

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERUNTUKKAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH	iv
KATA PENGANTAR	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
RINGKASAN	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Maksud dan Tujuan	2
1.3. Batasan Masalah	3
1.4. Metodologi.....	3
1.5. Sistematika Penulisan	6
BAB II. TINJAUAN UMUM LAPANGAN	7
2.1. Letak Geografis Lapangan AD.....	7
2.2. Tinjauan Geologi Lapangan AD.....	7
2.2.1. Geologi Regional Cekungan Jawa Timur Utara	7
2.2.2. Stratigrafi Cekungan Jawa Timur Utara.....	8
2.3. <i>Petroleum System</i>	12
2.3.1. Batuan Induk	12
2.3.2. Batuan Reservoir	12
2.3.3. Batuan Tudung	12
2.3.4. Perangkap	12
2.4. Data Tekanan.....	13
2.5. Data Sifat Fisik Minyak.....	14
2.6. Data Penunjang.....	14
2.7. Data Sumur	15
2.7. Data Produksi	16

DAFTAR ISI
(lanjutan)

	Halaman
BAB III. TINJAUAN PUSTAKA	17
3.1. Konsep Simulasi Reservoir	17
3.1.1. Persiapan dan Pengolahan Data.....	19
3.1.1.1 Data Geologi	20
3.1.1.2 Data Sifat Fisik Batuan Reservoir.....	20
3.1.1.3 Data Sifat Fisik Fluida Reservoir.....	20
3.1.1.1 Data Produksi, Tekanan & Temperatur	21
3.1.1.1 Data Penunjang	21
3.1.2. Pembuatan Model	21
3.1.3. Input Data	22
3.1.4. Inisialisasi	22
3.1.5. <i>History Matching</i>	23
3.1.6. Prediksi	24
3.2. Pengolahan Data SCAL.....	24
3.2.1. Penentuan <i>Rocktype / Rock Region</i>	25
3.2.2. Penentuan Permeabilitas Relatif.....	28
3.2.2. Sistem Minyak - Air.....	29
3.2.2. Sistem Gas - Minyak.....	32
3.2.3. Penentuan Tekanan Kapiler.....	35
3.3. Pengolahan Data PVT	36
3.3.1. Penentuan Diagram Fasa Minyak.....	36
3.3.2. Penentuan Kelarutan Gas dalam minyak.....	36
3.3.3. Penentuan Faktor Volume Formasi Minyak...	38
3.3.4. Penentuan Viskositas.....	38
3.4. Cadangan Reservoir.....	39
3.4.1. Metode Volumetrik	41
3.4.2. Metode <i>Material Balance</i>	41
3.5. Penentuan <i>Drive Mechanism</i>	44
3.5.1. <i>Depletion Drive Reservoir</i>	45
3.5.2. <i>Gas Cap Drive Reservoir</i>	45
3.5.3. <i>Water Drive Reservoir</i>	46
3.5.4. <i>Combination Drive Reservoir</i>	47
3.5.5. Metode <i>Material Balance</i>	48
3.5.6. Metode Campbell Plot.....	50
3.7. Water Influx.....	52
3.7.1. <i>Schiltuis Steady State Model</i>	53
3.7.2. <i>Hurst Pseudo Steady State Model</i>	54
3.7.3. <i>Van Everdingen – Hurst (VEH) Unsteady State</i>	55
3.8. Penentuan <i>Recovery Factor</i>	57

DAFTAR ISI
(lanjutan)

