

**OPTIMASI PEMBANGKITAN EKONOMIS UNIT-  
UNIT PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA DIESEL  
MENGGUNAKAN METODE *PARTICLE SWARM  
OPTIMIZATION* (PSO)  
STUDI KASUS DI PLTD MERAWANG**

Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan  
Guna Meraih Gelar Sarjana S-1



Oleh :

**HADINANTO  
1021211024**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS BANGKA BELITUNG  
2018**

## **SKRIPSI/TUGAS AKHIR**

**OPTIMASI PEMBANGKITAN EKONOMIS UNIT-UNIT PEMBANGKIT  
LISTRIK TENAGA DIESEL MENGGUNAKAN METODE *PARTICLE SWARM  
OPTIMIZATION (PSO)*  
STUDI KASUS DI PLTD MERAWANG**

Dipersiapkan dan disusun oleh

**HADINANTO  
1021211024**

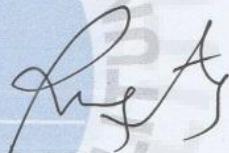
Telah dipertahankan di depan Dewan Pengaji  
Tanggal 19 Juli 2018

Pembimbing Utama,



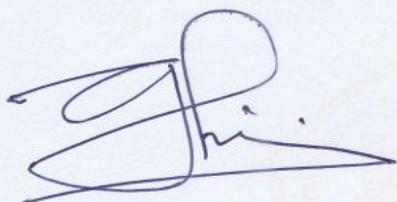
**Asmar, S.T., M.Eng.  
NP. 307608018**

Pembimbing Pendamping,



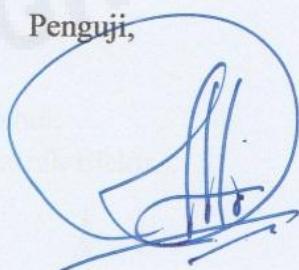
**Rika Favoria Gusa, S.T., M.Eng.  
NIP. 198407222014042002**

Pengaji,



**Ghiri Basuki Putra, S.T., M.T.  
NIP. 198107202012100**

Pengaji,



**Tri Hendrawan Budianto, S.T., M.T.  
NIP. 307196007**

## SKRIPSI/TUGAS AKHIR

OPTIMASI PEMBANGKITAN EKONOMIS UNIT-UNIT PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA DIESEL MENGGUNAKAN METODE *PARTICLE SWARM OPTIMIZATION (PSO)*  
STUDI KASUS DI PLTD MERAWANG

Dipersiapkan dan disusun oleh

**HADINANTO**  
**1021211024**

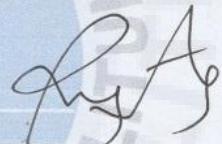
Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji  
Tanggal 19 Juli 2018

Pembimbing Utama



**Asmar, S.T., M.Eng.**  
**NP. 307608018**

Pembimbing Pendamping



**Rika Favoria Gusa, S.T., M.Eng.**  
**NIP. 198407222014042002**

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro,



**Irwan Dinata, S.T., M.T.**  
**NIP. 198503102014041001**

## **PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Hadinanto  
NIM : 1021211024  
Judul :  
**:OPTIMASI PEMBANGKITAN EKONOMIS UNIT-UNIT PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA DIESEL MENGGUNAKAN METODE *PARTICLE SWARM OPTIMIZATION* (PSO) STUDI KASUS DI PLTD MERAWANG**

Menyatakan dengan ini, bahwa skripsi/tugas akhir saya merupakan hasil karya ilmiah saya sendiri yang didampingi tim pembimbing dan bukan hasil dari penjiplakan /plagiat. Apabila nantinya ditemukan adanya unsur penjiplakan didalam karya skripsi saya, maka saya bersedia untuk menerima sanksi akademik dari Universitas Bangka Belitung sesuai dengan ketentuan dan peraturan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sehat, sadar tanpa adanya tekanan dan paksaan dari siapapun.

Balunjuk,



**Hadinanto  
NIM 1021211024**

## HALAMAN PERNYATAAN PERSETUUJUAN PUBLIKASI

---

Sebagai sivitas akademik Universitas Bangka Belitung, saya bertanda tangan dibawah ini :

Nama : HADINANTO  
NIM : 1021211024  
Jurusan : TEKNIK ELEKTRO  
Fakultas : TEKNIK

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyutujui untuk memberikan kepada Universitas Bangka Belitung **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right)** atas tugas akhir saya yang berjudul :

**“Optimasi Pembangkitan Ekonomis Unit-unit Pembangkit Listrik Tenaga Diesel Menggunakan Metode Particle Swarm Optimization (PSO) Studi Kasus Di PLTD Merawang”** beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini universitas Bangka Belitung berhak menyimpan, mengalih media/infokan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/penyusun dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Balunijuk

Pada tanggal : 19 Juli 2018



Yang menyatakan,

(HADINANTO)

