

## DAFTAR ISI

|  | <b>Halaman</b> |
|--|----------------|
| <b>HALAMAN SAMPUL</b> .....  | <b>i</b>       |
| <b>HALAMAN JUDUL</b> .....   | <b>ii</b>      |
| <b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....                                    | <b>iii</b>     |
| <b>HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI</b> .....                   | <b>iv</b>      |
| <b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....                                   | <b>v</b>       |
| <b>KATA PENGANTAR</b> .....  | <b>vi</b>      |
| <b>RINGKASAN</b> .....   | <b>vii</b>     |
| <b>DAFTAR ISI</b> .....  | <b>viii</b>    |
| <b>DAFTAR GAMBAR</b> .....   | <b>xi</b>      |
| <b>DAFTAR TABEL</b> .....  | <b>xvi</b>     |
| <b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....                                       | <b>xviii</b>   |
| <b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....                                     | <b>1</b>       |
| 1.1. Latar Belakang .....  | 1              |
| 1.2. Rumusan Masalah .....   | 2              |
| 1.3. Maksud dan Tujuan.....  | 2              |
| 1.4. Batasan Masalah.....  | 3              |
| 1.5. Metodologi .....  | 3              |
| 1.6. Sistematika Penulisan .....                                   | 6              |
| <b>BAB II TINJAUAN UMUM LAPANGAN</b> .....                         | <b>7</b>       |
| 2.1. Letak Geografis Lapangan Minyak “BTS” .....                   | 7              |
| 2.2. Sejarah Umum Aktivitas Eksplorasi Lapangan Minyak “BTS” ..... | 7              |
| 2.3. Geologi Regional Sub Cekungan Palembang Tengah .....          | 9              |
| 2.3.1. Struktur Geologi.....                                       | 9              |
| 2.3.2. Stratigrafi Regional .....                                  | 10             |
| 2.3.3. <i>Petroleum Systems</i> .....                              | 13             |
| 2.4. Data Karakteristik Reservoir .....                            | 14             |
| 2.4.1. Sifat Fisik Batuan Reservoir .....                          | 14             |

## DAFTAR ISI

### (Lanjutan)

|   | <b>Halaman</b> |
|---|----------------|
| 2.4.2. Sifat Fisik Fluida Reservoir .....                                   | 17             |
| 2.5. Data Kondisi Reservoir .....   | 18             |
| 2.5.1. Kondisi Awal Reservoir.....  | 18             |
| 2.5.2. Data Tekanan .....   | 19             |
| 2.5.3. Data Produksi.....   | 20             |
| 2.5.4. Data Inisialisasi .....  | 21             |
| 2.5.5. Data <i>History Matching</i> .....                                   | 22             |
| 2.5.6. Data <i>PI Matching</i> .....  | 26             |
| 2.6. Data Penunjang .....   | 27             |
| <b>BAB III DASAR TEORI SIMULASI WATERFLOODING .....</b>                     | <b>28</b>      |
| 3.1. Definisi <i>Waterflooding</i> .....                                    | 28             |
| 3.1.1. Konsep Pendesakan <i>Waterflooding</i> .....                         | 29             |
| 3.1.2. Pengembangan Persamaan Fraksi Aliran ( <i>Fractional Flow</i> )..... | 31             |
| 3.1.3. Faktor Yang Mempengaruhi Operasi <i>Waterflooding</i> .....          | 33             |
| 3.2. Metode Perhitungan Cadangan .....                                      | 39             |
| 3.2.1. <i>Initial Oil in Place</i> (OOIP) .....                             | 39             |
| 3.2.2. <i>Recovery Factor</i> .....   | 40             |
| 3.2.3. Cadangan Sisa ( <i>Remaining Reserves</i> ).....                     | 40             |
| 3.3. Simulasi Reservoir .....   | 41             |
| 3.3.1. Konsep Simulasi Reservoir.....                                       | 41             |
| 3.3.2. Jenis-jenis Simulator .....  | 42             |
| 3.3.3. Dasar-dasar Persamaan Simulasi Reservoir.....                        | 43             |
| 3.3.4. Tahapan Simulasi Reservoir .....                                     | 44             |
| 3.4. Perencanaan <i>Waterflooding</i> .....                                 | 47             |
| 3.4.1. Pola Sumur Injeksi-Produksi .....                                    | 48             |
| 3.4.2. Penentuan Lokasi Sumur Injeksi .....                                 | 50             |

