

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	i
<b>HALAMAN PENGESAHAN .....</b>	iii
<b>PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH.....</b>	iv
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN .....</b>	v
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	vi
<b>RINGKASAN .....</b>	vii
<b>DAFTAR ISI.....</b>	viii
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	xi
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	xv
<b>DAFTAR LAMPIRAN.....</b>	xvii
<b>BAB I. PENDAHULUAN .....</b>	1
1.1. Latar Belakang Masalah .....	1
1.2. Maksud dan Tujuan .....	2
1.3. Metodologi Penelitian.....	3
1.4. Sistematika Penulisan .....	3
<b>BAB II. TINJAUAN UMUM LAPANGAN .....</b>	5
2.1. Area Studi .....	5
2.2. Tatahan Tektonik Regional .....	6
2.3. Tektonostrigrafi .....	8
2.4. Petroleum System .....	9
2.4.1. Batuan Induk .....	9
2.4.2. Reservoir.....	12
2.4.3. <i>Cap Rock</i> .....	13
2.4.4. Migrasi Hidrokarbon .....	14
2.5. Korelasi Sumur .....	15
2.6. <i>Gross Depositional Environment</i> .....	16
<b>BAB III. TEORI DASAR LAPANGAN SHALE GAS .....</b>	18
3.1. Karakteristik Reservoir Shale Gas.....	18
3.1.1. Kerogen .....	18
3.1.2. <i>Total Organic Carbon (TOC)</i> . .....	20
3.1.3. Kematangan .....	21
3.1.4. Tekanan dan <i>Temperature</i> Reservoir .....	21
3.1.5. Tingkat <i>Adsorpsi</i> .....	22
3.1.6. Kandungan Mineral .....	30

**DAFTAR ISI**  
**(lanjutan)**

	<b>Halaman</b>
3.1.7. <i>Brittleness Index</i> .....	32
3.1.8. Parameter Penting dalam Evaluasi Reservoir Shale.	34
3.2. Perkiraan Gas In Place Metode Lewis.....	34
3.3. Kinerja Aliran Shale Gas.....	37
3.3.1. Desorption, Difusi, dan Aliran Media Rekah.....	37
3.3.2. Peramalan Profil Produksi Sumur Shale Gas.....	43
3.4. Kompleksi Shale Gas Reservoir (Horizontal Multi Fracture)	48
3.5. Model Area Pengurusan Sumur Horizontal Multifract .....	55
3.5.1. Teori Stimulated Reservoir Volume (SRV) .....	55
3.5.2. Teori Model Composite (Optimis).....	55
3.6. <i>Pad Drilling</i> .....	56
3.7. Dasar Teori Perhitungan Keekonomian Minyak dan Gas Bumi.....	59
3.7.1. <i>Time Value of Money</i> .....	60
3.7.2. Cash Flow .....	61
3.7.2.1. <i>Gross Revenue</i> .....	61
3.7.2.2. Investasi.....	61
3.7.2.3. Operating Cost .....	63
3.7.2.4. Escalation Rate.....	63
3.7.2.5. Pembagian Pendapatan.....	64
3.7.2.6. Domestic Marketing Obligation.....	64
3.7.2.7. Taxable Income .....	64
3.7.2.8. Pajak.....	64
3.7.2.9. <i>Net Contractor Take</i> .....	65
3.7.2.10. Net Government Take .....	65
3.7.3. Indikator Keuntungan.....	65
3.7.4. Analisa Sensitivitas .....	69
3.7.5. Sistem Kontrak Psc Gross Split .....	70
<b>BAB IV. PERKIRAAN PROFIL PRODUKSI DAN PERHITUNGAN KEEKONOMIAN .....</b>	<b>72</b>
4.1. Persiapan Data Awal .....	72
4.1.1. Data Petrofisika dan Sumur.....	73
4.1.2. Data Geokimia dan Analisisanya.....	75
4.2. Analisa Data .....	75
4.2.1. Perhitungan Gas In Place .....	75
4.2.2. Perkiraan Profil Produksi Sumuran.....	77
4.2.2.1. <i>Based on Us Shale Gas</i> .....	77
4.2.2.2. Penentuan Desain Kompleksi .....	78
4.2.2.3. Hasil Perkiraan Profil Produksi Sumuran .....	80
4.2.3. Perkiraan Profil Produksi Lapangan .....	81
4.2.4. Analisa Keekonomian .....	85

