

LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi dengan judul

ANALISIS KINERJA PLTS CENDI MANIK 15 KWP DI LOMBOK BARAT

Disusun oleh:

GUNAWAN TRI PRAYOGA

NIM: 2012 – 11 – 066

**Diajukan untuk memenuhi persyaratan
Program Sarjana Teknik Elektro**

SEKOLAH TINGGI TEKNIK – PLN

Jakarta, 6 Februari 2017

Mengetahui,

Disetujui,

**(Nurmiati Pasra, S.T., M.T.)
Ketua Jurusan Teknik Elektro**

**(Prof. Dr. Masbah R.T. Siregar)
Pembimbing Pertama**

LEMBAR PENGESAHAN TIM PENGUJI

Nama: GUNAWAN TRI PRAYOGA

NIM: 2012 – 11 – 066

Jurusan: Teknik Elektro

Judul: Analisis Kinerja PLTS Cendi Manik 15 kWp di Lombok Barat

Telah disidangkan dan dinyatakan Lulus Sidang Skripsi pada Program Sarjana Strata 1, Program Studi Teknik Elektro Sekolah Tinggi Teknik - PLN pada tanggal (22 - 02 - 2017).

No.	Nama Penguji	Jabatan	Tanda Tangan
1.	Tasdik Darmana, Ir., MT	Ketua Penguji	
2.	Syarif Hidayat, S.Si., MT	Sekretaris	
3.	Baruno M., Ir. Dipl IGP	Anggota	

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro

(Nurmiati Pasra, S.T., M.T.)

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Nama : GUNAWAN TRI PRAYOGA
NIM : 2012 – 11 – 066
Jurusan : S1 TEKNIK ELEKTRO
Judul Skripsi : ANALISIS KINERJA PLTS CENDI MANIK 15 KWP DI
LOMBOK BARAT

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam Skripsi in tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar Ahli Madya/Sarjana/Magister baik di lingkungan STT-PLN maupun di suatu Perguruan Tinggi, dan 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 dalam daftar pustaka. Pernyataan ini dibuat dengan penuh kesadaran dan rasa tanggung jawab serta bersedia memikul segala resiko jika ternyata pernyataan ini tidak benar.

Jakarta, 6 Februari 2017

Gunawan Tri Prayoga

UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan ini saya menyampaikan penghargaan dan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada yang terhormat:

Prof. Dr. Masbah RT Siregar. Selaku Pembimbing I

Yang telah memberikan petunjuk, saran-saran, serta bimbingannya sehingga Skripsi ini dapat diselesaikan.

Terima kasih yang sama, saya sampaikan kepada :

1. Bapak Jarrar
2. Bapak Gravian Rismaldhy
3. Bapak Yudhi Towira
4. Bapak Well son

Yang telah mengizinkan melakukan penelitian dan pengumpulan data penelitian di PLTS Cendi Manik serta sebagai sumber informasi dalam penyelesaian skripsi ini.

Jakarta, 6 Februari 2017

GUNAWAN TRI PRAYOGA

NIM : 2012-11-066

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika Sekolah Tinggi Teknik - PLN, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama: GUNAWAN TRI PRAYOGA
NIM: 2012 – 11 – 066
Program Studi: Strata Satu
Jurusan: Teknik Elektro
Jenis Karya: **Skripsi**

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Sekolah Tinggi Teknik - PLN **Hak Bebas Royalti Non eksklusif (Nonexclusive Royalty Free Right)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

ANALISIS KINERJA PLTS CENDI MANIK 15 KWP DI LOMBOK BARAT

Dengan Hak Bebas Royalti Non eksklusif ini Sekolah Tinggi Teknik-PLN berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan Tugas Akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jakarta

