

SKRIPSI

**EVALUASI PENGGUNAAN SUMUR INJEKSI AIR
SEBAGAI PRESSURE MAINTENANCE DI STRUKTUR
X PT. PERTAMINA EP ASSET 2 PENDOPO FIELD**



**FAIRIAH HILWANI
03101002036**

JURUSAN TEKNIK PERTAMBANGAN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2014

S
622.507
Faj
e
2014

12.26506/27067



SKRIPSI

EVALUASI PENGGUNAAN SUMUR INJEKSI AIR SEBAGAI *PRESSURE MAINTENANCE* DI STRUKTUR X PT. PERTAMINA EP ASSET 2 PENDOPO *FIELD*



FAJRIAH HILWANI
03101002036

JURUSAN TEKNIK PERTAMBANGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2014

SKRIPSI
EVALUASI PENGGUNAAN SUMUR INJEKSI AIR
SEBAGAI *PRESSURE MAINTENANCE* DI STRUKTUR
X PT. PERTAMINA EP ASSET 2 PENDOPO *FIELD*

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik
pada Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya



OLEH
FAJRIAH HILWANI
03101002036

JURUSAN TEKNIK PERTAMBANGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2014

HALAMAN PENGESAHAN

EVALUASI PENGGUNAAN SUMUR INJEKSI AIR SEBAGAI *PRESSURE MAINTENANCE* DI STRUKTUR X PT. PERTAMINA EP ASSET 2 PENDOPO *FIELD*

SKRIPSI

Diajukan untuk melengkapi salah satu syarat
memperoleh gelar Sarjana Teknik



Oleh:

FAJRIAH HILWANI
03101002036

Pembimbing I

Ir. H. Maulana Yusuf, MS., MT.
NIP. 197111101999031005

Inderalaya, Mei 2014
Pembimbing II



Dr. Budhi Kuswan Susilo, ST., MT.
NIP. 195909251988111001

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Fajriah Hilwani

NIM : 03101002036

Judul : Evaluasi Penggunaan Sumur Injeksi Air sebagai *Pressure Maintenance*
di Struktur X PT. Pertamina EP Asset 2 Pendopo *Field*

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan Pembimbing sebagai penulis korespondensi (*corresponding author*).

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Inderalaya, Mei 2014

(Fajriah Hilwani)

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Fajriah Hilwani

NIM : 03101002036

Judul : Evaluasi Penggunaan Sumur Injeksi Air sebagai *Pressure Maintenance*
di Struktur X PT. Pertamina EP Asset 2 Pendopo *Field*

Menyatakan bahwa Skripsi saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan. Apabila ditemukan penjiplakan dalam Skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.



Inderalaya, Mei 2014



(Fajriah Hilwani)

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur Penulis panjatkan kepada Allah SWT atas berkat rahmat dan karuniaNya sehingga Penulis dapat menyelesaikan Skripsi dengan judul “Evaluasi Penggunaan Sumur Injeksi Air sebagai *Pressure Maintenance* di Struktur X PT. Pertamina EP Asset 2 Pendopo *Field*” mulai tanggal 6 Januari sampai 30 Januari 2014.

Penyusunan laporan Skripsi ini adalah untuk melengkapi syarat penyelesaian studi pada Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Penulis menyadari bahwa dalam penyelesaian Skripsi ini banyak melibatkan berbagai pihak yang memberikan bimbingan dan dukungan. Oleh karena itu pada kesempatan ini, Penulis mengucapkan terima kasih atas bantuan dan bimbingan dari Pembimbing I dan Pembimbing II yaitu Ir. H. Maulana Yusuf, MS., MT. dan Dr. Budhi Kuswan Susilo, ST., MT. Selain itu, Penulis juga menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Prof. Dr. Badia Parizade, MBA., selaku Rektor Universitas Sriwijaya.
2. Prof. Dr. Ir. H. M. Taufik Toha, DEA., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
3. Rr. Harminuke Eko, ST., MT., selaku Ketua Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Sriwijaya.
4. Bochori, ST., MT., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Sriwijaya.
5. Segenap Dosen Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Sriwijaya.
6. Samsiar Wisnu Wardana, selaku pembimbing lapangan di PT. Pertamina EP Asset 2 Pendopo *Field*.
7. Segenap staf dan karyawan PT. Pertamina EP Asset 2 Pendopo *Field*.
8. Seluruh teman-teman seperjuangan di Teknik Pertambangan Universitas Sriwijaya.

