

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH.....	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
PRAKATA	v
ABSTRAK	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan	3
1.4. Batasan Masalah	3
1.5. Lokasi Penelitian.....	4
1.5.1. Geologi Regional Cekungan Jawa Timur Utara	5
1.5.2. Sistem Tektonik	6
1.5.3. Sistem Tektonik	8
1.5.4. Petroleum System	11
1.6. Luaran Penelitian	13
1.7. Manfaat Penelitian	13
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI.....	15
2.1. Tinjauan Pustaka.....	15
2.1.1. Evolusi Pengujian <i>Deliverability</i> Sumur Gas	15
2.1.2. Analisis Kurva IPR Gas dan Penentuan AOFP	15
2.1.3. Efek Aliran <i>Non-Darcy</i> dan Faktor Turbulensi	16

DAFTAR ISI (Lanjutan)

2.1.4. Posisi Penelitian dalam Literatur	16
2.2. Landasan Teori	17
2.2.1. Karakteristik <i>Reservoir</i> Gas.....	17
2.2.1.1. Sifat Fisik Gas	17
2.2.1.2. Sifat Fisik Batuan	26
2.2.1.3. Kompresibilitas Formasi	28
2.2.2. Uji Transien Tekanan (<i>Pressure Transient Analysis - PTA</i>)	30
2.2.2.1. Konsep Persamaan Difusivitas	31
2.2.2.2. Uji <i>Pressure Build-Up</i> (PBU)	41
2.2.2.3. Penyimpangan Model Ideal.....	47
2.2.2.4. Identifikasi Model <i>Reservoir</i> dan Model Batas (Boundary)	52
2.2.2.5. Prosedur Analisis dengan Perangkat Lunak Ecrin.....	63
2.2.3. Uji <i>Deliverability</i> Gas	64
2.2.3.1. Metode Pengujian <i>Deliverability</i>	65
2.2.3.2. Metode Perhitungan <i>Deliverability</i>	66
2.2.3.3. Kurva <i>Deliverability</i> Gas	69
2.2.3.4. Absolute Open Flow Potential (AOFP).....	70
2.2.4. Analisis Nodal.....	71
2.2.4.1. Prinsip Nodal Analysis (Sistem Kurva <i>Deliverability</i> dan VLP) ..	71
2.2.4.2. Kehilangan Tekanan pada Pipa Vertikal dan Surface <i>Choke</i>	71
2.2.4.3. Optimasi Laju Alir Gas Optimum	72
2.2.4.4. Prosedur Analisis dengan perangkat lunak PipeSim	73
2.2.5. Analisis Performa Sumur dan Prediksi	73
2.2.5.1. Analisis Laju Produksi Optimum dan Kestabilan <i>Reservoir</i>	73
2.2.5.2. Estimasi Umur Sumur (Well Life)	74
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	75
3.1. Metode Penelitian	75
3.2. Tahapan Penelitian.....	75
3.2.1. Tahap Pendahuluan.....	75

DAFTAR ISI (Lanjutan)

3.2.2. Tahap Pengumpulan Data	75
3.2.3. Tahap Pengolahan dan Analisis Data	76
3.2.4. Tahap Validasi Data.....	77
3.2.5. Tahap Perhitungan	77
BAB IV PENGOLAHAN DAN PENYAJIAN DATA	80
4.1. Data Penelitian	80
4.1.1. Data <i>Reservoir</i>	80
4.1.2. Data PVT Fluida	81
4.1.3. Data DST	83
4.2. Pengolahan Data	89
4.2.1. Perhitungan Sifat Fisik Gas <i>Layer 1</i>	89
4.2.1.1. Perhitungan Z-Factor Menggunakan Standing and Katz (1942)...	89
4.2.1.2. Perhitungan Viskositas Menggunakan Metode Lee dkk. (1966), .	91
4.2.1.3. Perhitungan Faktor Volume Formasi (Bgi)	92
4.2.1.4. Kompresibilitas Formasi (Cf).....	92
4.2.2. Perhitungan Sifat Fisik Gas <i>Layer 2</i>	92
4.2.2.1. Perhitungan Z-Factor Menggunakan Standing and Katz (1942)...	92
4.2.2.2. Perhitungan Viskositas Menggunakan Metode Lee dkk. (1966) ..	94
4.2.2.3. Perhitungan Faktor Volume Formasi (Bgi)	94
4.2.2.4. Kompresibilitas Formasi (Cf).....	94
4.2.3. Analisis <i>Pressure Build-up</i> pada <i>Layer 1</i>	94
4.2.3.1. Metode Horner dengan Pendekatan <i>Pseudopressure</i> (ψ).....	94
4.2.3.2. Menggunakan Bantuan perangkat lunak pada <i>Layer</i>	101
4.2.3.3. Perbandingan Perhitungan Analisa PBU <i>Layer-1</i>	103
4.2.4. Analisis <i>Pressure Build-up</i> pada <i>Layer 2</i>	106
4.2.4.1. Metode Horner dengan Pendekatan <i>Pseudopressure</i> (ψ).....	106
4.2.4.2. Menggunakan Bantuan perangkat lunak pada <i>Layer</i>	112
4.2.4.3. Perbandingan Perhitungan Analisa PBU <i>Layer-2</i>	116
4.2.5. Analisis <i>Deliverability</i> pada <i>Layer 1</i>	116