Pada tanggal : 6 Februari 2017

Yang menyatakan

GUNAWAN TRI PRAYOGA

ANALISIS KINERJA PLTS CENDI MANIK 15 KWP DI LOMBOK BARAT

Gunawan Tri Prayoga, 2012 – 11 – 066

Di bawah bimbingan Prof. Dr. Masbah RT Siregar

ABSTRAK

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Cendi Manik 15 kWp di Lombok Barat merupakan salah satu pembangkit listrik yang dibangun di dusun yang jauh dari jaringan listrik PLN. PLTS Cendi Manik menyuplai kebutuhan listrik untuk 2 dusun yaitu dusun Sayong Baru dan dusun Bertong. Sejak PLTS Cendi Manik beroperasi, masih belum banyak diketahui produksi energi listrik dan *Performance Ratio* (PR) yang merupakan parameter kinerja suatu PLTS. Sehingga perlu dilakukan analisis terkait kinerja PLTS Cendi Manik. Untuk mengetahui potensi optimum PLTS Cendi Manik, maka dilakukan simulasi dengan menggunakan *software* PVSyst tanpa memperhatikan faktor *shading*. Kemudian hasil dari simulasi *software* PVSyst dibandingkan dengan hasil produksi riil energi listrik PLTS Cendi Manik. Dari hasil simulasi didapatkan bahwa potensi energi listrik PLTS Cendi Manik yang optimum di bulan Juli-September, berturut-turut adalah 832,5 kWh; 832,5 kWh dan 805,7 kWh. Sedangkan produksi energi listrik riil PLTS Cendi Manik yang berturut-turut adalah 835 kWh; 810 kWh dan 825 kWh. Jika di rata-rata hasil ini lebih rendah dibandingkan dengan hasil simulasi walaupun selisihnya tidak jauh berbeda. Penggunaan jumlah beban yang terlalu kecil pada PLTS Cendi Manik ini mempengaruhi *Performance Ratio* (PR)-nya. PR dari hasil simulasi selama bulan Juli - September berturut-turut sebesar 33,1%; 30,9%; dan 29% dimana hasil PR simulasi ini lebih rendah dibandingkan PR riil PLTS Cendi Manik yang dari bulan Juli - September sebesar 36,18%; 31,82% dan 30,24%. Faktor yang menjadi penyebab penurunan kinerja PLTS Cendi Manik adalah faktor cuaca, *shading* dan gangguan pada peralatan PLTS ini.

Kata Kunci: PLTS Cendi Manik, produksi energi listrik, parameter kinerja, *Performance Ratio* (PR)

PERFOMANCE ANALYSIS OF PLTS CENDI MANIK 15 KWP IN LOMBOK BARAT

Gunawan Tri Prayoga, 2012 – 11 – 066

Under the Guidance of Prof. Dr. Masbah RT Siregar

ABSTRACT

Cendi Manik Solar Power Generator (PLTS) 15 kWp on Lombok Barat is one of electricity generator built far away from PLN main grid. Cendi Manik PLTS supplied electricity for 2 small village which is Sayong baru and Bartong. Since started the operation there are many important factor to PLTS that still unknown such as it is electricity production rate and the Performance Ratio (PR). An analysis must be made in this case to find out its maximum potential, then a simulation from PVSyst software provide shading factor. From this data compared to its real time production the result are PLTS potential generated form july to September consecutively 832,5 kWh; 832,5 kWh and 805,7 kWh. Whereas the Cendi Manik PLTS on other area are consecutively 835 kWh; 810 kWh and 825 kWh. These value is different compared to the simulation which is lower although not to far off. The amount of load in Cendi Manik affecting its PR, the simulation result from july to September are 33,1%; 30,9%;and 29% whereas this result is lower from the real result which are 36,18%; 31,82% and 30,24%. The factors that causing performance reduction are weather condition, shading and disturbance on the equipment on PLTS.

Keywords: *PLTS Cendi Manik, the production of electric energy, performance parameters, Performance Ratio (PR)*

DAFTAR ISI

Lembar Pengesahan Pembimbing.....	i
Lembar Pengesahan Tim Penguji.....	ii
Lembar Pernyataan Keaslian Tugas Akhir.....	iii
Lembar Ucapan Terima Kasih.....	iv
Lembar Pernyataan Persetujuan Publikasi Tugas Akhir untuk Kepentingan Akademis.....	v
Abstrak (Indonesia)	vi
Abstract (Inggris)	vii
Daftar Isi	viii
Daftar Tabel	xii
Daftar Gambar	xiii
Daftar Lampiran	xiv