Penulis menyadari bahwa Skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Untuk itu, Penulis mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun. Akhir kata,

semoga Skripsi ini dapat berguna bagi para pembaca dan kemajuan ilmu pengetahuan di bidang perminyakan.

Indralaya, Mei 2014

Penulis.

EVALUASI PENGGUNAAN SUMUR INJEKSI AIR SEBAGAI *PRESSURE
MAINTENANCE* DI STRUKTUR X PT. PERTAMINA EP

ASSET 2 PENDOPO *FIELD*

(Fajriah Hilwani, Halaman, 2014)

ABSTRAK

Berkurangnya produksi minyak dari suatu reservoir dapat diakibatkan oleh makin menurunnya tekanan reservoir selama hidrokarbon diproduksi. Penurunan tekanan reservoir yang terjadi diakibatkan oleh pengosongan reservoir atau ketidakseimbangan antara volume fluida reservoir yang terproduksi dengan volume air dari akuifer yang menggantikannya. Oleh karena itu, diperlukan suatu metode yang dapat mempertahankan tekanan reservoir tersebut, salah satunya adalah injeksi air sebagai *pressure maintenance*. Evaluasi terhadap operasi *pressure maintenance* ini menggunakan persamaan *material balance*, yang bertujuan untuk menganalisa proses pengendalian tekanan reservoir pada reservoir Struktur X setelah dilakukannya injeksi air. Dari hasil analisa tersebut akan diketahui seberapa besar pengaruh operasi *pressure maintenance* tersebut terhadap pemeliharaan tekanan reservoir, kumulatif produksi, volume pengosongan reservoir (*reservoir voidage*) dan mekanisme pendorong reservoir. Berdasarkan hasil evaluasi yang dilakukan pada Struktur X, maka dapat disimpulkan penggunaan injeksi air sebagai *pressure maintenance* telah berhasil dengan baik. Hal ini terbukti dengan meningkatnya tekanan reservoir pada periode setelah dilakukannya injeksi air. Pada tahun awal injeksi air yaitu pada tahun 2001, kombinasi antara *water influx* dan air injeksi mampu mengendalikan penurunan tekanan reservoir pada Struktur X, bahkan tekanan reservoir meningkat kembali mulai tahun 2007 yang semula 1224,77 psia meningkat menjadi 1267,88 psia. Hal ini dikarenakan volume pengosongan reservoir mampu diimbangi sebesar 58,2 %. Bahkan pada akhir tahun 2011, volume pengosongan reservoir berhasil diimbangi hingga 88,5 % dan tekanan reservoirnya mencapai 1895,54 psia. Selain itu, tenaga pendorong reservoir pada Struktur X yang semula *depletion drive* dapat digantikan dengan *water drive* setelah dilakukannya injeksi air, bahkan *water drive reservoir* menjadi lebih dominan mulai tahun 2007 dan *Water Drive Index* (WDI) mencapai 84 % pada akhir tahun 2011.

Kata Kunci: Injeksi Air, *Pressure Maintenance*, *Water Influx*, *Reservoir Voidage*, *Drive Index*

*EVALUATION OF USING INJECTION WELL AS PRESSURE MAINTENANCE
IN STRUCTURE X PT. PERTAMINA EP ASSET 2 PENDOPO FIELD*

(Fajriah Hilwani, Halaman, 2014)

ABSTRACT

Decreasing of oil production from a reservoir can be caused by the dropping of reservoir pressure during hydrocarbons produced. Dropping of reservoir pressure occurs due to the emptiness of the reservoir or imbalance between volume of fluid reservoir reproduced with volume of water from aquifer that is replacing it. Therefore, we need a method to maintain the reservoir pressure, one of method is water injection as pressure maintenance. Evaluation of pressure maintenance operation is using material balance equation, which aims to analyze controlling process of reservoir pressure in reservoir Structure X after water injection. From the results of this analysis will be known how much influence of pressure maintenance operation to the maintenance of reservoir pressure, cumulative production, emptiness volume of reservoir (reservoir voidage) and drive mechanism of reservoir. Based on the evaluation that has done in structure X, it can be concluded that water injection as pressure maintenance has been successful. This is proved by the increasing of reservoir pressure in the period after water injection. In the beginning of water injection in 2001, combination of water influx and injection water is able to control the pressure drop in reservoir Structure X, even the reservoir pressure increase again which was originally started in 2007 which was 1224.77 psia up to 1267.88 psia. It can be caused the emptiness volume of reservoir is able to be offset till 58.2 % . Even at the end of 2011 , the emptiness volume of reservoir successfully offset till 88.5 % and reservoir pressure up to 1895.54 psia. In addition, drive mechanism in Structure X which is originally depletion drive can be replaced with water drive after water njection. Even water drive becomes more dominant started in 2007, and Water Drive Index (WDI) up to 84 % at the end of 2011.

