

**OPTIMASI PEMBEBANAN PEMBANGKIT
MENGUNAKAN METODE *EQUAL INCREMENTAL COST*
DENGAN MEMPERTIMBANGKAN BATASAN TRANSFER DAYA
(KAJIAN PADA SISTEM SUMBAGSEL-SUMBAGTENG)**

SKRIPSI

*Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Dalam Menyelesaikan
Program Strata Satu (S1) Pada Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Bung Hatta*

Oleh :

AGUS TRIMANTO

1010017111084



**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS BUNG HATTA
PADANG**

2019

UNIVERSITAS BUNG HATTA

KATA PENGANTAR

“Bismillahirrahmanirrahim”

Puji syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya dan juga salawat beriring salam kepada Rasulullah Shallallahu ‘alaihi wassalam, sehingga penulis pada akhirnya dapat menyelesaikan skripsi ini.

Skripsi ini merupakan salah satu syarat guna memperoleh gelar strata satu (S1) Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta. Untuk itu penulis melakukan penelitian dengan judul skripsi :

OPTIMASI PEMBEBANAN PEMBANGKIT MENGUNAKAN METODE EQUAL INCREMENTAL *COST* DENGAN MEMPERTIMBANGKAN BATASAN TRANSFER DAYA (KAJIAN PADA SISTEM SUMBAGSEL-SUMBAGTENG)

Dalam penulisan skripsi ini banyak pihak yang telah memberikan bantuan dan dorongan baik moril maupun materil kepada penulis. Oleh karena itu penulis ucapkan terima kasih kepada :

Bapak Dr. Ir. Ija Darmana, M.T., IPM Selaku Pembimbing I

Bapak Ir. Cahayahati, M.T. Selaku Pembimbing II

Yang telah mengarahkan penulis dalam menyelesaikan skripsi ini. Dan terima kasih kepada :

1. Kedua Orang Tua tercinta yang telah mendidik, membesarkan dan memberikan semua kasih sayangnya hingga saat ini, yang selalu mendoakan penulis dan memberikan dukungan dalam meraih setiap cita-cita dan harapan penulis.
2. Bapak Dr. Hidayat, S.T.,M.T.,IPM selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri, Universitas Bung Hatta.
3. Bapak Ir. Yani Ridal, M.T, selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Bung Hatta.

4. Seluruh dosen Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Bung Hatta, atas segala masukan, pengarahan dan pengajaran selama perkuliahan berlangsung.
5. Istri tercinta Ratih Estiani Safitri dan putra tersayang Muhammad Jibrán Arrayyan yang selalu mendoakan, mendukung, memberi semangat dan bisa mengatasi segala masalahnya secara mandiri sehingga penulis dapat fokus dalam menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
6. Teman – teman Teknik Elektro yang telah memberikan semangat dan dorongan selama ini, serta senior dan junior yang telah memberikan masukan dan bantuannya.

Penulis telah berusaha melakukan yang terbaik dalam melakukan penulisan skripsi ini namun penulis menyadari masih jauh dari kesempurnaan dan keterbatasan yang ada dalam penelitian ini. Oleh karena itu sumbangan, gagasan, kritikan, saran dan masukan yang membangun akan penulis terima dengan senang hati demi kesempurnaan skripsi ini.

Akhir kata mudah-mudahan skripsi ini dapat berguna bagi kelanjutan dan pengembangan ilmu pengetahuan.

Padang, Juli 2019

Agus Trimanto, S.T.

DAFTAR ISI

	Halaman
COVER	
LEMBARAN PENGESAHAN	
ABSTRAK	i
<i>ABSTRACT</i>	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	I-1
1.2. Tujuan Penelitian	I-2
1.3. Rumusan Masalah	I-2
1.4. Batasan Masalah	I-2
1.5. Manfaat Penelitian	I-3
1.6. Sistematika Penulisan	I-3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Tinjauan Penelitian	II-1
2.2. Landasan Teori	II-3
2.2.1. Operasi Sistem Tenaga Listrik	II-3
2.2.2. Jenis-jenis pembangkit	II-4
2.2.2.1. PLTU (Pembangkit Listrik Tenaga Uap)	II-4
2.2.2.2. PLTGU (Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap)	II-6
2.2.2.3. PLTG (Pembangkit Listrik Tenaga Gas)	II-9
2.2.2.4. PLTD (Pembangkit Listrik Tenaga Diesel)	II-11
2.2.2.5. PLTA (Pembangkit Listrik Tenaga Air)	II-15
2.2.2.6. PLTMG (Pembangkit Listrik Tenaga mesin gas)	II-18
2.2.3. Optimasi Sistem Tenaga Listrik	II-25
2.2.4. Iterasi Lambda	II-25

