

**ANALISIS OPERASI EKONOMIS SISTEM TENAGA LISTRIK  
PLTD SUNGAI JUARO 2X12.5 MW DENGAN METODE  
LAGRANGE MULTIPLIER**



**SKRIPSI**

**Diajukan Sebagai Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana  
Program Strata-1 Pada Prodi Elektro Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Palembang**

**Oleh :**

**ACHMAD ALKHODRI**

**132015068**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG  
2019**

**SKRIPSI**  
**ANALISIS OPERASI EKONOMIS SISTEM TENAGA LISTRIK**  
**PLTD SUNGAI JUARO 2X12.5 MW DENGAN METODE**  
**LAGRANGE MULTIPLIER**



Dipersiapkan dan Disusun Oleh:

ACHMAD ALKHODRI

NIM : 132015068

Merupakan syarat untuk memperoleh gelar sarjana

Telah dipertahankan di depan dewan penguji

21 Agustus 2019

**Susunan Dewan Penguji**

Pembimbing 1

Ir. Dedy Hermanto, MT  
NIDN: 0201116001

Penguji 1

Wiwin A. Oktaviani, S.T., M.Sc  
NIDN: 0002107302

Pembimbing 2

Ir. Eliza, MT  
NIDN: 0209026201

Penguji 2

Taufik Barlian, S.T., M.Eng  
NIDN : 0218017202

Mengetahui  
Dekan Fakultas Teknik

Dr. H. Agus Ahmad Roni, M.T  
NIDN: 0227077004

Mengetahui  
Ketua Program Studi Teknik Elektro

Taufik Barlian, S.T., M.Eng  
NIDN: 0218017202

## SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan disusun Perguruan Tinggi, sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan didalam daftar pustaka.

Palembang, 21 Agustus 2019

Yang membuat pernyataan



Achmad Alkhodri

## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, karena atas rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul **“ANALISIS OPERASI EKONOMIS SISTEM TENAGA LISTRIK PLTD SUNGAI JUARO 2X12.5 MW DENGAN METODE LAGRANGE MULTIPLIER”** yang disusun guna untuk syarat mendapatkan gelar sarjana pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.

Pada kesempatan ini penulis secara khusus mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Ir. Dedy Hermanto, M.T, selaku Pembimbing I
2. Ibu Ir. Eliza, M.T, selaku Pembimbing II

Yang telah bersusah payah dan meluangkan banyak waktunya dalam mengoreksi, serta memberikan saran-saran yang sangat berharga kepada penulis selama penyelesaian skripsi ini.

Disamping itu penulis menyampaikan rasa terima kasih atas kesempatan dan bantuan yang telah diberikan dalam penyelesaian skripsi ini, terutama kepada:

1. Bapak Abid Djazuli, S.E, M,Si.Rektor Universitas Muhammadiyah Palembang
2. Bapak Dr. Ir. Kgs. Ahmad Roni, M.T.Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang
3. Bapak Taufik Barlian, ST,.M.Eng, Ketua Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang
4. Bapak dan Ibu Dosen pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang
5. Bapak dan Ibu Staf Tata Usaha Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang

6. Rekan-rekan Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang dan semua pihak yang banyak membantu penyusunan skripsi ini.

Yang telah banyak membantu penulis baik secara moril maupun material dalam menyelesaikan skripsi ini, semoga amal baik yang diberikan kepada penulis mendapatkan imbalan yang sesuai dari Allah SWT. Penulis sadar dalam penulisan skripsi ini masih jauh dari sempurna. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat khususnya bagi penulis sendiri dan umumnya bagi rekan-rekan pembaca di Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang, Aamiin..

