

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
RINGKASAN	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Maksud dan Tujuan	2
1.3. Batasan Masalah	2
1.4. Metodologi	2
1.5. Sistematika Penulisan	4
BAB II. TINJAUAN UMUM LAPANGAN	6
2.1. Letak Geografis Lapangan “Hakur”	6
2.2. Geologi Regional	7
2.2.1. Kerangka Tektonik	7
2.2.2. Stratigrafi Regional	11
2.2.3. Struktur Geologi Lapangan “Hakur”	13
2.2.4. <i>Petroleum System</i> Cekungan Sumatera Tengah	14
2.2.4.1. Batuan Induk (<i>Source Rock</i>).....	15
2.2.4.2. <i>Reservoir Rock</i>	16
2.2.4.3. Batuan Penyekat (<i>Seal</i>).....	16

DAFTAR ISI
(Lanjutan)

	Halaman
2.2.4.4. Kematangan (<i>Maturation</i>)	17
2.2.4.5. Migrasi (<i>Migration</i>)	17
2.3. Karakteristik Lapangan “Hakur”	18
2.3.1. Sejarah Produksi Lapangan “Hakur”	18
2.3.2. Sifat Fisik Batuan Reservoir	19
2.3.3. Sifat Fisik Fluida Reservoir	20
BAB III. TEORI SIMULASI RESERVOIR DAN PENGEMBANGAN	
LAPANGAN	21
3.1. Konsep Simulasi <i>Reservoir</i>	21
3.2. Tahap Pengerjaan dalam Simulasi <i>Reservoir</i>	22
3.2.1. Persiapan dan Pengolahan Data	23
3.2.1.1. Data Geologi, Geofisika, dan Petrofisik	23
3.2.1.2. Data Karakteristik Batuan <i>Reservoir</i>	23
3.2.1.3. Data Sifat Fisik Fluida <i>Reservoir</i>	24
3.2.1.4. Data Produksi	24
3.2.1.5. Data Tekanan	25
3.2.1.6. Data Penunjang	25
3.2.2. Input Data	25
3.2.3. Validasi Model	26
3.2.3.1. Inisialisasi	26
3.2.3.2. <i>History Matching</i>	27
3.2.3.3. <i>PI Matching</i>	28
3.2.3.4. Prediksi	28
3.3. Pengolahan Data	29
3.3.1. Penentuan <i>Rock Region</i>	30
3.3.2. Pengolahan Data <i>Special Core Analysis</i>	31

DAFTAR ISI
(Lanjutan)

	Halaman
3.3.2.1. Penentuan <i>End-Point</i> Data SCAL.....	31
3.3.2.2. Permeabilitas Relatif	31
3.3.2.2.1. Sistem Minyak - Air	32
3.3.2.2.2. Sistem Gas - Minyak.....	33
3.3.2.3. Tekanan Kapiler	35
3.3.3. Pengolahan Data PVT	37
3.3.4. Pengolahan Data Produksi	38
3.4. Perhitungan Cadangan dan <i>Recovery Factor</i>	39
3.4.1. Perhitungan OOIP dengan Metode Volumetrik	39
3.4.2. Perhitungan <i>Recovery Factor</i> dan Cadangan Sisa....	42
3.4.3. Penentuan Jenis <i>Drive Mechanism</i>	43
3.5. Penentuan Lokasi dan Jumlah Sumur Pengembangan Optimum	44
3.5.1. Penentuan Lokasi Sumur Pengembangan.....	44
3.5.1.1. Distribusi Cadangan Sisa Berdasarkan Peta OPU	44
3.5.1.2. <i>Flow Rate Capability</i>	46
3.5.1.3. <i>Oil Production Potential</i>	47
3.5.1.4. Radius Pengurasan	47
3.5.1.5. Penentuan Pola Antar Sumur	49
3.5.2. Penentuan Laju Produksi Awal Sumur Pengembangan...	51
3.5.3. Penentuan Jumlah Sumur <i>Infill Optimum</i>	51
BAB IV. PERENCANAAN PENGEMBANGAN LAPANGAN	
“HAKUR”	53
4.1. Penentuan Model Geologi dan Cadangan	53
4.1.1. Model Geologi	53

