

## DAFTAR ISI

<b>RINGKASAN .....</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xiv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Batasan Masalah .....	3
1.4. Maksud dan Tujuan Penelitian.....	3
1.5. Hipotesis .....	4
1.6. Manfaat Penelitian .....	4
1.7. Sistematika Penulisan Tesis.....	5
<b>BAB II TINJAUAN UMUM LAPANGAN .....</b>	<b>7</b>
2.1. Lokasi Penelitian.....	7
2.2. Geologi Regional .....	8
2.3. <i>Petroleum System</i> .....	11
2.4. Reservoir Target Penelitian.....	15
2.5. Performa Produksi dan Injeksi Lapangan RS .....	16
<b>BAB III STUDI PUSTAKA (<i>LITERATURE REVIEW</i>) .....</b>	<b>17</b>
3.2. Evaluasi Karakteristik Reservoir .....	19
3.3. Desain dan Evaluasi <i>Waterflooding</i> .....	22
3.4. <i>Waterflooding</i> pada Reservoir Karbonat .....	26
<b>BAB IV METODOLOGI PENELITIAN DAN DASAR TEORI.....</b>	<b>28</b>
4.1. Metodologi Penelitian.....	28
4.2. Karakteristik Reservoir Karbonat .....	32
4.3. <i>Waterflooding</i> .....	43

4.4. Evaluasi <i>Water Injection (Pressure Maintenance) Surveillance</i> .....	45
4.5. Evaluasi Karakteristik Reservoir .....	50
4.6. Desain dan Evaluasi <i>Waterflooding</i> .....	68
4.7. Simulasi <i>Reservoir</i> .....	70
<b>BAB V HASIL ANALISIS DAN PENGOLAHAN DATA .....</b>	<b>73</b>
5.1. Inventarisasi dan <i>Quality Control Data</i> .....	73
5.2. Evaluasi <i>Surveillance Existing Water Injection</i> .....	74
5.3. Evaluasi Karakteristik Reservoir .....	86
5.4. Pemodelan Injeksi Air Zona A, Lapangan RS.....	97
<b>BAB VI ANALISIS DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>124</b>
6.1. Evaluasi <i>Surveillance</i> Injeksi Air.....	124
6.2. Evaluasi Karakteristik Reservoir .....	125
6.3. Pemodelan <i>Material Balance</i> .....	126
<b>BAB VII KESIMPULAN DAN REKOMENDASI .....</b>	<b>129</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>131</b>
<b>DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN .....</b>	<b>134</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Lokasi Lapangan RS .....	7
Gambar 2.2. Korelasi Unit Litostratigrafi Arab Secara Luas.....	9
Gambar 2.3. Stratigrafi <i>Lower Cretaceous</i> Formasi Thamama .....	10
Gambar 2.4. Kolom Litostratigrafi Lower Cretaceous formasi Thamama .....	13
Gambar 2.5. Model Akumulasi Minyak dan Gas Cekungan Arab .....	14
Gambar 2.6. Korelasi Porositas vs Permeabilitas Formasi Shuaiba .....	15
Gambar 4.1. Diagram Alir Metodologi Evaluasi dan Optimasi Injeksi Air untuk <i>Pressure Maintenance</i> pada Zona A Lapangan RS .....	31
Gambar 4.2. Proses Pertumbuhan Batuan Karbonat.....	32
Gambar 4.3. Perbandingan <i>Rate</i> Pertumbuhan <i>Reef</i> terhadap Kedalaman Laut...	33
Gambar 4.4. Klasifikasi Batuan Karbonat Menurut Dunham.....	35
Gambar 4.5. Komposisi Batuan Karbonat .....	36
Gambar 4.6. Diagram Komposisi Mineral Penyusun Batuan Karbonat .....	36
Gambar 4.7. Klasifikasi Porositas Karbonat.....	41
Gambar 4.8. Contoh Perbandingan Harga Porositas terhadap Harga Permeabilitas Reservoir Karbonat .....	42
Gambar 4.9. Ilustrasi <i>Leak Piston Like Displacement</i> .....	44
Gambar 4.10. Analisis Performa Produksi dan Injeksi Lapangan <i>Waterflooding</i>	45
Gambar 4.11. Perbandingan Distribusi Tekanan Aplikasi <i>Pressure Maintenance</i>	46
Gambar 4.12. Analisis <i>Voidage Replacement Ratio</i> (VRR) .....	47
Gambar 4.13. Analisis <i>Injectivity</i> dengan <i>Hall Plot</i> .....	49
Gambar 4.14. <i>Chan's Plot</i> untuk <i>Waterflood Production History</i> .....	49
Gambar 4.15. Tipe <i>Decline Curve Analysis</i> .....	54
Gambar 4.16. Normalisasi Permeabilitas Relatif Sistem Air-Minyak.....	58
Gambar 4.17. Efek Viskositas Minyak terhadap Kurva <i>Fractional Flow</i> .....	59
Gambar 4.18. Efek <i>Dip Angle</i> terhadap Kurva <i>Fractional Flow</i> .....	60
Gambar 4.19. <i>Cut-Off Sw</i> dengan Data <i>Fractional Flow</i> 99% .....	60
Gambar 4.20. Analisis <i>Cross Plot</i> Porositas vs Permeabilitas.....	62