Palembang, 21 Agustus 2019

Penulis



Achmad Alkhodri

## ABSTRAK

Pembangkit dalam sistem tenaga listrik pada setiap stasiun tidak ditempatkan pada jarak yang sama dari pusat beban. Oleh sebab itu harga bahan bakar setiap stasiun pembangkit menjadi berbeda. Untuk memenuhi permintaan beban dengan biaya bahan bakar minimum pada pembangkitan PLTD Sungai Juaro yang terdiri dari unit PLTDU 1, PLTDU 2 perlu dicari jalur pembagian agar di dapat operasi yang optimum bagi sistem pembangkit tenaga listrik secara keseluruhan untuk mencapai biaya bahan bakar yang minimum. Dengan melakukan pengaturan pembebanan pada pembangkit listrik. Pada penelitian ini untuk optimasi pembangkit digunakan metode *Lagrange* . Hasil perhitungan menunjukkan untuk pembebanan antara 10,5 MW – 20 MW biaya operasi optimum yang dapat dicapai berkisar antara Rp.7.007.hingga Rp 20.962/jam.

Kata kunci : *Optimasi sistem Pembangkit, Sistem Pembangkit Tenaga Listrik, Metode Lagrange Multiplier.*

## **ABSTRACT**

Generators in the electric power system at each station are not placed at the same distance from the load center. Therefore the fuel prices of each generating station are different. To meet load demands with minimum fuel costs in the generation of the Juaro River PLTD consisting of 1 unit PLTDU, PLTDU 2 needs to find a distribution channel in order to operate optimally for the overall power generation system to achieve minimum fuel costs. By regulating loading on power plants. In this study for generator optimization using the Lagrange method. The calculation results show that loading between 10.5 MW - 20 MW of the optimal operating costs that can be achieved ranges from Rp7,007 to Rp20,962 / hour.

Keywords : *Optimization of the Generating system, Electricity Generating System, Lagrange Multiplier Method.*

## DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>iv</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>vi</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>vii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xi</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Sistematika Penulisan.....	2
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>4</b>
2.1 Pengertian Sistem Operasi Pembangkit .....	4
2.2 Sistem Kelistrikan PLTD Sungai Juaro Merah Mata Sektor Keramasan.....	5
2.3.1 Generator Sinkron PLTD Sungai Juaro.....	7
2.3.2 Data Eksitasi PLTD Sungai Juaro .....	9
2.3.3 Data Transformator Pemakaian Sendiri PLTD Sungai Juaro.....	11
2.4 Karakteristik <i>Input-output</i> Pembangkit <i>Thermal</i> .....	12
2.4.1 Karakteristik Kenaikan Biaya/Panas Pembangkit <i>Thermal</i> .....	13
2.4.2 Karakteristik Efisiensi Terhadap <i>Output</i> .....	14
2.4.3 Pemodelan Biaya Bahan Bakar Pembangkit <i>Thermal</i> .....	15
2.4.4 Optimasi Sistem Pembangkit Listrik .....	16
2.5 Metode <i>Lagrange Multiplier</i> .....	17
<b>BAB 3 METODE PENELITIAN</b> .....	<b>21</b>
3.1 Metode Pengumpulan Data .....	21
3.2 Diagram Alir.....	22
3.3 Waktu Dan Tempat Penelitian.....	23
<b>BAB 4 PERHITUNGAN DAN ANALISA</b> .....	<b>24</b>
4.1 Data.....	24
4.2 Perhitungan Karakteristik Input-Output Unit-unit Pembangkit .....	25
4.2.1 Menentukan Koefisien Persamaan Karakteristik Input-Output.....	26
4.2.2 Unit Pembangkit Tenaga Listrik.....	26
4.2.3 Pembangkit PLTDU 1, PLTDU 2.....	29
4.3 Perhitungan Dengan Metoda <i>Lagrange Multiplier</i> .....	29



