

**OPTIMASI SISTEM PEMBANGKITAN EBT TERHADAP BPP
DAN TINGKAT EMISI GRK TAHUN 2022 - 2050
DI PT PLN (PERSERO) UID SUMATERA UTARA**

TESIS

Untuk memenuhi salah satu syarat mencapai derajat pendidikan Strata Dua (S-2)
Sebagai Magister Energi pada Program Studi Magister Energi



Disusun Oleh :
DEDI KHAIRUNAS
30000421420050

PROGRAM STUDI MAGISTER ENERGI
SEKOLAH PASCASARJANA UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
JUNI, 2023

PERSETUJUAN UJIAN TESIS

Yang bertanda tangan dibawah ini Dosen Pembimbing dari :

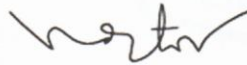
Mahasiswa : Dedi Khairunas
NIM : 30000421420050
Program Studi : Magister Energi
Judul : Optimasi Sistem Pembangkitan EBT Terhadap
BPP dan Tingkat Emisi GRK Tahun 2022 - 2050
di PT PLN (Persero) UID Sumatera Utara

Menyatakan bahwa mahasiswa tersebut telah melaksanakan Ujian Proposal, Ujian
Kemajuan Tesis dan Ujian Seminar Tesis sehingga menyetujui dan layak untuk
melaksanakan Ujian Tesis.

Semarang, Juni 2023

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II



Prof. Dr. Ir. Hadiyanto, S.T., M.Sc., IPU **Dr. Sri Widodo Agung Suedy, S.Si, M.Si**
NIP: 197510281999031004 NIP: 197302012000031001

PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini Saya menyatakan bahwa dalam tesis ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan Saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Semarang, Juni 2023



Dedi Khairunas
NIM: 30000421420050

HALAMAN PENGESAHAN

TESIS

**OPTIMASI SISTEM PEMBANGKITAN EBT TERHADAP BPP
DAN TINGKAT EMISI GRK TAHUN 2022 - 2050
DI PT PLN (PERSERO) UID SUMATERA UTARA**

Disusun oleh :

DEDI KHAIRUNAS
NIM. 30000421420050

Telah diujikan dan dinyatakan lulus oleh Tim Penguji

Pada Tanggal 19 Juni 2023

Tim Penguji,

Dosen Pembimbing I

(Prof. Dr. Ir. Hadivanto, S.T., M.Sc., IPU)
NIP. 19751028199931004

Penguji I

(Dr. Jaka Windarta, M.T., IPU)
NIP. 196405261989031002

Dosen Pembimbing II

(Dr. Sri Widodo Agung Suedy, S.Si, M.Si)
NIP. 197302012000031001

Penguji II

(Dr. Singgih Saptadi, S.T., M.T.)
NIP. 197403162001121001

Tesis ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh
gelar Magister Energi

Tanggal 27 Juni 2023

Dekan Sekolah Pascasarjana



Dr. RB Sularto, S.H., M.Hum
NIP. 19670101991031005

Ketua Program Studi Magister
Energi

Dr. Jaka Windarta, M.T., IPU
NIP. 196405261989031002

**PERNYATAAN PERSETUJUAN
PUBLIKASI TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademik Universitas Diponegoro, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama	:	Dedi Khairunas
NIM	:	30000421420050
Program Studi	:	Magister Energi
Sekolah	:	Program Pascasarjana
Jenis Karya	:	Tesis

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Diponegoro Hak Bebas Royalti Noneksklusif atas karya ilmiah Saya yang berjudul:

OPTIMASI SISTEM PEMBANGKITAN EBT TERHADAP BPP DAN TINGKAT EMISI GRK TAHUN 2022 - 2050 DI PT PLN (PERSERO) UID SUMATERA UTARA

Beserta perangkat lunak yang ada. Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini program Studi Magister Energi Sekolah Pascasarjana Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tesis Saya selama tetap mencantumkan nama Saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Dibuat di : Semarang
Pada Tanggal : Juni, 2023
Yang Menyatakan



Nama : Dedi Khairunas
NIM : 30000421420050

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur Penulis panjatkan kepada Allah SWT atas berkah dan karunia-Nya, sehingga Penulis dapat menyelesaikan proposal tesis yang berjudul “Optimasi Sistem Pembangkitan EBT terhadap BPP dan Tingkat Emisi GRK Tahun 2022 - 2050 di PT PLN (Persero) UID Sumatera Utara”. Tesis ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Energi pada Program Studi Magister Energi, Sekolah Pascasarjana Universitas Diponegoro Semarang.