## DAFTAR ISI

(Lanjutan)

|   | <b>Halaman</b> |
|---|----------------|
| 3.4.3. Penentuan Laju dan Tekanan Injeksi .....   | 52             |
| 3.4.4. Penentuan Waktu Injeksi .....  | 53             |
| 3.5. Evaluasi Kelakuan Produksi Minyak-Air (Metode WOR dan<br>WOR <i>Derivative</i> ) ..... | 54             |
| <b>BAB IV SIMULASI RESERVOIR LAPANGAN MINYAK “BTS” .....</b>                                | <b>54</b>      |
| 4.1. Model Reservoir .....  | 54             |
| 4.2. Pengembangan Skenario Lapangan Minyak “BTS” .....                                      | 57             |
| 4.2.1. <i>Forecasting</i> .....   | 57             |
| 4.2.2. Penentuan Cadangan .....   | 61             |
| 4.2.3. <i>Screening Waterflooding</i> .....   | 61             |
| 4.2.4. Penentuan Lokasi Sumur Injeksi dan<br>Kandidat Sumur Konversi.....                   | 64             |
| 4.2.5. Pengembangan Skenario <i>Waterflooding</i> .....                                     | 68             |
| 4.2.6. Ringkasan Seluruh Pengembangan Skenario <i>Waterflooding</i> .....                   | 84             |
| <b>BAB V PEMBAHASAN .....</b>   | <b>86</b>      |
| <b>BAB VI KESIMPULAN.....</b>   | <b>93</b>      |
| <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>   | <b>95</b>      |
| <b>DAFTAR SIMBOL .....</b>  | <b>98</b>      |
| <b>LAMPIRAN.....</b>  | <b>100</b>     |

## DAFTAR GAMBAR

|   | <b>Halaman</b> |
|---|----------------|
| <b>Gambar 1.1</b> Diagram Alir Perencanaan Pengembangan Lapangan Minyak “BTS” dengan Menggunakan Metode <i>Waterflooding</i> .....  | 5              |
| <b>Gambar 2.1.</b> Peta Lapangan Minyak “BTS” .....   | 7              |
| <b>Gambar 2.2.</b> Letak Geografis Lapangan Minyak “BTS” .....  | 8              |
| <b>Gambar 2.3.</b> Geologi Regional Sub Cekungan Palembang Tengah.....  | 10             |
| <b>Gambar 2.4.</b> Skema <i>Petroleum System</i> Cekungan Sumatera Selatan.....   | 13             |
| <b>Gambar 2.5.</b> <i>Hydrocarbon Play Concept</i> Cekungan Sumatera Selatan .....  | 15             |
| <b>Gambar 2.6.</b> Kurva Denormalisasi $K_r$ Lapangan Minyak “BTS”<br>Sistem Minyak-Air.....  | 17             |
| <b>Gambar 2.7.</b> Kurva Denormalisasi $K_r$ Lapangan Minyak “BTS”<br>Sistem Minyak-Gas .....                                       | 18             |
| <b>Gambar 2.8.</b> Kurva Denormalisasi $P_c$ Lapangan Minyak “BTS” .....  | 18             |
| <b>Gambar 2.9.</b> Laju Produksi Lapangan Minyak “BTS” .....  | 22             |
| <b>Gambar 2.10.</b> Kumulatif Produksi Lapangan “BTS” .....   | 23             |
| <b>Gambar 2.11.</b> Kurva Tekanan Lapangan “BTS” Setelah <i>History Matching</i> .....  | 25             |
| <b>Gambar 2.10.</b> Kurva Laju Produksi Minyak Lapangan “BTS”<br>Setelah <i>History Matching</i> .....                              | 25             |
| <b>Gambar 2.11.</b> Kurva Laju Produksi Air Lapangan “BTS”<br>Setelah <i>History Matching</i> .....                                 | 26             |
| <b>Gambar 2.12.</b> Kurva Laju Produksi <i>Liquid</i> Lapangan “BTS”<br>Setelah <i>History Matching</i> .....                       | 26             |
| <b>Gambar 2.13.</b> Kurva Kumulatif Produksi Minyak, Air, dan <i>Liquid</i><br>Lapangan “BTS” Setelah <i>History Matching</i> ..... | 27             |
| <b>Gambar 2.14.</b> Kurva Laju Produksi Minyak pad <i>Keywell</i><br>Setelah <i>PI Matching</i> .....                               | 29             |
| <b>Gambar 3.1.</b> Mekanisme <i>Waterflooding</i> .....   | 31             |
| <b>Gambar 3.2.</b> Proses Profil Pendesakan Minyak dengan Air.....  | 32             |