Keywords: Water Injection, Pressure Maintenance, Water Influx, Reservoir Voidage, Drive Index

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB	
1. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Pembatasan dan Perumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat penelitian.....	3
1.5 Metode Penelitian.....	3
1.6 Kerangka Pemikiran Penelitian.....	4
2. TINJAUAN UMUM	
2.1 Sejarah Singkat PT. Pertamina EP Asset 2 Pendopo <i>Field</i>	7
2.2 Keadaan Umum PT. Pertamina EP Asset 2 Pendopo <i>Field</i>	9
2.3 Struktur Organisasi PT. Pertamina EP Pendopo <i>Field</i>	10
2.4 Lokasi Penelitian.....	11
2.5 Kondisi Geologi dan Stratigrafi Struktur X.....	12
2.6 Kegiatan Produksi Minyak dan Gas Bumi di Struktur X.....	15
3. DASAR TEORI	
3.1 <i>Pressure Maintenance</i>	18
3.2 <i>Water influx</i>	19
3.3 Mekanisme Pendorong pada Reservoir.....	21
3.3.1 <i>Water Drive Reservoir</i>	22
3.3.2 <i>Gas Cap Drive Reservoir</i>	23
3.3.3 <i>Depletion Drive Reservoir</i>	24
3.3.4 <i>Segregation Drive Reservoir</i>	26

3.3.5 <i>Combination Drive Reservoir</i>	28
3.4 <i>Persamaan Material Balance</i>	29
3.5 <i>Reservoir Voidage dan Reservoir Net Voidage</i>	35
4. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Pengaruh <i>Water Influx</i> Terhadap Volume Pengosongan Reservoir dan Tekanan Reservoir	36
4.1.1 Perhitungan <i>Water Influx</i>	39
4.1.2 Perhitungan <i>Reservoir Voidage dan Reservoir Net Voidage</i> tanpa Injeksi Air	44
4.2 Pengaruh Kombinasi antara <i>Water Influx</i> dan Air Injeksi Terhadap Volume Pengosongan Reservoir dan Tekanan Reservoir	47
4.3 Perhitungan Indeks Pendorong Reservoir (<i>Drive Index</i>)	51
5. KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	56
5.2 Saran	57

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1.1 Kerangka Pemikiran Penelitian.....	6
2.1 Struktur Organisasi PT. Pertamina EP Pendopo <i>Field</i>	11
2.2 Peta Lokasi Struktur X.....	12
2.3 Kolom Stratigrafi Cekungan Sumatera Selatan.....	13
3.1 Geometri Aliran Akuifer.....	20
3.2 <i>Water Drive Reservoir</i>	22
3.3 <i>Gas Cap Drive Reservoir</i>	24
3.4 <i>Depletion Drive Reservoir</i>	25
3.5 <i>Segregation Drive Reservoir</i>	27
3.6 <i>Combination Drive Reservoir</i>	28
4.1 Kurva Kumulatif <i>Water Influx</i>	43
4.2 Grafik Kumulatif <i>Reservoir Voidage</i> dan <i>Reservoir Net Voidage</i> tanpa Penggunaan Injeksi Air.....	47
4.3 Grafik Kumulatif <i>Reservoir Voidage</i> dan <i>Reservoir Net Voidage</i> dengan Penggunaan Injeksi Air.....	49
4.4 Kurva Perubahan Tekanan pada Struktur X.....	51
4.5 Kurva <i>Drive Index</i> pada Struktur X.....	53
4.6 Kurva Produksi Kumulatif pada Struktur X.....	54
A.1 Peta Kontur Struktur X dan Persebaran Sumur.....	59

