

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH	iv
KATA PENGANTAR	v
PRAKATA	vi
RINGKASAN	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG	xx
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Maksud dan Tujuan	2
1.4. Batasan Masalah	2
1.5. Metodologi	3
1.6. Sistematika Penulisan	6
BAB II. TINJAUAN UMUM LAPANGAN	7
II.1. Letak Geografis Lapangan “D”	7
II.2. Model Geologi	8
II.3. Kondisi Reservoir	10
II.4. Sifat Fisik Fluida Reservoir.....	11
II.5. Sifat Fisik Batuan Reservoir	12
II.5.1. Data RCAL	13
II.5.2. Data SCAL	13
II.5.3. Data End Point SCAL	14
II.5.4. Data Tekanan Kapiler	17

**DAFTAR ISI
(Lanjutan)**

	Halaman
II.6. Sejarah Tekanan Lapisan “ZDN”	19
II.7. Sejarah Produksi Lapisan “ZDN”	20
BAB III. DASAR TEORI	22
III.1. Dasar Teori Sumur <i>Infill</i>	22
III.2. Radius Pengurasan Sumur <i>Existing</i>	23
III.3. Jenis Tenaga Pendorong	24
III.4. Penentuan Jenis Tenaga Pendorong	24
III.5. Konsep Simulasi Reservoir <i>Black Oil</i>	25
III.6. Tahapan Dasar Simulasi Reservoir	27
III.6.1. Persiapan Data	27
III.6.2. Pengolahan Data	28
III.6.3. Pemodelan Simulasi	49
III.6.4. Inisialisasi	51
III.6.5. Penentuan <i>Keywell</i>	52
III.5.6. <i>History Matching</i>	52
III.6.7. <i>PI Matching</i>	55
III.6.8. Perencanaan Pengembangan	55
BAB IV. HASIL STUDI SIMULASI RESERVOIR DI LAPANGAN “D” LAPISAN “ZDN”	65
IV.1. Data Reservoir	65
IV.1.1. Data Batuan Reservoir	65
IV.1.1.1. Pengolahan Data RCAL	65
IV.1.1.2. Pengolahan Data SCAL	68
IV.1.2. Data Fluida Reservoir	93
IV.2. Penentuan Drive Mechanism	97
IV.3. Simulasi Reservoir	98
IV.3.1. Model Reservoir	99

**DAFTAR ISI
(Lanjutan)**

	Halaman
IV.3.2. Inisialisasi	100
IV.3.3. Penentuan <i>Keywell</i>	102
IV.3.4. History Matching	102
IV.3.5. <i>PI Matching</i>	114
IV.3.6. <i>Forecasting</i>	115
BAB V. PEMBAHASAN	133
BAB VI. KESIMPULAN	142
DAFTAR RUJUKAN	145
LAMPIRAN	146

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar I.1. Flowchart Penelitian	5
Gambar II.1. Letak Geografis Lapangan “D”	7
Gambar II.2. Peta <i>Top Structure</i> Lapisan “ZDN”	8
Gambar II.3. Peta Isoporositas Lapisan “ZDN”	8
Gambar II.4. Peta Isopermeabilitas Lapisan “ZDN”	9
Gambar II.5. Peta <i>Net to Gross</i> (NTG) Lapisan “ZDN”	9
Gambar II.6. Data Komposisi Fluida Lapisan “ZDN”	11
Gambar II.7. Data Permeabilitas Relatif Sistem Air-Minyak	17
Gambar II.8. Data Permeabilitas Relatif Sistem Gas-Minyak	17
Gambar II.9. Data Tekanan Kapiler	19
Gambar II.10. Hasil PBU Test Lapisan ZDN	19
Gambar II.11. <i>Production Rate</i> Lapisan “ZDN”	20
Gambar II.12. <i>Cummulative Production</i> Lapisan “ZDN”	21
Gambar II.13. <i>Injection Rate</i> Lapisan “ZDN”	21
Gambar III.1. Contoh Bubble Map	24
Gambar III.2. <i>Primary Recovery</i> pada Metode Ganesh Thakur	25
Gambar III.3. <i>Rock type curves</i>	31
Gambar III.4. Kurva Permealibitas Relatif Air-Minyak	32
Gambar III.5. Normalisasi Permeabilitas Relatif Sistem Air-Minyak	33
Gambar III.6. Denormalisasi Permeabilitas Relatif Sistem Air-Minyak	34
Gambar III.7. Denormalisasi Per Region	35
Gambar III.8. Kurva Permeabilitas Relatif Sistem Gas-Minyak	36
Gambar III.9. Normalisasi Permeabilitas Relatif Sistem Gas-Minyak	37
Gambar III.10. Kurva Denormalisasi Sistem Gas-Minyak	38
Gambar III.11. Kurva Denormalisasi Sistem Gas-Minyak Per Region	38
Gambar III.12. Kurva $J(S_w)$ vs S_w Normalisasi	40
Gambar III.13. Kurva P_c vs S_w	41

