

**ANALISIS *BOTTLENECK* PADA SISTEM PRODUKSI
DI SUATU LAPANGAN MINYAK YANG TERDIRI TIGA
RESERVOIR BERBEDA**

TESIS

**Karya tulis sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Magister dari
Institut Teknologi Bandung**

Oleh

AZZALZALAH

NIM: 22206003

Program Studi Teknik Perminyakan



**PROGRAM PASCASARJANA
DEPARTEMEN TEKNIK PERMINYAKAN
INSTITUT TEKNOLOGI BANDUNG
2009**

ABSTRACT

BOTTLENECK ANALYSIS OF PRODUCTION SYSTEM IN OIL FIELD WITH THREE DIFFERENT RESERVOIR

By
AZZALZALAH
NIM: 22206003

Advisor: Ir. Leksono Mucharam, M.Sc., Ph.D
(February, 2009)

As we know, oil consumption is increased day by day, so many ways has been done to increase oil production. There are some ways to increase oil production such as infill wells drilling, pipeline optimization with optimum cost, so it will be appropriated to do the research about pipeline design to enhance oil recovery.

Objective of this thesis are to study the things that will influence to design of pipeline, to obtain the incremental of recovery factor, to obtain bottleneck index, and economical analysis of the pipeline design.

Steps of this research are to study the things that will influence to design of pipeline. Simulate some optimizations of pipeline design using FPT (*Field Planning Tool*), calculate bottleneck index, and economical analysis for all of pipeline optimizations.

The result from this research are some things that will influence to design of pipeline which is bottleneck index, has bottleneck index is nearest to one, and also has the optimum cost.

ABSTRAK

ANALISIS *BOTTLENECK* PADA SISTEM PRODUKSI DI SUATU LAPANGAN MINYAK YANG TERDIRI TIGA RESERVOIR BERBEDA

Oleh
AZZALZALAH
NIM: 22206003

Pembimbing: Ir. Leksono Mucharam, M.Sc., Ph.D
(Februari 2009)

Seiring dengan semakin meningkatnya kebutuhan minyak, maka berbagai cara dilakukan untuk dapat menaikkan produksi minyak. Adapun beberapa cara yang dapat dilakukan diantaranya adalah dengan cara menambah jumlah sumur produksi, ataupun melakukan optimisasi transportasi jalur produksi minyak dengan biaya yang optimum. Penulis merasa perlu dilakukan suatu penelitian untuk dapat mengetahui cara peningkatan produksi manakah yang paling optimum dilakukan. Oleh sebab itu penulis melakukan studi mengenai desain analisis fasilitas produksi untuk peningkatan perolehan minyak.

Tujuan dari tesis ini adalah untuk mengetahui parameter yang mempengaruhi desain *facilities* sehingga transportasi jalur produksi minyak berjalan optimal, untuk mengetahui besarnya kenaikan *recovery factor (RF)* setelah dilakukan optimisasi transportasi jalur produksi minyak, untuk mengetahui *bottleneck* indeks dan *flow* indeks dari berbagai optimisasi yang dilakukan, untuk mengetahui nilai ekonomis dari optimisasi transportasi jalur produksi minyak dibandingkan dengan menambah jumlah sumur (*infill wells*).

Langkah-langkah penelitian tesis yang dilakukan yaitu untuk mengetahui parameter yang mempengaruhi desain jaringan pipa sehingga transportasi jalur produksi minyak berjalan optimal dan dengan biaya yang optimum. Dilakukan berbagai macam optimisasi jaringan pipa dengan simulasi FPT, menghitung *bottleneck* indeks dan *flow* indeks, dan melakukan analisis keekonomian terhadap berbagai macam optimisasi.

Dari hasil penelitian mengenai analisis desain jaringan pipa, didapatkan hasil bahwa optimisasi dengan cara penggantian diameter pipa, supaya memiliki nilai *flow* indeks yang sama antar segmen jaringan, dan memiliki nilai *bottleneck* indeks yang paling mendekati satu (tidak ada *bottleneck*), dan biaya yang optimum.