DAFTAR TABEL

Tabel		Halaman
1.1	Metode Penyelesaian.....	5
2.1	Status Sumur Struktur X	16
4.1	Data Reservoir Struktur X	36
4.2	Data Produksi Kumulatif pada Struktur X	37
4.3	Data Air Injeksi Kumulatif	38
4.4	Data Lapangan Penunjang	39
4.5	Hasil Perhitungan Faktor Volume Formasi Dua Fasa	40
4.6	Hasil Perhitungan Nilai Perbandingan Produksi Kumulatif Gas dan Minyak	41
4.7	Hasil Perhitungan <i>Water Influx</i>	42
4.8	Hasil Perhitungan <i>Reservoir Voidage</i>	45
4.9	Hasil Perhitungan <i>Reservoir Net Voidage</i> tanpa Penggunaan Injeksi Air	46
4.10	Hasil Perhitungan <i>Reservoir Net Voidage</i> dengan Penggunaan Injeksi Air	48
4.11	Perubahan Tekanan pada Struktur X	50
4.12	Hasil Perhitungan <i>Drive Index</i> pada Struktur X	52
D.1	Persen Pengimbangan <i>Reservoir Voidage</i>	75

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
A. Peta Kontur dari Struktur X dan Persebaran Sumur	59
B. Perhitungan Faktor Volume Formasi Dua Fasa	60
C. Perhitungan <i>Water Influx</i>	63
D. Perhitungan <i>Reservoir Voidage</i> dan <i>Reservoir Net Voidage</i> ...	67
E. Perhitungan Indeks Pendorong Reservoir	76

HALAMAN PERSEMBAHAN

*Hidup ini lurus ke depan
dengan sedikit lirikan ke atas dan lirikan ke bawah*

Skripsi ini kupersembahkan untuk :

- ❖ *Mami dan Papa
Nani Febriani dan Zulkifli*
- ❖ *Kakak dan Adikku
Sri Restu Wulandari dan Muhammad
Burhan Yusuf*
- ❖ *Kekasih Hatiku
Surya Alam*
- ❖ *Teman Seperjuangan Teknik
Pertambangan '10*
- ❖ *Almamaterku*

BAB I

PENDAHULUAN



Laporan penelitian tersebut diawali dengan latar belakang dilakukannya penelitian, pembatasan dan perumusan masalah yang harus dievaluasi, tujuan penelitian, manfaat penelitian, metode penelitian yang digunakan, dan kerangka pemikiran penelitian. Semua hal tersebut diperlukan agar penelitian yang dilakukan dapat diselesaikan secara sistematis.

1.1. Latar Belakang

Berkurangnya produksi minyak dari suatu reservoir dapat diakibatkan oleh makin menurunnya tekanan reservoir, sehingga tekanan *drawdown* tidak mampu lagi memberikan laju produksi yang ekonomis. Tekanan reservoir yang menurun tersebut akan menyebabkan produksi minyak terpaksa dihentikan. Fenomena yang dijelaskan di atas bukan terjadi karena cadangan minyak yang tertinggal telah habis. Pada kenyataannya potensi cadangan minyak yang tertinggal (*remaining reserve*) masih cukup besar. Oleh karena itu, diperlukan suatu metode yang dapat mempertahankan tekanan reservoir agar perolehan minyak dari suatu reservoir dapat meningkat. Salah satu metodenya adalah injeksi air sebagai *pressure maintenance*.

Dalam pelaksanaannya, injeksi air dapat diklasifikasikan menjadi dua, yaitu *pressure maintenance* dan *secondary recovery*. *Pressure maintenance* umumnya dilaksanakan pada saat energi pendorong reservoir masih cukup besar untuk dapat mengalirkan minyak ke permukaan dengan laju produksi yang masih tinggi. Hal ini dilakukan agar tekanan reservoir sebagai energi pendorong tetap dalam kondisi yang tinggi atau dengan kata lain tidak mengalami penurunan yang tajam selama berlangsungnya produksi. Sedangkan pada *secondary recovery*, injeksi air dilakukan pada saat tekanan reservoir sudah tidak mampu lagi mendorong minyak dengan tenaga reservoirnya sendiri dan laju produksinya sudah rendah. Hal ini dilakukan untuk mendesak cadangan minyak sisa yang masih tertinggal dalam reservoir. Kedua cara tersebut dalam injeksi air prinsipnya adalah sama, yaitu dengan menginjeksikan air ke dalam reservoir sebagai tambahan energi dari luar.