**DAFTAR ISI**  
**(lanjutan)**

	<b>Halaman</b>
4.2.4.1. Regulasi dan Kontrak Gross Split .....	85
4.2.4.2. Perhitungan Net Cash Flow .....	85
4.2.4.3. Perhitungan Indikator Keekonomian .....	91
4.2.4.4. Uji Sensitivitas .....	92
4.2.5. Skenario <i>Single Layer</i> 1 dan Analisa Keekonomiannya.....	90
4.2.6. Skenario <i>Single Layer</i> 2 dan Analisa Keekonomiannya.....	93
4.2.7. Skenario <i>Multilateral</i> dan Analisa Keekonomiannya	96
4.2.7.1. Profil Produksi Skenario Multilateral 1 dan Analisa Keekonomiannya .....	97
4.2.7.2. Profil Produksi Skenario Multilateral 2 dan Analisa Keekonomiannya .....	99
4.2.7.3. Perkiraan Profil Produksi Lapangan Skenario Multilateral.....	101
4.2.7.4. Analisa Keekonomian Skenario Multilateral	102
4.2.8. Analisa Keekonomian Skenario Single Layer 1 dengan <i>Sliding Slide</i> .....	105
4.2.9. Analisa Keekonomian Skenario Single Layer 1 dengan <i>Contractor Split</i> 100% .....	106
<b>BAB V. PEMBAHASAN .....</b>	<b>108</b>
<b>BAB VI. KESIMPULAN .....</b>	<b>115</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>116</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>121</b>

## DAFTAR GAMBAR

		Halaman
<b>Gambar 1.1.</b>	<i>Flowchart</i> .....	4
<b>Gambar 2.1.</b>	Lokasi Studi Penelitian .....	5
<b>Gambar 2.2.</b>	Lokasi Penelitian Beserta dengan Konteks Struktur Geologi Regional .....	7
<b>Gambar 2.3.</b>	Perkembangan dari Cekungan Sumatra Utara terbagi Menjadi Empat (4) Periode Utama .....	7
<b>Gambar 2.4.</b>	Kolom Stratigrafi Cekungan Sumatera Utara .....	8
<b>Gambar 2.5.</b>	Perbandingan Stratigrafi pada Bagian Utara Cekungan, dan Bagian Tengah Cekungan pada Lokasi Penelitian, dan Paparan Malaka. ....	9
<b>Gambar 2.6.</b>	Tipe Kerogen berdasarkan HI vs OI .....	11
<b>Gambar 2.7.</b>	Tipe kerogen dan Kematangan Didasari oleh Tmax vs Data HI .....	11
<b>Gambar 2.8.</b>	Kualitas Batuan Induk Didasari oleh TOC vs Data S2	12
<b>Gambar 2.9.</b>	Gambar Kartun tentang <i>Play</i> .....	14
<b>Gambar 2.10.</b>	Sumur UH#1 dan Hasil Interpretasi dari Sekuen dan Lingkungan Pengendapan .....	15
<b>Gambar 2.11.</b>	Korelasi Regional pada Formasi Baong Bawah.....	16
<b>Gambar 2.12.</b>	Peta <i>Isopach</i> Formasi Baong Bawah (atas), dan Hasil Peta GDE Formasi Baong Bawah (Bawah) .....	17
<b>Gambar 3.1.</b>	Penjerapan Molekul Gas Pada Karbon Aktif.....	24
<b>Gambar 3.2.</b>	Model Penjerapan Molekul Gas dalam Metode Gibbs	25
<b>Gambar 3.3.</b>	Skema dari Tipikal Langmuir <i>Isotherm</i> .....	27
<b>Gambar 3.4.</b>	Tipe Penjerapan <i>Isoterm</i> Sing Model.....	27
<b>Gambar 3.5.</b>	Tipe Penjerapan <i>Isoterm</i> IUPAC Model .....	29
<b>Gambar 3.6.</b>	<i>Ternary Plot</i> Komposisi Mineral dan Hubungan Beberapa <i>Reservoir Shale</i> yang Diketahui dengan Segitiga Mineralogi Komposisinya.....	32
<b>Gambar 3.7.</b>	Jenis-Jenis <i>Sorption Isotherm</i> .....	38
<b>Gambar 3.8.</b>	Skema (a) (b) pada <i>Monolayer</i> dan <i>Multilayer Gas Adsorption</i> , (a) <i>Monolayer Langmuir Adsorption</i> (b) <i>Multilayer BET Adsorption</i> . ....	38

