

**ANALISIS POTENSI PEMBANGKIT LISTRIK *SOLAR DISH STIRLING*  
DALAM PENYEDIAAN ENERGI LISTRIK DI INDUSTRI  
(Studi Kasus di PT. Sunchang Purbalingga)**

**TUGAS AKHIR**

Disusun sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik program S-1  
pada Jurusan  
Teknik Elektro, Fakultas Teknik,  
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



**Disusun Oleh :  
FAJAR KURNIANTO  
20120120039**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA  
YOGYAKARTA  
2016**

## **PERNYATAAN**

Yang bertanda tangan di bawah ini :

**Nama** : **Fajar Kurnianto**

**NIM** : **20120120039**

**Jurusan** : **Teknik Elektro**

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa naskah Tugas akhir (Skripsi) ini merupakan hasil karya tulis saya sendiri dan tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di Perguruan Tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau dipublikasikan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis disebutkan sumbernya dalam naskah dan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, Desember 2016

Yang menyatakan,

**Fajar Kurniant**

## **PERSEMBAHAN**

Dengan ini saya ingin mempersembahkan karya ini kepada:

1. Ibu Supinah, Ayahanda Sodikun, Kakak Wahyu Susilo, Setyo Handoyo dan Shinta Amalia Widiasih yang selalu mendukung dan memberikan nasehat kepada saya dalam mengerjakan tugas akhir ini.
2. Seluruh keluarga besar desa Kalimanah Kulon yang telah memberi semangat dan selalu mendoakan saya dalam menyelesaikan tugas akhir.

Dosen-dosen Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, yang telah memberikan saya ilmu selama ini.

## **MOTTO**

*“Nothing is True, Everything is Permitted”*

*“Jangan Mudah Terpengaruh oleh ucapan orang lain karena semuanya belum tentu benar, akan tetapi semua perbuatan yang kamu lakukan mempunyai resiko dan diizinkan terjadi”*

*“In War, Victory. In Peace, Vigilance. In Death, Sacrifice”*

*“Ketika berkompetisi atau sedang bertarung dalam masa sulit selalu berpikirlah untuk menang”*

*“Ketika sedang dalam masa damai, waspadalah apa yang akan terjadi”*

*“Ketika menuju kematian, sesalilah apa yang menurutmu salah, manusia hidup di dunia dan sudah pasti berkontribusi di dunia”*

*“The World does not need heroes, but professionals”*

## KATA PENGANTAR

Segala Puji syukur kita panjatkan kehadirat Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dan penyusunan Tugas Akhir di PT. Sun Chang Purbalingga, Jawa Tengah.

Tugas Akhir ini merupakan mata kuliah wajib bagi mahasiswa yang mengambil program studi S-1 di Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta dengan beban 2 sks dan merupakan prasyarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik (ST).

Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat menyelesaikan Pendidikan Sarjana (S1) Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta dan sebagai sarana penerapan ilmu yang didapat pada bangku kuliah ke dalam praktik di dunia kerja yang sesungguhnya.

Tugas Akhir ini berjudul “**Analisis Potensi Pembangkit Listrik Solar Dish Stirling Dalam Penyediaan Energi Listrik Di Industri**” dan merupakan hasil kerja penulis.

Tugas Akhir ini dapat terselesaikan berkat bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayahnya sehingga laporan ini dapat terselesaikan.
2. Bapak dan Ibu serta keluarga yang telah memberikan segala doa, dukungan spiritual maupun dukungan moril.
3. Bapak Ir. Agus Jamal ,MT selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
4. Dr. Romadhoni Syahputra, S.T., M.T selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan pengarahan dan petunjuk kepada penulis.

5. Ibu Anna Nur Nazilah Chamim, S.T., M.Eng selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan pengarahan dan petunjuk kepada penulis.
6. Dani Widiyanto selaku kepala pengepakan barang di PT. Sun Chang yang telah mengijinkan penulis mengampil sample data beban.
7. Aron Dobos dan seluruh *development team* SAM yang sudah memberikan bimbingan kepada penulis dan mengarahkan penulis untuk mencari informasi selama melakukan penyusunan Tugas Akhir.
8. Bapak-bapak dan Ibu-ibu di bagian Tata Usaha Universitas Muhammadiyah Purbalingga.
9. Teman-teman KKN Tematik UMY 21.
10. Teman-teman Elektro UMY.

Penulis menyadari akan adanya kekurangan-kekurangan dalam penyusunan laporan ini karena keterbatasan wawasan dan pengetahuan. Untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran membangun dari semua pihak agar dapat lebih baik di masa yang akan datang. Akhirnya kami berharap semoga laporan ini bermanfaat bagi semua pihak.