DAFTAR GAMBAR
(Lanjutan)

	Halaman
Gambar III.14. Kurva h vs S_w	41
Gambar III.15. Kurva <i>Oil Relative Volume</i>	42
Gambar III.16. Kurva Kelarutan Gas dalam Minyak	43
Gambar III.17. Kurva Viskositas Minyak	43
Gambar III.18. Hubungan Tekanan Saturasi vs Kedalaman	44
Gambar III.19. Hubungan Temperatur vs Tekanan Saturasi	44
Gambar III.20. Hubungan ρ_b vs Tekanan Saturasi	45
Gambar III.21. Hubungan R_s vs Tekanan Saturasi	45
Gambar III.22. Hubungan S_g vs Tekanan Saturasi	46
Gambar III.23. Hubungan ρ_{API} vs Tekanan Saturasi	46
Gambar III.24. Hubungan R_s vs Tekanan Saturasi	48
Gambar III.25. Hubungan FVF, Viskositas Minyak vs Tekanan Saturasi	48
Gambar III.26. Peta Kedalaman Lapisan	49
Gambar III.27. Peta Isoporositas	50
Gambar III.28. Peta Isopermeabilitas	50
Gambar III.29. Peta <i>Net to Gross</i>	51
Gambar III.30. Peta Saturasi Oil	51
Gambar III.31. Contoh Peta <i>Oil per Unit Area</i> (OPU)	59
Gambar III.32. Contoh Peta <i>Flowrate Capability</i>	60
Gambar III.33. Contoh Peta <i>Oil Production Potential</i> (OPP)	61
Gambar III.34. Trendline Laju Produksi Minyak Sumur Existing	62
Gambar III.35. Contoh Plot Kumulatif Tiap Penambahan Sumur Infill	63
Gambar IV.1. Rock region Type Curve Lapisan "ZDN"	67
Gambar IV.2. Hasil Persinggungan Rock Type Curve Lapisan "ZDN"	67
Gambar IV.3. Permeabilitas Relatif Sistem Air-Minyak Lapangan "D"	68
Gambar IV.4. Permeabilitas Relatif Sistem Gas-Minyak Lapangan "D"	68
Gambar IV.5. Kurva Normalisasi K_{ro}^* dan K_{rw}^* vs S_w^*	72

DAFTAR GAMBAR
(Lanjutan)

	Halaman
Gambar IV.6. Kurva Denormalisasi Permeabilitas Relatif Gabungan 6 Sampel Sistem Air-Minyak	75
Gambar IV.7. Korelasi Nilai End Point Sistem Air-Minyak	76
Gambar IV.8. Hasil Perhitungan Denormalisasi Setiap Region Sistem Air-Minyak	79
Gambar IV.9. Kurva Normalisasi Krog* dan Krg* vs Sg*	81
Gambar IV.10. Kurva Denormalisasi Permeabilitas Relatif Gabungan 6 Sampel Sistem Gas-Minyak	85
Gambar IV.11. Korelasi Nilai End Point Sistem Gas-Minyak	85
Gambar IV.12. Kurva De-Normalisasi Sistem Gas-Minyak	88
Gambar IV.13. Pc vs Sw Lapangan "ZDN"	89
Gambar IV.14. Kurva Hasil Normalisasi Tekanan Kapiler J(Sw) vs Sw*	90
Gambar IV.15. Kurva Hasil Denormalisasi Tekanan Kapiler Per-Region	91
Gambar IV.16. Hasil Penyelesaian Relative Volume	94
Gambar IV.17. Hasil Penyelesaian Viskositas Minyak	94
Gambar IV.18. Hasil Penyelesaian Faktor Volume Formasi Minyak	95
Gambar IV.19. Hasil Penyelesaian Densitas Minyak	95
Gambar IV.20. Hasil Penyelesaian Faktor Kelarutan Gas dalam Minyak	96
Gambar IV.21. Hasil Penyelesaian Viskositas Gas	96
Gambar IV.22. Hasil Analisa Drive Mechanism Metode Ganesh Thakur	98
Gambar IV.23. Deskripsi Model Reservoir Lapisan "ZDN"	99
Gambar IV.24. Hasil First Running Inisialisasi Lapisan "ZDN"	100
Gambar IV.25. Hasil Matching Inisialisasi Lapisan "ZDN"	101
Gambar IV.26. Kurva Tekanan Kapiler Sebelum Inisialisasi	101
Gambar IV.27. Kurva Tekanan Kapiler Setelah Inisialisasi	102
Gambar IV.28. Hasil First Run Laju dan Kumulatif Produksi Liquid	103
Gambar IV.29. Hasil First Run Laju dan Kumulatif Produksi Minyak	103