Pada kesempatan ini Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membimbing, memberi bantuan, arahan, saran dan dukungan dalam penyusunan proposal tesis ini, khususnya kepada :

1. Dr. R. B. Sularto, S.H., M.Hum selaku Dekan Pascasarjana, Universitas Diponegoro Semarang.
2. Prof. Dr. Hadiyanto, S.T., M.Sc selaku Dosen Pembimbing Pertama dan Dr. Sri Widodo Agung Suedy, S.Si, M.Si selaku Dosen Pembimbing Kedua yang telah bersedia meluangkan waktu, tenaga, arahan dan bimbingan kepada Penulis.
3. Dr. Ir. Jaka Windarta, MT dan Dr. Singgih Saptadi, ST, MT selaku Penguji I dan Penguji II yang telah bersedia meluangkan waktu, masukan dan bimbingan kepada Penulis.
4. Dr. Ir. Jaka Windarta, MT, selaku Ketua Program Studi Magister Energi Universitas Diponegoro Semarang atas waktu, tenaga, arahan dan bimbingan kepada penulis.
5. Segenap manajemen, dan pegawai khususnya Bidang Perencanaan PT. PLN (Persero) UID Sumatera Utara yang telah membantu proses pengambilan data tesis, arahan, dan masukan.

6. Kedua Orang Tua, Istri tercinta dan anak-anak, serta keluarga atas curahan cinta, dukungan dan semangat kepada Penulis.
7. Bapak dan Ibu dosen Magister Energi yang telah memberikan ilmunya sehingga ilmu yang diberikan dapat bermanfaat bagi Penulis dan lingkungan.
8. Teman - teman Magister Energi atas dukungan, perhatian dan kerjasama selama ini kepada Penulis.

Akhir kata Penulis memohon maaf apabila terdapat banyak kekurangan dalam penyusunan tesis ini. Saran dan kritik yang membangun sangat penulis harapkan guna penyempurnaan dan pengembangan proposal ini ke arah yang lebih baik. Semoga usaha Penulis dalam penyusunan tesis ini selalu dalam lindungan Allah Subhana Wa Ta'ala.

Semarang, Juni 2023

Penulis

Dedi Khairunas

DAFTAR ISI

PERSETUJUAN UJIAN TESIS	Error! Bookmark not defined.
PERNYATAAN ORISINALITAS	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PENGESAHAN.....	Error! Bookmark not defined.
PERNYATAAN PERSETUJUAN	iii
PUBLIKASI TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMI.....	Error! Bookmark not defined.
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xv
INTISARI.....	xvi
<i>ABSTRACT</i>	xvii
BAB I PENDAHULUAN	Error! Bookmark not defined.
1.1. Latar Belakang	Error! Bookmark not defined.
1.2. Perumusan Masalah.....	Error! Bookmark not defined.
1.3. Tujuan Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
1.4. Manfaat Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
1.5. Originalitas Penelitian	Error! Bookmark not defined.
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	Error! Bookmark not defined.
2.1. Pembangkit EBT terhadap Biaya Pokok Pembangkitan	Error! Bookmark not defined.
2.2. Peta Jalan Pengembangan Pembangkitan EBT.....	Error! Bookmark not defined.
2.2.1. Peta Jalan Pengembangan Pembangkit EBT Nasional	Error! Bookmark not defined.
2.2.2. Peta Jalan Pengembangan EBT Provinsi Sumatera Utara	Error! Bookmark not defined.
2.3. Peta Jalan Penurunan Gas Emisi Rumah Kaca.....	Error! Bookmark not defined.
2.3.1. Peta Jalan Penurunan Gas Emisi Rumah Kaca (GRK) Nasional	Error! Bookmark not defined.
2.3.2. Peta Jalan Penurunan Gas Emisi Rumah Kaca (GRK) Provinsi Sumatera Utara	Error! Bookmark not defined.
2.4. LEAP dalam Pemodelan Sistem Energi	Error! Bookmark not defined.