## DAFTAR GAMBAR

(Lanjutan)

|   | <b>Halaman</b> |
|---|----------------|
| <b>Gambar 3.3.</b> Profil Saturasi Air berdasarkan Konsep <i>Piston Like Displacement</i> .....       | 32             |
| <b>Gambar 3.4.</b> Profil Saturasi Air berdasarkan Konsep <i>Leaky Piston Like Displacement</i> ..... | 33             |
| <b>Gambar 3.5.</b> Kurva <i>Fractional Flow</i> berdasarkan Teori <i>Buckley-Leverett</i> .....       | 35             |
| <b>Gambar 3.6.</b> <i>Solution Gas Drive Mechanism</i> .....  | 36             |
| <b>Gambar 3.7.</b> <i>Gas Cap Drive Mechanism</i> .....   | 37             |
| <b>Gambar 3.8.</b> <i>Water Drive Mechanism</i> .....   | 37             |
| <b>Gambar 3.9.</b> <i>Combination Drive Mechanism</i> .....   | 38             |
| <b>Gambar 3.10.</b> Pola-pola Sumur Injeksi-Produksi <i>Peripheral</i> .....                          | 51             |
| <b>Gambar 3.11.</b> Pola-pola Teratur Sumur Injeksi-Produksi <i>Waterflooding</i> .....               | 52             |
| <b>Gambar 3.12.</b> <i>Channeling</i> .....   | 55             |
| <b>Gambar 3.13.</b> <i>Normal Displacement with High WOR</i> .....                                    | 55             |
| <b>Gambar 3.14.</b> <i>Water Coning</i> .....   | 56             |
| <b>Gambar 3.15.</b> <i>Bottom Water Coning</i> .....  | 56             |
| <b>Gambar 4.1.</b> Peta Isoporositas Lapangan Minyak “BTS” .....                                      | 58             |
| <b>Gambar 4.2.</b> Peta Isopermeabilitas Lapangan Minyak “BTS” .....                                  | 58             |
| <b>Gambar 4.3.</b> Peta Isosaturasi Minyak Lapangan Minyak “BTS” .....                                | 59             |
| <b>Gambar 4.4.</b> Peta Isosaturasi Air Lapangan Minyak “BTS” .....                                   | 59             |
| <b>Gambar 4.5.</b> Peta Distribusi Tekanan Lapangan Minyak “BTS” .....                                | 60             |
| <b>Gambar 4.6.</b> Lokasi Sumur <i>Existing</i> pada Lapangan Minyak “BTS” .....                      | 61             |
| <b>Gambar 4.7.</b> <i>Forecasting</i> Laju Minyak Lapangan “BTS” pada <i>Basecase</i> .....           | 61             |
| <b>Gambar 4.8.</b> <i>Forecasting</i> Laju Air Lapangan “BTS” pada <i>Basecase</i> .....              | 62             |
| <b>Gambar 4.9.</b> <i>Forecasting</i> Laju <i>Liquid</i> Lapangan “BTS” pada <i>Basecase</i> .....    | 62             |
| <b>Gambar 4.10.</b> <i>Forecasting</i> Tekanan Lapangan “BTS” pada <i>Basecase</i> .....              | 63             |
| <b>Gambar 4.11.</b> <i>Drive Mechanism-Diagnostic Curve</i>   |                |

