

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
RINGKASAN	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Maksud dan Tujuan	2
1.4. Batasan Masalah	3
1.5. Metodologi	3
1.6. Hasil Penelitian	7
1.7. Sistematika Penulisan	7
BAB II. TINJAUAN UMUM LAPANGAN	8
2.1. Letak Geografis Lapangan	8
2.2. Geologi Regional Cekungan Salawati	9
2.2.1. Kerangka Tektonik Cekungan Salawati	9
2.2.2. Struktur Geologi Cekungan Salawati	11
2.2.3. Stratigrafi Regional Cekungan Salawati	14
2.2.4. <i>Petroleum System</i>	17
2.3. Karakteristik Reservoir.....	20
2.3.1. Sifat fisik Batuan Reservoir	20
2.3.2. Sifat fisik Fluida Reservoir	21
2.4. Kondisi Reservoir	22
2.4.1. <i>Drive Mechanism</i>	22
2.4.2. Data Tekanan	23
2.4. Sejarah Produksi Lapangan “AP”	25

DAFTAR ISI

(Lanjutan)

Halaman

BAB III. DASAR TEORI SIMULASI RESERVOIR INJEKSI <i>CYCLIC WATERFLOODING</i>	27
3.1. Perencanaan Injeksi <i>Cyclic Waterflooding</i>	27
3.1.1. Konsep Injeksi <i>Cyclic Waterflooding</i>	27
3.1.2. <i>Vertical Cross Flow</i> Minyak dan Air.....	29
3.1.3. Karakteristik Aliran Balik Terhadap Produksi.....	31
3.1.4. Mekanisme <i>Cyclic Waterflooding</i>	33
3.1.5. Penentuan Lokasi Sumur Injeksi-Produksi	34
3.1.6. Penentuan Pola Sumur Injeksi-Produksi	34
3.1.7. Penentuan Laju Injeksi.....	36
3.2. Penentuan Cadangan Sisa	38
3.2.1. Penentuan Jenis <i>Drive Mechanism</i>	38
3.2.2. <i>Ultimate Recovery</i>	39
3.2.3. Penentuan Parameter Perolehan Minyak	40
3.2.4. Cadangan Sisa	41
3.3. Simulasi Reservoir	41
3.3.1. Konsep Simulasi Reservoir	41
3.3.2. Persamaan Dasar Simulasi Reservoir.....	43
3.4. Tahapan Dasar Simulasi Reservoir	44
3.4.1. Persiapan Data.....	44
3.4.1.1. Data Geologi, Geofisika, dan Petrofisika.....	45
3.4.1.2. Data Sifat Fisik Batuan Reservoir.....	45
3.4.1.3. Data Sifat Fisik Fluida Reservoir.....	46
3.4.1.4. Data Tekanan	46
3.4.1.5. Data Penunjang	46
3.4.2. Pengolahan Data.....	46
3.4.2.1. Pengolahan <i>Routine Core Analysis</i>	47
3.4.2.2. Pengolahan <i>Special Core Analysis</i>	50
3.4.3. <i>Input Data</i>	57
3.4.4. Validasi Model	58
3.4.4.1. Inisialisasi.....	58
3.4.4.2. <i>History Mathcing</i>	58
3.4.4.3. <i>PI Matching</i>	59
3.4.4.4. <i>Forecasting</i>	60

DAFTAR ISI
(Lanjutan)

	Halaman
BAB IV. SIMULASI RESERVOIR	62
4.1. Model Geologi dan Cadangan	62
4.1.1. Model Geologi	62
4.1.2. Perhitungan Cadangan Sisa dan <i>Recovery Factor</i>	65
4.2. Pengolahan Data Reservoir	66
4.2.1. Pengolahan Data <i>Routine Core Analysis</i>	66
4.2.2. Pengolahan Data <i>Special Core Analysis</i>	68
4.2.3. Pengolahan Data PVT	71
4.3. Simulasi Reservoir	71
4.3.1. Model Reservoir.....	71
4.3.2. <i>History Matching</i>	72
4.3.3. <i>PI Matching</i>	77
4.4. Prediksi dan Pengembangan Skenario <i>Cyclic Waterflooding</i> ...	79
4.4.1. <i>Basecase</i>	79
4.4.2. Skenario I.....	81
4.4.2.1. Skenario I-A	81
4.4.2.2. Skenario I-B	83
4.4.2.3. Skenario I-C	84
4.4.2.4. Skenario I-D	85
4.4.2.5. Analisa Hasil Skenario I.....	86
4.4.3. Skenario II.....	88
4.4.3.1. Skenario II-A.....	88
4.4.3.2. Skenario II-B	88
4.4.3.3. Skenario II-C.....	89
4.4.3.4. Skenario II-D.....	89
4.4.3.5. Skenario II-E	89
4.4.3.6. Skenario II-F	89
4.4.3.7. Analisa Hasil Skenario II	89
4.4.4. Skenario III.....	93
4.4.4.1. Skenario III-A	93
4.4.4.2. Skenario III-B.....	96
4.4.4.3. Skenario III-C.....	98
4.4.4.4. Skenario III-D	101
4.4.4.5. Skenario III-E.....	103
4.4.4.6. Skenario III-F.....	106