**DAFTAR GAMBAR
(Lanjutan)**

	Halaman
Gambar IV.30. Hasil First Run Laju dan Kumulatif Produksi Air	104
Gambar IV.31. Hasil First Run Laju dan Kumulatif Produksi Gas	104
Gambar IV.32. Hasil First Run Tekanan Reservoir	105
Gambar IV.33. Laju dan Kumulatif Produksi Liquid Setelah Penyelesaian Liquid	106
Gambar IV.34. Laju dan Kumulatif Produksi Minyak Setelah Penyelesaian Liquid	107
Gambar IV.35. Laju dan Kumulatif Produksi Air Setelah Penyelesaian Liquid	107
Gambar IV.36. Laju dan Kumulatif Produksi Gas Setelah Penyelesaian Liquid	108
Gambar IV.37. Tekanan Reservoir Setelah Penyelesaian Liquid	108
Gambar IV.38. Hasil Penyelesaian Laju dan Kumulatif Produksi Liquid	109
Gambar IV.39. Hasil Penyelesaian Laju dan Kumulatif Produksi Minyak ..	110
Gambar IV.40. Hasil Penyelesaian Laju dan Kumulatif Produksi Air	110
Gambar IV.41. Hasil Penyelesaian Laju dan Kumulatif Produksi Gas	111
Gambar IV.42. Hasil Penyelesaian Tekanan Reservoir	111
Gambar IV.43. Perbandingan Kumulatif Produksi Minyak Aktual dengan Simulasi	112
Gambar IV.44. Perbandingan Kumulatif Produksi Air Aktual dengan Simulasi	113
Gambar IV.45. Perbandingan Kumulatif Produksi Gas Aktual dengan Simulasi	113
Gambar IV.46. Kurva Permeabilitas Relatif Sistem Air-Minyak Awal	115
Gambar IV.47. Kurva Permeabilitas Relatif Sistem Air-Minyak Setelah History Matching	115
Gambar IV.48. Kurva Permeabilitas Relatif Sistem Gas-Minyak Awal	114

DAFTAR GAMBAR
(Lanjutan)

	Halaman
Gambar IV.49. Kurva Permeabilitas Relatif Sistem Gas-Minyak Setelah History Matching	114
Gambar IV.50. Hasil PI Matching	115
Gambar IV.51. Hasil Prediksi Laju Produksi dan Kumulatif Produksi Minyak pada Basecase	117
Gambar IV.52. Hasil Prediksi Tekanan Reservoir pada Basecase	117
Gambar IV.53. Peta Oil Per Unit Area Rata Rata Lapisan “ZDN” Setelah Dilakukan Prediksi Basecase	118
Gambar IV.54. Peta Flowrate Capability Rata Rata Lapisan “ZDN” Setelah Dilakukan Prediksi Basecase	119
Gambar IV.55. Peta Oil Production Potential Rata Rata Lapisan “ZDN” Setelah Dilakukan Prediksi Basecase	120
Gambar IV.56. Lokasi Kandidat Sumur Infill pada Lapisan “ZDN” Berdasarkan Peta Distribusi OPP Rata-rata	121
Gambar IV.57. Lokasi Kandidat Sumur Infill pada Lapisan “ZDN” Berdasarkan Bubble Map	124
Gambar IV.58. Trendline Laju Produksi Minyak Sumur Existing	122
Gambar IV.59. Analisa Sensitivitas Jumlah Sumur Infill	127
Gambar IV.60. Lokasi Sumur Infill Terpilih Berdasarkan Peta OPP	128
Gambar IV.61. Perbandingan Prediksi Perilaku Produksi Minyak pada Basecase dan Skenario 1D	129
Gambar IV.62. Perbandingan Prediksi Perilaku Kumulatif Produksi Minyak pada Basecase dan Skenario 1D	129
Gambar IV.63. Perbandingan Prediksi Tekanan Reservoir pada Basecase dan Skenario 1D	130
Gambar IV.64. Peta Distribusi Oil Per Unit Area Pada Lapisan “ZDN” Akhir Prediksi Skenario	131