Pada kenyataan di lapangan, tekanan reservoir pada Struktur X mengalami penurunan semenjak tahun awal produksi. Penurunan tekanan yang tajam terjadi pada tahun ketiga produksi yaitu sebesar 405,15 psia, yang semula 2326,46 psia turun menjadi 1921,31 psia (Pertamina, 2006). Penurunan tekanan reservoir tersebut diindikasikan sebagai akibat dari tidak seimbangnya volume pengosongan reservoir dengan besarnya *water influx* yang masuk ke dalam reservoir. Proses pengendalian tekanan reservoir pada kondisi yang stabil dan relatif tinggi dapat dicapai apabila volume *water influx* dari akuifer ditambah dengan volume air injeksi dapat seimbang dengan volume pengosongan reservoir.

1.2. Pembatasan dan Perumusan Masalah

Dalam mengevaluasi penggunaan sumur injeksi air sebagai *pressure maintenance* pada Struktur X Pendopo *field*, maka terdapat beberapa hal sebagai pembatasan masalahnya. Lokasi penelitian dibatasi hanya dilakukan pada Struktur X PT. Pertamina EP Asset 2 Pendopo *field*. Kemudian keberhasilan penggunaan sumur injeksi yang dievaluasi pada Struktur X adalah terbatas pada operasi *pressure maintenance*, bukan pada proyek *secondary recovery*. Evaluasi tersebut dilakukan pada periode sebelum dan setelah dilakukan injeksi air dengan menggunakan persamaan *material balance*, dimana variabel yang diteliti meliputi besarnya *water influx*, volume pengosongan reservoir dan mekanisme pendorong reservoir dengan perhitungan nilai *drive index*.

Sedangkan beberapa permasalahan yang harus dievaluasi dalam penggunaan sumur injeksi air sebagai *pressure maintenance* tersebut antara lain:

1. Apakah penurunan tekanan reservoir pada Struktur X disebabkan oleh ketidakmampuan *water influx* mengimbangi volume pengosongan reservoir?
2. Apakah kombinasi antara *water influx* dan air injeksi mampu mengimbangi volume pengosongan reservoir dan mengendalikan penurunan tekanan reservoir setelah dilakukannya injeksi air sebagai *pressure maintenance*?
3. Apakah injeksi air sebagai *pressure maintenance* mempengaruhi karakteristik mekanisme pendorong yang bekerja pada reservoir Struktur X Pendopo *field*?

1. Studi Literatur

Guna mendapatkan hasil-hasil penelitian yang memiliki validitas tinggi, maka dibutuhkan studi literatur. Studi literatur tersebut berupa tinjauan pustaka yang mempunyai kaitan erat dengan isi materi penelitian.

2. Observasi Lapangan

Data yang digunakan dalam penelitian ini didapatkan secara langsung melalui penelitian di lapangan. Data lapangan ini berupa data yang diperlukan dalam penyelesaian penelitian. Data tersebut meliputi data tekanan reservoir, produksi minyak kumulatif, produksi gas kumulatif, produksi air kumulatif, air injeksi kumulatif, faktor volume formasi minyak, faktor volume formasi gas, faktor volume formasi air, kelarutan gas, cadangan mula-mula dan waktu produksi. Sedangkan untuk data pendukung meliputi peta lokasi, jumlah sumur dan status sumur, serta peta-peta geologi.