DAFTAR ISI
(Lanjutan)

	Halaman
4.4.4.7. Analisa Hasil Skenario III.....	108
4.4.5. <i>Summary</i> Pengembangan <i>Cyclic Waterflooding</i>	112
BAB V. PEMBAHASAN	114
BAB VI. KESIMPULAN	127
DAFTAR PUSTAKA	129
DAFTAR SIMBOL DAN NOTASI.....	131
LAMPIRAN.....	133

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1.1. Diagram Alir Perencanaan Pengembangan Lapangan dengan Metode <i>Cyclic Water Flooding</i>	5
2.1. Peta Lokasi Lapangan “AP”	9
2.2. Area Cekungan Salawati dan Lapangan “AP”	10
2.3. Kondisi Cekungan Salawati pada Awal Miosen	12
2.4. Kondisi Cekungan Salawati Pada Mio-Pliosen	13
2.5. Kondisi Cekungan Salawati Pada Pliosen	14
2.6. Stratigrafi Regional Cekungan Salawati	15
2.7. Stratigrafi dan <i>Source Rock</i> Pada Cekungan Salawati	19
2.8. <i>Drive Mechanism</i> Lapangan “AP” Berdasarkan Metode Ganesh Thakur	22
2.9. <i>Drive Mechanism</i> Lapangan “AP” Berdasarkan Metode <i>Campbell Plot</i>	23
2.10. Data Rekaman Tekanan Sumur AP-137	24
2.11. <i>Pressure Derivative Analysis</i> Sumur AP-137 <i>Homogenous Model</i>	24
2.12. <i>Horner Plot</i> Sumur AP-137 <i>Homogenous Model</i>	25
2.13. Kurva Sejarah Produksi Lapangan “AP”	26
3.1. Ilustrasi Konseptual dari injeksi <i>cyclic</i> (biru) dan injeksi Konvensional (merah). Kanan: Laju Injeksi dan kiri: Kumulatif Produksi	28
3.2. Distribusi Perbedaan Tekanan diantara Lapisan dengan Permeabilitas yang Tinggi dan Rendah	30
3.3. Pola Sumur Injeksi-Produksi	35
3.4. Data Hasil Percobaan Optimum VRR pada <i>Light Oil</i> dan <i>Heavy Oil</i>	37
3.5. <i>Primary Recovery</i> pada Metoda Ganesh Thakur	39

DAFTAR GAMBAR

(Lanjutan)

Gambar	Halaman
3.6. Contoh Penentuan <i>Rock Region</i> dengan Hasil Distribusi Swi 3D Model	48
3.7. Contoh Penentuan <i>Rock Region</i> dengan Hasil Distribusi Data Permeabilitas	49
3.8. Contoh Penggunaan <i>Rock Region</i> yang Diaplikasikan pada 3D Model ...	49
3.9. Contoh Kurva Normalisasi Permeabilitas Relatif pada Sistem Minyak-Air	52
3.10. Contoh Kurva Denormalisasi Permeabilitas Relatif pada Sistem Minyak-Air.....	52
3.11. Contoh Kurva Normalisasi Permeabilitas Relatif pada Sistem Gas-Air...	54
3.12. Contoh Kurva Denormalisasi Permeabilitas Relatif pada Sistem Gas-Air	55
3.13. Kurva Tekanan Kapiler Sistem Minyak-Air	57
4.1. Peta Isoporositas Lapangan “AP”	62
4.2. Peta Isopermeabilitas Lapangan “AP”	63
4.3. Peta Isosaturasi Minyak Lapangan “AP”	63
4.4. Peta Isosaturasi Air Lapangan “AP”	64
4.5. Peta Distribusi Tekanan Lapangan “AP”	64
4.6. <i>Rock Region</i> Lapangan “AP”	67
4.7. <i>Rock Region</i> Lapangan “AP”	67
4.8. Kurva Normalisasi Permeabilitas Relatif Sistem Minyak-Air Lapangan “AP”	69
4.9. Kurva Denormalisasi Permeabilitas Relatif Sistem Minyak-Air <i>Rock Region</i> 1 Lapangan “AP”	69