DAFTAR ISI
(Lanjutan)

	Halaman
4.1.2. Perhitungan Cadangan dan <i>Drive Mechanism</i>	55
4.1.2.1. Perhitungan OOIP Volumetrik	55
4.1.2.2. Analisa Mekanisme Pendorong	55
4.1.2.3. Perhitungan RF dan Cadangan Sisa	57
4.2. Pengolahan Data Inputan Simulasi Reservoir	58
4.2.1. Penentuan <i>Rock Region</i>	58
4.2.2. Validasi dan Pengolahan <i>End Point Data SCAL</i>	59
4.2.3. Permeabilitas Relatif	64
4.2.4. Tekanan Kapiler	69
4.2.5. Data Fluida <i>Reservoir</i>	74
4.3. Validasi Model Dinamis	75
4.3.1. Inisialisasi OOIP dan Tekanan	76
4.3.2. <i>History Matching</i>	77
4.3.3. Penyelarasan <i>Productivity Index (PI Matching)</i>	81
4.4. Perencanaan Penambahan Sumur <i>Infill</i>	84
4.4.1. Distribusi Cadangan Sisa	84
4.4.2. <i>Bubble Map</i> Radius Pengurasan	85
4.4.3. Perhitungan Laju Produksi Awal Sumur <i>Infill</i>	87
4.5. Skenario Pengembangan Lapangan “Hakur”	89
4.5.1. Skenario I (<i>Base Case</i>)	91
4.5.2. Skenario II	93
4.5.3. Skenario III	95
4.5.4. Skenario IV	98
4.5.5. Analisa Hasil Prediksi	101
BAB V. PEMBAHASAN	104
BAB VI. KESIMPULAN	111

DAFTAR ISI
(Lanjutan)

	Halaman
DAFTAR PUSTAKA	112
LAMPIRAN	115

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1.1. Bagan Alir Proses Simulasi Reservoir untuk Penentuan Lokasi dan Jumlah Sumur Pengembangan Optimum	5
Gambar 2.1. Letak Geografis Cekungan Sumatera Tengah	6
Gambar 2.2. Peta Struktur <i>Basement</i> Cekungan Sumatera Tengah	8
Gambar 2.3. Kolom Stratigrafi Cekungan Sumatera Tengah	12
Gambar 2.4. Struktur Geologi Cekungan Sumatera Tengah	14
Gambar 2.5. Skema <i>Petroleum System</i> Cekungan Sumatera Tengah	15
Gambar 2.6. <i>Oil Rate</i> vs Jumlah Sumur Produksi Lapangan "Hakur" ..	18
Gambar 2.7. <i>Injection Rate</i> vs Jumlah Sumur Injeksi	19
Gambar 3.1. Penentuan <i>Rock Region</i>	30
Gambar 3.2. <i>Trendline</i> Normalisasi Kurva Permeabilitas Relatif pada Sistem Minyak-Air	33
Gambar 3.3. <i>Trendline</i> Normalisasi Kurva Permeabilitas Relatif pada Sistem Gas-Minyak	35
Gambar 3.4. Kurva Tekanan Kapiler Sistem Air- Minyak	36
Gambar 3.5. Kurva Kelarutan Gas dalam Minyak (R_s) vs Tekanan	37
Gambar 3.6. Kurva Faktor Volume Formasi Minyak (B_o) vs Tekanan	38
Gambar 3.7. Kurva Viskositas Minyak (μ_o) vs Tekanan	38
Gambar 3.8. Penampang Melintang dan Peta Isopach dari <i>Reservoir</i> Ideal ..	40
Gambar 3.9. <i>Drive Mechanism</i> pada Metode Ganesh Thakur	43
Gambar 3.10. Contoh Peta <i>Oil per Unit Area</i> (OPU)	45
Gambar 3.11. Contoh Peta <i>Flow Rate Capability</i>	46
Gambar 3.12. Contoh Peta <i>Oil Production Potential</i>	47
Gambar 3.13. Contoh Peta <i>Bubble Map</i> Radius Pengurasan	48
Gambar 3.14. Kurva Jumlah Sumur Pengembangan vs Minyak Kumulatif (N_p)	52
Gambar 4.1. Peta <i>Depth Structure Layer</i> K Lapangan "Hakur"	53
Gambar 4.2. Peta Persebaran Porositas <i>Layer</i> K Lapangan "Hakur"	54

