

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
RINGKASAN	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I. PENDAHULUAN	1
BAB II. TINJAUAN UMUM LAPANGAN	6
2.1. Sejarah Lapangan “X”	6
2.2. Geologi Regional	7
2.3. Stratigrafi Lapangan “X”	12
2.4. Deskripsi Reservoir	13
2.5. Karakteristik Reservoir	15
2.5.1. Sifat Fisik Batuan Reservoir	15
2.5.2. Sifat Fisik Fluida Reservoir	16
2.6. Sejarah Produksi	17
BAB III. TEORI DASAR WATERFLOOD	19
3.1. Injeksi Air (<i>Waterflooding</i>)	19
3.2. Perkiraan Perilaku <i>Waterflood</i> Menggunakan Metode Dykstra-Parson	21
3.2.1. Heterogenitas Reservoir	22
3.2.2. <i>Coefficient of Permeability Variations</i>	22
3.2.3. Penentuan Tingkat Heterogenitas	26
3.3. Faktor Yang Mempengaruhi Di Dalam Proyek <i>Waterflooding</i>	26
3.3.1. Sifat Dasar Aliran Minyak-Air Pada Batuan Reservoir	26

DAFTAR ISI
(Lanjutan)

	Halaman
3.3.1.1. Derajat Kebasahan Batuan	26
3.3.1.2. Tekanan Kapiler	28
3.3.1.3. Permeabilitas Relatif	31
3.3.1.4. Saturasi Air Sisa	34
3.3.2. Konsep Pendesakan Fluida	34
3.3.3. Perbandingan Mobilitas Fluida	39
3.3.4. Efisiensi Kinerja <i>Waterflood</i>	41
3.4. Pola Sumur Injeksi - Produksi	47
3.5. Analisa Hall-Plot	49
3.6. Analisa Chan Diagnostic	50
BAB IV. EVALUASI KINERJA WATERFLOOD.....	56
4.1. Persiapan Data	57
4.1.1. Data Karakteristik Reservoir	57
4.1.2. Data Operasional	58
4.1.3. Data Distribusi Saturasi dan Kr	58
4.1.4. Data Produksi	59
4.2. Perhitungan <i>Coefficient Permeability Variation (CPV)</i>	59
4.3. Perhitungan Peramalan <i>Performance Waterflood</i> dengan Metode Dykstra Parson	60
4.4. Analisa Grafik Hasil Pelaksanaan Operasi <i>Waterflood</i>	71
4.4.1. Grafik Perbandingan Data Aktual Terhadap Hasil Prediksi Metode Dykstra Parson	71
4.4.2 Grafik Laju Produksi Minyak (Qo) Dan Air (Qw) serta Laju Injeksi (Qinj) Aktual Terhadap Waktu	75
4.5. Analisa Sumur Injeksi Dengan Metode <i>Hall-Plot</i>	78
4.6. Analisa Sumur Produksi Dengan <i>Chan's Diagnostic</i> <i>Plot</i>	80
BAB V. PEMBAHASAN.....	82
BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN.....	94
DAFTAR PUSTAKA	96
DAFTAR SIMBOL.....	98
LAMPIRAN.....	100

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1.	Letak Lapangan “X” 6
Gambar 2.2.	<i>Top Structure Map</i> Lapangan “X” 7
Gambar 2.3.	Cekungan Sumatera Utara 8
Gambar 2.4.	Pola Struktur Cekungan Sumatra Utara 8
Gambar 2.5.	Kolom Stratigrafi Lapangan “Z” 9
Gambar 2.6.	Struktur Bunga Cekungan Sumatera Utara 11
Gambar 2.7.	Struktur Bunga pada Lapangan “X” 11
Gambar 2.8.	Kolom Stratigrafi Lapangan “X” 12
Gambar 2.9.	Model Fasies Pengendapan Delta F. Keutapang 14
Gambar 2.10.	Model Fasies Pengendapan Shallow Marine F. Keutapang 15
Gambar 2.11.	Permeabilitas Relatif Minyak-Air Lapisan M-600 16
Gambar 2.12.	Grafik <i>Production Performance</i> 17
Gambar 3.1.	Variasi Vertikal untuk Permeabilitas Horizontal 23
Gambar 3.2.	Distribusi Permeabilitas 24
Gambar 3.3.	Distribusi Permeabilitas Log Normal 25
Gambar 3.4.	Distribusi Fluida Selama <i>Waterflood</i> dari Batuan <i>Water-Wet</i> 28
Gambar 3.5.	Distribusi Fluida Selama <i>Waterflood</i> dari Batuan <i>Oil-</i> <i>Wet</i> 28
Gambar 3.6.	Skema Proses <i>Imbibition</i> Untuk Batupasir <i>Water-Wet</i> 29
Gambar 3.7.	Skema Proses <i>Drainage</i> Untuk Batupasir <i>Oil-Wet</i> 29
Gambar 3.8.	Karakteristik Tekanan Kapiler untuk Batuan <i>Water-Wet</i> Kuat 30
Gambar 3.9.	Karakteristik Tekanan Kapiler untuk Batuan <i>Oil-Wet</i> , Batupasir Tensleep 31