DAFTAR ISI (Lanjutan)

4.2.5.1. Metode Analisis Rawlins-Schellhardt (Konvensional) Berbasis <i>Pseudo-Pressure</i>	116
4.2.5.2. Metode Analisis C&n <i>Pseudo-Pressure</i> Menggunakan Perangkat lunak	119
4.2.5.3. Metode Analisis LIT.....	122
4.2.6. Analisis <i>Deliverability</i> pada Layer 2	125
4.2.6.1. Metode Analisis Rawlins-Schellhardt (Konvensional) Berbasis <i>Pseudo-Pressure</i>	125
4.2.6.2. Metode Analisis C&n <i>Pseudo-Pressure</i> Menggunakan Perangkat lunak	129
4.2.6.3. Metode Analisis LIT.....	129
4.2.7. Analisis Nodal.....	132
4.2.8. Optimasi Laju Alir	139
4.2.8.1. Perhitungan <i>Erotional Rate</i>	139
4.2.8.2. Perhitungan <i>Critical Rate</i>	140
4.2.9. Estimasi Umur Sumur (<i>Well Life</i>)	140
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN	142
5.1. Karakterisasi Fisik Transien Tekanan Sumur PA-1	142
5.2. Evaluasi <i>Deliverability</i> dan Validasi Metode Numerik	144
5.3. Peramalan Kinerja Produksi dan Skenario Optimasi Sumur	145
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....	148
6.1. Kesimpulan	148
6.2. Saran	149
DAFTAR PUSTAKA.....	150
LAMPIRAN.....	153

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1.1. A distribution map of the hydrocarbon accumulation in East Java Basin (Darman et al., 2024)	5
Gambar 1.2. <i>Stratigraphy of East Java Basin</i> (Darman dkk., 2024)	9
Gambar 1.3. <i>Hydrocarbon columns of carbonate fields in East Java Basin</i> Pamungkas (2019).....	11
Gambar 2.1. Grafik Faktor Kompresibilitas Standing dan Katz (<i>Courtesy of GPSA and GPA Engineering Data Book, EO Edition, 1987</i>).....	21
Gambar 2.2. Profil Tekanan & Laju Alir Uji <i>Pressure Build-up</i> (John Lee, 1982).	41
Gambar 2.3. Aliran dan Tekanan Alir Dasar Sumur sebagai Fungsi Waktu (John Lee, 1982).	42
Gambar 2.4. Tekanan Statik pada Uji <i>Pressure Build-up</i> (Chaudhry, 2003). .	44
Gambar 2.5. Contoh Grafik Log – Log Plot Pada Sumur Gas (Chaudhry, Amanat U., 2003).....	45
Gambar 2.6. Plot Uji PBU P_{ws} vs Log Horner Time	47
Gambar 2.7. Grafik Semi-log Plot ψ_{ws} vs $\log(t+\Delta t/\Delta t)$	49
Gambar 2.8. Perbandingan <i>Constant Pressure, Linear, Circular Boundary</i> dengan <i>Sealing Boundary</i> (Olivier Houze, 2018)	57
Gambar 2.9. Perbandingan <i>Constant Pressure, Shut-in Linear, Circular Boundary</i> dengan <i>Sealing Boundary</i> (Olivier Houze, 2018)	58
Gambar 2.10 <i>Circular and Rectangular Log-log Plot</i> (Olivier Houze, 2018) ...	59
Gambar 2.11. Log-Log Plot untuk <i>Sealing Fault</i> (Olivier Houze, 2018).....	61
Gambar 2.11. Log-Log Plot untuk <i>Parallel Fault</i> (Olivier Houze, 2018).....	62
Gambar 2.13. Plot Laju Alir dan Tekanan vs t pada Modified Isochronal Test (Chaudhry, Amanat U., 2003).....	66
Gambar 2.14. Plot antara ΔP_2 vs Laju Alir pada Modified Isochronal Test (Chaudhry, Amanat U., 2003).....	67
Gambar 2.15 Kurva <i>deliverability</i> (Beggs, H. D, 1990).....	70
Gambar 2.16. Perpotongan Antara Kurva Vertical Lift Performance Dengan Kurva <i>Deliverability</i> (Beggs, H. D, 1990)	71
Gambar 3.1. <i>Flowchart</i> Penelitian	79
Gambar 4.1. Data <i>Bottom Hole Pressure & Temperature</i> DST#1	84
Gambar 4.2. Data <i>Bottom Hole Pressure & Laju Alir</i> Sumur DST#1.....	85
Gambar 4.3. Data <i>Bottom Hole Pressure & Temperature</i> DST#2	86
Gambar 4.4. Data <i>Bottom Hole Pressure & Laju Alir</i> Sumur DST#2.....	87
Gambar 4.5. Grafik P_{wf} vs <i>pseudo-pressure</i> hasil tabulasi uji CCE Sumur “PA-1” DST#1	95