## **INTISARI**

Kemajuan teknologi dan berkembangnya suatu wilayah, akan mendorong konsumsi energi listrik semakin besar. Pada unit pembangkit tenaga diesel (PLTD), pertambahan beban akan mendorong pertambahan kuantitas bahan bakar per satuan waktu yang akan meningkatkan pertambahan biaya per satuan waktu. Hal ini perlu menjadi perhatian khusus, sehingga perlu adanya langkah dalam menyelesaikan permasalahan tersebut. Salah satu solusi produsen listrik untuk menekan biaya operasi pembangkitan adalah dengan melakukan optimasi dalam produksi energi listrik yang disebut *economic dispatch*. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pembagian pembebanan dan biaya operasi dari hasil simulasi dengan metode *Particle Swarm Optimization* (PSO) pada PLTD Merawang menggunakan batasan daya minimum pembangkit ( $P_{min}$ ) dan maksimum unit pembangkit ( $P_{max}$ ), nilai awal bobot inertia ( $Q_{min}$ ) dan nilai akhir bobot inertia ( $Q_{max}$ ) dan menggunakan nilai N dengan jumlah 20 partikel. Hasil dari Simulasi dari 5 unit pembangkit menunjukkan bahwa dengan rentang beban sebesar 11.500 kW sampai 24.000 kW biaya pembebanan dengan metode *Particle Swarm Optimization* (PSO) sebesar Rp 45.742.533 – Rp 93.041.736 tiap jam

Kata kunci : PLTD, *Particle Swarm Optimization*, biaya pembebanan

## **ABSTRACT**

The development of technology and expanud of area, it will motivate the power of electricity consume more big. At diesel power generator unit (PLTD), increase in load will motivate to increase of fuel by the unit of time it will to increase cost by the unit of time. This is need to make spicial attention , so it is need step to finish that problem , one of solutions electrical produce to push of generator operation cost to do optimization in electrical power produce it calls economic dispach . the purpose of this research is to know load distribution and operation coast from simulation result with particle swarm optimization (PSO) methode in PLTD merawang using limit minimum generating ( $P_{min}$ ) and maximum generating ( $P_{max}$ ), minimum inertia weight ( $Q_{min}$ ) and maximum inertia weight ( $Q_{max}$ ) and using value ot N with the number 20 particle. The result of simulation from 5 generating units with load range 11.500 kW until 24.000 kW load coast with particle swarm optimization (PSO) methode as big as Rp 45.742.533 – Rp 93.041.736 every hour.

Keyword : PLTD, particle swarm optimization, coast load

## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

Puji syukur kepada Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Asmar, S.T., M.Eng. dan Ibu Rika Favoria Gusa, S.T., M.Eng. selaku pembimbing Tugas Akhir penulis.
2. Bapak Wahri Sunanda, S.T., M.Eng. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Bangka Belitung.
3. Bapak Irwan Dinata, S.T., M.T. selaku ketua jurusan Teknik Elektro.
4. Dosen dan staf jurusan Teknik Elektro.
5. Rekan-rekan satu angkatan.
6. Sahabat-sahabat penulis “Ceppu Brothershood”.
7. Keluarga besar penulis.
8. Almamaterku Universitas Bangka Belitung.

## KATA PENGANTAR

Dengan menyebut nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji syukur penulis panjatkan kehadirat Alla SWT, karena dengan rahmatNya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik.

Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat yang harus dikerjakan oleh setiap mahasiswa tingkat akhir Fakultas Teknik Jurusan Elektro Universitas Bangka Belitung. Adapun judul Tugas Akhir ini adalah **OPTIMASI PEMBANGKITAN EKONOMIS UNIT-UNIT PEMBANGKIT TENAGA DIESEL MENGGUNAKAN METODE PARTICLE SWARM OPTIMIZATION (PSO) STUDI KASUS DI PLTD MERAWANG**. Dalam penyusunan ini, penyusun berpedoman pada buku referensi dan bimbingan dari dosen pembimbing.

Dengan selesainya Tugas Akhir ini, penulis berharap semoga Tugas Akhir ini dapat menjadi bahan bacaan serta bahan tambahan pustaka, khususnya di Fakultas Teknik Universitas Bangka Belitung.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam penulisan ini masih banyak kekurangan dan keterbatasan. Oleh karena itu penulis mengharapkan saran yang membangun agar tulisan ini bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan kedepan.

Balunijuk, 19 Juli 2018

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL DEPAN .....	i
HALAMAN PERSETUJUAN .....	ii
HALAMAN PENGESAHAN .....	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN .....	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI .....	v
INTISARI .....	vi
<i>ABSTRACT</i> .....	vii
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	viii
KATA PENGANTAR .....	ix
DAFTAR ISI .....	x
DAFTAR TABEL .....	xiii
DAFTAR GAMBAR .....	xiv
DAFTAR SINGKATAN .....	xv
DAFTAR LAMPIRAN .....	xvi
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Permasalahan .....	2
1.3 Batasan Masalah .....	2
1.4 Keaslian Penelitian .....	3
1.5 Tujuan Penelitian .....	3
1.6 Manfaat Penelitian .....	3
1.7 Sistematika Penulisan .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI</b>	
2.1 Tinjauan Pustaka .....	6
2.2 Dasar Teori .....	7

