

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH.....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN .....</b>	<b>iv</b>
<b>RINGKASAN .....</b>	<b>vi</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN.....</b>	<b>xvii</b>
<b>DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG .....</b>	<b>xviii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
I.1 Latar Belakang .....	1
I.2 Rumusan Masalah .....	2
I.3 Maksud dan Tujuan.....	2
I.4 Batasan Masalah .....	3
I.5 Metodologi .....	3
I.6 Sistematika Penulisan .....	6
<b>BAB II TINJAUAN UMUM LAPANGAN.....</b>	<b>7</b>
II.1 Letak Geografis Lapangan “ZUL” .....	7
II.2 Stratigrafi Regional Cekungan Sumatera Selatan.....	8
II.2.1 <i>Petroleum System</i> Cekungan Sumatera Selatan.....	13
II.3 Karakteristik Reservoir .....	15
II.3.1 Sifat Fisik Batuan Reservoir .....	15
II.3.2 Sifat Fisik Fluida Reservoir .....	15
II.4 Kondisi Reservoir .....	15
II.4.1 Pemilihan <i>Segment</i> dan <i>Layer</i> .....	18

## DAFTAR ISI

(Lanjutan)

II.5 Sejarah Produksi .....	18
II.5.1 Data Inisialisasi .....	19
II.5.2 Data <i>History Matching</i> .....	20
<b>BAB III DASAR TEORI .....</b>	<b>21</b>
III.1 <i>Software</i> Simulasi tNavigator .....	21
III.2 <i>Drive Mechanism</i> .....	23
III.3 <i>Recovery factor</i> .....	26
III.4 <i>CO<sub>2</sub> Flooding</i> .....	27
III.4.1 <i>CO<sub>2</sub> Immiscible &amp; Miscible Flooding</i> .....	28
III.4.2 <i>Minimum Miscible Pressure (MMP)</i> .....	32
III.4.3 Faktor yang Mempengaruhi Pendesakan CO <sub>2</sub> .....	34
III.4.4 <i>Screening Criteria</i> .....	38
III.5 <i>Convert to Injection (CTI)</i> .....	39
III.6 Konsep Simulasi Reservoir .....	40
III.6.1 Tahapan Simulasi Reservoir .....	42
III.7 Parameter Keekonomian .....	49
III.7.1 <i>Net present value (NPV)</i> .....	50
III.7.2 <i>Rate of Return (ROR)</i> .....	50
III.7.3 <i>Profit to Investment Ratio (PIR)</i> .....	51
III.7.4 <i>Discounted Profit to Investment Ratio (DPIR)</i> .....	51
III.7.5 <i>Pay Out Time (POT)</i> .....	52
III.7.6 <i>Production Sharing Contract (PSC) Cost Recovery</i> .....	52
III.7.7 Perhitungan <i>Production Sharing Contract (PSC)</i> <i>Cost Recovery</i> .....	55
<b>BAB IV SIMULASI RESERVOIR INJEKSI CO<sub>2</sub> LAPANGAN “ZUL”</b>	<b>59</b>
IV.1 <i>Drive Mechanism</i> .....	59

## DAFTAR ISI

(Lanjutan)