DAFTAR GAMBAR
(Lanjutan)

	Halaman
Gambar 4.3. Peta Distribusi <i>Net to Gross Layer K</i> Lapangan “Hakur”.	54
Gambar 4.4. Peta Persebaran Permeabilitas <i>Layer K</i> Lapangan “Hakur”	55
Gambar 4.5. Plot <i>Recovery Efficiency</i> dan <i>Recovery Pressure</i> untuk Penentuan <i>Drive Mechanism</i> Lapangan “Hakur”	57
Gambar 4.6. Penentuan <i>Rock Region</i> berdasarkan Permeabilitas”	59
Gambar 4.7. Validasi Data SCAL Terhadap Data Tes Produksi	60
Gambar 4.8. Korelasi <i>End Point K</i> vs <i>Swi</i>	61
Gambar 4.9. Korelasi <i>End Point Swi</i> vs <i>Sor</i>	61
Gambar 4.10. Korelasi <i>End Point Swi</i> vs $K_{rw}@Sor$	62
Gambar 4.11. Korelasi <i>End Point Swi</i> vs $K_{ro}@Swi$	62
Gambar 4.12. Hasil Normalisasi Data SCAL Lapangan “Hakur”	66
Gambar 4.13. Hasil Denormalisasi K_r vs Sw Setiap <i>Rock Region</i>	69
Gambar 4.14. Plot Hasil Normalisasi Tekanan Kapiler dengan <i>Laverett</i> <i>J-Function</i>	71
Gambar 4.15. Hasil Denormalisasi Tekanan Kapiler Setiap <i>Rock Region</i>	73
Gambar 4.16. Hasil Analisa PVT Lapangan “Hakur”	75
Gambar 4.17. Distribusi Saturasi Minyak Awal Lapisan K pada Lapangan “Hakur”	76
Gambar 4.18. Distribusi Tekanan <i>Initial</i> Lapisan K pada Lapangan “Hakur”	77
Gambar 4.19. Performa Tekanan Lapisan K pada Lapangan “Hakur”	78
Gambar 4.20. Laju dan Kumulatif Produksi <i>Liquid Layer K</i> Lapangan “Hakur”	79
Gambar 4.21. Laju dan Kumulatif Produksi Minyak <i>Layer K</i> Lapangan “Hakur”	79
Gambar 4.22. Laju dan Kumulatif Produksi Air <i>Layer K</i>	80

DAFTAR GAMBAR
(Lanjutan)

	Halaman
Gambar 4.23. Laju Alir Minyak 1 Tahun Terakhir Sumur HK-01	82
Gambar 4.24. Laju Alir Minyak 1 Tahun Terakhir Sumur HK-15	82
Gambar 4.25. Laju Alir Minyak 1 Tahun Terakhir Sumur HK-24	83
Gambar 4.26. Laju Alir Minyak 1 Tahun Terakhir Sumur HK-28	83
Gambar 4.27. Laju Alir Minyak 1 Tahun Terakhir Sumur HK-35	84
Gambar 4.28. Peta <i>Oil per Unit Area</i> Lapisan K Lapangan “Hakur”	85
Gambar 4.29. <i>Bubble Map</i> Radius Pengurusan Lapangan “Hakur”	86
Gambar 4.30. Plot <i>Qliquid vs Date</i>	88
Gambar 4.31. Prediksi Laju dan Kumulatif Produksi Minyak <i>Base Case</i>	92
Gambar 4.32. Perubahan Tekanan pada <i>Base Case</i>	92
Gambar 4.33. Distribusi Cadangan Minyak Sisa pada Peta OPU di Sumur HK-22	93
Gambar 4.34. Prediksi Laju dan Kumulatif Produksi Minyak Skenario II	94
Gambar 4.35. Perubahan Tekanan pada Skenario II	95
Gambar 4.36. Prediksi Laju dan Kumulatif Produksi Minyak Skenario III	97
Gambar 4.37. Perubahan Tekanan pada Skenario III	97
Gambar 4.38. Prediksi Laju dan Kumulatif Produksi Minyak Skenario IV	100
Gambar 4.39. Perubahan Tekanan pada Skenario IV	100
Gambar 4.40. Perbandingan Kumulatif Produksi Minyak Tiap Skenario	102
Gambar 4.41. Jumlah Sumur Pengembangan vs <i>Np</i> Skenario IV	103