2.2.1 Operasi Sistem Tenaga Listrik .....	7
2.2.2 Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD) .....	8
2.2.3 Skema Pembangkit Listrik Tenaga Diesel .....	8
2.2.4 Mesin Diesel .....	10
2.2.5 Prinsip Kerja Mesin Diesel .....	10
2.2.6 Generator .....	12
2.2.7 Bahan Bakar .....	12
2.2.8 Laju Pemakaian Bahan Bakar .....	13
2.2.9 Biaya Operasi Pembangkitan Termal .....	14
2.2.10 Optimasi .....	14
2.2.11 Particle Swarm Optimization .....	15
2.2.12 Algoritma dari PSO .....	15

### BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Bahan atau Materi Penelitian .....	18
3.2 Alat Analisis .....	20
3.3 Langkah Penelitian .....	21

### BAB IV PEMBAHASAN

4.1 Laju Pemakaian Bahan Bakar .....	27
4.2 Karakteristik Masukan-Keluaran Pembangkit .....	28
4.2.1 Karakteristik Masukan-Keluaran Unit 1 .....	28
4.2.2 Karakteristik Masukan-Keluaran Unit 2 .....	29
4.2.3 Karakteristik Masukan-Keluaran Unit 3 .....	30
4.2.4 Karakteristik Masukan-Keluaran Unit 4 .....	31
4.2.5 Karakteristik Masukan-Keluaran Unit 5 .....	32
4.3 Persamaan Biaya Bahan Bakar .....	33
4.3.1 Pembagian Beban Dengan Metode Particle Swarm Optimization .....	34

**BAB V PENUTUP**

5.1 Kesimpulan .....	39
5.2 Saran .....	39

DAFTAR PUSTAKA .....	.....	40
----------------------	-------	----

**LAMPIRAN**

## **DAFTAR TABEL**

	Halaman
Tabel 3.1 Spesifikasi unit-unit mesin PLTD Merawang .....	18
Tabel 3.2 Total Daya dan BBM PLTD Merawang .....	19
Tabel 3.3 Jam Operasi PLTD Merawang .....	19
Tabel 3.4 Daya dan BBM Rata - rata PLTD Merawang .....	22
Tabel 4.1 Laju Pemakaian Bahan Bakar PLTD Merawang	
Tahun 2015 .....	27
Tabel 4.2 Karakteristik Koefisien Biaya .....	34
Tabel 4.3 Hasil Pembagian Pembebanan Menggunakan Metode Particle Swarm Optimization (PSO) dan Biaya Pembangkitan ....	35

## **DAFTAR GAMBAR**

Halaman	
Gambar 2.1 Skema Pembangkit Listrik tenaga Diesel .....	8
Gambar 2.2 Prinsip Kerja Mesin Diesel 4 Langkah .....	11
Gambar 2.3 Prinsip Kerja Mesin Diesel 2 Langkah .....	11
Gambar 2.4 Grafik konsumsi spesifik bahan bakar unit pembangkit termal .....	13
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian .....	21
Gambar 3.2 <i>Flochart</i> pembagian pembebanan dengan optimasi <i>Particle Swarm Optimization</i> .....	25
Gambar 4.1 Kurva masukan-keluaran unit pembangkit I .....	29
Gambar 4.2 Kurva masukan-keluaran unit pembangkit II .....	30
Gambar 4.3 Kurva masukan-keluaran unit pembangkit III .....	31
Gambar 4.4 Kurva masukan-keluaran unit pembangkit IV .....	32
Gambar 4.5 Kurva masukan-keluaran unit pembangkit V .....	33
Gambar 4.6 Grafik hubungan antara pembebanan dengan optimasi Particle Swarm Optimization (PSO) dan biaya Pembebanan per-unit (Rp/jam) .....	37

## **DAFTAR SINGKATAN**

- ES : Evolutionary Strategis  
GA : Genetic Algorithms  
HSD : High Speed Diesel  
IDO : Intermedine Diesel Oil  
kWh : Kilo Watt Hour  
MFO : Marine Fuel Oil  
MW : Mega Watt  
PLN : Perusahaan Listrik Negara  
PLTA : Pembangkit Listrik Tenaga Air  
PLTD : Pembangkit Kistrik Tenaga Diesel  
PLTU : Pembangkit Listrik Tenaga Uap  
PSO : Particle Swarm Optimization  
SFC : Specific Fuel Consumtion

## **DAFTAR LAMPIRAN**

- LAMPIRAN A : Data Beban Dan BBM Harian PLTD Merawang Tahun 2015
- LAMPIRAN B : *Listing Program Pembagian Pembebanan Dan Perhitungan Biaya bahan Bakar Dengan Metode Particle Swarm Optimization*
- LAMPIRAN C : Hasil *Running Program Particle Swarm Optimization*
- LAMPIRAN D : Grafik Konvergensi