Gambar 4.21. Penentuan <i>Rock Region</i> berdasarkan nilai Permeabilitas.....	63
Gambar 4.22. Penentuan <i>Rock Region</i> berdasarkan nilai FZI .....	65
Gambar 4.23. Kemungkinan Kondisi Homogenitas/Heterogenitas Reservoir .....	66
Gambar 5.1. Performa Produksi dan Injeksi Zona A Lapangan RS .....	76
Gambar 5.2. Lokasi Produksi Sumur Produksi dan Injeksi pada Lapangan RS ...	77
Gambar 5.3. Analisis Performa Produksi Sumur RS-01 .....	78
Gambar 5.4. Analisis Performa Produksi Sumur RS-02.....	78
Gambar 5.5. Analisis Performa Produksi Sumur RS-03.....	79
Gambar 5.6. Analisis Performa Produksi Sumur RS-04.....	79
Gambar 5.7. Analisis Performa Produksi Sumur RS-05.....	80
Gambar 5.8. Analisis Performa Produksi Sumur RS-06.....	80
Gambar 5.9. Analisis Performa Produksi Sumur RS-07.....	81
Gambar 5.10. Analisis Performa Produksi Sumur RS-08.....	81
Gambar 5.11. Analisis Performa Tekanan Zona A Lapangan RS .....	83
Gambar 5.12. Analisis <i>Voidage Replacement Ratio</i> Zona A Lapangan RS .....	84
Gambar 5.13. Performa Injeksi Sumur WI-01 pada Zona A Lapangan RS.....	85
Gambar 5.14. Analisis <i>Hall Plot</i> Sumur WI-01 pada Zona A Lapangan RS.....	85
Gambar 5.15. <i>Decline Curve Analysis</i> Lapangan RS .....	86
Gambar 5.16. Sifat Fisik Fluida Zona A, Lapangan RS .....	88
Gambar 5.17. Diagram Fasa Minyak Zona A, Lapangan RS .....	88
Gambar 5.18. Komposisi Hidrokarbon Zona A, Lapangan RS .....	89
Gambar 5.19. Korelasi <i>End-Point</i> Data SCAL Zona A, Lapangan RS .....	90
Gambar 5.20. Data Permeabilitas Relatif Zona A, Lapangan RS.....	91
Gambar 5.21. Normalisasi Data Permeabilitas Relatif Zona A, Lapangan RS ....	91
Gambar 5.22. De-Normalisasi Data Permeabilitas Relatif Zona A,Lapangan RS	92
Gambar 5.23. Kurva <i>Fractional Flow</i> Zona A, Lapangan RS.....	93
Gambar 5.24. <i>Recovery Factor</i> Data SCAL Zona A, Lapangan RS.....	93
Gambar 5.25. Analisis Tekanan Reservoir Zona A, Lapangan RS.....	95
Gambar 5.26. <i>Conventional Plot</i> Data RCAL Reservoir Zona A, Lapangan RS .	96
Gambar 5.27. <i>Matrix</i> dan <i>Fracture System</i> Data RCAL Reservoir Zona A .....	97
Gambar 5.28. <i>Analytical Model</i> sebelum <i>Pressure</i> dan <i>In Place Matching</i> .....	99