DAFTAR GAMBAR (Lanjutan)

Gambar 4.6.	Log log Plot Analitis dengan Pendekatan <i>Pseudopressure</i> Sumur “PA-1” DST#1	98
Gambar 4.7.	Semilog Plot Analitis dengan Pendekatan <i>Pseudopressure</i> Sumur “PA-1” DST#1	99
Gambar 4.8.	History Plot (<i>Pressure</i> , Gas Rate vs Time) DST#1	102
Gambar 4.9.	Log-Log Plot Ecrin v4.10 Sumur “PA-1” DST#1	104
Gambar 4.10.	Semilog Plot Ecrin v4.10 Sumur “PA-1” DST#1	105
Gambar 4.11.	Grafik Pwf vs <i>pseudo-pressure</i> hasil tabulasi uji CCE Sumur “PA-1” DST#2	108
Gambar 4.11.	Log log Plot Analitis dengan Pendekatan <i>Pseudopressure</i> Sumur “PA-1” DST#2	110
Gambar 4.12.	Semilog Plot Analitis dengan Pendekatan <i>Pseudopressure</i> Sumur “PA-1” DST#2	111
Gambar 4.13.	History Plot (<i>Pressure</i> , Gas Rate vs Time) DST#2	113
Gambar 4.14.	Log-Log Plot Ecrin v4.10 Sumur “PA-1” DST#2	114
Gambar 4.15.	Semilog Plot Ecrin v4.10 Sumur “PA-1” DST#2	115
Gambar 4.16.	Grafik <i>Pressure</i> vs H Sumur “PA-1” DST#1	117
Gambar 4.17.	Kurva <i>Deliverability</i> dengan Metode C&n <i>Pseudopressure</i> Sumur “PA-1” DST#1	120
Gambar 4.18.	<i>Plot Deliverability by</i> Perangkat lunak Sumur “PA-1” DST#1	121
Gambar 4.19.	Kurva <i>Deliverability</i> dengan Metode LIT DST#1	124
Gambar 4.20.	Grafik <i>Pressure</i> vs H Sumur “PA-1” DST#2	126
Gambar 4.21.	Kurva <i>Deliverability</i> dengan Metode C&n <i>Pseudopressure</i> Sumur “PA-1” DST#2	128
Gambar 4.22.	<i>Plot Deliverability by</i> Perangkat lunak Sumur “PA-1” DST#2	130
Gambar 4.23.	Kurva <i>Deliverability</i> dengan Metode LIT DST#1	133
Gambar 4.24.	<i>Sensitivity Ukuran Choke dan Tekanan Reservoir pada Sumur “PA-1” DST#1</i>	137
Gambar 4.25.	<i>Sensitivity Ukuran Choke dan Tekanan Reservoir pada Sumur “PA-1” DST#2</i>	138