Purbalingga, 24 Desember 2016

Penulis,

Fajar Kurnianto

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR .....</b>	<b>ii</b>
<b>PERNYATAAN.....</b>	<b>iii</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR .....</b>	<b>iv</b>
<b>PERSEMBAHAN.....</b>	<b>v</b>
<b>MOTTO .....</b>	<b>vi</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN.....</b>	<b>xiv</b>
<b>INTISARI .....</b>	<b>xvi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1    Latar Belakang .....	1
1.2    Rumusan Masalah .....	2
1.3    Batasan Masalah.....	2
1.4    Tujuan Penelitian.....	3
1.5    Manfaat Penelitian.....	3
1.6    Sistematika Penulisan.....	4
<b>BAB II LANDASAN TEORI .....</b>	<b>5</b>
2.1    Tinjauan Pustaka .....	5
2.2    Landasan Teori .....	6
2.2.1    Distribusi Radiasi Matahari.....	6
2.2.1.1    Radiasi Matahari pada Permukaan Bumi .....	6
2.2.1.2    Pengaruh Revolusi Bumi .....	9
2.2.1.3    Pengaruh Rotasi Bumi.....	10
2.2.1.4    Insolation .....	10
2.2.2    Potensi Energi Surya .....	12
2.2.3    Teknologi Pembangkit Listrik Dish Stirling.....	14

2.2.4	Mekanisme Dish Stirling .....	16
2.2.4.1	Kolektor Parabola .....	16
2.2.4.2	Power Conversion Unit (PCU).....	19
2.2.4.2.1	Thermal Receiver .....	19
2.2.4.2.2	Mesin Stirling (Heat Engine) .....	20
2.2.3.3	Sistem Pendinginan .....	22
2.2.3.4	Komponen Tambahan .....	23
2.2.5	System Advisor Model.....	25
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>		<b>27</b>
3.1	Bahan Penelitian.....	27
3.2	Alat Penelitian .....	27
3.3	Cara Penelitian .....	27
3.4	Lokasi Penelitian .....	28
3.5	Langkah Penelitian .....	29
<b>BAB IV DATA DAN PEMBAHASAN.....</b>		<b>32</b>
4.1	Profil Beban.....	32
4.2	Spesifikasi Pembangkit .....	34
4.2.1	Data Wilayah.....	34
4.2.2	Solar Field .....	35
4.2.3	Collector.....	36
4.2.4	Receiver.....	38
4.2.5	Stirling Engine .....	41
4.2.6	Parasitics .....	43
4.2.7	Reference Inputs.....	44
4.3	Analisis Data Model <i>Stirling Energy Systems</i> .....	47
4.3.1	Produksi Energi.....	47
4.3.2	Efisiensi dan Rugi-Rugi Daya.....	49
4.3.3	Efisiensi Kerja Sistem .....	53
4.3.4	Perbandingan Biaya Kelistrikan.....	54
4.4	Analisis Data Model <i>Western Governor Association</i> .....	55
4.4.1	Produksi Energi.....	55



4.4.2	Efisiensi dan Rugi-Rugi Daya.....	57
4.4.3	Efisiensi Kerja Sistem.....	61
4.4.4	Perbandingan Biaya Kelistrikan.....	62
4.5	Analisis Data Model <i>Schlaic-Bergermann und Partner</i> .....	63
4.5.1	Produksi Energi.....	63
4.5.2	Efisiensi dan Rugi-Rugi Daya.....	65
4.5.3	Efisiensi Kerja Sistem.....	69
4.5.4	Perbandingan Biaya Kelistrikan.....	70
4.6	Analisis Data Model <i>SAIC</i> .....	71
4.6.1	Produksi Energi.....	71
4.6.2	Efisiensi Kerja Sistem.....	72
4.7	Perbandingan Produksi Energi .....	73
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>		<b>75</b>
5.1	Kesimpulan.....	75
5.2	Saran.....	75
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>76</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>		<b>81</b>

## DAFTAR GAMBAR

### BAB II LANDASAN TEORI

Gambar 2.1 Radiasi Matahari pada permukaan Bumi .....	7
Gambar 2.2 Insolation di Bumi .....	11
Gambar 2.3 Kurva Radiasi Harian .....	12
Gambar 2.4 Pembangkit Listrik Tenaga Surya Berbasis Mesin Stirling .....	14
Gambar 2.5 Diagram Proses Pembangkitan Listrik Dish Stirling .....	15
Gambar 2.6 Perbandingan Rim Angle dengan Ratio Konsentrasi .....	18
Gambar 2.7 Perbandingan Rim Angle dengan Beam Spread .....	18
Gambar 2.8 Power Conversion Unit (PCU) .....	19
Gambar 2.9 Sistem Pendinginan Sistem Conversion Unit .....	22
Gambar 2.10 System Advisor Model 2015.6.30 .....	26

### BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Gambar 3.1 Lokasi PT. Sunchang Purbalingga .....	28
--	----

### BAB IV DATA DAN PEMBAHASAN

Gambar 4.2.1 Lokasi dan Sumber data cuaca .....	35
Gambar 4.2.2 Spesifikasi Solar Field .....	35
Gambar 4.2.3 Spesifikasi Collector .....	36
Gambar 4.2.4 Spesifikasi Receiver .....	38
Gambar 4.2.5 Spesifikasi mesin stirling .....	41
Gambar 4.2.6 Spesifikasi Parasitics .....	43
Gambar 4.2.7 Input Referensi Iterasi .....	45
Gambar 4.3.1 Produksi Energi Tahunan SES .....	47
Gambar 4.3.2 Produksi Energi Bulanan SES .....	48
Gambar 4.3.3 Grafik Perbandingan Daya Pembangkit SES .....	50
Gambar 4.3.4 Efisiensi Kerja Collector, Receiver dan Mesin Stirling SES .....	53
Gambar 4.3.5 Perbandingan Biaya Kelistrikan .....	54

Gambar 4.4.1 Produksi Energi Tahunan WGA .....	55
Gambar 4.4.2 Produksi Energi Bulanan WGA .....	56
Gambar 4.4.3 Grafik Perbandingan Daya Pembangkit WGA .....	58
Gambar 4.4.4 Efisiensi Kerja Collector, Receiver dan Mesin Stirling WGA.....	61
Gambar 4.4.5 Perbandingan Biaya Kelistrikan.....	62
Gambar 4.5.1 Produksi Energi Tahunan SBP .....	63
Gambar 4.5.2 Produksi Energi Bulanan SBP .....	64
Gambar 4.5.3 Grafik Perbandingan Daya Pembangkit SBP .....	66
Gambar 4.5.4 Efisiensi Kerja Collector, Receiver dan Mesin Stirling SBP .....	69
Gambar 4.5.5 Perbandingan Biaya Kelistrikan.....	70
Gambar 4.6.1 Hasil Simulasi SAM.....	71
Gambar 4.6.2 Efisiensi Kerja Collector, Receiver dan Mesin Stirling SAIC .....	72
Gambar 4.7.1 Grafik Perbandingan Prpduksi Energi.....	73
Gambar 4.7.2 Hasil Simulasi SAM SES 3 Pembangkit.....	74

## DAFTAR TABEL

### BAB II

Tabel 2.1 Potensi Energi Surya.....	13
-------------------------------------	----

### BAB IV

Tabel 4.1.1 Konsumsi Listrik PT. Sun Chang .....	32
Tabel 4.1.2 Konsumsi Listrik PT. Sun Chang .....	33
Tabel 4.2.1 Collector Default Parameter Values .....	38
Tabel 4.2.2 Receiver default parameter values .....	40
Tabel 4.2.3 Stirling Engine Default Parameter Values .....	42
Tabel 4.2.4 Parasitic Variable Reference Conditions .....	46
Tabel 4.3.1 Produksi Energi Bulanan SES .....	48
Tabel 4.3.2 Perbandingan daya Pembangkit SES .....	49
Tabel 4.3.3 Rugi-Rugi dan efisiensi daya SES .....	52
Tabel 4.4.1 Produksi Energi Bulanan WGA.....	56
Tabel 4.4.2 Perbandingan daya Pembangkit WGA .....	57
Tabel 4.4.3 Rugi-Rugi dan efisiensi daya WGA.....	60
Tabel 4.5.1 Produksi Energi Bulanan SBP .....	64
Tabel 4.5.2 Perbandingan daya Pembangkit SBP .....	65
Tabel 4.5.3 Rugi-Rugi dan efisiensi daya SBP .....	68
Tabel 4.7.1 Perbandingan Produksi Energi.....	73

## DAFTAR LAMPIRAN

Data Spesifikasi Pembangkit Solar Dish Stirling .....	82
Data Konsumsi Beban Listrik PT. Sunchang Purbalingga .....	86
Data Informasi SAM dan Wawancara dengan Development Team SAM .....	88