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel II-1. SCAL yang Digunakan pada Lapangan “Hakur”	20
Tabel II-2. <i>Summary</i> PVT Lapangan “Hakur”	20
Tabel IV-1. Penentuan <i>Drive Mechanism</i> Lapangan “Hakur”	56
Tabel IV-2. <i>Rock Region</i> Lapangan “Hakur” Berdasarkan Permeabilitas	59
Tabel IV-3. Persamaan Hasil <i>Plot End Point</i> SCAL.....	63
Tabel IV-4. <i>Summary End Point</i> Data SCAL Lapangan “Hakur”	63
Tabel IV-5. Data Permeabilitas Relatif Lapangan “Hakur”	64
Tabel IV-6. Data Normalisasi Permeabilitas Relatif Lapangan “Hakur”	65
Tabel IV-7. Hasil Perhitungan K_{rw}^* dan K_{ro}^* dengan Asumsi S_w^* Lapangan “Hakur”	67
Tabel IV-8. Hasil Denormalisasi K_r Tiap <i>Rock Region</i>	68
Tabel IV-9. Tabulasi Data Tekanan Kapiler Lapangan “Hakur”	70
Tabel IV-10. Normalisasi <i>Laverett J-Function</i>	70
Tabel IV-11. Tabulasi Hasil Normalisasi Tekanan Kapiler	72
Tabel IV-12. Hasil Normalisasi Tekanan Kapiler Tiap <i>Rock Region</i>	72
Tabel IV-13. Tabulasi Hasil Analisa PVT Lapangan “Hakur”	74
Tabel IV-14. <i>Summary</i> Model Statis Lapangan “Hakur”	75
Tabel IV-15. Hasil Inisialisasi Lapisan K Lapangan “Hakur”	77
Tabel IV-16. Hasil <i>History Matching</i> Lapisan K Lapangan “Hakur”	80
Tabel IV-17. Tabulasi Data <i>Keywell</i>	81
Tabel IV-18. Tabulasi Perhitungan Radius Pengurasan Lapangan “Hakur”	87
Tabel IV-19. Tabulasi <i>Liquid Peak Production</i> untuk Penentuan <i>Rate</i> <i>Awal Sumur Infill</i>	88
Tabel IV-20. Tabulasi Perhitungan Rate Produksi Awal Sumur <i>Infill</i>	89
Tabel IV-21. Tabulasi Koordinat dan Daftar Sumur Pengembangan tiap Skenario	90
Tabel IV-22. Koordinat Lokasi Sumur <i>Infill</i> Skenario I	91

DAFTAR TABEL
(Lanjutan)

	Halaman
Tabel IV-23. <i>Summary</i> Sumuran <i>Basecase</i> pada Lapisan K Lapangan “Hakur”	91
Tabel IV-24. <i>Summary</i> Sumuran Skenario I pada Lapisan K Lapangan “Hakur”	94
Tabel IV-25. Koordinat Lokasi Sumur <i>Infill</i> Skenario III.....	95
Tabel IV-26. <i>Summary</i> Sumuran Skenario III pada Lapisan K Lapangan “Hakur”	96
Tabel IV-27. Koordinat Lokasi Sumur <i>Infill</i> Skenario IV	98
Tabel IV-28. <i>Summary</i> Sumuran Skenario IV pada Lapisan K Lapangan “Hakur”	99
Tabel IV-29. <i>Summary</i> Hasil Prediksi Lapisan K Lapangan “Hakur”	101
Tabel IV-30. Kumulatif Produksi Sumuran pada Skenario IV	103

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
LAMPIRAN A Data Produksi Lapangan “Hakur”	116
LAMPIRAN B Data SCAL Lapangan “Hakur”	130