

**KARAKTERISASI RESERVOIR BERDASARKAN INTERPRETASI *DRILL
STEM TEST* DENGAN APLIKASI INTERVAL DIFERENSIASI DERIVATIF
TEKANAN**

TESIS MAGISTER

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Magister Teknik Perminyakan
pada Program Pasca-Sarjana Institut Teknologi Bandung

Disusun Oleh:

M. Rully Chaerul Shobar

222 08 048



**PROGRAM MAGISTER TEKNIK PERMINYAKAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTAMBANGAN DAN PERMINYAKAN
INSTITUT TEKNOLOGI BANDUNG**

2010

LEMBAR PENGESAHAN
TM-7099 TESIS
Semester II – 2009/2010

**KARAKTERISASI RESERVOIR BERDASARKAN INTERPRETASI *DRILL*
STEM TEST DENGAN APLIKASI INTERVAL DIFERENSIASI DERIVATIF
TEKANAN**

M. Rully Chaerul Shobar

(222 08 048)

Catatan



Bandung, 17 Maret 2010
Disetujui Pembimbing

Prof. Ir. Doddy Abdassah, M.Sc., Ph.D.

Karakterisasi Reservoir Berdasarkan Interpretasi *Drill Stem Test* Dengan Aplikasi Interval Diferensiasi Derivatif Tekanan

M. Rully Chaerul Shobar (22208048)

Pembimbing:

Prof. Ir. Doddy Abdassah, M. Sc., Ph.D.

SARI

Reservoir X1 dan X2 yang berada dalam tahap awal eksploitasi hendak dikaji dalam prospek kandungan minyak dan fisibilitas produksi. Untuk memperoleh informasi lebih banyak tentang reservoir tersebut, maka *Drill Stem Test* (DST) dilangsungkan.

Tujuan penelitian adalah melakukan karakterisasi dan deskripsi reservoir X1 dan X2 berdasarkan interpretasi data *drill stem test*. Parameter reservoir yang hendak ditentukan adalah tekanan inisial formasi p_i , permeabilitas efektif formasi k , faktor *skin* s , dan batas reservoir. Pendekatan yang digunakan dalam interpretasi data pengujian sumur adalah metode interpretasi berdasarkan perilaku derivatif tekanan dengan aplikasi interval diferensiasi numerik, superposisi dalam *multi-rate testing*, dan metode Horner. Pengujian dilakukan terhadap reservoir pada interval 1802 – 1818 ftKB dan 1832 – 1850 ftKB serta reservoir X2 pada interval 1513 – 1523 ftKB dan interval 1940 – 1948 ftKB. Interval diferensiasi yang digunakan dalam plot derivatif tekanan adalah sebesar 0,2 siklus log.

Interpretasi menunjukkan bahwa reservoir X1 pada interval 1832 – 1850 ftKB memiliki $k = 104,95 - 125,49$ md, $p_i = 807,9$ psia, $s = 2,09 - 3,59$ dan 1802 – 1818 ftKB memiliki $k = 1462,46 - 1730,25$ md, $p_i = 685 - 687$ psia, $s = 9,82 - 13,36$. Kedua interval memproduksi minyak dan sedikit gas serta memiliki batas alir berupa *constant pressure boundary* berbentuk linier. Reservoir X2 pada interval 1513 – 1523 ftKB memproduksi air dan sedikit gas, interval 1940 – 1948 ftKB memiliki $k = 29,61 - 31,17$ md, $p_i = 700$ psia, $s = -2,99$ hingga $-2,92$. Interpretasi berdasarkan perilaku derivatif tekanan mendeteksi adanya patahan semi-permeabel di reservoir X2. Volume pori kedua reservoir tidak dapat diperkirakan karena rejim aliran selama pengujian masih berada dalam rejim aliran transien.

Kata kunci: karakterisasi reservoir, DST, dan derivatif tekanan

Drill Stem Test Interpretation in Reservoir Characterization using Pressure Derivative Method with Differentiation Interval

M. Rully Chaerul Shobar (22208048)

Advisor:

Prof. Ir. Doddy Abdassah, M. Sc., Ph.D.

ABSTRACT

X1 and X2 reservoirs were in early phase of hydrocarbon field exploitation, several tests had been conducted to evaluate their hydrocarbon prospects and production feasibility. Drill stem tests were performed to get more information about the reservoirs.