2.4.1.	Struktur LEAP.....	Error! Bookmark not defined.
2.4.2.	Metode – Metode dalam LEAP.....	Error! Bookmark not defined.
2.4.3.	Emisi Gas Rumah Kaca	Error! Bookmark not defined.
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		Error! Bookmark not defined.
3.1	Lokasi Penelitian dan Jadwal Penelitian	Error! Bookmark not defined.
3.2	Jenis Penelitian	Error! Bookmark not defined.
3.3	Kerangka Pikir Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
3.4	Ruang Lingkup Penelitian	Error! Bookmark not defined.
3.5	Jenis dan Sumber Data	Error! Bookmark not defined.
3.6	Teknik Pengumpulan Data	Error! Bookmark not defined.
3.7	Teknik Analisa Data	Error! Bookmark not defined.
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		Error! Bookmark not defined.
4.1.	Data Kebutuhan Energi Listrik dan Pertumbuhan Pelanggan.....	Error! Bookmark not defined.
4.2.	Data Pembangkitan Listrik.....	Error! Bookmark not defined.
4.2.1.	Data Pembangkitan	Error! Bookmark not defined.
4.2.2.	Parameter Operasi	Error! Bookmark not defined.
4.2.3.	Pola Operasi Skema <i>Business As Usual</i> (BAU)	Error! Bookmark not defined.
4.2.4.	Pola Operasi Skema Kebijakan (KEB)	Error! Bookmark not defined.
4.3.	Data Biaya Pokok Pembangkitan dan Tarif Tenaga Listrik.....	Error! Bookmark not defined.
4.3.1.	Biaya Pokok Pembangkitan dan Tarif Tenaga Listrik.....	Error! Bookmark not defined.
4.3.2.	Analisa Sensitivitas	Error! Bookmark not defined.
4.4.	Hasil Perhitungan Bauran Energi	Error! Bookmark not defined.
4.4.1	Skenario <i>Business As Usual</i> (BAU)	Error! Bookmark not defined.
4.5.	Hasil Perhitungan Biaya Pokok Pembangkitan	Error! Bookmark not defined.
4.6.	Hasil Perhitungan Emisi Gas Rumah Kaca	Error! Bookmark not defined.
BAB V PENUTUP.....		Error! Bookmark not defined.
5.1	Kesimpulan.....	Error! Bookmark not defined.

5.2 Saran **Error! Bookmark not defined.**

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Tabel Ringkasan Penelitian Terdahulu	22
Tabel 2.1	Biaya Operasi Pembangkit Rata-rata per kWh (PLN, 2021) ..	28
Tabel 2.2	Harga Pembelian Tenaga Listrik dari PLTA yang Memanfaatkan Tenaga dari Aliran/Terjunan Air.....	28
Tabel 2.3	Harga Pembelian Tenaga Listrik dari PLTA yang Memanfaatkan Tenaga Air dari Waduk/Bendungan atau Saluran Irigasi Milik Kementerian yang Menyelenggarakan Pemerintahan di Bidang Sumber Daya Air yang Pembangunannya Bersifat Multiguna.....	29
Tabel 2.4	Harga Pembelian Tenaga Listrik dari PLTA Ekspansi.....	29
Tabel 2.5	Harga Pembelian Tenaga Listrik dari PLTA Excess Power	29
Tabel 2.6	Harga Pembelian Tenaga Listrik dari PLTS Fotovoltaik (Belum Termasuk Fasilitas Baterai atau Fasilitas Penyimpanan Energi Listrik Lainnya)	29
Tabel 2.7	Harga Pembelian Tenaga Listrik dari PLTS Fotovoltaik Ekspansi (Belum Termasuk Fasilitas Baterai atau Fasilitas Penyimpanan Energi Listrik Lainnya)	29
Tabel 2.8	Harga Pembelian Tenaga Listrik dari PLTS Fotovoltaik yang Lahannya Disediakan oleh Pemerintah Ekspansi (Belum Termasuk Fasilitas Baterai atau Fasilitas Penyimpanan Energi Listrik Lainnya)	30
Tabel 2.9	Harga Pembelian Tenaga Listrik dari PLTB (Belum Termasuk Fasilitas Baterai atau Fasilitas Penyimpanan Energi Listrik Lainnya)	30
Tabel 2.10	Harga Pembelian Tenaga Listrik dari PLTB Ekspansi (Belum Termasuk Fasilitas Baterai atau Fasilitas Penyimpanan Energi Listrik Lainnya)	30
Tabel 2.11	Harga Pembelian Tenaga Listrik dari PLTBm.....	30
Tabel 2.12	Harga Pembelian Tenaga Listrik dari PLTBm Ekspansi	30
Tabel 2.13	Harga Pembelian Tenaga Listrik dari PLTBg.....	31
Tabel 2.14	Harga Pembelian Tenaga Listrik dari PLTBg Ekspansi	31
Tabel 2.15	Harga Pembelian Tenaga Listrik dari PLTBm dan PLTBg Excess Power	31
Tabel 2.16	Harga Pembelian Tenaga Listrik dari PLTP yang Seluruhnya Dibangun oleh Badan Usaha dan yang Seluruhnya atau Sebagian Dibangun oleh Pemerintah Pusat atau Pemerintah Daerah, Termasuk yang Berasal dari Hibah	31
Tabel 2.17	Harga Pembelian Tenaga Listrik dari PLTS Fotovoltaik, PLTA, PLTB, PLTBm, dan PLTBg yang Seluruhnya Dibangun oleh Pemerintah Pusat atau Pemerintah Daerah, Termasuk yang Berasal dari Hibah.....	32
Tabel 2.18	Rincian Rencana Pembangunan Pembangkit PLN Provinsi Sumatera Utara (PLN, 2020)	34