DAFTAR GAMBAR

(Lanjutan)

Gambar	Halaman
4.10. Kurva Denormalisasi Permeabilitas Relatif Sistem Minyak-Air <i>Rock Region 2</i> Lapangan “AP”	70
4.11. Kurva Denormalisasi Permeabilitas Relatif Sistem Minyak-Air <i>Rock Region 3</i> Lapangan “AP”	70
4.12. Kurva <i>Fractional Flow</i>	71
4.13. Kurva Modifikasi Permeabilitas Relatif Lapangan “AP” Setelah Dilakukan <i>History Matching</i>	73
4.14. Kurva Laju Produksi <i>Liquid</i> pada Lapangan “AP” Setelah Dilakukan <i>History Matching</i>	74
4.15. Kurva Laju Produksi Minyak pada Lapangan “AP” Setelah Dilakukan <i>History Matching</i>	75
4.16. Kurva Laju Produksi Air pada Lapangan “AP” Setelah Dilakukan <i>History Matching</i>	75
4.17. Kurva Kumulatif Produksi <i>Liquid</i> pada Lapangan “AP” Setelah Dilakukan <i>History Matching</i>	76
4.18. Kurva Kumulatif Produksi Minyak pada Lapangan “AP” Setelah Dilakukan <i>History Matching</i>	76
4.19. Kurva Kumulatif Produksi Air pada Lapangan “AP” Setelah Dilakukan <i>History Matching</i>	77
4.20. Kurva Laju Produksi Minyak pada Lapangan “AP” Setelah Dilakukan <i>PI Matching</i>	78
4.21. Lokasi Sumur pada Lapangan “AP”	79
4.22. Prediksi <i>Rate</i> Produksi & Kumulatif Minyak pada Lapangan “AP”	80
4.23. Prediksi Tekanan Reservoir Lapangan “AP” pada <i>Basecase</i>	80
4.24. Lokasi Sumur Injeksi Skenario I-A	82

DAFTAR GAMBAR

(Lanjutan)

Gambar	Halaman
4.25. Lokasi Sumur Injeksi Skenario I-B.....	83
4.26. Lokasi Sumur Injeksi Skenario I-C.....	84
4.27. Lokasi Sumur Injeksi Skenario I-D	85
4.28. Perbandingan Kumulatif Produksi Minyak pada Pengembangan Skenario I	87
4.29. Perbandingan Laju Produksi Produksi Minyak pada Pengembangan Skenario I	87
4.30. Perbandingan Tekanan Reservoir pada Pengembangan Skenario I.....	88
4.31. Penambahan Np Minyak Vs Laju Injeksi pada Pengembangan Skenario II.....	91
4.32. Perbandingan Kumulatif Produksi Minyak pada Pengembangan Skenario II.....	91
4.33. Perbandingan Laju Produksi Minyak pada Pengembangan Skenario II...	92
4.34. Perbandingan Tekanan Reservoir pada Pengembangan Skenario II.....	92
4.35. Perbandingan Kumulatif Produksi Minyak diantara Skenario III-A Dan <i>Conventional Waterflooding</i>	94
4.36. Perbandingan Kumulatif Produksi Air diantara Skenario III-A dan <i>Conventional Waterflooding</i>	94
4.37. Perbandingan Laju Produksi dan Kumulatif Injeksi Air diantara Skenario III-A dan <i>Conventional Waterflooding</i>	95
4.38. Tekanan Reservoir Skenario III-A	95
4.39. Perbandingan Kumulatif Produksi Minyak diantara Skenario III-B Dan <i>Conventional Waterflooding</i>	96

DAFTAR GAMBAR

(Lanjutan)