Objective of this study is to characterize and describe X1 and X2 reservoirs based on DST data. Several parameters to be determined are formation initial pressure p_i , effective permeability k , skin factor s , and reservoir boundaries. The approach of analysis in well test interpretation uses pressure derivative method developed by Bourdet applying difference interval of numerical computation in plotting pressure derivative, superposition principle, and Horner's method. The tests were conducted on interval 1802 – 1818 ftKB and 1832 – 1850 ftKB of X1 reservoir, also on interval 1513 – 1523 ftKB and 1940 – 1948 ftKB of X2 reservoir. The difference interval that used was 0.2 log cycle.

Interpretation results show X1 reservoir at 1802 – 1818 ftKB has $k = 146.46 - 1730.25$ md, $p_i = 685 - 687$ psia, $s = 9.82 - 13.36$. And, at interval 1832 – 1850 ftKB, X1 reservoir has $k = 104.95 - 125.49$ md, $p_i = 807.9$ psia, $s = 2.09 - 3.59$. These both intervals produce oil and small quantity of gas. The reservoir is located adjacent to some linear constant pressure boundary. X2 reservoir at 1513 – 1523 ftKB produces water and small quantity of gas. And, at interval 1940 – 1948 ftKB, the reservoir has $29.61 - 31.17$ md, $p_i = 700$ psia, $s = -2.99$ up to -2.92 . Pressure derivative analysis on X2 reservoir detects a semi-permeable fault within it. Liquid pore volume cannot be determined since the flow regime on the tests were in transient period.

Keywords: reservoir characterization, DST, and pressure derivative

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Allah, Tuhan Semesta Alam, Maha Memiliki Ilmu dan Maha Mengetahui yang memberikan kemudahan hingga tesis ini dapat terselesaikan. Karya tulis ini merupakan laporan penelitian yang dilakukan pada semester I 2009/2010 sebagai syarat kelulusan bagi mahasiswa program magister teknik perminyakan ITB. Penelitian adalah bagian dari sebuah proses pendidikan yang memberikan keleluasaan bagi mahasiswa untuk mengembangkan kemampuan nalarnya dan meningkatkan intelektualitas secara mandiri. Tidak lain pula bahwa penelitian adalah sarana memenuhi tugas dan amanah dari-Nya untuk menuntut ilmu sehingga kehidupan manusia dapat lebih bermanfaat.

Dalam penyusunan laporan ini, Penulis banyak mendapatkan bantuan, bimbingan, dorongan, dan sumbangan pemikiran dari berbagai pihak. Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Prof. Ir. Doddy Abdassah, M.Sc., Ph.D. atas bimbingan dan inspirasi yang beliau tularkan yakni dedikasi kepada ilmu adalah suatu hal mulia tak ternilai
2. PT. Schlumberger Geophysics Nusantara yang telah mensponsori penulis dalam mengikuti program pasca-sarjana di Teknik Perminyakan ITB
3. Sarwendah Indrarani, S.Psi., istriku tercinta yang memberikan dorongan kasih dan waktu untuk diskusi mendalam mengenai penulisan karya ilmiah
4. Dedy Irawan, ST., MT. atas jawaban-jawaban pertanyaan mengenai peta struktur
5. Ade Jaka Permana, ST. atas diskusi mengenai aspek geologi reservoir
6. Dendy Surya Fajar, ST. atas diskusi mengenai aspek petrofisik

Laporan penelitian ini dibuat dengan kesadaran bahwa tidak ada kesempurnaan kecuali Yang Maha Kuasa-lah pemiliknya, sehingga dengan segala kerendahan hati kami mengharapkan saran dan masukan dari pembaca sehingga dapat tercipta karya yang lebih baik. Semoga karya tulis ini dapat bermanfaat. Amin.

Bandung, Maret 2010

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN.....	i
SARI.....	ii
ABSTRACT.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
 BAB I PENDAHULUAN.....	 1
1.1 Latar Belakang Penelitian.....	1
1.1.1 Sumur A reservoir X1.....	2
1.1.2 Sumur B reservoir X2.....	2
1.1.3 Sumur C reservoir X2.....	3
1.2 Tujuan Penelitian.....	3
1.3 Lingkup Penelitian.....	4
1.4 Metodologi.....	4
1.5 Sistematika Penulisan.....	5
 BAB II PRINSIP-PRINSIP PENGUJIAN SUMUR.....	 6
2.1 <i>Pressure Drawdown Testing</i>	6
2.1.1 Periode Transien (<i>Infinite Acting</i>).....	7
2.1.2 Periode Transien Lanjut.....	11
2.1.3 Periode <i>Pseudo Steady-State</i>	11
2.1.4 <i>Drawdown Test</i> Dengan Pengaruh <i>Wellbore Storage</i>	14
2.2 Pengujian Sumur dengan <i>Pressure Buildup</i>	17