Tabel 2.19	Rincian Rencana Pembangunan Pembangkit IPP Provinsi Sumatera Utara (PLN, 2020)	34	
Tabel 2.20	Proyeksi emisi GRK Provinsi Sumatera Utara untuk Tahun 2020-2050 (RUED, 2022).....	37	
Tabel 2.21	Gas Rumah Kaca yang dicakup didalam Guideline 2006.....	40	
Tabel 3.1	Jadwal Penelitian.....	41	
Tabel 3.2	Skenario Permintaan	44	
Tabel 3.3	Skenario Penyediaan	45	
Tabel 3.4	Pengertian Sub Skenario	45	
Tabel 3.5	Skenario simulasi penyediaan, permintaan dan susut.....	46	
Tabel 4.1	Pelanggan dan Penjualan Energi Provinsi Sumatera Utara Tahun 2021 (Statistik PLN, 2021)	52	
Tabel 4.2	Pertumbuhan Energi Listrik Tahun 2020-2021 Provinsi Sumatera Utara (PLN, 2021)	52	
Tabel 4.3	Pertumbuhan Kebutuhan Energi Tahun 2022-2050 Skenario	53	
Tabel 4.4	Proyeksi Penjualan Tenaga Listrik (GWh) (RUPTL PLN, 2020)	53	53
Tabel 4.5	Proyeksi Jumlah Pelanggan (Ribu) (RUPTL PLN, 2020)	53	
Tabel 4.6	Hasil Proyeksi Elastisitas dan Intensitas Energi Sumatera Utara (Sumber: Pengolahan data, 2023)	54	
Tabel 4.7	Pertumbuhan Kebutuhan Energi Tahun 2022-2050 Skenario Kebijakan (KEB) (Sumber: Pengolahan data, 2023)	54	
Tabel 4.8	Energi Produksi Pembangkitan PLN sampai Juli 2022	55	
Tabel 4.9	Energi Produksi Pembangkitan IPP sampai Juli 2022	56	
Tabel 4.10	Energi Produksi Pembangkitan Excess Power sampai Juli 2022	57	
Tabel 4.11	Persentase Energi Produksi Pembangkitan EBT sampai Juli 2022.....	57	
Tabel 4.12	Pembangkit terpasang dan beroperasi dikelola PT PLN.....	58	
Tabel 4.13	Pembangkit yang beroperasi dan dikelola IPP (Independent Power Producer).....	59	
Tabel 4.14	Pembangkitan sewa dan Excess Power Provinsi Sumut.....	60	
Tabel 4.15	Tambahan Pembangkit Pengelolaan PT PLN (Persero) sampai Tahun 2030 (Sumber: RUPTL PLN, 2020)	60	
Tabel 4.16	Tambahan Pembangkit Pengelolaan IPP sampai Tahun 2030....	61	
Tabel 4.17	Penambahan Kapasitas Tahun 2030-2050 sesuai RUED	62	
Tabel 4.18	Parameter operasi pembangkitan PT PLN (Persero) pada fitur Software LEAP (Sumber: Pengolahan data, 2023).....	63	
Tabel 4.19	Parameter operasi rencana pembangkitan PT PLN (Persero) pada fitur Software LEAP (Sumber: Pengolahan data, 2023)	65	
Tabel 4.20	Parameter operasi pembangkitan IPP pada fitur Software LEAP (Sumber: Pengolahan data, 2023)	65	
Tabel 4.21	Parameter operasi pembangkitan Excess Power dan Sewa Pembangkit pada fitur Software LEAP (Sumber: Pengolahan data, 2023).....	66	
Tabel 4.22	Parameter operasi rencana pembangkitan IPP pada fitur Software LEAP (Sumber: Pengolahan data, 2023).....	67	