3. Pengolahan dan Analisa Data

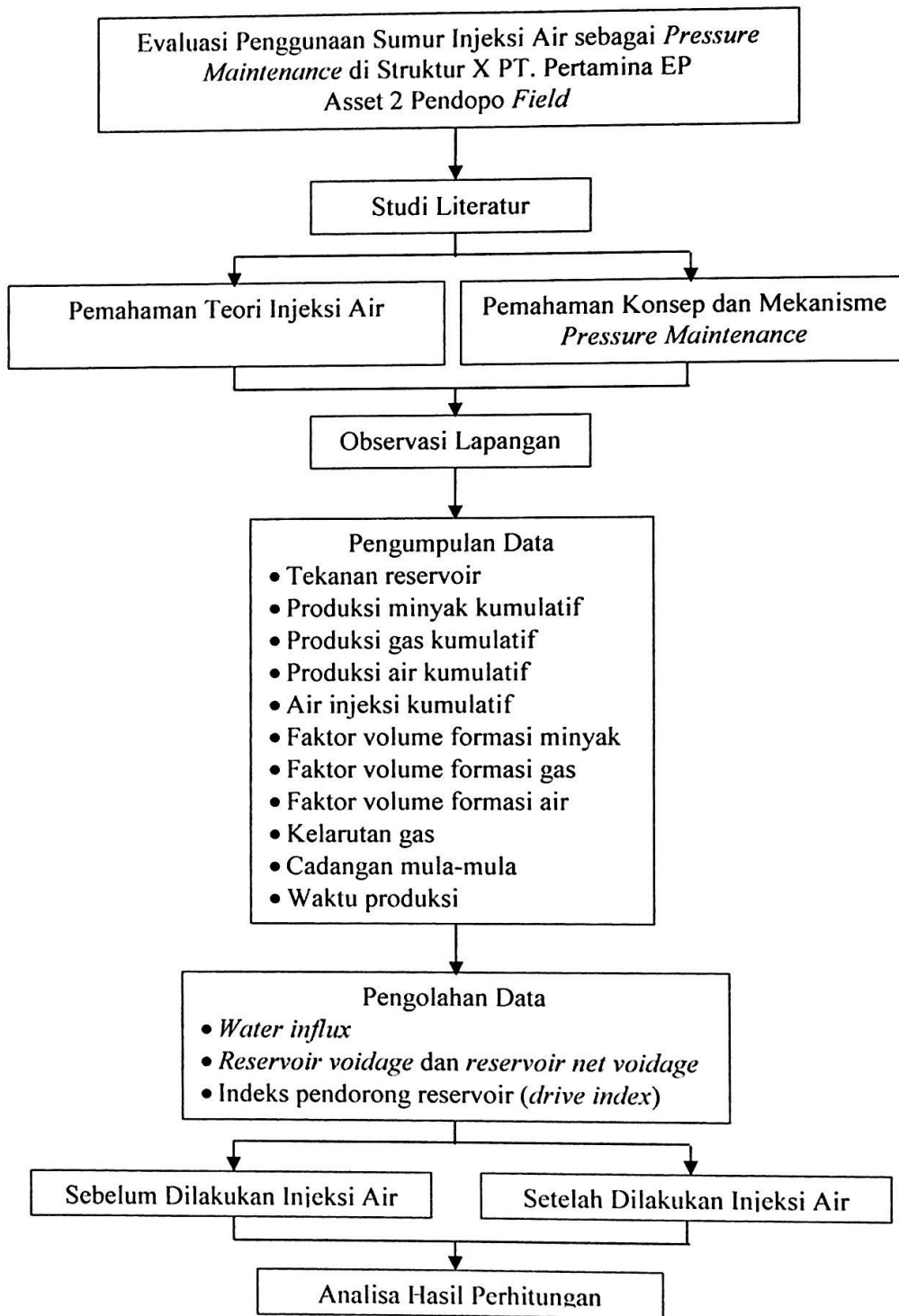
Data yang telah diperoleh selanjutnya diolah menggunakan persamaan *material balance*. Perhitungan yang dilakukan meliputi penentuan besarnya volume perembesan air (*water influx*), volume pengosongan reservoir (*reservoir voidage*) dan *reservoir net voidage*. Kemudian dilanjutkan dengan analisa karakteristik mekanisme pendorong yang bekerja pada reservoir Struktur X Pendopo *field* berdasarkan perhitungan indeks pendorong (*drive index*). Metode penyelesaian dengan menggunakan persamaan *material balance* tersebut dapat memecahkan masalah yang telah dirumuskan. Dengan demikian tujuan penelitian yang diinginkan dapat tercapai (Tabel 1.1).

1.6. Kerangka Pemikiran Penelitian

Di dalam melakukan penelitian ini guna mendapatkan hasil-hasil yang akan dicapai sesuai dengan tujuan penelitian maka dibuat suatu kerangka pemikiran penelitian (Gambar 1.1). Proses penelitiannya dimulai dengan studi literatur berupa pemahaman teori injeksi air serta pemahaman konsep dan mekanisme *pressure maintenance*. Kemudian dilanjutkan dengan observasi lapangan, pengumpulan data, pengolahan data, dan terakhir adalah analisa hasil perhitungan.