**ANALISIS *BOTTLENECK* PADA SISTEM PRODUKSI
DI SUATU LAPANGAN MINYAK YANG TERDIRI TIGA
RESERVOIR BERBEDA**

**Oleh
AZZALZALAH
NIM: 22206003**

Program Studi Teknik Perminyakan
Institut Teknologi Bandung

Menyetujui:
Pembimbing Tesis
Tanggal:

Pembimbing:

Ir. Leksono Mucharam, M.Sc., Ph.D

NIP: 130 890 236

PEDOMAN PENGGUNAAN TESIS

Tesis S2 yang tidak dipublikasikan terdaftar dan tersedia di Perpustakaan Institut Teknologi Bandung, dan terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta ada pada pengarang dengan mengikuti aturan HaKI yang berlaku di Institut Teknologi Bandung, referensi kepustakaan diperkenankan dicatat, tetapi pengutipan atau peringkasan hanya dapat dilakukan seizin pengarang dan harus disertai dengan kebiasaan ilmiah untuk menyebutkan sumbernya.

Memperbanyak atau menerbitkan sebagian atau seluruh tesis haruslah seizin Direktur Program Pascasarjana, Institut Teknologi Bandung.

*Lillahi Ta'ala, Tawakaltu Allahu
Kupersembahkan untuk Keluargaku Tercinta*

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji dan syukur senantiasa penulis panjatkan kehadiran ALLAH SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penyusunan tesis yang berjudul “*Analisis Bottleneck Pada Sistem Produksi Di Suatu Lapangan Minyak Yang Terdiri Tiga Reservoir Berbeda*” dapat diselesaikan dengan baik.

Tesis ini merupakan salah satu syarat yang harus dipenuhi dalam rangka menyelesaikan program studi magister pada Program Studi Teknik Perminyakan, Fakultas Ilmu Kebumihan dan Teknologi Mineral, Institut Teknologi Bandung.

Terselesaikannya tesis ini tidak lepas dari bantuan, bimbingan, serta dorongan yang telah diberikan secara tulus dan ikhlas oleh berbagai pihak. Untuk itu, pada kesempatan ini penulis ingin menghaturkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Keluarga tercinta yang tak mungkin terbalaskan segala kasih dan sayangnya, Mama, Kak Eka, Om Udo, Tante Narti, Ginda.
2. Ir. Leksono Mucharam, M.Sc, Ph.D, selaku dosen pembimbing tesis dan merupakan figur pendidik yang penulis kagumi. Terima kasih atas setiap bimbingan, dukungan, masukan, pesan, serta nasehat berharga yang telah diberikan selama ini.
3. Ir. Taufan Marhaendrajana, M.Sc, Ph.D, selaku Ketua Program Studi Teknik Perminyakan ITB.
4. Dr. Ir. Arsegianto selaku Sekretaris Program Studi Teknik Perminyakan ITB.
5. Prof. Septo Siregar selaku Dosen Wali S2 angkatan 2005.
6. Seluruh dosen Program Studi Teknik Perminyakan ITB atas setiap ilmu yang bermanfaat yang diberikan kepada penulis selama ini.
7. Pak Acep Kundrat selaku administrator S2 yang selalu siap membantu.
8. Staf administrasi, perpustakaan departemen, dan laboratorium komputer Teknik Perminyakan ITB.

9. Rekan-rekan S2 angkatan 2006, serta rekan-rekan alumni S2 yang selalu kompak.
10. Mas Amega Yasutra, S.T., M.T. yang selalu siap membantu.
11. “My soulmate Ririn Mariyana, S.T, M.T” yang selalu memberikan dukungan selama penulis menyelesaikan tesis ini.
12. Serta semua pihak yang telah membantu penulis baik secara langsung maupun melalui doa selama penulis menyelesaikan tesis ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Semoga seluruh amal kebbaikannya dibalas dan dilipatgandakan oleh Allah SWT. Amin. Penulis menyadari banyaknya kekurangan dalam penyusunan tesis ini, juga permohonan maaf yang setulus-tulusnya apabila terdapat perbuatan maupun perkataan yang kurang berkenan akibat kelalaian penulis selama ini. Dengan segala kerendahan hati penulis menerima setiap kritik dan saran yang membangun. Sebagai penutup, penulis berharap semoga tesis ini dapat bermanfaat bagi kemajuan kita bersama, khususnya bagi penulis pribadi. Amin.