Gambar 5.29. <i>Analytical Model</i> sesudah <i>Pressure</i> dan <i>In Place Matching</i> .....	99
Gambar 5.30. Parameter <i>Analytical Model</i> pada Zona A, Lapangan RS.....	100
Gambar 5.31. <i>History Matching</i> Data Tekanan Model <i>Material Balance</i> .....	101
Gambar 5.32. <i>History Matching</i> Data Produksi Model <i>Material Balance</i> .....	101
Gambar 5.33. <i>Drive Mechanism</i> Model <i>Material Balance</i> .....	102
Gambar 5.34. <i>Fractional Flow</i> Model MBAL Zona A, sebelum <i>Matching</i> .....	102
Gambar 5.35. <i>Fractional Flow</i> Model MBAL Zona A, sesudah <i>Matching</i> .....	103
Gambar 5.36. Jarak Sumur WI-01 ke Sumur RS-01 Zona A, Lapangan RS.....	104
Gambar 5.37. <i>Breakthrough Time</i> Model 1-D Sumur RS-01 .....	104
Gambar 5.38. Jarak Sumur WI-01 ke Sumur RS-02 Zona A, Lapangan RS.....	105
Gambar 5.39. <i>Breakthrough Time</i> Model 1-D Sumur RS-02 .....	105
Gambar 5.40. Jarak Sumur WI-01 ke Sumur RS-03 Zona A, Lapangan RS.....	106
Gambar 5.41. <i>Breakthrough Time</i> Model 1-D Sumur RS-03 .....	106
Gambar 5.42. Jarak Sumur WI-01 ke Sumur RS-04 Zona A, Lapangan RS.....	107
Gambar 5.43. <i>Breakthrough Time</i> Model 1-D Sumur RS-04 .....	107
Gambar 5.44. Jarak Sumur WI-01 ke Sumur RS-05 Zona A, Lapangan RS.....	108
Gambar 5.45. <i>Breakthrough Time</i> Model 1-D Sumur RS-05 .....	108
Gambar 5.46. Jarak Sumur WI-01 ke Sumur RS-06 Zona A, Lapangan RS.....	109
Gambar 5.47. <i>Breakthrough Time</i> Model 1-D Sumur RS-06 .....	109
Gambar 5.48. Jarak Sumur WI-01 ke Sumur RS-07 Zona A, Lapangan RS.....	110
Gambar 5.49. <i>Breakthrough Time</i> Model 1-D Sumur RS-07 .....	110
Gambar 5.50. Jarak Sumur WI-01 ke Sumur RS-08 Zona A, Lapangan RS.....	111
Gambar 5.51. <i>Breakthrough Time</i> Model 1-D Sumur RS-08 .....	111
Gambar 5.52. Input Parameter Reservoir Model <i>Streamline</i> .....	113
Gambar 5.53. Input Data Sumur <i>Existing</i> @Desember 2022 Model <i>Streamline</i>	114
Gambar 5.54. Hasil Simulasi <i>Streamline</i> Kondisi <i>Existing</i> @Desember 2022 ..	115
Gambar 5.55. Input Data Sumur dengan 1 Sumur Injeksi <i>Existing</i> dan VRR =1 Model <i>Streamline</i> Zona A, Lapangan RS .....	116
Gambar 5.56. Hasil Simulasi <i>Streamline</i> dengan 1 Sumur Injeksi <i>Existing</i> dan VRR =1 Zona A, Lapangan RS.....	117

Gambar 5.57. Input Data Sumur dengan 4 Sumur Injeksi Tambahan dan VRR =1 Model <i>Streamline</i> Zona A, Lapangan RS .....	118
Gambar 5.58. Hasil Simulasi <i>Streamline</i> dengan 4 Sumur Injeksi Tambahan dan VRR =1 Zona A, Lapangan RS.....	119
Gambar 5.59. Input Data Sumur dengan 1 Sumur Injeksi <i>Existing</i> , 4 Sumur Injeksi Tambahan, dan VRR =1 Model <i>Streamline</i> Zona A, Lapangan RS	120
Gambar 5.60. Hasil Simulasi <i>Streamline</i> dengan 1 Sumur Injeksi <i>Existing</i> , 4 Sumur Injeksi Tambahan, dan VRR =1 Zona A, Lapangan RS .....	121
Gambar 5.61. Profil Produksi, Injeksi, dan Tekanan dengan VRR =1 Zona A, Lapangan RS .....	122
Gambar 5.62. Profil <i>Water Cut</i> dan Kumulatif Produksi Minyak dengan VRR =1 Zona A, Lapangan RS .....	122

## DAFTAR TABEL

Tabel II-1. Kondisi Inisial Reservoir Zona A, Lapangan RS.....	16
Tabel IV-1. Komposisi Kimia <i>Limestone</i> .....	37
Tabel IV-2. Komposisi Kimia <i>Dolomite</i> .....	38
Tabel IV-3. Perbandingan Porositas Batupasir Terhadap Porositas Karbonat ....	40
Tabel IV-4. <i>Summary Waterflooding</i> .....	44
Tabel IV-5. Persamaan-Persamaan <i>Decline Curve Analysis</i> .....	54
Tabel IV-6. <i>Special Core Analysis</i> .....	55
Tabel IV-7. Ringkasan <i>End-Point Data</i> Permeabilitas Relatif Air-Minyak .....	56
Tabel IV-8. <i>Routine Core Analysis</i> dan Aplikasi.....	61
Tabel IV-9. Contoh Evaluasi <i>Waterflooding</i> Lapangan Indonesia .....	69
Tabel V-1. Ketersediaan Data .....	73
Tabel V-2. <i>Summary</i> dan Status Sumur Produksi Zona A, Lapangan RS .....	74
Tabel V-3. <i>Summary Forecast Basecase</i> Zona A, Lapangan RS .....	87
Tabel V-4. Ringkuman Sifat Fisik Fluida Zona A, Lapangan RS .....	87
Tabel V-5. <i>Summary End-Point Data</i> SCAL Zona A, Lapangan RS .....	89
Tabel V-6. Input Data Model <i>Material Balance</i> Zona A, Lapangan RS .....	98
Tabel V-7. <i>Summary</i> Pemodelan <i>Material Balance</i> untuk Injeksi Air .....	112
Tabel V-8 <i>Summary Recovery Program</i> Optimasi Injeksi Air.....	123

## **DAFTAR LAMPIRAN**

LAMPIRAN A (DATA ANALISIS *CORE*)

LAMPIRAN B (DATA ANALISIS PVT)

LAMPIRAN C (CONTOH *WELL DIAGRAM / COMPLETION*)