IV.2 Penentuan Cadangan Tersisa.....	61
IV.3 <i>Screening Criteria</i> .....	61
IV.4 Simulasi Reservoir .....	62
IV.4.1 Model Reservoir .....	63
IV.5 Prediksi dan Pengembangan Skenario Injeksi CO <sub>2</sub> .....	65
IV.5.1 Penentuan <i>Constraint</i> .....	66
IV.5.2 <i>Basecase</i> .....	67
IV.5.3 Penentuan Sumur Konversi .....	69
IV.5.4 Skenario I.....	70
IV.5.5 Skenario II .....	81
IV.5.6 Skenario III.....	84
IV.5.7 Kesimpulan Skenario Injeksi CO <sub>2</sub> Keseluruhan.....	87
IV.5.8 Analisa Injeksi CO <sub>2</sub> Lapangan “ZUL” .....	89
IV.6 Analisa Keekonomian .....	90
IV.6.1 Sensitivitas Keekonomian .....	96
<b>BAB V PEMBAHASAN .....</b>	<b>100</b>
V.1 Pendahuluan .....	100
V.2 Tahap Persiapan Prediksi .....	101
V.3 Tahap Prediksi Pengembangan Lapangan.....	103
V.4 Analisa Keekonomian .....	107
V.5 Rekomendasi .....	108
<b>BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>109</b>
VI.1 Kesimpulan .....	109
VI.2 Saran dan Rekomendasi .....	110
<b>DAFTAR RUJUKAN .....</b>	<b>111</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>114</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar I. 1. Diagram Alir Perencanaan Injeksi CO <sub>2</sub> .....	5
Gambar I. 2. Diagram Alir Perencanaan Injeksi CO <sub>2</sub> .....	6
Gambar II.1. Peta Geografis Blok O .....	7
Gambar II.2. Peta Geografis lapangan “ZUL” .....	8
Gambar II. 3. Stratigrafi Cekungan Sumatera Selatan .....	11
Gambar II. 4. Distribusi Segment Lapangan “ZUL” .....	16
Gambar II. 5. Laju Produksi Minyak, Air dan Gas Lapangan “ZUL” Desember 2000 – Desember 2022 .....	19
Gambar III. 1. <i>Solution Gas Drive Mechanism</i> .....	21
Gambar III. 2. <i>Gas Cap Drive Mechanism</i> .....	22
Gambar III. 3. <i>Water Drive Mechanism</i> .....	22
Gambar III. 4. <i>Segregation Drive Mechanism</i> .....	23
Gambar III. 5. <i>Drive Mechanism</i> oleh Ganesh Takur .....	23
Gambar III. 6. <i>First Contact Miscibility</i> .....	27
Gambar III. 7. <i>Peripheral Pattern</i> .....	31
Gambar III. 8. Pola Sumur Injeksi-Produksi Teratur .....	32
Gambar III. 9. PSC Diagram .....	47
Gambar IV. 1. <i>Drive Mechanism</i> Lapangan “ZUL” Metode Ganesh Takur .....	53
Gambar IV. 2. Plot <i>Gas Oil Ratio History</i> Lapangan “ZUL” .....	53
Gambar IV. 3. Peta Iso Permeabilitas Segment 2 Lapangan “ZUL” .....	56
Gambar IV. 4. Peta Iso Porositas Segment 2 Lapangan “ZUL” .....	57
Gambar IV. 5. Peta Distribusi Tekanan Segment 2 Lapangan “ZUL” .....	57
Gambar IV. 6. Peta Isosaturasi Minyak Segment 2 Lapangan “ZUL” .....	58
Gambar IV. 7. Peta Isosaturasi Air Segment 2 Lapangan “ZUL” .....	58
Gambar IV. 8. Lokasi Sumur Segment 2 Lapangan “ZUL” .....	61
Gambar IV. 9. Laju Alir Minyak Lapangan “ZUL” Basecase .....	61
Gambar IV. 10. Kumulatif Produksi Minyak Lapangan “ZUL” Basecase ..	62
Gambar IV. 11. Tekanan Reservoir Lapangan “ZUL” Basecase .....	62

## DAFTAR GAMBAR

(Lanjutan)

Gambar IV. 12. Scatter Plot Sumur Lapangan “ZUL” .....	63
Gambar IV. 13. Lokasi Sumur Injeksi Lapangan “ZUL” Skenario I-A .....	65
Gambar IV. 14. Lokasi Sumur Injeksi Lapisan S Lapangan “ZUL” Skenario I-B .....	66
Gambar IV. 15. Lokasi Sumur Injeksi Lapisan S Lapangan “ZUL” Skenario I-C .....	67
Gambar IV. 16. Lokasi Sumur Injeksi Lapisan S Lapangan “ZUL” Skenario I-D .....	68
Gambar IV. 17. Lokasi Sumur Injeksi Lapisan S Lapangan “ZUL” Skenario I-E .....	69
Gambar IV. 18. Laju Produksi Minyak Area II Lapangan “ZUL” Skenario I .....	70
Gambar IV. 19. Kumulatif Produksi Minyak Area II Lapangan “ZUL” Skenario I .....	71
Gambar IV. 20. Tekanan Reservoir Area II Lapangan “ZUL” Skenario I ..	71
Gambar IV. 21. Distribusi Tekanan Area II Lapangan “ZUL” Awal Skenario I-D .....	72
Gambar IV. 22. Distribusi Tekanan Area II Lapangan “ZUL” Akhir Skenario I-D .....	72
Gambar IV. 23. Distribusi Saturasi Minyak Area II Lapangan “ZUL” Awal Skenario I-D .....	73
Gambar IV. 24. Distribusi Saturasi Minyak Area II Lapangan “ZUL” Awal Skenario I-D .....	73
Gambar IV. 25. Sensitivitas Jumlah Sumur Injeksi CO <sub>2</sub> .....	74
Gambar IV. 26. Laju Produksi Minyak Area II Lapangan “ZUL” Skenario II .....	76

## DAFTAR GAMBAR

(Lanjutan)