	Halaman
3.9. Penentuan <i>Ultimate Recovery</i>	57
3.10. Penentuan Cadangan Sisa.....	58
3.11. Injeksi Air.....	58
3.11.1. <i>Pressure Maintenance</i>	58
3.11.2. <i>Waterflooding</i>	60
3.11.3. Faktor keberhasilan Injeksi Air.....	61
3.12. Simulator IPM 7.5-Petroleum Expert.....	64
3.12.1. MBAL.....	65
3.12.2. PVTp.....	68
3.13. Simulasi PETREL RE 2015.....	69
BAB IV. SIMULASI RESERVOIR LAPANGAN AD.....	71
4.1. Persiapan dan Pengolahan Data.....	71
4.1.1. Data Geologi.....	71
4.1.2. Data Tekanan.....	72
4.1.3. Data Sifat Fisik Batuan.....	72
4.1.3.1. <i>Rocktyping</i>	73
4.1.3.2. Penentuan <i>Endpoint</i>	76
4.1.3.3. Pengolahan Permeabilitas Relatif.....	79
4.1.3.4. Pengolahan Data Tekanan Kapiler.....	81
4.1.4. Data Sifat Fisik Fluida.....	99
4.1.5. Perhitungan Cadangan Volumetris.....	102
4.1.6. Penentuan Tenaga Pendorong.....	102
4.1.6.1. Campbell Plot.....	106
4.1.7. Penentuan Model Water Influx.....	110
4.1.7.1. <i>Schiltuis Steady State Model</i>	113
4.1.7.2. <i>Van Everdingen – Hurst Unsteady State</i>	118
4.1.8. Penentuan Recovery Factor.....	124
4.1.8. Penentuan Ultimate Recovery.....	125
4.1.9. Perhitungan Cadangan Sisa.....	125
4.2. Model Simulasi Reservoir.....	126
4.3. Inisialisasi.....	130
4.4. <i>History Matching</i>	131
4.5. Skenario <i>Pressure Maintenance</i>	138
BAB V. PEMBAHASAN.....	154
BAB VI. KESIMPULAN.....	163
DAFTAR PUSTAKA.....	165

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Letak Geografik Lapangan “AD”	6
Gambar 2.2. Lokasi Lapangan “AD” di Cekungan Jawa Timur Utara	7
Gambar 2.3. Stratigrafi Regional Cekungan Jawa Timur Utara	10
Gambar 2.4. Data Sejarah Tekanan Reservoir “CRF” Lapangan “AD”	12
Gambar 2.5. Peta Kontur Sumur Produksi Reservoir “CRF”	14
Gambar 2.6. Sumur Produksi hasil Simulasi Petrel Reservoir “CRF”	14
Gambar 2.7. Performa Produksi hasil Simulasi Reservoir “CRF” ..	15
Gambar 3.1. Plot Permeabilitas vs Porositas penentuan Rock Type	27
Gambar 3.2. Trendline Normalisasi Kurva Permeabilitas Relatif pada Sistem Air-Minyak.....	29
Gambar 3.3. Kurva Permeabilitas Relatif pada Sistem Minyak-Air	30
Gambar 3.4. Kurva Permeabilitas Relatif 3 Core pada Sistem Minyak-Air	31
Gambar 3.5. Trendline Normalisasi Kurva Permeabilitas Relatif Pada Sistem Gas-Minyak	32
Gambar 3.6. Kurva Permeabilitas Relatif pada Sistem Minyak-Gas	33
Gambar 3.7. Kurva Tekanan Kapiler Sistem Minyak-Air	35
Gambar 3.8. Diagram Fasa Minyak	36
Gambar 3.9. <i>Depletion Drive Reservoir</i>	44
Gambar 3.10. <i>Gas Cap Drive Reservoir</i>	44
Gambar 3.11. <i>Water Drive Reservoir</i>	46
Gambar 3.12. <i>Combination Drive Reservoir</i>	47
Gambar 3.13. <i>Campbell Plot</i>	51
Gambar 3.14. Metode Trial & Error dalam Penentuan Model Aquifer	52

DAFTAR GAMBAR
(lanjutan)

	Halaman
Gambar 3.15. Letak Sumur Injeksi pada Injeksi Air dan Injeksi Gas Sebagai Pressure Maintenance	59
Gambar 3.16. Pola Sumur <i>Irregular Injection</i> - Production	62
Gambar 3.17. Pola Sumur <i>Regular Injection</i> - Production	62
Gambar 3.18. Integrasi Software IPM	64
Gambar 3.19. Tampilan Program MBAL	65
Gambar 3.20. Tampilan Tank Input Data Mbal	66
Gambar 3.21. Tampilan Tank Input Data PVTp.....	67
Gambar 3.22. Tampilan Program Petrel 2015	68
Gambar 4.1. Model 3D GOC & WOC Reservoir “CRF”	72
Gambar 4.2. <i>Sample Number</i> vs FZI.....	75
Gambar 4.3. FZI vs Swc.....	76
Gambar 4.4. FZI vs Sor	77
Gambar 4.5. FZI vs Kro(Swc).....	77
Gambar 4.6. FZI vs Krw(Sor)	78
Gambar 4.7. FZI vs Sgc.....	79
Gambar 4.8. FZI vs Sor	79
Gambar 4.9. FZI vs Kro(Sgc).....	80
Gambar 4.10. FZI vs Krg(Sor)	80
Gambar 4.11. FZI vs SQRT	83
Gambar 4.12. Normalisasi Permeabilitas Relatif Minyak-Air	86
Gambar 4.13. Kurva Kro-Krw vs Sw Denormalisasi.....	89
Gambar 4.14. Normalisasi Permeabilitas Relatif Sistem Gas-Minyak	91
Gambar 4.15. Kurvs Krg-Kro vs Sw Denormalisasi.....	94
Gambar 4.16. Normalisasi Plot J(Sw) vs Sw	96
Gambar 4.17. Denormalisasi Tekanan Kapiler Setiap Rocktype	99