Tabel 4.23	Parameter operasi rencana pembangkitan RUED pada fitur Software LEAP (Sumber: Pengolahan data, 2023).....	69
Tabel 4.24	Pola Operasi Pembangkitan PT PLN (Persero) sub-skenario BAU_MOA dan BAU_LOA (Sumber: Pengolahan data, 2023)	69
Tabel 4.25	Pola Operasi Pembangkitan IPP Skenario sub-skenario BAU_MOA dan BAU_LOA (Sumber: Pengolahan data, 2023)	70
Tabel 4.26	Pola Operasi Pembangkitan Excess Power dan Sewa sub-skenario BAU_MOA dan BAU_LOA (Sumber: Pengolahan data, 2023).....	71
Tabel 4.27	Pola Operasi Rencana Pembangkitan PT PLN (Persero) sub-skenario BAU_MOA dan BAU_LOA (Sumber: Pengolahan data, 2023).....	72
Tabel 4.28	Pola Operasi Rencana Pembangkitan IPP sub-skenario BAU_MOA dan BAU_LOA (Sumber: Pengolahan data, 2023)	72
Tabel 4.29	Pola Operasi Rencana Pembangkitan RUED sub-skenario BAU_MOA dan BAU_LOA (Sumber: Pengolahan data, 2023)	74
Tabel 4.30	Pola Operasi Pembangkitan PT PLN (Persero) sub-skenario BAU_KMOA dan BAU_KLOA (Sumber: Pengolahan data, 2023)	74
Tabel 4.31	Pola Operasi Pembangkitan IPP sub-skenario BAU_KMOA dan BAU_KLOA (Sumber: Pengolahan data, 2023)	75
Tabel 4.32	Pola Operasi Pembangkitan Excess Power dan Sewa sub-skenario BAU_KMOA dan BAU_KLOA (Sumber: Pengolahan data, 2023).....	76
Tabel 4.33	Pola Operasi Rencana Pembangkitan PT PLN (Persero) sub-skenario BAU_KMOA dan BAU_KLOA (Sumber: Pengolahan data, 2023).....	77
Tabel 4.34	Pola Operasi Rencana Pembangkitan IPP sub-skenario BAU_KMOA dan BAU_KLOA (Sumber: Pengolahan data, 2023)	77
Tabel 4.35	Pola Operasi Rencana Pembangkitan RUED sub-skenario BAU_KMOA dan BAU_KLOA (Sumber: Pengolahan data, 2023)	79
Tabel 4.36	Pola Operasi Pembangkitan PT PLN (Persero) sub-skenario RUPTL_MOA dan RUPTL_LOA (Sumber: Pengolahan data, 2023)	80
Tabel 4.37	Pola Operasi Pembangkitan IPP Skenario sub-skenario RUPTL_MOA dan RUPTL_LOA (Sumber: Pengolahan data, 2023)	81
Tabel 4.38	Pola Operasi Pembangkitan Excess Power dan Sewa sub-skenario RUPTL_MOA dan RUPTL_LOA (Sumber: Pengolahan data, 2023)	82
Tabel 4.39	Pola Operasi Rencana Pembangkitan PT PLN (Persero) sub-skenario RUPTL_MOA dan RUPTL_LOA (Sumber: Pengolahan data, 2023)	82

