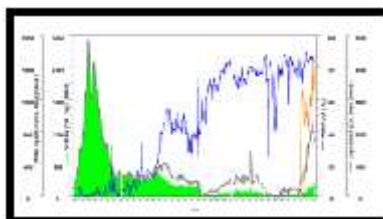
Dari *overlay* yang di dapat menunjukan bahwa lapangan “JAN” lapisan X1 dan lapisan X2 tersebut mempunyai *drive mechanism* yaitu *solution gas drive*.

Gambar 9 di bawah ini adalah plot produksi bulanan minyak, gas, air, dan total fluida (sumbu Y) dengan periode waktu produksi tahun 1976 sampai tahun 2014 pada lapangan “JAN”.



Gambar 9 Laju Produksi Minyak, Laju Alir Gas, Laju Alir

Dari hasil analisis plot pada gambar 9 menunjukan bahwa produksi minyak tertinggi pada lapisan X1 dan X2 pada lapangan “JAN” terjadi pada tahun 1979, dengan laju alir minyak sebesar 2912 BOPD *water cut* sebesar 4.6%.



Gambar 10 Plot Production Performance lapisan X1 dan lapisan X2

Gambar 10 menunjukan bahwa *water cut* pada tahun 2012 menurun, dan memasuki pertengahan tahun 2012 *water cut* meningkat menjadi 90% , hal ini menandakan bahwa memasuki tahun 2012 ada injeksi air pada X1 dan lapisan X2 sehingga *water cut* pun naik cukup drastis dan produksi minyak terus meningkat sampai tahun 2014 menjadi sebesar 255BOPD.

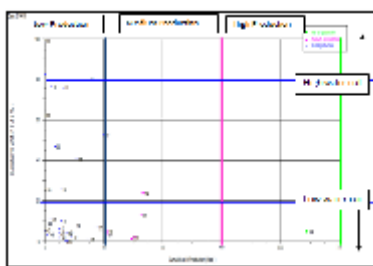
Tabel 1. Primary Peak Oil

Jenis	Kumulatif produksi	Tanggal
Minyak	2912 BOPD	6/1/1979
Laju Alir Air	6 BOPD	6/1/1979

Tabel 2 diatas menunjukkan data kuantitatif yang memperlihatkan besar *primary peak oil*. Setelah *primary peak oil* ini, laju produksi minyak semakin menurun sampai sebelum dilakukannya injeksi air pada 1 desember 2011..

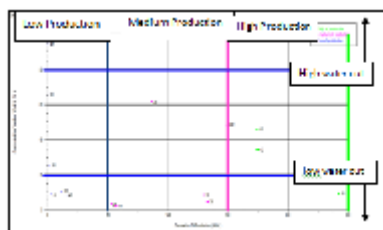
Analisis Scatter Plot pada lapisan X1 dan X2 ini dilakukan berdasarkan klasifikasi nilai *Oil Production* dan nilai *Water Cut*

Berikut ini adalah gambar serta klasifikasi analisis *Scatter Plot* Lapangan “JAN” lapisan X1 berdasarkan besar *Oil Production*.



Gambar 11 Cummulative Production lapisan X1

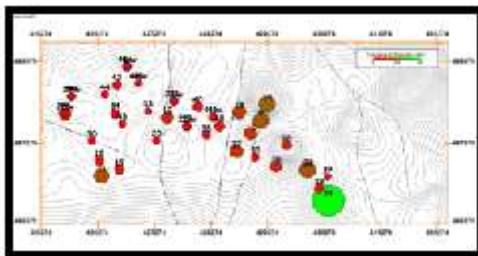
Dari hasil *scatter plot* di atas kita dapat menentukan mana sumur yang produksinya tergolong *high, medium* dan *low*. Dari hasil *scatter plot* di atas terdapat 1 sumur yang memiliki *high oil production* yaitu sumur JN24. Dengan *scatter plot* ini juga dapat diketahui sumur mana yang memiliki potensi untuk dilakukan injeksi, biasanya sumur injeksi masuk pada kategori *low oil production* dengan *water cut* yang tinggi



Gambar 12 Cummulative Production lapisan X2

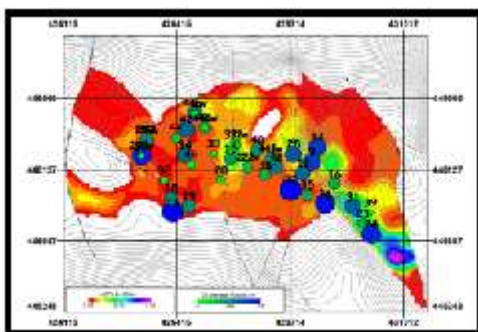
Pada hasil analisis *scatter plot* untuk lapisan X2 disimpulkan bahwa sumur JN 44, JN 35, JN 40, JN 29, JN 19, JN 32, JN 28, JN 38 dapat menjadi potensi sumur produksi disebabkan *watercut* yang masih kecil (<20%). Sedangkan untuk sumur JN 42 dapat menjadi sumur injeksi karena tingginya *watercut* (>80%).