DAFTAR GAMBAR
(Lanjutan)

	Halaman
Gambar 3.10. Karakteristik <i>Drainage</i> dan <i>Imbibition</i> Permeabilitas Relatif.....	32
Gambar 3.11. Tipe Karakteristik Permeabilitas Relatif Air-Minyak Untuk Batuan <i>Water-Wet</i> Kuat	33
Gambar 3.12. Tipe Karakteristik Permeabilitas Relatif Air-Minyak Untuk Batuan <i>Oil-Wet</i> Kuat.....	33
Gambar 3.13. Profil Saturasi Air	35
Gambar 3.14. Grafik Welge Untuk Saturasi <i>Front Pendesakan</i>	36
Gambar 3.15. Efek dari Viskositas Minyak Terhadap Perbandingan Mobilitas	41
Gambar 3.16. Efisiensi Penyapuan Vertikal	41
Gambar 3.17. Kurva Efisiensi Penyapuan Vertikal untuk WOR=50	43
Gambar 3.18. Grafik Plot E_v vs Y Metode De Souza-Brigham.....	44
Gambar 3.19. <i>X-ray Shadowgraph</i> dari Perkembangan Injeksi	45
Gambar 3.20. Efisiensi Penyapuan Area Saat <i>Breakthrough</i>	46
Gambar 3.21. Efisiensi Penyapuan Area Sebagai Fungsi dari $1/M$ dan f_w	50
Gambar 3.22. Pola-pola Sumur Injeksi-Produksi	48
Gambar 3.23. Bentuk-bentuk Hall-Plot untuk Berbagai Jenis Kondisi..	49
Gambar 3.24. Skema <i>Water Coning</i> dan <i>Water Fingering</i>	51
Gambar 3.25. Skema <i>Rapid Channeling</i>	51
Gambar 3.26. Skema <i>Near Wellbore Water Channeling</i>	52
Gambar 3.27. Skema <i>Multilayer Channeling</i>	53
Gambar 3.28. Skema <i>Multilayer Channeling with Production Change</i> .	53
Gambar 3.29. Skema <i>Bottom Water Drive Coning</i>	54
Gambar 3.30. Skema <i>Normal Displacement with High WOR</i>	55

DAFTAR GAMBAR
(Lanjutan)

		Halaman
Gambar 4.1.	Pola <i>Like Five-Spot</i> Lapisan “M-600” Blok “C-2”.....	57
Gambar 4.2.	Kurva Permeabilitas Relatif Terhadap Saturasi Air.....	59
Gambar 4.3.	Kurva Fraksi Aliran Air	61
Gambar 4.4.	Kurva Saturasi Air (Sw) vs (Kro/Krw).....	63
Gambar 4.5.	<i>Fractional Flow</i> & dfw/dSw terhadap Saturasi Air.....	64
Gambar 4.6.	Grafik WOR vs Ev.....	66
Gambar 4.7.	Grafik Np vs WORs.....	69
Gambar 4.8.	Grafik Perbandingan Np Hasil Prediksi dan Aktual Terhadap Waktu.....	72
Gambar 4.9.	Grafik Perbandingan Qo Hasil Prediksi dan Aktual Terhadap Waktu	72
Gambar 4.10.	Grafik Perbandingan WOR Hasil Prediksi dan Aktual Terhadap Waktu.....	73
Gambar 4.11.	Grafik Perbandingan Winj Hasil Prediksi dan Aktual Terhadap Waktu	73
Gambar 4.12.	Grafik Qo, Qw dan Qinj Aktual Terhadap Waktu	75
Gambar 4.13.	Grafik Kumulatif Produksi Liquid dan Kumulatif Injeksi terhadap Waktu	76
Gambar 4.14.	Bentuk Hall-Plot Berbagai Jenis Kondisi	77
Gambar 4.15.	Hall-Plot Sumur Injeksi P-306i.....	78
Gambar 4.16.	Hall-Plot Sumur Injeksi P-309i.....	78
Gambar 4.17.	Hall-Plot Sumur Injeksi P-338i.....	79
Gambar 4.18.	Hall-Plot Sumur Injeksi P-342i.....	79
Gambar 4.19.	Chan’s Plot Sumur Produksi P-140	80
Gambar 4.20.	Skema <i>Near Displacement with High WOR</i>	81
Gambar A.1.	Grafik Penentuan CPV.....	124

DAFTAR GAMBAR
(Lanjutan)