2.2.5. <i>Equal incremental cost</i>	II-27
2.2.6. Pembebanan pembangkit	II-28
2.2.6.1. Pembebanan pembangkit thermis	II-29
2.2.6.2. Pembebanan pembangkit hidro	II-30
2.2.7. Biaya bahan bakar	II-30
2.2.8. Interkoneksi dan transfer daya	II-31

BAB III METODE PENELITIAN

3.1. Metode Penelitian	III-1
3.2. Data Penelitian	III-2
3.3. Formulasi dan kelengkapan penelitian	III-6
3.3.1. Alat Penelitian	III-6
3.3.2. Bahan Penelitian	III-7
3.4. Langkah penelitian	III-8
3.5. Deskripsi sistem dan analisis	III-8
3.5.1. Perhitungan konstanta abc pembangkit	III-8
3.5.2. Perhitungan pembebanan pembangkit thermis	III-9
3.5.3. Perhitungan pembebanan pembangkit hidro	III-9
3.5.4. Pembatasan transfer daya antar subsistem	III-9
3.5.5. Perhitungan biaya bahan bakar pembangkit thermis	III-10
3.5.6. Perhitungan biaya bahan bakar pembangkit hidro	III-11
3.5.7. Langkah penggunaan program optimasi	III-11
3.5.8. Langkah optimasi pembebanan pembangkit	III-13
3.5.9. Langkah koreksi jika batas transfer daya terlampaui	III-15

BAB IV PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Deskripsi Penelitian	IV-1
4.2. Data Sistem Tenaga Listrik	IV-1
4.2.1. <i>Single line diagram</i>	IV-2
4.2.2. Data Beban	IV-3
4.2.3. Data kemampuan pembangkit	IV-4
4.2.4. Data <i>heat rate</i> pembangkit	IV-6
4.2.5. Data unit commitment pembangkit	IV-9
4.2.6. Data penghantar	IV-11

4.3.	Simulasi dan Analisa	IV-12
4.3.1.	Perhitungan konstanta abc pembangkit	IV-12
4.3.2.	Perhitungan pembebanan pembangkit thermis	IV-14
4.3.3.	Perhitungan biaya bahan bakar pembangkit thermis	IV-15
4.3.4.	Perhitungan pembebanan pembangkit hidro	IV-16
4.3.5.	Biayaoperasi pembangkit hidro	IV-18
4.3.6.	Pembatasan transfer daya antar subsistem	IV-19
4.3.7.	Simulasi aliran daya	IV-21
4.4.	Pembahasan	IV-22
4.4.1.	Optimasi pembebanan pembangkit menggunakan metode equal incremental Cost mempertimbangkan batasan transfer daya	IV-23
4.4.1.1.	Menyusun program optimasi menggunakan microsoft excel macros	IV-24
4.4.1.2.	Prediksi beban sistem	IV-25
4.4.1.3.	Unit commitment pembangkit	IV-26
4.4.1.4.	Rencana produksi PLTA	IV-27
4.4.1.5.	Menjalankan program optimasi	IV-28
4.4.1.6.	Pembebanan pembangkit per setengah jam	IV-30
4.4.1.7.	Produksi energi per plant pembangkit	IV-31
4.4.1.8.	Biaya produksi per plant pembangkit	IV-32
4.4.1.9.	Komposisi produksi energi berdasarkan bahan bakar	IV-33
4.4.1.10.	Optimasi pembangkit berdasarkan perbandingan kesiapan pembangkit dengan kebutuhan beban	IV-34
4.4.1.11.	Koefisien pembebanan	IV-35
4.4.1.12.	Pembebanan pembangkit	IV-36
4.4.1.13.	Optimasi pembebanan pembangkit	IV-37
4.4.1.14.	Produksi energi per plant pembangkit	IV-38
4.4.1.15.	Biaya produksi per plant pembangkit	IV-39
4.4.1.16.	Komposisi produksi energi berdasarkan bahan bakar	IV-40
4.4.2.	Perbandingan hasil optimasi	IV-41
4.4.2.1.	Perbandingan jumlah energi yang di produksi	IV-42
4.4.2.2.	Perbandingan biaya bahan bakar	IV-42