Gambar 13 dibawah ini adalah bubble map dari nilai radius pengurasan (*re*) tiap sumur pada struktur X1. Dimana radius pengurasan adalah seberapa besar area dari radius pengurasan suatu sumur selama sumur tersebut terproduksi dan seberapa besar radius pengurasan tiap sumur sampai batas nilai keekonomian atau nilai presentasi dari faktor perolehan maksimum.



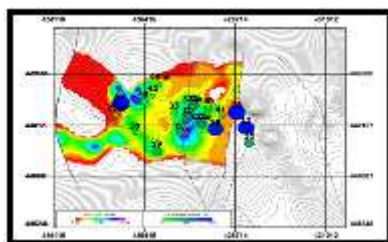
Gambar 13 Radius Pengurasan Pada Sumur-Sumur lapisan X1

Apabila *bubble map* dari *radius drainage* (*re*) digabungkan (*overlay*) dengan peta grid dari nilai HCPV, porositas, tebal zone permeabel, dimana nilai tersebut didapatkan dari pembacaan hasil logging tiap sumur. Maka didapatkan gambaran yang jelas area yang mempunyai potensial untuk dijadikan sumur produksi maupun injeksi. Radius pengurasan pada sumur-sumur pada lapangan “JAN” memiliki radius maksimal sebesar 576 ft.



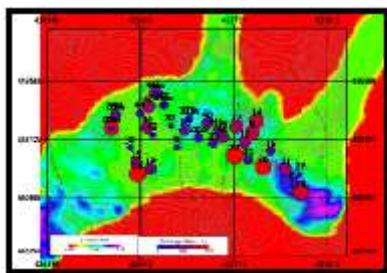
Gambar 14 Radius Pengurasan dan HCPV lapisan X1

Dari gambar 4.12 di atas dapat diketahui bahwa lapangan “JAN” lapisan X1 di titik – titik yang sudah dilakukan pengeboran atau yang sudah terdapat sumur memiliki nilai HCPV yang cukup baik. Pada analisis ini, terlihat bahwa sumur JN 10, JN 22, JN 32, JN 31, JN 39, JN 24 tersebut memiliki nilai HCPV yang baik yaitu diantara 0.75-1.5 m<sup>3</sup>.



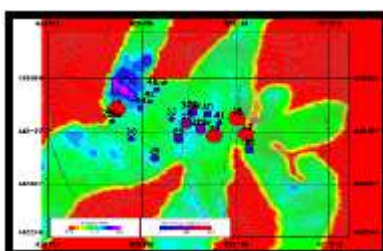
Gambar 15 Radius Pengurasan dan HCPV lapisan X2

Begitu juga dengan lapisan X2 terlihat beberapa potensi HCPV yang baik tetapi belum dilakukan pengeboran. Pada lapisan X2 ini juga terlihat bahwa terdapat sumur JN 29, JN 44, JN 20, JN 22, JN 10 sudah berada pada titik HCPV yang tinggi yaitu diantara 0.27 m<sup>3</sup>.– 0.54 m<sup>3</sup>. sehingga sumur ini memiliki potensi produksi.



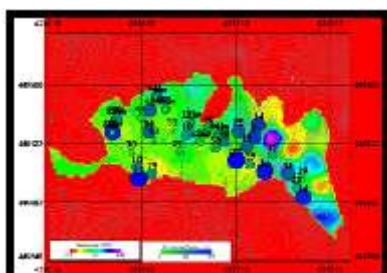
Gambar 16 Radius Pengurasan dan Porositas X1

Dari gambar 16 yaitu Radius pengurasan vs porositas dapat terlihat bahwa zona X1 secara keseluruhan memiliki porositas atau pori - pori yang sangat baik yaitu berkisar di (10% - 28%). Dari gambar kita dapat melihat lingkaran berwarna ungu ,



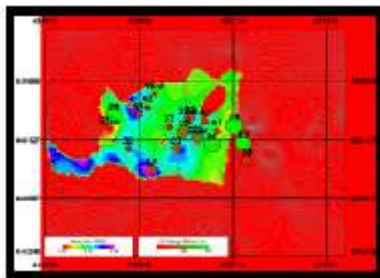
Gambar 17 Radius Pengurasan dan Porositas X2

Untuk lapisan X2 dapat terlihat bahwa lapisan X2 secara keseluruhan memiliki porositas atau pori - pori yang cukup baik yaitu berkisar di (10% - 23%). Sama seperti dengan *overlay* pada lapisan X1 terdapat daerah yang menunjukkan porositas yang baik, tetapi belum dilakukan pengeboran.



Gambar 18 Radius Pengurasan dan Netmap X1

Pada gambar 18 menunjukkan gabungan (*overlay*) antara bubblemap *oil drainage* dan *netsand* untuk lapisan X1, terlihat bahwa beberapa sumur memiliki kedalaman bersih yang cukup tebal seperti pada sumur JN 10, JN 31, JN 24 dengan kedalaman sebesar 4.21 m - 8.24 m.