Tabel 1.1. Metode Penyelesaian

No	Perumusan Masalah	Tujuan Penelitian	Metode Penyelesaian
1.	Apakah penurunan tekanan reservoir pada Struktur X disebabkan oleh ketidakmampuan <i>water influx</i> mengimbangi volume pengosongan reservoir?	Menentukan besarnya <i>water influx</i> pada Struktur X Pendopo <i>field</i> yang berpengaruh pada volume pengosongan reservoir dan tekanan reservoir.	Menggunakan persamaan <i>material balance</i> . Sebelum injeksi air : $W_c = N_p \{B_o + (R_p - R_s) B_g\} + W_p B_w - N(B - B_i)$ Setelah injeksi air : $W_c = N_p \{B_o + (R_p - R_s) B_g\} + W_p B_w - N(B - B_i) - W_i$ <i>Reservoir voidage</i> : $V = N_p \{B_o + (R_p - R_s) B_g\} + W_p B_w$ RNV sebelum injeksi air : $RNV = N_p \{B_o + (R_p - R_s) B_g\} + W_p B_w - W_c$
2.	Apakah kombinasi antara <i>water influx</i> dan air injeksi mampu mengimbangi volume pengosongan reservoir dan mengendalikan penurunan tekanan reservoir setelah dilakukannya injeksi air sebagai <i>pressure maintenance</i> ?	Menentukan besarnya volume pengosongan reservoir setelah dilakukannya injeksi air yang berpengaruh pada pengendalian tekanan reservoir pada Struktur X Pendopo <i>field</i> .	Menggunakan persamaan <i>material balance</i> . RNV setelah injeksi air : $RNV = N_p \{B_o + (R_p - R_s) B_g\} + W_p B_w - W_c - W_i$
3.	Apakah injeksi air sebagai <i>pressure maintenance</i> mempengaruhi karakteristik mekanisme pendorong yang bekerja pada reservoir Struktur X Pendopo <i>field</i> ?	Menentukan karakteristik mekanisme pendorong yang bekerja pada reservoir Struktur X Pendopo <i>field</i> berdasarkan indeks pendorong (<i>drive index</i>) sebelum dan setelah dilakukan injeksi air.	Menggunakan persamaan <i>material balance</i> berupa kombinasi antara <i>depletion drive reservoir</i> dan <i>water drive reservoir</i> . $DDI = \frac{N(B_i - B_u)}{N_p \{B_o + (R_p - R_s) B_g\}}$ $WDI = \frac{W_c - W_p B_w}{N_p \{B_o + (R_p - R_s) B_g\}}$ Setelah injeksi air, maka : $WDI = \frac{W_c + W_i - W_p B_w}{N_p \{B_o + (R_p - R_s) B_g\}}$



Gambar 1.1. Kerangka Pemikiran Penelitian

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed, T., 2001. "*Reservoir Engineering Handbook (Second Edition)*". Houston: Gulf Publishing Company.
- Ahmed, T., 2006. "*Reservoir Engineering Handbook (Third Edition)*". Houston: Gulf Publishing Company.
- Amyx, J. W. dan Bass, D. M., 1960. "*Petroleum Reservoir Engineering: Physical Properties*". New York: Mc.Graw Hill Book Co.
- Craft, B. C. dan Hawkins, M. F., 1991. "*Applied Petroleum Reservoir Engineering (Second Edition)*". New Jersey: Englewood Cliffs.
- Dake, L. P., 1978. "*Fundamentals of Reservoir Engineering*". Netherland: Elsevier Scientific Publishing Co.
- Kristanto, D. dan Santoso A. P., 2003. "Evaluasi Penggunaan Injeksi Air untuk *Pressure Maintenance* pada Reservoir Lapangan Minyak". Yogyakarta: Universitas Pembangunan Nasional.
- Lyons, W. C., 1996. "*Standart Handbook of Petroleum and Natural Gas Engineering*". Houston: Gulf Publishing Company.
- Pertamina, 2006. "*Plan of Further Development (Progress) Struktur X*". PT. Pertamina EP Asset 2 Pendopo Field.
- Pertamina, 2009. "Sejarah PT. Pertamina Region Sumatera Pendopo Field". PT. Pertamina EP Asset 2 Pendopo Field.
- Pertamina, 2011. "Laporan Rekapitulasi Data Lapangan Struktur X". PT. Pertamina EP Asset 2 Pendopo Field.
- Rukmana, D., 2011. "Teknik Reservoir: Teori dan Aplikasi". Yogyakarta: Pohon Cahaya.