Gambar IV.65. Peta Distribusi Flow Capability Pada Lapisan “ZDN” Akhir Prediksi Skenario	131
Gambar IV.66. Peta Distribusi Oil Production Potential Pada Lapisan “ZDN” Akhir Prediksi Skenario	132

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel II.1. Data Geologi dan Geofisika Lapisan “ZDN”	10
Tabel II-2. Data Initial Condition Pada Lapisan “ZDN”	10
Tabel II-3. Data PVT <i>Differential Liberation Experiment</i> (DLE)	12
Tabel II-4. Data PVT <i>Constant Composition Expansion</i> (CCE)	12
Tabel II-5. Data Sampel <i>routine core analysis</i> (RCAL)	13
Tabel II-6. Data Sampel Permeabilitas Relatif Air-Minyak	14
Tabel II-7. Data Sampel Permeabilitas Relatif Air-Minyak	14
Tabel II-8. Data Permeabilitas Relatif Sistem Air-Minyak	15
Tabel II-9. Data Permeabilitas Relatif Sistem Gas-Minyak	16
Tabel II-10. Data Sampel Tekanan Kapiler	18
Tabel II-11. Sampel Tekanan Kapiler	18
Tabel III-1. Tabulasi End-Point Data Pada Sistem Air-Minyak	32
Tabel III-2. Tabulasi Hasil Perhitungan S_w^* , K_{ro}^* , dan K_{rw}^*	33
Tabel III-3. Tabulasi End-Point Data Pada Sistem Gas-Minyak	35
Tabel III-4. Tabulasi Hasil Perhitungan S_g^* , K_{ro}^* , dan K_{rg}^*	36
Tabel III-5. Tabulasi Data Tekanan Kapiler	37
Tabel III-6. Tabulasi Data PVT	43
Tabel III-7. Tabulasi γ_g , R_s dan BOB	46
Tabel III-8. Perhitungan PVT	47
Tabel IV-1. Hasil Perhitungan Nilai X dan Y Sample Core Lapisan "D" dengan Menggunakan Metode PGS	66
Tabel IV-2 Pembagian Rock Region Lapangan “ZDN”	68
Tabel IV-3. Data End-Point Sistem Minyak-Air	70
Tabel IV-4. Normalisasi Permeabilitas Relatif Sistem Air-Minyak	71
Tabel IV-5. Normalisasi Permeabilitas Relatif Sistem Air-Minyak	72
Tabel IV-6. Hasil Denormalisasi Permeabilitas Relatif Sistem Air-Minyak ..	75
Tabel IV-7. Permeabilitas dan Porositas rata setiap Rock region	76
Tabel IV-8. End-Point New Region Sistem Air-Minyak	77

**DAFTAR TABEL
(Lanjutan)**

	Halaman
Tabel IV-9. Hasil Perhitungan Denormalisasi Setiap Region Sistem Air-Minyak	78
Tabel IV-10. End-Point Sistem Gas-Minyak	79
Tabel IV-11. Normalisasi Permeabilitas Relatif Sistem Gas-Minyak	80
Tabel IV-12. Hasil perhitungan Kro* dan Krg*	81
Tabel IV-13. Hasil Denormalisasi Permeabilitas Relatif Sistem Gas-Minyak	84
Tabel IV-14. Permeabilitas dan Porositas rata setiap End-Point New Region Sistem Gas-Minyak	86
Tabel IV-16. Hasil Perhitungan Denormalisasi Sistem Gas-Minyak	87
Tabel IV-17. Hasil pengukuran laboratorium Tekanan Kapiler Lapisan "ZDN"	88
Tabel IV-18. Kurva Hasil Normalisasi Tekanan Kapiler J(Sw) vs Sw*	90
Tabel IV-19. Hasil Perhitungan Sw* dan J(Sw)	91
Tabel IV-20. End-Point New Region Tekanan Kapiler	91
Tabel IV-21. Hasil Perhitungan De-normalisasi Pc	92
Tabel IV-22. Hasil Perhitungan Recovery Efficiency dan Recovery Factor ..	97
Tabel IV-23. Initial Condition Reservoir Lapisan "ZDN"	100
Tabel IV-24. Hasil Inisialisasi Lapisan "ZDN"	100
Tabel IV-25 Tabulasi Nilai Kemiringan pada Kurva Tekanan Kapiler	101
Tabel IV-26. Produksi Keywell	102
Tabel IV-27. Data Parameter Sensitivitas Akuifer Untuk Matching Liquid	106
Tabel IV-28. Hasil History Matching Lapangan "ZDN"	112
Tabel IV-29. Tabulasi Nilai Kemiringan pada Kurva Permeabilitas Relatif	112
Tabel IV-30. Data Kandidat Sumur Infill	120