	Halaman
Gambar B.1. Pembagian Jarak Antar Sumur Injeksi.....	125
Gambar C.1. Peta Struktur Lapisan M-600 Lapangan X	129
Gambar C.2. Peta <i>Top Structure</i> Lapisan M-600 Blok C-2 Lapangan X	130
Gambar C.3. Peta <i>Top Structure</i> Lapisan M-600 Blok C-2 Lapangan X	131
Gambar C.4. Peta <i>Bottom Structure</i> Lapisan M-600 Blok C-2 Lapangan X	132
Gambar C.5. Peta <i>Iso-saturation</i> Lapisan M-600 Blok C-2 Lapangan X	133
Gambar C.6. Peta <i>Iso-Saturation</i> Lapisan M-600 Blok C-2 Lapangan X (<i>Zoom In</i>)	134
Gambar C.7. Peta <i>Iso-porosity</i> Lapisan M-600 Blok C-2 Lapangan X	135
Gambar C.8. Peta <i>Iso-permeability</i> Lapisan M-600 Blok C-2 Lapangan X	136
Gambar D.1. Peta Letak Sumur Blok C-2	137
Gambar D.2. Chart Log Lapisan M-600 Sumur P-337i	138
Gambar D.3. Chart Log Lapisan M-600 Sumur P-319i	139
Gambar D.4. Chart Log Lapisan M-600 Sumur P-342i	140
Gambar D.5. Chart Log Lapisan M-600 Sumur P-309i	141
Gambar D.6. Chart Log Lapisan M-600 Sumur P-306i	142
Gambar D.7. Chart Log Lapisan M-600 Sumur P-311i	143
Gambar D.8. Chart Log Lapisan M-600 Sumur P-186	144
Gambar D.9. Peta Lokasi Sumur Untuk Korelasi Lapisan	146
Gambar D.10. Korelasi Sumur pada Lapisan M-600 Blok C-2.....	146

DAFTAR GAMBAR

(Lanjutan)

	Halaman
Gambar F.1. Letak Sumur Produksi Blok D-1.....	149
Gambar F.2. Grafik Performa Produksi Sumur P-048 dan Performa Injeksi Sumur P-342i	149
Gambar F.3. Grafik Performa Produksi Sumur P-311 dan Performa Injeksi Sumur P-342i	150
Gambar F.4. Grafik Performa Produksi Sumur P-335 dan Performa Injeksi Sumur P-342i	150
Gambar F.5. Grafik Performa Produksi Sumur P-335 dan Performa Injeksi Sumur P-338i	151
Gambar F.6. Letak Sumur Produksi Blok C-1.....	151
Gambar F.7. Grafik Performa Produksi Sumur P-022 dan Performa Injeksi Sumur P-309i	152
Gambar F.8. Grafik Performa Produksi Sumur P-164 dan Performa Injeksi Sumur P-309i	152
Gambar F.9. Grafik Performa Produksi Sumur P-311 dan Performa Injeksi Sumur P-309i	153

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel III-1. <i>Screening Criteria Waterflooding</i>	20
Tabel III-2. Contoh Analisa Untuk Hipotesa Reservoir Bodcaw	24
Tabel III-3. Koefisien Dari Korelasi Efisiensi Penyapuan Area.....	47
Tabel IV-1. Data Reservoir Lapisan “M-600”	57
Tabel IV-2. Data Operasional <i>Waterflood</i> Lapangan “Z”	58
Tabel IV-3. Data Dstribusi Saturasi Terhadap Permeabilitas Relatif	58
Tabel IV-4. Data Kumulatif Produksi Pola <i>Like Five-Spot</i>	59
Tabel IV-5. Hasil Perhitungan <i>Fractional Flow</i> terhadap Distribusi Saturasi.....	60
Tabel IV-6. Hasil Perhitugan <i>Fractional Flow & Derivative Fractional Flow</i>	63
Tabel IV-7. Hasil Perhitungan Peramalan Kinerja <i>Waterflood</i> Dengan Metode Dykstra-Parson	70
Tabel A-1. Data Permeabilitas dan Ketebalan Lapisan M-600	100
TabelA-2. Susunan Permeabilitas Menurun dan Perhitungan Persentase Ketebalan Dengan Permeabilitas Yang Membesar Dari Sampel	106
Tabel B-1. Tabulasi Jarak Antar Sumur Injeksi.....	126
Tabel B-2. Hasil Penentuan Laju Injeksi Di Setiap Sumur Injeksi.....	127
Tabel E-1. Data Produksi Aktual Sumur P-140	147

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran A Menentukan Koefisien Dari Variasi Permeabilitas Vertikal (CPV) pada Lapisan M-600	100
Lampiran B Pembagian Luasan dan Penentuan Laju Injeksi Untuk Setiap Sumur Injeksi	125
Lampiran C Peta <i>Isopermeability</i> dan <i>Isoporosity</i> Lapisan “M- 600” Blok “C-2”	128
Lampiran D Chart Log Sumur Pada Blok C-2 dan Korelasi Antar Sumur	137
Lampiran E Data Produksi Aktual Sumur P-140	147
Lampiran F Performance Produksi Sumur Produksi Di Sekitar Sumur Injeksi Di Luar Area Pengamatan	149