4.4.2.3. Perbandingan biaya produksi energi (Rp/kWh)	IV-42
4.4.2.4. Perbandingan komposisi bahan bakar	IV-43

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan	V-1
5.2. Saran	V-2

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Bagan Penyaluran Tenaga Listrik	II-4
2.2 Pembangkit listrik tenaga uap	II-5
2.3 Bagian utama pembangkit listrik tenaga uap	II-5
2.4 Pembangkit listrik tenaga gas uap	II-7
2.5 Bagian utama pembangkit listrik tenaga gas uap	II-7
2.6 Pembangkit Listrik Tenaga Gas	II-10
2.7 Bagian utama Pembangkit Listrik Tenaga Gas	II-11
2.8 Pembangkit Listrik Tenaga Diesel	II-12
2.9 Struktur Pembangkit Listrik Tenaga Diesel	II-12
2.10 Pembangkit Listrik Tenaga air	II-16
2.11 Bagian utama Pembangkit Listrik Tenaga air	II-16
2.12 Pembangkit Listrik Tenaga Mesin Gas	II-18
2.13 Bagian utama Pembangkit Listrik Tenaga Mesin Gas	II-19
2.14 Kurva optimasi incremental Cost pembangkit	II-26
2.15 Daya pembangkit dengan Incremental Cost yang sama	II-29
2.16 Kurva input output pembangkit thermis	II-30
2.17 Pemodelan optimasi dengan batasan transfer daya	II-32
3.1 Algoritma metode penelitian	III-1
3.2 Karakteristik tipikal beban harian sistem Sumbagsel-Sumbagteng	III-3
3.3 Algoritma program optimasi pembebanan pembangkit	III-12
3.4 Flow chart optimasi pembebanan pembangkit menggunakan metode <i>equal incremental cost</i>	III-14
3.5 Flow chart koreksi optimasi pembebanan pembangkit jika batastransferdaya terlampaui	III-16
4.1 <i>Single line diagram</i> Kelistrikan Sumbagselteng	IV-2
4.2 Karakteristik tipikal beban harian Sistem Sumbagselteng	IV-3
4.3 Karakteristik tipikal beban bulanansubsistem	IV-3
4.4 Pola operasi PLTA Singkarak	IV-16
4.5 Pola operasi PLTA Maninjau	IV-17
4.6 Pola operasi PLTA kotopanjang	IV-17

4.7	Pemodelan subsistem dan transfer daya	IV-21
4.8	Hasil simulasi Aliran Daya (Power Flow) Kelistrikan Sumbagselteng	IV-22
4.9	Tampilan microsoft excel macros	IV-24
4.10	Tampilan depan program optimasi	IV-29
4.11	<i>Pie chart</i> komposisi produksi energi berdasarkan energi primer	IV-33
4.12	Komposisi produksi energi berdasarkan energi primer selama 24 jam	IV-34
4.13	<i>Pie chart</i> komposisi produksi energi berdasarkan energi primer	IV-40
4.14	Komposisi produksi energi berdasarkan energi primer selama 24 jam	IV-41

DAFTAR TABEL

Halaman	
3.1	Prakiraan beban puncak harian sistem Sumbagsel-Sumbagteng III-3
3.2	Daya mampu pasok pembangkit di sistem Sumbagsel-Sumbagteng III-4
4.1	Data Beban Sistem Sumbagselteng IV-4
4.2	Komposisi daya mampu pasok pembangkit di Sistem Sumbagselteng IV-5
4.3	<i>Heat rate</i> pembangkit IV-8
4.4	Unit commitment pemeliharaan pembangkit IV-10
4.5	Parameter Jaringan Transmisi Sistem Sumbagselteng IV-11
4.6	Persamaan Pemakaian bahan bakar IV-12
4.7	<i>Specific fuel consumption</i> IV-12
4.8	Persamaan beban pembangkit dan Pemakaian bahan bakar IV-13
4.9	Tinggi Muka Air Singkarak, Maninjau dan Kotopanjang IV-16
4.10	Pola pembebanan PLTA per setengah jam IV-18
4.11	Produksi energi dan biaya energi primer PLTA IV-19
4.12	Beban sistem dan per subsistem IV-25
4.13	Unit commitment pembangkit IV-26
4.14	Produksi PLTA per hari IV-27
4.15	Pembebanan PLTA per unit dan per jam IV-28
4.16	Pembebanan pembangkit per unit dan per jam IV-30
4.17	Produksi energi per plant pembangkit IV-31
4.18	Produksi energi dan biaya bahan bakar IV-32
4.19	Komposisi produksi berdasarkan energi primer IV-33
4.20	Koefisien pembebanan pembangkit IV-35
4.21	Simulasi pembebanan pembangkit PLTG Tarahan IV-36
4.22	Optimasi pembebanan pembangkit subsistem Lampung IV-37
4.23	Produksi energi per plant pembangkit IV-38
4.24	Produksi energi dan biaya bahan bakar IV-39
4.25	Komposisi produksi berdasarkan energi primer IV-40
4.26	Perbandingan jumlah energi yang diproduksi IV-42
4.27	Perbandingan biaya bahan bakar IV-42
4.28	Perbandingan biaya produksi energi (Rp/kwh) IV-43

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Data penghantar	104
Lampiran 2. <i>Script program macros microsoft excel</i>	107
Lampiran 3. <i>Unit commitment</i> pembangkit	169
Lampiran 4. Pembebanan pembangkit per unit dan per jam	177
Lampiran 5. Simulasi pembebanan pembangkit berdasarkan koefisien	181
Lampiran 6. Pembebanan pembangkit berdasarkan koefisien	182