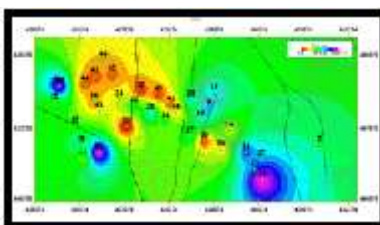
Gambar 19 Radius Pengurasan dan Netmap X2

Pada gambar 19 menunjukkan gabungan (overlay) antara bubblemap *oil drainage* dan *netsand* untuk lapisan X2, terlihat bahwa beberapa sumur memiliki kedalaman bersih yang cukup tebal. Dari sini kita dapat melihat sumur-sumur yang memiliki *netmap* yang besar (antara 5- 6.8 m) yaitu sumur JN 19, JN 20, JN 44. Sedangkan sumur yang memiliki *netmap* yang cukup besar (antara 1- 3.4 m) adalah JN 10, JN22, 40, dan JN46. Sisanya tergolong kecil.

Bubble Map Kumulatif Produksi terhadap Grid Map ROIP

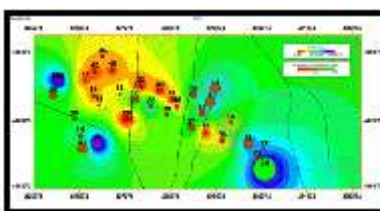
Sebelum kita dapat melakukan perbandingan antara kumulatif produksi dengan ROIP, diperlukan perhitungan cadangan setiap sumur. Untuk perhitungan cadangan setiap sumur dilakukan dengan metoda *fetkovich curve*.

Metode *Fetkovich type curve* dalam *software* komputer pada dasarnya menganalisis ulang nilai Original Oil In Place (OOIP), mendapatkan nilai permeabilitas, nilai skin faktor dari tiap sumur pada suatu struktur. Untuk mendapatkan cadangan minyak setiap sumur perlu dilakukan *matching trendline* dengan kurva *Fetkovich*. Berikut merupakan contoh gambar *trend line* yang sudah *match* dengan kurva *fetkovich*.



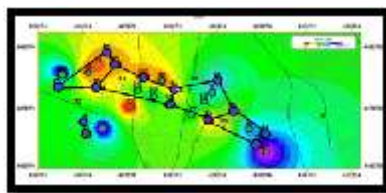
Gambar 21 Penyebaran ROIP pada base map lapangan “JAN”

Pada penyebaran ROIP diatas dapat terlihat jelas beberapa sumur yang masih memiliki potensi yang besar. Seperti pada sumur JN 24, JN 19 dan JN 29.



Gambar 22 Penyebaran ROIP dengan cumulative oil production





Gambar 22 Pattern full scale pada lapangan “JAN”

Berdasarkan sumur injeksi dan sumur produksi yang didapatkan dari hasil analisis sebelumnya, kita dapat menarik garis dan menyimpulkan *pattern* apa yang akan dibuat pada lapangan “JAN”. Diharapkan dari hasil *pattern* yang didapatkan dengan analisis produksi (metoda kualitatif) dapat menambah laju produksi dari lapangan “JAN” ini. Berikut merupakan gambar yang menunjukkan kesimpulan *pattern* yang akan dibuat pada lapangan “JAN”.

### Kesimpulan

Kesimpulan tugas akhir ini adalah :

- *Drive Mechanism* pada lapangan “JAN” ini *solution gas drive*.
- Dengan dilakukannya analisis *scatter plot* ini diketahui bahwa kandidat sumur produksi adalah sumur JN 24, JN12, JN38, JN10.
- Sumur produksi JN10 setelah *pilot project* terjadi peningkatan produksi. Sehingga lapangan “JAN” merupakan lapangan yang reaktif dan cocok untuk dilakukan injeksi dengan air (*waterflooding*).
- *Pattern* untuk injeksi yang digunakan adalah *peripheral*

### Daftar Pustaka

Ahmed, Tarek, Phd. PE., “Reservoir Engineering HandBook”, Publishing Company, Houston, Texas.

Dake, L.P., “Fundamental of Reservoir Engineering” The Hague, The Netherlands.  
Rukmana, Dadang (BPMIGAS), Dedy Kristanto “Teknik Reservoir Teori dan Aplikasi”, Yogyakarta., Januari 2012

Fayers, F. John., “Enhanced Oil Recovery” Bournemouth, U.K., September 21-23, 1981.

Fedella Esrar, Rasti, “Evaluasi Pelaksanaan Injeksi Air”, Tugas Akhir Jurusan Teknik Perminyakan Universitas Trisakti, Jakarta 2009.

<http://iatmismmigas.wordpress.com/2012/06/07/pengantar-studi-water-flood/>

John Lee, Dr. W, “Waterflooding Industry School Class Note Volume 1”

John Lee, Dr. W, “Waterflooding Industry School Class Note Volume 2”

Pradhitasari, Fitriyana Yuniastuti, “Evaluasi Kinerja Waterflooding Pada Lapisan “M” Sumur LS 135- LS 129 Blok VII Dengan Pola Direct Line Lapangan Sago Unit Bisnis PT PERTAMINA EP Lirik”, Skripsi Jurusan Teknik Perminyakan Fakultas Teknologi Mineral Universitas Pembangunan “Veteran” Nasional, Yogyakarta, 2011.