DAFTAR GAMBAR
(lanjutan)

	Halaman
Gambar 4.18. Diagram Fasa Reservoir “CRF”	100
Gambar 4.19. Faktor Volume Formasi vs Tekanan	100
Gambar 4.20. GOR vs Tekanan	101
Gambar 4.21. Viskositas vs Tekanan	101
Gambar 4.22. Hasil Perhitungan Drive Index Reservoir “CRF”	106
Gambar 4.23. Analisa Drive Index Menggunakan Campbell Plott...	110
Gambar 4.24. Grafik Na vs Np Reservoir “CRF” Lapangan “AD” ..	112
Gambar 4.25. Grafik Hasil Perhitungan Penentuan Model Water Influx Reservoir “CRF” Lapangan “AD”	117
Gambar 4.26. Plot We_{MB} vs We_{ss} untuk test keselarasan Model <i>Water Influx Steady State</i> (Schiltuis).....	117
Gambar 4.27. Grafik Hasil Perhitungan Penentuan Model Water Influx <i>Unsteady State</i> (VEH) <i>Finite Aquifer</i> $rD = 4$; $A = 1.5$ /tahun Reservoir “CRF” Lapangan “AD”	123
Gambar 4.28. Plot We_{MB} vs We_{ss} untuk test keselarasan Model <i>Water Influx Unsteady Steady State</i> (VEH) <i>Finite Aquifer</i> $rD = 4$; $A = 1.5$ /tahun.....	124
Gambar 4.29. Model 3D GOC & WOC	126
Gambar 4.30. Model Saturasi Air 3D.....	127
Gambar 4.31. Model Saturasi Air 2D.....	127
Gambar 4.32. Model Porositas 3D	128
Gambar 4.33. Model Porositas 2D	128
Gambar 4.34. Model Rocktype 3D	129
Gambar 4.35. Model Rocktype 3D	129
Gambar 4.35. Hasil Matching Liquid Field	132
Gambar 4.36. Hasil Matching Oil Field	132

DAFTAR GAMBAR
(lanjutan)

	Halaman
Gambar 4.37. Hasil Matching Gas Field.....	133
Gambar 4.38. Hasil Matching Air Field.....	134
Gambar 4.39. Hasil Matching Perilaku Tekanan	134
Gambar 4.40. Modifikasi Kurva Permeabilitas Relatif.....	135
Gambar 4.41. Hasil Prediksi Lapangan Laju Produksi Minyak Basecase	137
Gambar 4.42. Hasil Prediksi Lapangan Laju Produksi Gas Basecase	137
Gambar 4.43. Hasil Prediksi Laju Produksi Minyak Skenario Water Injection	139
Gambar 4.44. Hasil Kumulatif Produksi Minyak Skenario Water Injection (Pressure Maintenance)	140
Gambar 4.45. Hasil Kumulatif Produksi Air berbagai Rate Injeksi..	141
Gambar 4.46. Oil Incremental vs Laju Injeksi	142
Gambar 4.47. Perbandingan <i>Trend</i> Penurunan Tekanan Reservoir Sebelum dan Setelah Injeksi Air di Reservoir “CRF” Lapangan “AD”	143
Gambar 4.48. Grafik Rate Produksi Minyak setiap Laju Injeksi	144
Gambar 4.49. Grafik <i>watercut</i> setiap Skenario	145
Gambar 4.50. Grafik <i>Gas Oil Ratio</i> setiap Skenario.....	145
Gambar 4.51. Rate Injeksi air 500 BWPD	147
Gambar 4.52. Rate Injeksi air 1000 BWPD	147
Gambar 4.53. Rate Injeksi air 1350 BWPD	148
Gambar 4.54. Rate Injeksi air 1350BWPD September 2018	148
Gambar 4.55. Rate Injeksi air 1350 BWPD September 2023	149
Gambar 4.56. Rate Injeksi air 1000 BWPD September 2027	149
Gambar 4.57. Rate Injeksi air 1000 BWPD September 2030	150