4.4 Analisis .....	33
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>35</b>
5.1 Kesimpulan.....	35
5.2 Saran .....	35
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>36</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Sistem Kelistrikan di PLTD Sungai Juaro .....	6
Gambar 2. 2 Generator 12,5 MW di PLTD Sungai Juaro.....	9
Gambar 2. 3 Trafo pemakaian sendiri 1100 KVA pada PLTD Sungai Juaro.....	12
Gambar 2. 4 Kurva karakteristik <i>input-output</i> unit <i>thermal</i> .....	13
Gambar 2. 5 Kurva karakteristik kenaikan biaya/panas unit <i>thermal</i> .....	14
Gambar 2. 6 Kurva karakteristik efisiensi terhadap <i>output</i> .....	14
Gambar 2. 7 Sistem dengan N buah pembangkit listrik.....	17
Gambar 3. 1 Diagram alir pelaksanaan penelitian.....	22
Gambar 4. 3 Grafik perbandingan biaya pembangkit.....	34

## DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Data batasan daya pembangkit listrik PT PLN (PERSERO) .....	24
Tabel 4. 2 Pemakaian daya rata – rata unit 1 dan 2 PLTD Sungai Juaro.....	24
Tabel 4. 3 Pemakaian bahan bakar rata-rata unit 1 PLTD Sungai Juaro .....	25
Tabel 4. 4 Pemakaian bahan bakar rata-rata unit 2 PLTD SUNGAI JUARO .....	25
Tabel 4. 5 Polinomial orde 2 PLTDU 1,PLTDU 2 .....	27
Tabel 4. 6 Batasan daya pembangkitan.....	29
Tabel 4. 7 Pemakaian daya rata – rata unit 1 dan 2 PLTD Sungai Juaro.....	30
Tabel 4. 8 Pembebanan pembangkitan optimum pada beban rendah dan tinggi..	31
Tabel 4. 9 Biaya pembangkitan dengan metode <i>Lagrange Multiplier</i> .....	33
Tabel 4. 10 Biaya pembangkitan real sistem .....	33
Tabel 4. 11 Perbandingan biaya pembangkitan .....	34

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Kebutuhan akan energi listrik semakin besar saat ini, mulai dari rumah tangga sampai industri menggunakan energi listrik, serta inovasi-inovasi alat yang menggunakan energi listrik seperti motor listrik dan mobil listrik yang akan berakibat semakin besarnya penyediaan listrik dimasa yang akan datang.

Seiring dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi saat ini, perguruan tinggi sebagai lembaga pendidikan formal semakin dituntut kemampuannya dalam menghasilkan tenaga-tenaga lulusan yang terampil, berilmu, serta mampu mengamalkan ilmu yang dimilikinya di dalam masyarakat. Sehubungan dengan itu mahasiswa sebagai unsur akademik selalu dituntut untuk aktif dan kreatif sehingga mampu memberikan kerja nyata yang bermanfaat bagi lingkungan sekitarnya baik secara langsung maupun tidak langsung serta bermanfaat bagi dirinya sendiri dalam menerapkan ilmu yang diperoleh selama melaksanakan perkuliahan.

Pembangkitan dalam sistem tenaga listrik pada setiap stasiun tidak ditempatkan pada jarak yang sama dari pusat beban. Oleh sebab itu harga bahan bakar setiap stasiun pembangkit menjadi berbeda. Untuk menentukan pengiriman daya nyata dari suatu stasiun pembangkit guna memperkecil biaya operasi. Jadi tujuannya adalah untuk memenuhi permintaan beban dengan biaya bahan bakar minimum. Hal ini disebut *Optimal Power Flow (OPF)*. OPF digunakan untuk mengoptimasi aliran daya dari sistem tenaga berskala besar. Cara ini dilakukan dengan memperkecil fungsi-fungsi objektif yang dipilih sambil mempertahankan daya guna sistem yang dapat diterima dari batas kemampuan daya pada generator. Pembahasan ini dibatasi pada analisis pengiriman daya nyata yang optimal dari pembangkit. Pembahasan daya nyata yang optimal ini dimaksudkan untuk memperkecil jumlah keseluruhan biaya operasi suatu pembangkit (Sabhan, Kanata, 2017).