Bandung, Februari 2009

AZZALZALAH

DAFTAR ISI

JUDUL.....	i
ABSTRACT.....	ii
ABSTRAK.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iv
PEDOMAN PENGGUNAAN TESIS.....	v
LEMBAR DEDIKASI.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
DAFTAR LAMBANG.....	xvii
 Bab I Pendahuluan	 1
I.1 Latar Belakang.....	1
I.2 Masalah yang dikaji.....	2
I.3 Tujuan Penelitian	2
I.4 Batasan Masalah	3
I.5 Metodologi Penelitian.....	3
I.6 Sistematika Penulisan	4
I.7 Daftar Pustaka.....	5
I.8 Lampiran.....	5
 Bab II Tinjauan Pustaka	 6
II.1 Sistem Produksi.....	6
II.2 Konsep Aliran Pada Pipa.....	7
II.3 Aliran Fluida Dua Fasa.....	8
II.4 Faktor Gesekan.....	12

Bab III	Metodologi Penelitian.....	15
III.1	Diagram Alir Penelitian	15
III.2	Metodologi Penelitian	16
III.3	Gambaran Tentang Simulator	17
Bab IV	Pembuatan Model Reservoir dan Model Fasilitas Produksi	31
IV.1	Pembuatan Model Fasilitas Produksi Menggunakan Pipesim.....	31
IV.2	Pembuatan Model Reservoir Menggunakan Eclipse	31
Bab V	Hasil Studi Dan Analisis.....	40
V.1	Kasus Awal	40
V.2	Menambah Tiga Sumur Baru (<i>Infill Wells</i>).....	48
V.3	Analisis Keekonomian.....	56
V.4	Kinerja Reservoir Tanpa Fasilitas.....	60
V.5	<i>Bottleneck</i> Indeks.....	62
V.6	Optimisasi Sistem Produksi Minyak.....	65
V.7	<i>Flow</i> Indeks.....	80
Bab VI	Kesimpulan Dan Saran.....	81
VI.1	Kesimpulan	81
VI.2	Saran.....	82
DAFTAR PUSTAKA		83
LAMPIRAN.....		84

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1	Skema Sistem Produksi.....	6
Gambar II.2	Aliran Fluida Pada Jaringan Pipa.....	8
Gambar II.3	Prinsip Sistem Aliran Fluida Pada Pipa.....	9
Gambar II.4	Skema Arah Aliran Pada Suatu Sistem Produksi.....	11
Gambar III.1	Diagram Alir Penelitian.....	15
Gambar III.2	Input Sifat Fisik Black Oil.....	21
Gambar III.3	Simbol well, source, sink, manifold	22
Gambar III.4	Data Masukan Sumur.....	23
Gambar III.5	Data Masukan Sink.....	24
Gambar III.6	Data Masukan Branch.....	25
Gambar III.7	Data Masukan Flowline.....	25
Gambar III.8	Data Masukan Source.....	27
Gambar IV.1	Harga Permeabilitas Relatif Model Terhadap Saturasi Air.....	33
Gambar IV.2	Model Reservoir.....	34
Gambar IV.3	Saturasi Minyak Per Layer	35
Gambar IV.4	NTG (Net To Gross) Per Layer	35
Gambar IV.5	Porositas Per Layer	36
Gambar IV.6	Permeabilitas Per Layer.....	36
Gambar IV.7	IPR Sumur 1.....	37
Gambar IV.8	IPR Sumur 2.....	37
Gambar IV.9	IPR Sumur 3.....	37
Gambar IV.10	IPR Sumur 4.....	38
Gambar IV.11	Plot BHP vs. RF	38
Gambar V.1	Saturasi Minyak Awal Kasus Awal	40
Gambar V.2	Inisialisasi Model Reservoir Kasus Awal.....	40
Gambar V.3	<i>Cross Section</i> Reservoir Kasus Awal.....	41
Gambar V.4	Tekanan Reservoir Lapangan Kasus Awal.....	41
Gambar V.5	Model Jaringan Kasus Awal.....	42