## DAFTAR GAMBAR

(Lanjutan)

|  | <b>Halaman</b> |
|--|----------------|
| Lapangan Minyak “BTS” .....  | 65             |
| <b>Gambar 4.12.</b> Kurva Campbell Plot sebagai Fungsi Kekuatan Aquifer<br>Lapangan Minyak “BTS” .....     | 65             |
| <b>Gambar 4.13.</b> Kurva <i>Fractional Flow</i> Lapangan Minyak “BTS” .....                               | 66             |
| <b>Gambar 4.14.</b> Peta Distribusi OPU Lapangan Minyak “BTS” .....  | 68             |
| <b>Gambar 4.15.</b> Peta Distribusi <i>Oil Potential</i> Lapangan Minyak “BTS” .....                       | 69             |
| <b>Gambar 4.16.</b> <i>Scatter Plot</i> Lapangan Minyak “BTS” .....  | 71             |
| <b>Gambar 4.17.</b> <i>Chan’s Diagnostic</i> Sumur Kandidat Konversi .....                                 | 71             |
| <b>Gambar 4.18.</b> Lokasi Sumur Injeksi Skenario I-A .....  | 73             |
| <b>Gambar 4.19.</b> Lokasi Sumur Injeksi Skenario I-B .....  | 74             |
| <b>Gambar 4.20.</b> Lokasi Sumur Injeksi Skenario I-C .....  | 75             |
| <b>Gambar 4.21.</b> Lokasi Sumur Injeksi Skenario I-D .....  | 76             |
| <b>Gambar 4.22.</b> Lokasi Sumur Injeksi Skenario I-E.....   | 77             |
| <b>Gambar 4.23.</b> Lokasi Sumur Injeksi Skenario I-F.....   | 78             |
| <b>Gambar 4.24.</b> Perbandingan Kumulatif Produksi Minyak pada Skenario I.....                            | 79             |
| <b>Gambar 4.25.</b> Perbandingan Laju Produksi Minyak pada Skenario I .....                                | 80             |
| <b>Gambar 4.26.</b> Perbandingan <i>Recovery Factor</i> Terhadap Jumlah Sumur<br>pada Skenario I.....      | 80             |
| <b>Gambar 4.27.</b> Perbandingan Kumulatif Produksi Minyak pada Skenario II.....                           | 82             |
| <b>Gambar 4.28.</b> Perbandingan Laju Produksi Minyak pada Skenario II.....                                | 82             |
| <b>Gambar 4.29.</b> Perbandingan <i>Recovery Factor</i> Terhadap Tekanan Injeksi<br>pada Skenario II ..... | 84             |
| <b>Gambar 4.30.</b> Perbandingan Kumulatif Produksi Minyak pada Skenario III .....                         | 86             |
| <b>Gambar 4.31.</b> Perbandingan Laju Produksi Minyak pada Skenario III.....                               | 87             |
| <b>Gambar 4.32.</b> Perbandingan <i>Recovery Factor</i> Terhadap Laju Injeksi<br>pada Skenario III.....    | 87             |