PT. PLN (PERSERO) sebagai salah satu badan usaha milik negara yang maju dan berinovasi dipandang sangat berkompeten untuk dijadikan sebagai tempat melaksanakan penelitian yang terkait dengan ilmu kelistrikan yang dipelajari di Program Studi Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.

Berdasarkan latar belakang tersebut di atas, maka peneliti tertarik untuk melakukan penelitian lebih lanjut yang berjudul “Analisis operasi ekonomis sistem tenaga listrik di PLTD sungai juaro 2X12.5 MW ”

## **1.2 Tujuan Penelitian**

1. Menentukan operasi optimum suatu pembangkit tenaga listrik.
2. Mengetahui hasil simulasi agar didapat operasi yang optimum bagi sistem pembangkit tenaga listrik secara keseluruhan untuk memenuhi kebutuhan energi listrik yang harus di suplai dengan biaya bahan bakar yang minimum.

## **1.3 Batasan Masalah**

1. Menitik beratkan pada segi penghematan biaya konsumsi bahan bakar dan tidak membahas segi mekanik, operasional dan biaya investasi.
2. Sistem dianggap handal dan kapasitas pembangkit lebih besar dari beban sistem.
3. Hanya biaya yang langsung dipengaruhi oleh keluaran daya unit pembangkit, biaya bahan bakar, yang diperhitungkan.

## **1.4 Sistematika Penulisan**

Dalam penulisan laporan ini, penulis mencoba membahas susunan laporan dengan berdasarkan pada sistematika berikut :

### **BAB 1 PENDAHULUAN**

Bab ini merupakan bab yang terdiri dari pembahasan mengenai latar belakang judul, tujuan, tempat pelaksanaan, batasan masalah, metodologi penulisan dan sistematika penulisan.

## **BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini membahas mengenai penjelasan berbagai konsep khusus yang saling terhubung yang terkandung dalam judul maupun permasalahan penelitian yang akan diteliti.

## **BAB 3 METODE PENELITIAN**

Bab ini menjelaskan tentang diagram alir beserta waktu dan tempat.

## **BAB 4 PERHITUNGAN DAN ANALISIS**

Bab ini membahas mengenai data perhitungan dan analisis

## **BAB 5 PENUTUP**

Bab ini menjelaskan tentang kesimpulan yang diperoleh dari hasil pembahasan dan saran-saran yang berhubungan dengan pokok-pokok pembahasan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adrianti. (2010.). Penjadwalan Ekonomis Pembangkit Thermal Dengan Mempehitungkan Rugi-rugi Saluran Transmisi Menggunakan Metode Algoritma Genetik,. 24-33.
- Basrunnudin. . (2017. ). *Sistem Eksistasi pada Generator Sinkron PLTD Sungai Juaro*. Palembang: Makalah. Dalam: Seminar Laporan Kerja Praktek di Fakultas Teknik Elektro Universitas Sriwijaya. 10 Agustus.
- Data perusahaan. (2019). *PLN Sektor Pembangkitan Sumbagsel Sektor Pengendalian Pembangkitan Keramasan Pusat Listrik Merah Mata Unit PLTD SUNGAI JUARO 2X12.5 MW* ,. Palembang.
- Penangsang. (2011.). Pengoperasian Optimum Sistem Tenaga Listrik. *Pengoperasian Optimum Sistem Tenaga Listrik*.
- Sabhan, Kanata. (2017). Pembangkitan Ekonomis pada Unit Pembangkit Tenaga Diesel. *Jurnal Rekayasa Elektrika*,.
- Stevenson, William D. (2018 .). *Analisis Sistem Tenaga Listrik* . Bandung, Jawa Barat Indonesia,,: (4th ed., Vol. IV). (K. Idris, Penyunt., & Penerj.) : Erlangga. Dipetik Mei 10, 2018, dari [www.erlangga.co.id](http://www.erlangga.co.id).