**DAFTAR GAMBAR**  
(lanjutan)

		<b>Halaman</b>
<b>Gambar 3.9.</b>	Perbandingan <i>Langmuir Isotherm</i> (a) dengan <i>BET Isotherm</i> (b).....	39
<b>Gambar 3.10.</b>	Mekanisme Produksi <i>Shale Gas</i> .....	39
<b>Gambar 3.11.</b>	Geometri <i>Reservoir</i> .....	40
<b>Gambar 3.12.</b>	<i>Linear Flow – Properties</i> .....	41
<b>Gambar 3.13.</b>	<i>Linear Flow-Properties(2)</i> .....	41
<b>Gambar 3.14.</b>	<i>Nominal Cross-Sectional Area</i> .....	42
<b>Gambar 3.15.</b>	Model Sederhana- <i>Linear Flow</i> .....	42
<b>Gambar 3.16.</b>	$\Delta P/q$ Vs $\sqrt{t}$ .....	43
<b>Gambar 3.17.</b>	Mekanisme <i>Skin Apparent</i> .....	44
<b>Gambar 3.18.</b>	<i>Production Forecast-Modified Hiperbolic</i> .....	48
<b>Gambar 3.19.</b>	<i>Hubungan Model Single Fractured</i> .....	49
<b>Gambar 3.20.</b>	<i>Single Fractured</i> .....	50
<b>Gambar 3.21.</b>	Plot <i>Superposition Time</i> .....	51
<b>Gambar 3.22.</b>	Pemilihan Tipe Kompleksi di IHS .....	51
<b>Gambar 3.23.</b>	Tipe Kompleksi di IHS .....	52
<b>Gambar 3.24.</b>	Aliran Lubang Bor Sumur Horizontal .....	53
<b>Gambar 3.25.</b>	Tipe Kompleksi di IHS .....	53
<b>Gambar 3.26.</b>	<i>Horizontal Multi-Fract</i> .....	54
<b>Gambar 3.27.</b>	Pemilihan Tipe Kompleksi di IHS .....	54
<b>Gambar 3.28.</b>	Model SRV .....	55
<b>Gambar 3.29.</b>	<i>Model Composite</i> .....	56
<b>Gambar 3.30.</b>	<i>Pad Drilling</i> dengan Horizontal <i>Multifract Well</i> .....	57
<b>Gambar 3.31.</b>	<i>Mobile Rig</i> pada <i>Drilling Pad</i> .....	58
<b>Gambar 3.32.</b>	Perpindahan <i>Rig</i> antar <i>Pad</i> .....	58
<b>Gambar 3.33.</b>	Beberapa <i>Drilling Pad</i> .....	59
<b>Gambar 3.34.</b>	Interpolasi ROR .....	66
<b>Gambar 3.35.</b>	Kurva Posisi <i>Net Cash Flow</i> yang Menunjukkan POT	68
<b>Gambar 3.36.</b>	Diagram Laba-laba.....	70