Gambar	Halaman
4.40. Perbandingan Kumulatif Produksi Air diantara Skenario III-B Dan <i>Conventional Waterflooding</i>	97
4.41. Perbandingan Laju Produksi dan Kumulatif Injeksi Air diantara Skenario III-B dan <i>Conventional Waterflooding</i>	97
4.42. Tekanan Reservoir Skenario III-B	98
4.43. Perbandingan Kumulatif Produksi Minyak diantara Skenario III-C Dan <i>Conventional Waterflooding</i>	99
4.44. Perbandingan Kumulatif Produksi Air diantara Skenario III-C dan <i>Conventional Waterflooding</i>	99
4.45. Perbandingan Laju Produksi dan Kumulatif Injeksi Air diantara Skenario III-C dan <i>Conventional Waterflooding</i>	100
4.46. Tekanan Reservoir Skenario III-C	100
4.47. Perbandingan Kumulatif Produksi Minyak diantara Skenario III-D Dan <i>Conventional Waterflooding</i>	101
4.48. Perbandingan Kumulatif Produksi Air diantara Skenario III-D dan <i>Conventional Waterflooding</i>	102
4.49. Perbandingan Laju Produksi dan Kumulatif Injeksi Air diantara Skenario III-D dan <i>Conventional Waterflooding</i>	102
4.50. Tekanan Reservoir Skenario III-D	103
4.51. Perbandingan Kumulatif Produksi Minyak diantara Skenario III-E Dan <i>Conventional Waterflooding</i>	104
4.52. Perbandingan Kumulatif Produksi Air diantara Skenario III-E dan <i>Conventional Waterflooding</i>	104

DAFTAR GAMBAR

(Lanjutan)

Gambar	Halaman
4.53. Perbandingan Laju Produksi dan Kumulatif Injeksi Air diantara Skenario III-E dan <i>Conventional Waterflooding</i>	105
4.54. Tekanan Reservoir Skenario III-E	105
4.55. Perbandingan Kumulatif Produksi Minyak diantara Skenario III-F Dan <i>Conventional Waterflooding</i>	106
4.56. Perbandingan Kumulatif Produksi Air diantara Skenario III-F dan <i>Conventional Waterflooding</i>	107
4.57. Perbandingan Laju Produksi dan Kumulatif Injeksi Air diantara Skenario III-F dan <i>Conventional Waterflooding</i>	107
4.58. Tekanan Reservoir Skenario III-F.....	108
4.59. Perbandingan Kumulatif Produksi Minyak diantara Skenario III Dan <i>Conventional Waterflooding</i>	109
4.60. Perbandingan Kumulatif Produksi Air diantara Skenario III dan <i>Conventional Waterflooding</i>	110
4.61. Perbandingan Kumulatif Injeksi Air diantara Skenario III dan <i>Conventional Waterflooding</i>	110
4.62. Perbandingan Nilai <i>Water Cut</i> diantara Skenario III dan <i>Conventional Waterflooding</i>	111

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
II-1. Data PVT Lapangan “AP”	21
III-1. Contoh Tabulasi <i>End-Point</i> Data Pada Sistem Minyak-Air	50
III-2. Contoh Tabulasi <i>End-Point</i> Data Pada Sistem Gas-Minyak.....	53
IV-1. Tabulasi Pembagian <i>Rock Region</i> Lapangan “AP”	66
IV-2. Nilai <i>End-Point</i> Pada Lapangan “AP”	68
IV-3. Karakteristik Permodelan Lapangan “AP”	72
IV-4. Hasil <i>History Matching</i>	74
IV-5. Penentuan <i>Key Well</i> Lapangan “AP”	78
IV-6. Ringkasan Hasil Prediksi <i>Basecase</i> Lapangan “AP”	81
IV-7. Titik Koordinat Sumur Injeksi pada Skenario I-A	82
IV-8. Titik Koordinat Sumur Injeksi pada Skenario I-B	83
IV-9. Titik Koordinat Sumur Injeksi pada Skenario III-C	84
IV-10. Titik Koordinat Sumur Injeksi pada Skenario III-D.....	85
IV-11. Tabulasi Hasil Pengembangan Skenario I pada Lapangan “AP”.....	86
IV-12. Tabulasi Hasil Pengembangan Lanjutan Skenario I pada Lapangan “AP”	86
IV-13. Tabulasi Hasil Pengembangan Skenario II pada Lapangan “AP”	90
IV-14. Tabulasi Hasil Pengembangan Lanjutan Skenario II pada Lapangan “AP”	90
IV-15. Tabulasi Hasil Pengembangan Skenario III pada Lapangan “AP”	109
IV-16. Tabulasi Hasil Pengembangan Lanjutan Skenario III pada Lapangan “AP”	109
IV-17. Tabulasi Hasil Pengembangan Skenario <i>Cyclic Waterflooding</i> Pada Lapangan “AP”	112

DAFTAR TABEL
(Lanjutan)

Tabel	Halaman
IV-18. Tabulasi Hasil Pengembangan Skenario Lanjutan pada Lapangan “AP”	113