

## DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
SURAT PERNYATAAN.....	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR .....	xvi
DAFTAR SINGKATAN .....	xix
Intisari .....	xxiii
<i>Abstract</i> .....	xxiv
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Manfaat Penelitian .....	4
1.5 Batasan Masalah .....	5
1.6 Sistematika Penelitian.....	6
BAB 2 DASAR TEORI .....	8
2.1 Formulasi Fungsi Objektif.....	8
2.1.1 Data Konsumsi Energi ( <i>Energy Sales</i> ).....	9
2.1.2 Penambahan Kapasitas Pembangkit.....	9
2.1.3 <i>Transformation Process</i> .....	10
2.1.4 <i>Total Cost</i> .....	12
2.1.5 <i>Capital Cost</i> .....	13
2.1.6 <i>Fixed Cost</i> .....	13
2.1.7 <i>Variable Cost</i> .....	14
2.1.8 <i>Fuel Cost</i> .....	14
2.1.9 <i>Technology Emission Cost</i> .....	15
2.1.10 Biaya Pokok Penyediaan (BPP) Pembangkitan .....	15
2.2 Kekangan Optimisasi.....	16
2.2.1 <i>Capacity Addition Constraint</i> .....	16

2.2.2	<i>Capacity Constraint</i> .....	16
2.2.3	<i>Emission Constraint</i> .....	17
2.3	Parameter Pemodelan Sistem.....	17
2.3.1	<i>Load Factor (LF)</i> .....	18
2.3.2	Beban Puncak ( <i>Peak Load</i> ).....	18
2.3.3	<i>Reserve Margin (RM)</i> .....	18
2.3.4	<i>Load Curve (LC)</i> .....	19
2.3.5	<i>Equivalent Availability Factor (EAF)</i> .....	21
2.3.6	<i>Time Slices (TS)</i> .....	23
2.3.7	<i>Discount Rate (DR)</i> .....	23
2.4	Perangkat Lunak Analisis .....	23
2.4.1	<i>Long-range Energy Alternatives Planning System (LEAP)</i> .....	24
2.4.2	<i>Open Source Energy Modelling System (OSeMOSYS)</i> .....	26
2.4.3	Integrasi Perangkat Lunak LEAP dan OSeMOSYS .....	28
2.5	Analisis Sensitivitas.....	29
2.6	Optimisasi Penambahan Kapasitas Pembangkit.....	30
BAB 3 METODE PENELITIAN.....		32
3.1	Jalannya Penelitian .....	32
3.2	Sumber Data .....	34
3.2.1	Parameter Data Beban Listrik .....	34
3.2.1.1	<i>Load Curve</i> .....	35
3.2.1.2	Beban Puncak .....	37
3.2.1.3	<i>Load Factor (LF)</i> .....	38
3.2.1.4	Konsumsi Energi .....	38
3.2.1.5	Rugi-Rugi Saluran .....	39
3.2.2	Parameter Data Pembangkitan .....	40
3.2.2.1	Karakteristik Pembangkit .....	40
3.2.2.2	Kapasitas Pembangkit Terpasang.....	41
3.2.2.3	<i>Reserve Margin (RM)</i> .....	42
3.2.2.4	Komponen Biaya Pembangkitan .....	42
3.2.2.5	Harga Bahan Bakar Pembangkit .....	43
3.2.2.6	<i>Discount Rate</i> .....	44
3.2.2.7	Nilai Tukar Mata Uang.....	44
3.2.2.8	<i>Emission Rate</i> .....	44

3.2.2.9	<i>Emission Penalty</i> .....	45
3.2.2.10	<i>Emission Constraint</i> .....	45
3.3	Perancangan Sistem .....	46
3.4	Perangkat Penelitian .....	47
3.4.1	Perangkat Keras .....	47
3.4.2	Perangkat Lunak.....	47
3.4.2.1	<i>Microsoft Windows 10 32 Bit</i> .....	47
3.4.2.2	<i>Long-range Energy Alternatives Planning System (LEAP)</i> .....	48
3.4.2.3	<i>Open Source Energy Modelling System (OSeMOSYS)</i> .....	48
3.4.2.4	<i>GNU Linear Programming Kit (GLPK) Solver</i> .....	48
3.5	Skenario Penelitian .....	49
3.5.1	Skenario Referensi RUPTL 2018-2027 (Skenario I) .....	49
3.5.2	Skenario Optimisasi tanpa <i>Emission Penalty &amp; Emission Constraint</i> (Skenario II) .....	49
3.5.3	Skenario Optimisasi dengan <i>Emission Penalty &amp; Emission Constraint</i> (Skenario III).....	50
3.6	Analisis Sensitivitas Parameter Data Sistem .....	51
3.7	Optimisasi Penambahan Kapasitas Pembangkit Skenario Penelitian.....	53
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....		55
4.1	Skenario Referensi RUPTL 2018-2027 (Skenario I).....	56
4.1.1	Kapasitas Terpasang Skenario I.....	57
4.1.2	Penambahan Kapasitas Pembangkit Skenario I.....	59
4.1.3	<i>Reserve Margin</i> Skenario I.....	60
4.1.4	Bauran Energi Skenario I.....	61
4.1.5	Emisi CO <sub>2</sub> Skenario I .....	63
4.1.6	Komponen Biaya Pembangkitan Skenario I.....	64
4.1.7	BPP Pembangkitan Skenario I .....	66
4.1.8	Analisis Sensitivitas Skenario I.....	67
4.1.8.1	Analisis Sensitivitas Skenario I – Penjualan Tenaga Listrik.....	67
4.1.8.2	Analisis Sensitivitas Skenario I – <i>Reserve Margin</i> .....	71
4.1.8.3	Analisis Sensitivitas Skenario I – Nilai Komponen Biaya Pembangkitan .....	73
4.1.8.4	Analisis Sensitivitas Skenario I – Harga Bahan Bakar .....	77
4.1.8.5	Analisis Sensitivitas Skenario I – Nilai Tukar Mata Uang.....	80
4.1.8.6	Perbandingan Analisis Sensitivitas Skenario I.....	82