## DAFTAR TABEL

|   | <b>Halaman</b> |
|---|----------------|
| <b>Tabel II-1</b> Klasifikasi <i>Rock Region</i> Lapangan Minyak “BTS” .....  | 16             |
| <b>Tabel II-2</b> Nilai <i>End-Point SCAL</i> Sistem Minyak-Air Setelah Dilakukan Normalisasi .....                                   | 16             |
| <b>Tabel II-3</b> Nilai <i>End-Point SCAL</i> Sistem Minyak-Gas Setelah Dilakukan Normalisasi .....                                   | 17             |
| <b>Tabel II-4</b> Data <i>Differential Liberation</i> Fluida Reservoir Lapangan Minyak “BTS” .....                                    | 19             |
| <b>Tabel II-5</b> <i>Oil In Place</i> dan <i>Recovery Factor</i> Lapangan Minyak “BTS” .....  | 20             |
| <b>Tabel II-6</b> Sejarah Tekanan Reservoir Lapangan Minyak "BTS" pada Datum 1.650 ft.....  | 20             |
| <b>Tabel II-7</b> Ringkasan Sejarah Produksi per Sumuran Lapangan Minyak "BTS" .....  | 21             |
| <b>Tabel II-8</b> Ringkasan Hasil Inisialisasi Lapangan Minyak “BTS” .....  | 24             |
| <b>Tabel II-9</b> Ringkasan Hasil <i>History Matching</i> Lapangan Minyak “BTS”.....  | 24             |
| <b>Tabel II-10</b> Penentuan <i>Key Well</i> Lapangan Minyak “BTS” .....  | 28             |
| <b>Tabel IV-1</b> Deskripsi Model Reservoir Lapangan Minyak “BTS” .....   | 57             |
| <b>Tabel IV-2</b> Ringkasan Hasil <i>Forecasting Basecase</i> Lapangan Minyak “BTS” .....   | 62             |
| <b>Tabel IV-3</b> Ringkasan Hasil Penentuan <i>Recovery Factor</i> dan <i>Remaining Reserves Basecase</i> Lapangan Minyak “BTS” ..... | 64             |
| <b>Tabel IV-4</b> <i>Screening Criteria</i> Persiapan Injeksi Waterflooding Lapangan Minyak “BTS” .....                               | 67             |
| <b>Tabel IV-5</b> Data <i>Production Performance</i> Lapangan Minyak “BTS” .....  | 70             |
| <b>Tabel IV-6</b> Titik Koordinasi Sumur Injeksi pada Skenario I-A.....   | 73             |
| <b>Tabel IV-7</b> Titik Koordinasi Sumur Injeksi pada Skenario I-B.....   | 74             |
| <b>Tabel IV-8</b> Titik Koordinasi Sumur Injeksi pada Skenario I-C.....   | 75             |

## DAFTAR TABEL

(Lanjutan)

|   | <b>Halaman</b> |
|---|----------------|
| <b>Tabel IV-9</b> Titik Koordinasi Sumur Injeksi pada Skenario I-D.....     | 76             |
| <b>Tabel IV-10</b> Titik Koordinasi Sumur Injeksi pada Skenario I-E .....   | 77             |
| <b>Tabel IV-11</b> Titik Koordinasi Sumur Injeksi pada Skenario I-F .....   | 78             |
| <b>Tabel IV-12</b> Ringkasan Hasil Pengembangan Skenario I Lapangan         |                |
| Minyak “BTS” .....  | 79             |
| <b>Tabel IV-13</b> Ringkasan Hasil Pengembangan Skenario II Lapangan        |                |
| Minyak “BTS” .....  | 82             |
| <b>Tabel IV-14</b> Ringkasan Hasil Pengembangan Skenario III Lapangan       |                |
| Minyak “BTS” .....  | 86             |
| <b>Tabel IV-15</b> Ringkasan Hasil Pengembangan Lapangan Minyak “BTS” ..... | 88             |



## DAFTAR LAMPIRAN

|  | <b>Halaman</b> |
|--|----------------|
| <b>Lampiran A</b> Sifat Fisik Batuan Reservoir Lapangan Minyak “BTS” .....                                 | 103            |
| <b>Lampiran B</b> Sifat Fisik Fluida Reservoir Lapangan Minyak “BTS” .....                                 | 110            |
| <b>Lampiran C</b> Perhitungan Cadangan Lapangan Minyak “BTS” .....   | 111            |
| <b>Lampiran D</b> Hasil Prediksi Pengembangan Skenario<br><i>Waterflooding</i> Lapangan Minyak “BTS” ..... | 113            |
| <b>Lampiran E</b> <i>Scatter Plot dan Chan’s Diagnostic</i> Lapangan Minyak “BTS”...                       | 124            |
| <b>Lampiran F</b> Data Penunjang Lapangan Minyak “BTS” .....   | 129            |