DAFTAR TABEL
(Lanjutan)

	Halaman
Tabel IV-31. Tabulasi Data Constrain untuk Peramalan Produksi	122
Tabel IV-32. Data Q dan kh pada Lapisan “ZDN”	125
Tabel IV-33. Q Initial untuk Sumur Infill	126
Tabel IV-34. Ranking Kumulatif Produksi Sumur Infill	127
Tabel IV-35. Np Rata Rata Sumur Existing	127
Tabel IV-36. Tabel Hasil Prediksi Skenario	129
Tabel IV-37. Sensitivitas Jumlah Sumur Infill	130
Tabel IV-38. Waktu Pelaksanaan Usaha Penambahan Sumur Infill pada Skenario 1D	131

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A.1 Hasil Perhitungan <i>Pore Geometry</i> dan <i>Pore Structure</i>	146
B.1 Hasil Perhitungan <i>Recovery Efficiency</i> dan <i>Recovery Pressure</i>	149

DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG

SINGKATAN		Halaman
OOIP	<i>Original Oil in Place</i>	1
RCAL	<i>Routine Core Analysis</i>	3
SCAL	<i>Special Core Analysis</i>	3
NTG	<i>Net to Gross</i>	9
DLE	<i>Differential Liberation</i>	12
CCE	<i>Constant Composition Expansion</i>	12
FVF	<i>Formation Volume Factor</i>	12
GOR	<i>Gas Oil Ratio</i>	24
PGS	<i>Pore Geometry Structure</i>	29
WOC	<i>Water Oil Contact</i>	55
GOC	<i>Gas Oil Contact</i>	55
PI	<i>Productivity Index</i>	55
OPU	<i>Oil Per Unit Area</i>	59
OPP	<i>Oil Production Potential</i>	61
Flowcap	<i>Flow Capability</i>	120

LAMBANG		Halaman
$^{\circ}\text{API}$	<i>API Gravity</i>	11
$\sqrt{\frac{k}{\phi}}$	Geometri Pori atau radius hidrolis rata-rata, Fraksi	29
$\frac{k}{\phi^3}$	Struktur Pori, Fraksi	29
S_w^*	Normalisasi saturasi air, fraksi	32
S_w	Saturasi air, fraksi	32
S_{wc}	<i>Connate water saturation</i> , fraksi	33
S_{or}	<i>Residual oil saturation</i> , fraksi	33
K_{ro}^*	Normalisasi permeabilitas relatif minyak, fraksi	33
K_{ro}	Permeabilitas relatif minyak, fraksi	33
$(K_{ro})S_{wc}$	<i>Oil relative permeability at connate water saturation</i> , fraksi	33
K_{rw}^*	Normalisasi permeabilitas relatif air, fraksi	33
K_{rw}	Permeabilitas relative air, fraksi	33
$(K_{rw})S_{or}$	<i>Water relative permeability at residual oil Saturation</i> , fraksi	33
S_g^*	Normalisasi saturasi gas, fraksi	36
S_g	Saturasi gas, fraksi	36
S_{gc}	<i>Connate gas saturation</i> , fraksi	36
$(K_{ro})S_{gc}$	<i>Oil relative permeability at connate gas saturation</i> , fraksi	36
K_{rg}^*	Normalisasi permeabilitas relatif gas, fraksi	36
K_{rg}	Permeabilitas relatif gas, fraksi	36
$(K_{rg})S_{org}$	<i>Gas relative permeability at residual oil saturation</i> , fraksi	36
P_c	Tekanan kapiler, psi	39
$P_{c_{lab}}$	Tekanan kapiler laboratorium, psi	39
$P_{c_{res}}$	Tekanan kapiler reservoir, psi	39
σ_{res}	Tegangan permukaan reservoir, <i>dynes/cm</i>	39

σ_{lab}	Tegangan permukaan laboratorium, <i>dynes/cm</i>	39
$J(S_w)$	<i>Lavarett J-Function</i> , fraksi	39
k	permeabilitas, md	40
Φ	Porositas, fraksi	40
h	ketinggian di atas <i>free water level</i> , ft	40
ρ_w	massa jenis air, lb/gal	41
ρ_o	massa jenis minyak, lb/gal	41