Gambar V.6	Informasi Jaringan Kasus Awal.....	42
Gambar V.7	Produksi Minyak Kasus Awal Menggunakan Eclipse.....	43
Gambar V.8	Produksi Minyak Kasus Awal Menggunakan Pipesim.....	44
Gambar V.9	Validasi Hasil Koneksi Eclipse dan Pipesim Menggunakan FPT.....	44
Gambar V.10	BHP Kasus Awal.....	45
Gambar V.11	Laju Produksi Flowline Kasus Awal.....	45
Gambar V.12	Kumulatif Produksi Kasus Awal.....	46
Gambar V.13	Produksi Minyak Per Tahun Kasus Awal.....	47
Gambar V.14	Kumulatif Produksi dan Laju Produksi di Sink Kasus Awal.....	47
Gambar V.15	Saturasi Minyak Awal Tiga <i>Infill Wells</i>	48
Gambar V.16	Model Jaringan Tiga <i>Infill Wells</i>	49
Gambar V.17	Informasi Jaringan Tiga <i>Infill Wells</i>	49
Gambar V.18	Laju Alir Well Prod4 Memakai Pipesim dan Eclipse Terhubung.....	50
Gambar V.19	Validasi Hasil Koneksi Eclipse dan Pipesim Menggunakan FPT.....	51
Gambar V.20	BHP dan Laju Produksi Tiga <i>Infill Wells</i>	51
Gambar V.21	Laju Produksi Flowline Tiga <i>Infill Wells</i>	52
Gambar V.22	Kumulatif Produksi Kasus Awal Tiga <i>Infill Wells</i>	53
Gambar V.23	Produksi Per Tahun Tiga <i>Infill Wells</i>	53
Gambar V.24	Kumulatif Produksi dan Laju Produksi di Sink Tiga <i>Infill Wells</i>	54
Gambar V.25	Perbandingan Kumulatif Produksi Kasus Awal dan <i>Infill Wells</i>	55
Gambar V.26	Kumulatif Produksi dan Tekanan Lapangan X.....	61
Gambar V.27	Laju Alir Lapangan X.....	61
Gambar V.28	<i>Bottleneck</i> Indeks Kasus Awal.....	62
Gambar V.29	Laju Alir Produksi Sumur Kasus Awal.....	62
Gambar V.30	Sistem Facilities Optimisasi 1.....	66
Gambar V.31	Incremental Cumulative Oil Per Well Optimisasi 1.....	66
Gambar V.32	Sistem Fasilitas Optimisasi 2.....	67
Gambar V.33	Incremental Cumulative Oil Per Well Optimisasi 2.....	68
Gambar V.34	Sistem Fasilitas Optimisasi 3.....	68
Gambar V.35	Incremental Cumulative Oil Per Well Optimisasi 3.....	69

Gambar V.36	Sistem Fasilitas Optimisasi 4.....	70
Gambar V.37	Incremental Cumulative Oil Per Well Optimisasi 4.....	71
Gambar V.38	Sistem Fasilitas Optimisasi 5.....	71
Gambar V.39	Incremental Cumulative Oil Per Well Optimisasi 5.....	72
Gambar V.40	Sistem Fasilitas Optimisasi 6.....	73
Gambar V.41	Incremental Cumulative Oil Per Well Optimisasi 6.....	74
Gambar V.42	Sistem Fasilitas Optimisasi 7.....	74
Gambar V.43	Incremental Cumulative Oil Per Well Optimisasi 7.....	75
Gambar V.44	Sistem Fasilitas Optimisasi 8.....	76
Gambar V.45	Incremental Cumulative Oil Per Well Optimisasi 8.....	77
Gambar V.46	Sistem Fasilitas Optimisasi 9.....	77
Gambar V.47	Incremental Cumulative Oil Per Well Optimisasi 9.....	78