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1.	Tabulasi <i>Deliverability</i> (Beggs, H. D, 1990) 70
Tabel 4.1.	Parameter Reservoir Karbonat Kujung Sumur “PA-1” 80
Tabel 4.2.	Data <i>Well Profile</i> Sumur “PA-1” 81
Tabel 4.3.	Data Komposisi Fluida Reservoir Layer 1 81
Tabel 4.4.	Data Sifat Fisik Dinamis Fluida Layer 1 82
Tabel 4.5.	Data Komposisi Fluida Reservoir Layer 2..... 82
Tabel 4.6.	Data Sifat Fisik Dinamis Fluida Layer 2 83
Tabel 4.7.	Data Uji <i>Pressure Build-up</i> Sumur “PA-1” DST#1..... 88
Tabel 4.8.	Data Uji <i>Pressure Build-up</i> Sumur “PA-1” DST#2..... 88
Tabel 4.9.	<i>Summary Modified Isochronal Test</i> Sumur “PA-1” DST#1 88
Tabel 4.10.	<i>Summary Modified Isochronal Test</i> Sumur “PA-1” DST#2 89
Tabel 4.11.	Sifat Fisik Dinamis Fluida Layer 1 89
Tabel 4.12.	Sifat Fisik Dinamis Fluida Layer 2 92
Tabel 4.13.	Perhitungan <i>Pseudopressure</i> Sumur “PA-1” Layer 1 96
Tabel 4.14.	Tabulasi Data PBU Layer 1 Pendekatan <i>Pseudopressure</i> 97
Tabel 4.15.	<i>Summary Analisis Horner Plot</i> Sumur “PA-1” DST#1..... 103
Tabel 4.16.	Perhitungan <i>Pseudopressure</i> Sumur “PA-1” Layer 2..... 106
Tabel 4.17.	Tabulasi Data PBU Layer 2 Pendekatan <i>Pseudopressure</i> 107
Tabel 4.18.	<i>Summary Analisis Horner Plot</i> Sumur “PA-1” DST#2..... 116
Tabel 4.19.	<i>Summary Data Perhitungan Analisis Rawlins-Schellhardt</i> Sumur “PA-1” DST#1 118
Tabel 4.20.	Tabulasi <i>Deliverability</i> dengan Metode C&n <i>Pseudopressure</i> Sumur “PA-1” DST#1 119
Tabel 4.21.	<i>Summary Input Data Perangkat lunak</i> Sumur “PA-1” DST#1. 119
Tabel 4.22.	<i>Summary Data Perhitungan Analisis LIT</i> DST#1 122
Tabel 4.23.	Tabulasi <i>Deliverability</i> Metode LIT Sumur “PA-1” DST#1 123
Tabel 4.24.	<i>Summary Data Perhitungan Analisis Rawlins-Schellhardt</i> Sumur “PA-1” DST#2 125
Tabel 4.25.	Tabulasi <i>Deliverability</i> dengan Metode C&n <i>Pseudopressure</i> Sumur “PA-1” DST#2 127
Tabel 4.26.	<i>Summary Input Data Perangkat lunak</i> Sumur “PA-1” DST#2. 129
Tabel 4.27.	<i>Summary Data Perhitungan Analisis LIT</i> DST#2 131
Tabel 4.28.	Tabulasi <i>Deliverability</i> Metode LIT Sumur “PA-1” DST#1 132
Tabel 4.29.	<i>Sensitivity Choke</i> Sumur “PA-1” DST#1 134
Tabel 4.30.	<i>Sensitivity Choke</i> Sumur “PA-1” DST#1 135

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran A. <i>Data Bottom Hole Pressure & Temperature</i> Sumur “PA-1”	154
Lampiran B. <i>Data Uji Pressure Build-up</i>	156
Lampiran C. Tabulasi Data PBU untuk Pendekatan <i>Pseudopressure</i>	160

DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG

SINGKATAN		Halaman
AOFP	<i>Absolute Open Flow Potential</i>	14
B	Koefisien Turbulen	15
C	Koefisien Kinerja/ <i>Deliverability</i>	56
CCE	<i>Constant Composition Expansion</i>	78
DST	<i>Drill Stem Test</i>	70
EOWB	<i>End of Wellbore Storage</i>	81
FE	<i>Flow Efficiency</i>	81
JBG	Jones-Blount-Glaze	14
LIT	<i>Linearized Inflow Performance Relationship</i>	14
MIT	<i>Modified Isochronal Test</i>	54
PBU	<i>Pressure Build-Up</i>	46
PI	<i>Productivity Index</i>	13
PTA	<i>Pressure Transient Analysis</i>	29
PVT	<i>Pressure Volume Temperature</i>	68
Pwf	<i>Flowing Bottom Hole Pressure</i>	78
Pws	<i>Static Bottom Hole Pressure</i>	46
SCAL	<i>Special Core Analysis</i>	53
LAMBANG		
k	Permeabilitas	81
m	Kemiringan garis (<i>slope</i>)	116
n	Eksponen aliran (<i>flow exponent</i>)	41
q	Laju alir produksi	49
S	Faktor <i>skin</i>	41
t	Waktu	19
T	Temperatur	18
Z	Faktor kompresibilitas gas (<i>Z-factor</i>)	48
Δp	Penurunan tekanan	31

**DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG
(Lanjutan)**

ψ	<i>Pseudopressure</i>	48
ψ^*	Tekanan awal reservoir (<i>pseudopressure</i>)	81
γ_g	<i>Gas Specific Gravity</i>	19
ϕ	Porositas	31
μ	Viskositas	31
ρ	Densitas	19