DAFTAR TABEL

		Halaman
Tabel II-1.	Data Tekanan Reservoir “CRF” Lapangan “AD”	12
Tabel II-2.	Data Sifat Fisik Minyak Lapisan “SN” Lapangan “AD”	13
Tabel II-3.	Data Laju dan Kumulatif Produksi Minyak Reservoir “CRF” Lapangan “AD” Bulan November 2018	15
Tabel IV-1.	Data Geologi Lapangan “AD”	80
Tabel IV-2.	Tekanan Reservoir	81
Tabel IV-3.	Hasil Perhitungan Penentuan Harga FZI	83
Tabel IV-4.	Pembagian <i>Rock Type</i> Lapangan “AD”	84
Tabel IV-5.	Hasil Perhitungan SQRT	91
Tabel IV-6.	Hasil Perhitungan <i>Endpoint</i> Sistem Minyak-Air	93
Tabel IV-7.	Hasil Perhitungan <i>Endpoint</i> Sistem Gas-Minyak	93
Tabel IV-8.	Hasil Normalisasi Permeabilitas Relatif Minyak-Air.	94
Tabel IV-9.	Hasil Perhitungan $krw*avg$ dan $kro*avg$	96
Tabel IV-10.	Nilai Permeabilitas Relatif Sistem Minyak-Air pada Setiap Rocktype	97
Tabel IV-11.	Normalisasi Permeabilitas Relatif Gas-Minyak	99
Tabel IV-12.	Hasil Perhitungan kr_g*avg dan $kro*avg$	101
Tabel IV-13.	Denormalisasi Kurva Permeabilitas relative Gas-Minyak Pada setiap Rocktype	102
Tabel IV-14.	Normalisasi Tekanan Kapiler	104
Tabel IV-15.	Hasil Perhitungan $J(Sw)_{avg}$	105
Tabel IV-16.	Hasil Perhitungan Denormalisasi Tekanan Kapiler ...	107
Tabel IV-17.	Komposisi Minyak Reservoir “CRF”	108
Tabel IV-18.	Hasil Perhitungan $J(Sw)_{avg}$	105

DAFTAR TABEL
(Lanjutan)

Tabel IV-19.	Hasil Perhitungan Denormalisasi Tekanan Kapiler	107
Tabel IV-20.	Komposisi Minyak Reservoir “CRF”	108
Tabel IV-21.	Data PVT Reservoir “CRF”	105
Tabel IV-22.	Data Perhitungan Cadangan Reservoir “CRF”	107
Tabel IV-23.	Hasil Perhitungan <i>Drive Index</i> Reservoir Lapisan “A”	108
Tabel IV-24.	Hasil Perhitungan Metode Campbell Plot	117
Tabel IV-25.	Hasil Perhitungan N_a vs N_p Reservoir “CRF”	121
Tabel IV-26.	Hasil Perhitungan <i>Penentuan Model Water Influx Steady State</i> (Schiltuis)	124
Tabel IV-27.	Hasil Perhitungan <i>Penentuan Model Water Influx Dengan Metode Material Balance Unsteady State</i>	127
Tabel IV-28.	Hasil Perhitungan <i>Penentuan Model Water Influx dengan Metode Material Balance Unsteady State Finite Aquifer</i> $rD=4$; $A=1.5$ /tahun	130
Tabel IV-29.	Karakteristik Permodelan Reservoir “CRF”	127
Tabel IV-30.	Hasil Inisialisasi OOIP	139
Tabel IV-31.	Hasil Inisialisasi Tekanan	140
Tabel IV-32.	History Matching Data Produksi Reservoir “CRF”	142
Tabel IV-33.	Well Status Skenario Basecase	145
Tabel IV-34.	Hasil Skenario Prediksi Reservoir “CRF”	152

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
LAMPIRAN A Data SCAL	157
LAMPIRAN B Performa Produksi	164
LAMPIRAN C Simulasi Petrel.....	170
LAMPIRAN D Perhitungan Water Influx	200