Tabel 4.40	Pola Operasi Rencana Pembangkitan IPP sub-skenario RUPTL_MOA dan RUPTL_LOA (Sumber: Pengolahan data, 2023)	83
Tabel 4.41	Pola Operasi Rencana Pembangkitan RUED sub-skenario RUPTL_MOA dan RUPTL_LOA (Sumber: Pengolahan data, 2023)	84
Tabel 4.42	Pola Operasi Pembangkitan PT PLN (Persero) sub-skenario RUPTL_KMOA dan RUPTL_KLOA (Sumber: Pengolahan data, 2023).....	85
Tabel 4.43	Pola Operasi Pembangkitan IPP sub-skenario RUPTL_KMOA dan RUPTL_KLOA (Sumber: Pengolahan data, 2023).....	86
Tabel 4.44	Pola Operasi Pembangkitan Excess Power dan Sewa sub-skenario RUPTL_KMOA dan RUPTL_KLOA (Sumber: Pengolahan data, 2023)	87
Tabel 4.45	Pola Operasi Rencana Pembangkitan PT PLN (Persero) sub-skenario RUPTL_KMOA dan RUPTL_KLOA (Sumber: Pengolahan data, 2023)	87
Tabel 4.46	Pola Operasi Rencana Pembangkitan IPP sub-skenario RUPTL_KMOA dan RUPTL_KLOA (Sumber: Pengolahan data, 2023).....	88
Tabel 4.47	Pola Operasi Rencana Pembangkitan RUED sub-skenario RUPTL_KMOA dan RUPTL_KLOA (Sumber: Pengolahan data, 2023).....	90
Tabel 4.48	Biaya Pokok Pembangkitan dan Tariff Tenaga Listrik yang dikelola PT PLN (Persero) (Sumber: Pengolahan data, 2023) ...	91
Tabel 4.49	Tariff Tenaga Listrik yang dikelola IPP (Sumber: Pengolahan data, 2023).....	92
Tabel 4.50	Tariff Tenaga Listrik pengelolaan Sewa Pembangkit dan Excess Power (Sumber: Pengolahan data, 2023).....	94
Tabel 4.51	Tariff Tenaga Listrik rencana pembangkitan yang dikelola PT PLN (Persero) (Sumber: Pengolahan data, 2023).....	94
Tabel 4.52	Tariff Tenaga Listrik rencana pembangkitan yang dikelola IPP (Sumber: Pengolahan data, 2023)	95
Tabel 4.53	Tariff Tenaga Listrik rencana pembangkitan sesuai RUED (Sumber: Pengolahan data, 2023)	96
Tabel 4.54	Sensitivitas Biaya Pokok Pembangkitan terhadap Kebutuhan Energi pada Skenario BAU	97
Tabel 4.55	Sensitivitas Biaya Pokok Pembangkitan terhadap Kebutuhan Energi pada Skenario KEB	97
Tabel 4.56	Perbandingan Bauran EBT pada Pembangkitan Skenario BAU_MOA terhadap RUED	98
Tabel 4.57	Bauran Energi Pembangkitan pada Skenario BAU_MOA	99
Tabel 4.58	Perbandingan Bauran EBT pada Pembangkitan Skenario BAU_LOA terhadap RUED	100
Tabel 4.59	Bauran Energi Pembangkitan pada Skenario BAU_LOA	101