2.2.1 <i>Buildup Test</i> Aktual.....	21
2.2.2 Perilaku Kualitatif <i>Buildup Test</i> di Lapangan.....	23
2.2.3 Durasi Efek <i>Afterflow</i>	26
2.3 Pengujian Sumur dengan Variasi Laju Alir (<i>Multi-Rate Testing</i>).....	27
2.4 Metode Analisis Dengan Derivatif Tekanan.....	28
BAB III KALKULASI DERIVATIF TEKATAN DAN PROSEDUR INTERPRETASI DATA <i>DRILL STEM TEST</i>	31
3.1 Pelaksanaan Pengujian Sumur.....	31
3.2 Pendekatan Analisis.....	32
3.3 Prosedur Pengolahan Data dan Analisis.....	33
BAB IV DESKRIPSI DAN KARAKTERISASI RESERVOIR X1	37
4.1 Analisis Transien Tekanan Interval 1832 – 1850 ftKB.....	37
4.1.1 Plot Log-Log Tekanan <i>Shut-In</i> A Interval 1832 – 1850 ftKB.....	37
4.1.2 Analisis Plot Superposisi Sumur A Interval 1832 – 1850 ftKB.....	38
4.1.3 Analisis Plot Horner Sumur A Interval 1832 – 1850 ftKB.....	40
4.2. Analisis Transien Tekanan Interval 1802 – 1818 ftKB.....	42
4.2.1 Plot Log-Log Tekanan <i>Shut-In</i> A Interval 1802 – 1818 ftKB.....	42
4.2.2 Analisis Plot Superposisi Sumur A Interval 1802 – 1818 ftKB.....	43
4.2.3 Analisis Plot Horner Sumur A Interval 1802 – 1818 ftKB.....	44
4.3. Deskripsi dan Karakterisasi Reservoir X1.....	45

BAB V DESKRIPSI DAN KARAKTERISASI RESERVOIR X2.....	47
5.1 Analisis Transien Tekanan Sumur B Interval 1513 – 1523 ftKB.....	47
5.1.1 Plot Log-Log Tekanan <i>Shut-In</i> B Interval 1513 – 1523 ftKB.....	47
5.1.2 Analisis Plot Horner Sumur B Interval 1513 – 1523 ftKB.....	48
5.1.3 Gradien Tekanan Statik Sumur B Interval 1513 – 1523 ftKB.....	50
5.2 Analisis Transien Tekanan Sumur C Interval 1940 – 1948 ftKB.....	52
5.2.1 Plot Log-Log Tekanan <i>Shut-In</i> C Interval 1940 – 1948 ftKB.....	52
5.2.2 Analisis Plot Superposisi Sumur C Interval 1940 – 1948 ftKB.....	53
5.2.3 Analisis Plot Horner Sumur C Interval 1940 – 1948 ftKB.....	54
5.3. Deskripsi dan Karakterisasi Reservoir X2.....	56
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....	58
6.1 Kesimpulan.....	58
6.2 Saran.....	58
DAFTAR PUSTAKA.....	60
DAFTAR SIMBOL.....	61
LAMPIRAN A. DATA SUMUR.....	63
LAMPIRAN B. CONTOH PERHITUNGAN.....	64
LAMPIRAN C. ESTIMASI <i>INITIAL OIL IN PLACE</i> VOLUMETRIK.....	68
LAMPIRAN D. INTERPRETASI BERBASIS PIRANTI LUNAK KOMERSIAL.....	69

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 2-1. Data <i>pressure drawdown test</i> (M.A. Sabet, <i>Well Test Analysis</i> , Table 1-1).....	9
Tabel 2-2. Data pencatatan tekanan dasar sumur <i>buildup test</i> pada Gambar 2-4.....	21
Tabel 3-1. Pelaksanaan <i>drill stem test</i> reservoir X2 sumur C interval 1940 – 1948 ftKB.....	31
Tabel 3-2. Pelaksanaan <i>drill stem test</i> reservoir X1 sumur A interval 1802 – 1818 ftKB.....	31
Tabel 3-3. Pelaksanaan <i>drill stem test</i> reservoir X1 sumur A interval 1832 – 1850 ftKB.....	32
Tabel 3-4. Data petrofisik batuan reservoir X2 dan X1.....	36
Tabel 4-1. Hasil analisis transien tekanan sumur A interval 1832 – 1850 ftKB.....	41
Tabel 4-2. Hasil analisis transien tekanan sumur A interval 1802 – 1818 ftKB.....	45
Tabel 5-1. Gradien tekanan statik dan temperatur fluida sumur B interval 1513 – 1523 ftKB.....	51
Tabel 5-2. Hasil analisis transien tekanan sumur C interval 1940 – 1948 ftKB.....	55