**DAFTAR GAMBAR**  
(lanjutan)

		<b>Halaman</b>
<b>Gambar 3.37.</b>	Skema PSC <i>Gross Split</i> .....	71
<b>Gambar 4.1.</b>	Hasil Lumping Batuan Serpih Hidrokarbon pada Sumur UH#1 .....	73
<b>Gambar 4.2.</b>	Hasil Sifat Fisik Fluida Formasi Lower Baong Layer 3 .....	74
<b>Gambar 4.3.</b>	Pemodelan Langmuir <i>Isotherm</i> .....	76
<b>Gambar 4.4.</b>	<i>Wellbore Diagram</i> .....	80
<b>Gambar 4.5.</b>	Rezim Aliran pada Profil Produksi Sumuran.....	81
<b>Gambar 4.6.</b>	<i>Sweet Spot</i> (Bagian Utara) .....	82
<b>Gambar 4.7.</b>	<i>Sweet Spot</i> (Bagian Selatan) .....	82
<b>Gambar 4.8.</b>	Perkiraan Profil Produksi 2 Sumur <i>Single Layer</i> .....	83
<b>Gambar 4.9.</b>	<i>Rate Plateu</i> Lapangan dan Penambahan Jumlah Sumur tiap Tahunnya .....	84
<b>Gambar 4.10.</b>	Model PSC <i>Gross Split</i> .....	85
<b>Gambar 4.11.</b>	Spider Diagram Sensitivitas NPV .....	93
<b>Gambar 4.12.</b>	Spider Diagram Sensitivitas NPV Skenario <i>Single Layer</i> (128 Sumur) .....	95
<b>Gambar 4.13.</b>	Profil Produksi Lapangan Skenario <i>Single Layer</i> 2 .....	
<b>Gambar 4.14.</b>	<i>Well Diagram</i> Skenario <i>Multilateral</i> 1 .....	96
<b>Gambar 4.15.</b>	<i>Well Diagram</i> Skenario <i>Multilateral</i> 2 .....	96
<b>Gambar 4.16.</b>	Perkiraan Profil Produksi Skenario <i>Multilateral</i> 1 (2 Sumur).....	98
<b>Gambar 4.17.</b>	Perkiraan Profil Produksi Skenario <i>Multilateral</i> 2 (2 Sumur).....	100
<b>Gambar 4.18.</b>	<i>Rate Plateu</i> Lapangan 10 Tahun dan Penambahan Jumlah Sumur tiap Tahunnya.....	102
<b>Gambar 4.19.</b>	<i>Rate Plateu</i> Lapangan 14 Tahun dan Penambahan Jumlah Sumur tiap Tahunnya.....	102
<b>Gambar 4.20.</b>	Kurva POT Skenario <i>Plateau</i> 14 Tahun .....	105
<b>Gambar 4.21.</b>	<i>Chart Net Cash Flow</i> .....	105
<b>Gambar 4.22.</b>	<i>Spider Diagram Sensitivitas NPV</i> Skenario <i>Multilateral</i> 2 Plateau 14 Tahun.....	106

**DAFTAR GAMBAR**  
**(lanjutan)**

	<b>Halaman</b>
<b>Gambar 4.23.</b> Spider Diagram Sensitivitas IRR Skenario Multilateral 2 <i>Plateau</i> 14 Tahun .....	106