Gambar IV. 27. Kumulatif Produksi Minyak Area II Lapangan “ZUL” Skenario II.....	76
Gambar IV. 28. Tekanan Reservoir Area II Lapangan “ZUL” Skenario II.....	77
Gambar IV. 29. Kumulatif Produksi Minyak Area II Lapangan “ZUL” Skenario III.....	79
Gambar IV. 30. Laju Produksi Minyak Area II Lapangan “ZUL” Skenario III.....	79
Gambar IV. 31. Tekanan Reservoir Area II Lapangan “ZUL” Skenario III.....	80
Gambar IV. 32. Penambahan Produksi Minyak terhadap Laju Injeksi CO <sub>2</sub> Area II Lapangan “ZUL” Skenario III .....	80
Gambar IV. 33. Sistem Fiskal Minyak Lapangan “ZUL” .....	84
Gambar IV. 34. Harga <i>Crude Oil</i> Dunia 22 Februari 2023 .....	85
Gambar IV. 35. Cash Flow Skenario III-D Injeksi CO <sub>2</sub> Lapangan “ZUL” .....	88
Gambar IV. 36. Sensitivitas Parameter terhadap <i>Net Present Value</i> .....	89
Gambar IV. 37. Sensitivitas Parameter terhadap <i>Pay out Time</i> .....	89
Gambar IV. 38. Sensitivitas Parameter terhadap <i>Rate of Return</i> .....	90
Gambar IV. 39. Sensitivitas Parameter terhadap <i>Profit Investment Ratio</i> ...	90
Gambar IV. 40. Sensitivitas Parameter terhadap <i>Discounted Profit to Investment</i> .....	91

## DAFTAR TABEL

Tabel II. 1. Distribusi Cadangan Segment Lapangan “ZUL” .....	16
Tabel II. 2. Distribusi Cadangan Segment Lapangan “ZUL” .....	17
Tabel II. 3. Distribusi Cadangan Lapisan Area II Lapangan “ZUL” .....	17
Tabel II. 4. Hasil Inisialisasi Segment 2 Lapangan “ZUL” .....	19
Tabel II. 5. <i>Hasil History Matching</i> Segment 2 Lapangan “ZUL” .....	20
Tabel III. 1. <i>Screening Criteria</i> untuk Injeksi CO <sub>2</sub> oleh Brasher & Goodlett, et al.....	32
Tabel III. 2. <i>Screening Criteria</i> untuk Injeksi CO <sub>2</sub> oleh Klins & Taber, et al. ....	33
Tabel III. 3. <i>Screening Criteria</i> untuk Injeksi CO <sub>2</sub> oleh Taber, et al. ....	33
Tabel IV. 1. <i>Summary Screening Criteria</i> Segment 2 Lapangan “ZUL” ....	55
Tabel IV. 2. Deskripsi Model Area II Lapangan “ZUL” .....	56
Tabel IV. 3. Ukuran Grid Model Lapangan “ZUL” .....	56
Tabel IV. 4. Constraints Prediksi Lapangan “ZUL” .....	60
Tabel IV. 5. Titik Koordinat Sumur Injeksi Skenario I-A .....	64
Tabel IV. 6. Titik Koordinat Sumur Injeksi Skenario I-B .....	65
Tabel IV. 7. Titik Koordinat Sumur Injeksi Skenario I-C .....	66
Tabel IV. 8. Titik Koordinat Sumur Injeksi Skenario I-D .....	67
Tabel IV. 9. Titik Koordinat Sumur Injeksi Skenario I-E.....	68
Tabel IV. 10. Sensitivitas Jumlah Sumur Injeksi CO <sub>2</sub> Lapangan “ZUL” Lapisan S dengan Laju Injeksi 2000 MSCFD dan BHP 3500 psi.....	70
Tabel IV. 11. Sensitivitas Tekanan Injeksi CO <sub>2</sub> Lapangan “ZUL” Lapisan S dengan Laju Injeksi 2000 MSCFD .....	75
Tabel IV. 12. Sensitivitas Laju Injeksi CO <sub>2</sub> Lapangan “ZUL” Lapisan S...	78
Tabel IV. 13. Tabulasi Hasil Skenario Injeksi CO <sub>2</sub> Area II Lapangan “ZUL” .....	81
Tabel IV. 14. Tabulasi Hasil Skenario Injeksi CO <sub>2</sub> Area II Lapangan “ZUL” .....	82

**DAFTAR TABEL**  
(Lanjutan)

Tabel IV. 15. Saturasi minyak dan tekanan pada Lapisan S Lapangan “ZUL” .....	83
Tabel IV. 16. Rencana Pengembangan Skenario Injeksi CO <sub>2</sub> Terpilih .....	83
Tabel IV. 17. Budget Plan Skenario Injeksi CO <sub>2</sub> Lapangan “ZUL” .....	85
Tabel IV. 18. Hasil Analisa Keekonomian Skenario I.....	86
Tabel IV. 19. Hasil Analisa Keekonomian Skenario II .....	86
Tabel IV. 20. Hasil Analisa Keekonomian Skenario III .....	86
Tabel IV. 21. <i>Summary</i> Analisa Keekonomian Skenario III-C Injeksi CO <sub>2</sub> Lapangan “ZUL” .....	87
Tabel IV. 22. Parameter Keekonomian Skenario III-D Injeksi CO <sub>2</sub> Lapangan “ZUL” .....	88