4.2	Skenario Optimisasi tanpa <i>Emission Penalty &amp; Emission Constraint</i> (Skenario II).....	84
4.2.1	Kapasitas Terpasang Skenario II.....	85
4.2.2	Penambahan Kapasitas Pembangkit Skenario II.....	87
4.2.3	<i>Reserve Margin</i> Skenario II.....	89
4.2.4	Bauran Energi Skenario II.....	90
4.2.5	Emisi CO <sub>2</sub> Skenario II.....	92
4.2.6	Komponen Biaya Pembangkitan Skenario II.....	94
4.2.7	BPP Pembangkitan Skenario II.....	96
4.2.8	Analisis Sensitivitas Skenario II.....	97
4.2.8.1	Analisis Sensitivitas Skenario II – Penjualan Tenaga Listrik .....	97
4.2.8.2	Analisis Sensitivitas Skenario II – <i>Reserve Margin</i> .....	99
4.2.8.3	Analisis Sensitivitas Skenario II – Nilai Komponen Biaya Pembangkitan .....	102
4.2.8.4	Analisis Sensitivitas Skenario II – Harga Bahan Bakar .....	104
4.2.8.5	Analisis Sensitivitas Skenario II – Nilai Tukar Mata Uang .....	106
4.2.8.6	Perbandingan Analisis Sensitivitas Skenario II.....	108
4.3	Skenario Optimisasi dengan <i>Emission Penalty &amp; Emission Constraint</i> (Skenario III).....	110
4.3.1	Kapasitas Terpasang Skenario III .....	111
4.3.2	Penambahan Kapasitas Pembangkit Skenario III .....	113
4.3.3	<i>Reserve Margin</i> Skenario III.....	115
4.3.4	Bauran Energi Skenario III .....	116
4.3.5	Emisi CO <sub>2</sub> Skenario III.....	118
4.3.6	Komponen Biaya Pembangkitan Skenario III.....	120
4.3.7	BPP Pembangkitan Skenario III.....	123
4.3.8	Analisis Sensitivitas Skenario III.....	124
4.3.8.1	Analisis Sensitivitas Skenario III – Penjualan Tenaga Listrik ....	124
4.3.8.2	Analisis Sensitivitas Skenario III – <i>Reserve Margin</i> .....	126
4.3.8.3	Analisis Sensitivitas Skenario III – Nilai Komponen Biaya Pembangkitan .....	129
4.3.8.4	Analisis Sensitivitas Skenario III – Harga Bahan Bakar.....	131
4.3.8.5	Analisis Sensitivitas Skenario III – Nilai Tukar Mata Uang .....	133
4.3.8.6	Perbandingan Analisis Sensitivitas Skenario III .....	135
4.4	Perbandingan Hasil Seluruh Skenario .....	137

4.4.1	Perbandingan Penambahan Kapasitas Pembangkit.....	138
4.4.2	Perbandingan <i>Reserve Margin</i> .....	139
4.4.3	Perbandingan Bauran Energi.....	141
4.4.4	Perbandingan Emisi CO <sub>2</sub> .....	142
4.4.5	Perbandingan Komponen Biaya Pembangkitan.....	144
4.4.6	Perbandingan Rata-rata BPP Pembangkitan .....	145
4.4.7	Perbandingan Analisis Sensitivitas Seluruh Skenario.....	147
4.5	<i>Solution Set</i> Optimisasi Penambahan Kapasitas Pembangkit.....	150
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....		153
5.1	Kesimpulan .....	153
5.2	Saran .....	155
DAFTAR PUSTAKA .....		157
LAMPIRAN.....		L-1
Lampiran A.	<i>Daily Energy Load Curve</i> Sistem Sumatera .....	L-1