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 2-1a. Suatu sumur dalam reservoir terbatas dengan jari-jari pengurasan, r_e . Sumur tertutup. Tekanan awal p_i ditunjukkan oleh garis imajiner.....	7
Gambar 2-1b. Sumur diproduksi dengan laju alir konstan q . Transien tekanan ditampilkan pada $t = t_1$ dan $t = t_2$, p_{wf} adalah tekanan dasar sumur pada waktu t , dan batas reservoir belum tercapai . Reservoir berlaku seolah tak terbatas (<i>infinite acting</i>).....	7
Gambar 2-1c. Transien tekanan telah mencapai batas reservoir, memulai rejim <i>pseudo steady-state</i>	8
Gambar 2-1d. Rejim <i>pseudo steady-state</i> , transien tekanan pada t_1 , t_2 , dan t_3 paralel atau sejajar satu sama lain.....	8
Gambar 2-1e. Sumur berproduksi dalam rejim <i>pseudo steady-state</i> , $\bar{p}_1$ adalah tekanan rata-rata reservoir pada t_1 dan $\bar{p}_2$ adalah tekanan rata-rata reservoir pada t_2 . Perlu diketahui bahwa $\Delta \bar{p} = \bar{p}_1 - p_{wf1} = \bar{p}_2 - p_{wf2}$	8
Gambar 2-2. Kurva perubahan tekanan pada waktu produksi $t_p = 100$ jam.....	9
Gambar 2-3. Kurva semi-log dari data <i>pressure drawdown</i> Tabel 2-1.....	10
Gambar 2-4. Skema lubang bor dengan aliran satu fasa (gas atau cairan).....	15
Gambar 2-5. <i>Pressure buildup test</i> ideal yang menghasilkan kurva garis lurus dengan waktu produksi sebelum <i>shut-in</i> selama 72 jam.....	20
Gambar 2-6. Kurva <i>buildup test</i> aktual.....	22
Gambar 2-7. <i>Buildup test</i> tanpa <i>afterflow</i> : (1) tanpa kerusakan sekitar lubang bor dan (2) adanya kerusakan sekitar lubang bor.....	24
Gambar 2-8. Perilaku <i>buildup test</i> akibat kerusakan sekitar lubang bor: (1) tanpa efek <i>afterflow</i> (2) dengan efek <i>afterflow</i>	24

Gambar 2-9. Perilaku respon tekanan dalam <i>buildup test</i> terhadap sumur rekah hidrolik...	25
Gambar 2-10. Pengaruh batas reservoir pada <i>buildup test</i> : (1) sumur berada di pusat area pengurasan dan (2) sumur berada di dekat batas area pengurasan.....	26
Gambar 2-11 . Respon tekanan dan derivatif tekanan suatu pengujian sumur dengan <i>wellbore storage</i> yang terletak di dekat <i>constant pressure boundary</i>	30
Gambar 2-12. Respon tekanan dan derivatif tekanan suatu pengujian sumur dengan <i>wellbore storage</i> yang terletak di dekat <i>semi-permeable fault</i>	30
Gambar 4-1 Plot log-log <i>build-up</i> A interval 1832 – 1850 ftKB.....	37
Gambar 4-2 Plot superposisi A interval 1832 – 1850 ftKB.....	39
Gambar 4-3 Plot Horner A interval 1832 -1850 ftKB.....	40
Gambar 4-4 Plot log-log <i>build-up</i> A interval 1802 – 1818 ftKB.....	42
Gambar 4-5 Plot superposisi A interval 1802 – 1818 ftKB.....	43
Gambar 4-6 Plot Horner A interval 1802 -1818 ftKB.....	44
Gambar 4-7 Kemungkinan lokasi <i>constant pressure boundary</i> reservoir X1.....	46
Gambar 5-1 Plot log-log <i>build-up</i> B interval 1513 –1523 ftKB.....	47
Gambar 5-2 Plot Horner B interval 1513 -1523 ftKB.....	48
Gambar 5-3 Profil tekanan statik sumur B interval 1513 – 1523 ftKB.....	50
Gambar 5-4 Plot log-log <i>build-up</i> C interval 1940 –1948 ftKB.....	52
Gambar 5-5 Plot superposisi C interval 1940 – 1948 ftKB.....	54
Gambar 5-6 Plot Horner C interval 1940 -1948 ftKB.....	55
Gambar 5-7 Deskripsi reservoir X2 berdasarkan pengujian sumur B dan C dan peta struktur sedimen <i>sand-16</i>	56