## DAFTAR TABEL

		<b>Halaman</b>
<b>Tabel III-1</b>	Jenis Batuan Induk ( <i>Source Rock</i> ) .....	20
<b>Tabel III-2</b>	Tingkat Kematangan .....	21
<b>Tabel III-3</b>	Parameter Reservoir <i>Shale</i> .....	34
<b>Tabel IV-1</b>	Data Petrofisika .....	74
<b>Tabel IV-2</b>	Data Geokimia .....	75
<b>Tabel IV-3</b>	Hasil Perhitungan <i>Gas In Place</i> .....	75
<b>Tabel IV-4</b>	Desain Kompleksi <i>US Shale Gas</i> .....	77
<b>Tabel IV-5</b>	Hasil Sumuran dengan Berbagai Desain Kompleksi .....	79
<b>Tabel IV-6</b>	<i>Split</i> .....	87
<b>Tabel IV-7</b>	Investasi Pengembangan Lapangan " <i>FRE</i> " Skenario <i>Single Layer</i> 2 Sumur .....	88
<b>Tabel IV-8</b>	Profil Kumulatif Produksi pada Lapangan " <i>FRE</i> " .....	88
<b>Tabel IV-9</b>	Hasil Indikator Keekonomian .....	92
<b>Tabel IV-10</b>	Profil Kumulatif Produksi Skenario <i>Single Layer</i> (128 Sumur) .....	94
<b>Tabel IV-11</b>	Investasi Pengembangan Lapangan " <i>FRE</i> " Skenario <i>Single Layer</i> (128 Sumur) .....	94
<b>Tabel IV-12</b>	Rangkuman Hasil Analisa Keekonomian Skenario <i>Single Layer</i> .....	95
<b>Tabel IV-13</b>	Profil Kumulatif Produksi pada Lapangan " <i>FRE</i> " Skenario 2 .....	96
<b>Tabel IV-14</b>	Hasil Indikator Keekonomian <i>Single Layer</i> Skenario 2 ....	
<b>Tabel IV-15</b>	Data Petrofisika (2) .....	97
<b>Tabel IV-16</b>	Hasil Perhitungan <i>Gas In Place</i> (2) .....	97
<b>Tabel IV-17</b>	Profil Kumulatif Produksi Skenario <i>Multilateral</i> 1 (2 Sumur) .....	98
<b>Tabel IV-18</b>	Investasi Pengembangan Lapangan " <i>FRE</i> " Skenario <i>Multilateral</i> 1 (2 Sumur) .....	99
<b>Tabel IV-19</b>	Profil Kumulatif Produksi Skenario <i>Multilateral</i> 2 (2 Sumur) .....	100
<b>Tabel IV-20</b>	Investasi Pengembangan Lapangan " <i>FRE</i> " Skenario <i>Multilateral</i> 2 (2 Sumur) .....	101



**DAFTAR TABEL**  
**(lanjutan)**

	<b>Halaman</b>
<b>Tabel IV-21</b> Profil Kumulatif Produksi Skenario <i>Multilateral 2 Plateu</i> 10 dan 14 Tahun.....	103
<b>Tabel IV-22</b> Investasi Pengembangan Lapangan “FRE” Skenario <i>Multilateral 2 Plateau</i> 10 Tahun.....	103
<b>Tabel IV-23</b> Investasi Pengembangan Lapangan “FRE”Skenario <i>Multilateral 2 Plateau</i> 14 Tahun.....	104
<b>Tabel IV-24</b> Rangkuman Hasil Analisa Keekonomian Skenario <i>Multilateral 2</i> .....	104
<b>Tabel IV-25</b> Biaya Pemboran dengan <i>Sliding Slide</i> .....	105
<b>Tabel IV-26</b> Hasil Indikator Keekonomian dengan <i>Sliding Slide</i> .....	105
<b>Tabel IV-27</b> Hasil Indikator Keekonomian dengan <i>Contractor Split</i> 100% .....	106

## DAFTAR LAMPIRAN

	<b>Halaman</b>
<b>Lampiran A</b> Profil Produksi Berbagai Desain Kompleksi .....	123
<b>Lampiran B</b> Depresiasi .....	128
<b>Lampiran C</b> Hasil Perhitungan Keekonomian <i>Single Layer</i> 2 Sumur.....	131
<b>Lampiran D</b> Hasil Perhitungan Keekonomian <i>Single Layer</i> 128 Sumur.	136
<b>Lampiran E</b> Hasil Perhitungan Keekonomian <i>Single Layer</i> 128 Sumur Skenario 2 .....	141
<b>Lampiran F</b> Hasil Perhitungan Keekonomian <i>Multilateral Single Layer</i> 2 Sumur.....	146
<b>Lampiran G</b> Hasil Perhitungan Keekonomian <i>Multilateral 2 Layer</i> 2 Sumur .....	151
<b>Lampiran H</b> Hasil Perhitungan Keekonomian <i>Multilateral 2 Layer</i> 31 Sumur .....	156
<b>Lampiran I</b> Hasil Perhitungan Keekonomian dengan <i>Sliding Slide</i> .....	161
<b>Lampiran J</b> Hasil Perhitungan Keekonomian dengan <i>Contractor Split</i> 100% .....	166
<b>Lampiran K</b> Hasil Perhitungan Keekonomian dengan Kebijakan Usulan .....	171