Tabel 4.60	Perbandingan Bauran EBT pada Pembangkitan Skenario BAU_KMOA terhadap RUED	102
Tabel 4.61	Bauran Energi Pembangkitan pada Skenario BAU_KMOA ----	103
Tabel 4.62	Perbandingan Bauran EBT pada Pembangkitan Skenario BAU_KLOA terhadap RUED	104
Tabel 4.63	Bauran Energi Pembangkitan pada Skenario BAU_KLOA	104
Tabel 4.64	Perbandingan Bauran EBT pada Pembangkitan Skenario RUPTL_MOA terhadap RUED (sumber: hasil perhitungan) ---	106
Tabel 4.65	Bauran Energi Pembangkitan pada Skenario RUPTL_MOA ---	107
Tabel 4.66	Perbandingan Bauran EBT pada Pembangkitan Skenario RUPTL_LOA terhadap RUED	107
Tabel 4.67	Bauran Energi Pembangkitan pada Skenario RUPTL_LOA ----	108
Tabel 4.68	Perbandingan Bauran EBT pada Pembangkitan Skenario RUPTL_KMOA terhadap RUED	109
Tabel 4.69	Bauran Energi Pembangkitan pada Skenario RUPTL_KMOA -	110
Tabel 4.70	Perbandingan Bauran EBT pada Pembangkitan Skenario RUPTL_KLOA terhadap RUED	111
Tabel 4.71	Bauran Energi Pembangkitan pada Skenario RUPTL_KLOA--	112
Tabel 4.72	Grafik hubungan Bauran EBT dan Biaya Pokok Pembangkitan Skenario BAU_MOA	114
Tabel 4.73	Analisa Sensitivitas Biaya Pokok Pembangkitan Skenario BAU_MOA	114
Tabel 4.74	Grafik hubungan Bauran EBT dan Biaya Pokok Pembangkitan Skenario BAU_LOA	115
Tabel 4.75	Analisa Sensitivitas Biaya Pokok Pembangkitan Skenario BAU_LOA	116
Tabel 4.76	Grafik hubungan Bauran EBT dan Biaya Pokok Pembangkitan Skenario BAU_KMOA	117
Tabel 4.77	Analisa Sensitivitas Biaya Pokok Pembangkitan Skenario BAU_KMOA	117
Tabel 4.78	Grafik hubungan Bauran EBT dan Biaya Pokok Pembangkitan Skenario BAU_KLOA	118
Tabel 4.79	Analisa Sensitivitas Biaya Pokok Pembangkitan Skenario BAU_KLOA	119
Tabel 4.80	Grafik hubungan Bauran EBT dan Biaya Pokok Pembangkitan Skenario RUPTL_MOA	120
Tabel 4.81	Analisa Sensitivitas Biaya Pokok Pembangkitan Skenario RUPTL_MOA	121
Tabel 4.82	Grafik hubungan Bauran EBT dan Biaya Pokok Pembangkitan Skenario RUPTL_LOA	122
Tabel 4.83	Analisa Sensitivitas Biaya Pokok Pembangkitan Skenario RUPTL_LOA	122
Tabel 4.84	Grafik hubungan Bauran EBT dan Biaya Pokok Pembangkitan Skenario RUPTL_KMOA	123
Tabel 4.85	Analisa Sensitivitas Biaya Pokok Pembangkitan Skenario RUPTL_KMOA	124

Tabel 4.86	Grafik hubungan Bauran EBT dan Biaya Pokok Pembangkitan Skenario RUPTL_KLOA-----	125
Tabel 4.87	Analisa Sensitivitas Biaya Pokok Pembangkitan Skenario RUPTL_KLOA -----	125
Tabel 4.88	Perbandingan Produksi Emisi CO2 Skenario BAU_MOA dengan RUED -----	126
Tabel 4.89	Persentase Produksi Emisi CO2 Skenario BAU_MOA terhadap RUED -----	127
Tabel 4.90	Perbandingan Produksi Emisi CO2 Skenario BAU_LOA dengan RUED -----	128
Tabel 4.91	Persentase Produksi Emisi CO2 Skenario BAU_LOA terhadap RUED -----	128
Tabel 4.92	Perbandingan Produksi Emisi CO2 Skenario BAU_KMOA dengan RUED -----	129
Tabel 4.93	Persentase Produksi Emisi CO2 Skenario BAU_KMOA terhadap RUED -----	130
Tabel 4.94	Perbandingan Produksi Emisi CO2 Skenario BAU_KLOA dengan RUED -----	131
Tabel 4.95	Persentase Produksi Emisi CO2 Skenario BAU_KLOA terhadap RUED -----	131
Tabel 4.96	Perbandingan Produksi Emisi CO2 Skenario RUPTL_MOA dengan RUED -----	133
Tabel 4.97	Persentase Produksi Emisi CO2 Skenario RUPTL_MOA terhadap RUED -----	133
Tabel 4.98	Perbandingan Produksi Emisi CO2 Skenario RUPTL_LOA dengan RUED -----	135
Tabel 4.99	Persentase Produksi Emisi CO2 Skenario RUPTL_LOA terhadap RUED -----	135
Tabel 4.100	Perbandingan Produksi Emisi CO2 Skenario RUPTL_KMOA dengan RUED -----	136
Tabel 4.101	Persentase Produksi Emisi CO2 Skenario RUPTL_KMOA terhadap RUED -----	137
Tabel 4.102	Perbandingan Produksi Emisi CO2 Skenario RUPTL_KLOA dengan RUED -----	138
Tabel 4.103	Persentase Produksi Emisi CO2 Skenario RUPTL_KLOA terhadap RUED -----	138
Tabel 4.104	Tabel Perbandingan Bauran Energi dan Produksi Emisi Skenario BAU dan KEB -----	140