DAFTAR TABEL

Tabel IV.1	Data Reservoir.....	31
Tabel IV.2	Tekanan terhadap FVF dan viskositas.....	32
Tabel IV.3	Data Permeabilitas Relatif Air - Minyak.....	32
Tabel IV.4	Original In Place.....	34
Tabel IV.5	BHP dan Qo Berdasarkan Hasil Simulasi.....	38
Tabel V.1	Tabel Informasi Jaringan Kasus Awal.....	43
Tabel V.2	Produksi Minyak Per Tahun Kasus Awal.....	46
Tabel V.3	Kumulatif Produksi Minyak Kasus Awal.....	48
Tabel V.4	Faktor perolehan Minyak Kasus Awal.....	48
Tabel V.5	Tabel Informasi Jaringan Tiga <i>Infill Well</i>	50
Tabel V.6	Kumulatif Produksi Minyak Tiga <i>Infill Wells</i>	52
Tabel V.7	Kumulatif Produksi Minyak <i>Infill Wells</i>	54
Tabel V.8	Faktor Perolehan Minyak <i>Infill Wells</i>	55
Tabel V.9	Tabel V.8 Faktor Perolehan Minyak <i>Infill Wells</i>	56
Tabel V.10	Hasil Perhitungan Keekonomian Kasus Awal.....	57
Tabel V.11	Data Keekonomian <i>Infill Wells</i>	58
Tabel V.12	Faktor Perolehan Minyak <i>Infill Wells</i>	59
Tabel V.13	Hasil Perhitungan Indikator Keuntungan.....	60
Tabel V.14	Hasil Indikator Keuntungan Kasus Awal dan <i>Infill Wells</i>	60
Tabel V.15	Bottleneck Index Sumur untuk Kasus Awal.....	64
Tabel V.16	Bottleneck Index Lapangan untuk Kasus Awal.....	65
Tabel V.17	Data Jarak dan ID Sistem Facilities Optimisasi 1.....	66
Tabel V.18	Analisis Indikator Keuntungan Optimisasi 1.....	67
Tabel V.19	Data Jarak dan ID Sistem Facilities Optimisasi 2.....	67
Tabel V.20	Analisis Indikator Keuntungan Optimisasi 2.....	68
Tabel V.21	Data Jarak dan ID Sistem Facilities Optimisasi 3.....	69
Tabel V.22	Analisis Indikator Keuntungan Optimisasi 3.....	69
Tabel V.23	Data Jarak dan ID Sistem Facilities Optimisasi 4.....	70

Tabel V.24 Analisis Indikator Keuntungan Optimisasi 4.....	71
Tabel V.25 Data Jarak dan ID Sistem Facilities Optimisasi 5.....	72
Tabel V.26 Analisis Indikator Keuntungan Optimisasi 5.....	72
Tabel V.27 Data Jarak dan ID Sistem Facilities Optimisasi 6.....	73
Tabel V.28 Analisis Indikator Keuntungan Optimisasi 6.....	74
Tabel V.29 Data Jarak dan ID Sistem Facilities Optimisasi 7.....	75
Tabel V.30 Analisis Indikator Keuntungan Optimisasi 7.....	75
Tabel V.31 Data Jarak dan ID Sistem Facilities Optimisasi 8.....	75
Tabel V.32 Analisis Indikator Keuntungan Optimisasi 8.....	76
Tabel V.33 Data Jarak dan ID Sistem Facilities Optimisasi 9.....	78
Tabel V.34 Analisis Indikator Keuntungan Optimisasi 9.....	78
Tabel V.35 Perbandingan Indikator Keuntungan Hasil Optimisasi.....	79
Tabel V.36 Perbandingan Indikator Keuntungan.....	80

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A	Ekonomi
Lampiran B	Optimisasi <i>Bottleneck</i>
Lampiran C	Hasil Simulasi

DAFTAR SIMBOL

Simbol :

A	luas area (cm^2)
k	permeabilitas batuan (mD)
Q_o	laju alir (ml/sec)
RF	recovery factor (%)
SG	gravity minyak
μ_o	viskositas minyak (cp)
ρ	densitas fluida (gr/cm^3)