DAFTAR GAMBAR

- Gambar 2.1 Kisaran LCOE pada nilai maksimum dan minimum dari capital cost ketika variabel input di standarisasi (Timilsina, 2021) **Error! Bookmark not found.**
- Gambar 2.2 Biaya Pembangkitan untuk Berbagai Jenis Pembangkit Listrik (Wijaya, et al, 2018)..... **Error! Bookmark not found.**
- Gambar 2.3 Target Bauran Energi EBT Provinsi Sumatera Utara Tahun 2021 – 2050 (RUED, 2022) **Error! Bookmark not found.**
- Gambar 2.4 Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca Tahun 2015-2050 (Perpres, 2017) **Error! Bookmark not found.**
- Gambar 3.1 Kerangka Alur Penelitian **Error! Bookmark not found.**
- Gambar 3.2 Diagram Model Skenario Simulasi BAU dan KEB **Error! Bookmark not found.**

INTISARI

Pemenuhan kebutuhan energi listrik di Indonesia saat ini masih di dominasi oleh pembangkitan yang bersumber dari fosil atau sumber energi tidak terbarukan. Kapasitas pembangkitan ini sebesar 55.390 MW atau sebesar 87% pada tahun 2020. Peningkatan bauran EBT diatur secara nasional dalam Rencana Umum Energi Nasional (RUEN) dan Rencana Umum Energi Daerah (RUED) Provinsi Sumatera Utara dengan target pencapaian EBT sebesar 23,98% pada tahun 2025, 30,91% pada tahun 2030 dan 49,91% pada tahun 2050. Penelitian ini dilakukan di wilayah kerja PT PLN (Persero) UID Sumatera Utara dan bertujuan untuk menganalisa pencapaian bauran energi EBT di Sumatera Utara pada beberapa skenario perencanaan energi sampai dengan tahun 2050 terhadap target RUEN dan RUED, analisa pengaruh bauran EBT terhadap Biaya Pokok Pembangkitan (BPP) dan analisa pengaruh besaran bauran EBT terhadap kontribusi penurunan emisi CO₂ pada setiap skenario. Skenario penelitian disusun menjadi 2 (dua) skenario utama yakni *Business As Usual* (BAU) dan Kebijakan (KEB), dan masing-masing skenario dibagi 4 (empat) sub-skenario berdasarkan pertumbuhan kebutuhan energi listrik, optimasi operasi pembangkitan EBT dan perbaikan susut jaringan distribusi sampai tahun 2050. Hasil penelitian menunjukkan untuk seluruh skenario bahwa bauran energi EBT tercapai dan melebihi target RUED, dan memberikan kontribusi emisi CO₂ dibawah target didalam RUED sampai tahun 2050. Namun demikian, pencapaian bauran EBT dan persentase emisi CO₂ yang optimis tidak diikuti dengan penurunan Biaya Pokok Pembangkitan (BPP). Hal ini disebabkan terutama oleh tren kenaikan tarif biaya pembelian listrik dari Tegangan Tinggi dan regulasi terbaru perihal pembelian listrik dari sumber EBT.

Kata Kunci: Bauran EBT, Skenario, BPP, Emisi

ABSTRACT

Currently the electricity demand in Indonesia is still dominated by fossil fuel based or non renewable resources generations. The capacity of this generation is 55,390 MW or about 87% in 2020. The improvement of New and Renewable Energy (NRE) shares has been both nationally and regionally regulated in the National Energy General Planning (RUEN) and Regional Energy General Planning (RUED) of North Sumatera Province with the corresponding NRE shares target 23.98% in 2025, 30.91% in 2030 and 49.91% in 2050. This research is carried out within PT PLN (Persero) UID Sumatera Utara working area and aims to analyzing the NRE shares in North Sumatera in several energy planning scenarios up to year 2050 to both RUEN and RUED target, analyzing the influence of NRE shares to CO₂ emissions reduction contribution in several scenarios. The research scenario is divided into 2 (two) main scenario: Business As Usual (BAU) and Policy (KEB), whereas each scenario is comprised into 4 (four) sub-scenario based on electricity energy demand growth, NRE generation optimization, and distribution lossess improvement up to year 2050. This research shows the NRE shares meet and evenmore exceed RUED target, and contributing to CO₂ emissions reduction below the RUED target until year 2050. However, this optimistic increasing NRE shares and CO₂ emissions reduction is not followed by the decreasing of generation cost (BPP). The increasing of purchased energy tariff from High Voltage Grid and latest regulation subject to NRE generations purchased tariff cause the increasing generation cost.

Keywords: *NRE shares, Scenario, Generation Cost, Emissions*