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang	1
1.2. Permasalahan Penelitian	2
1.2.1. Identifikasi Masalah	3
1.2.2. Ruang Lingkup Masalah	4
1.2.3. Rumusan Masalah.....	5
1.3. Tujuan dan Manfaat Penelitian	5
1.3.1. Tujuan Penelitian.....	5
1.3.2. Manfaat Penelitian.....	6
1.4. Sistematika Penulisan	6

BAB II LANDASAN TEORI

2.1. Energi Surya.....	6
2.2. Pemanfaatan Energi Surya.....	8
2.2.1. <i>Solar Thermal</i>	8
2.2.2. Pembangkit Listrik Surya <i>Thermal</i>	9
2.2.3. Pembangkit Listrik Tenaga Surya.....	11
2.3. Komponen Sistem PLTS.....	16
2.3.1 Sel Surya (<i>Photovoltaik</i>)	16
2.3.1.1 Karakteristik <i>Photovoltaik</i> (PV).....	17
2.3.1.2 Prinsip Kerja <i>Photovoltaik</i> (PV).....	18
2.3.2 Modul Surya.....	19
2.3.2.1 Jenis-jenis Modul <i>Photovoltaik</i>	20
2.3.2.2 Rangkaian Modul Surya.....	21
2.3.3 Inverter.....	23
2.3.4 <i>Photovoltaik Cable</i>	26
2.3.5 <i>Solar Charge Controller</i>	26
2.3.6 Baterai.....	27
2.3.7 Beban.....	28
2.4 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kinerja Modul Surya.....	28
2.5. Performa/Kinerja Pembangkit Listrik Tenaga Surya.....	32
2.6. Aspek Biaya.....	34
2.6.1 Biaya Siklus Hidup (<i>Life Cycle Cost</i>).....	34
2.6.2 Faktor Diskonto.....	35
2.6.3 Biaya Energi (<i>Cost Of Energy</i>).....	35

2.6.4 Faktor Pemulihan Modal (<i>Capital Recovery Factor</i>).....	36
--	----

2.6.5 <i>Net Present Value</i> (NPV)	36
--	----

BAB III METODE PENELITIAN

3.1. Tempat dan Waktu Penelitian.....	38
---------------------------------------	----

4.1.1. Tempat Penelitian.....	38
-------------------------------	----

4.1.2. Waktu Penelitian.....	38
------------------------------	----

3.2. Metode Pengumpulan Data.....	39
-----------------------------------	----

3.2.1. Studi Pustaka.....	39
---------------------------	----

3.2.2. Survei Lapangan dan Pengambilan Data.....	39
--	----

3.2.3. Diskusi dan Konsultasi.....	39
------------------------------------	----

3.3. Penggunaan <i>Software</i> PVSyst.....	39
---	----

BAB IV PEMBAHASAN DAN HASIL PENELITIAN

4.1. Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Cendi Manik.....	44
---	----

4.1.1. Spesifikasi Sistem PLTS Cendi Manik.....	45
---	----

4.2. Hasil Simulasi Kinerja PLTS Cendi Manik menggunakan PVSyst...	50
--	----

4.3. Produksi Energi Listrik Riil PLTS Cendi Manik dan Perhitungan	
--	--

Parameter Kinerja PLTS Cendi Manik.....	51
---	----

4.4. Analisis Kinerja PLTS Cendi Manik.....	53
---	----

4.4.1. Analisis Meningkatkan Performance Ratio PLTS Cendi	
---	--

Manik.....	55
------------	----

4.5. Analisis Pengaruh Lingkungan dan Kondisi Sistem terhadap	
---	--

Kinerja PLTS Cendi Manik.....	57
-------------------------------	----

4.5.1. Faktor <i>Shading</i> /Bayangan.....	57
---	----

4.5.2. Kondisi Peralatan.....	59
-------------------------------	----

4.6. Kesetaraan Produksi Energi PLTS Cendi Manik dibandingkan dengan Biaya Bahan Bakar Solar untuk PLTD dan Biaya Listrik dari PLN.....	60
4.6.1. Biaya Energi PLTS.....	62
4.6.2. <i>Net Present Value</i> (NPV)	65

BAB V PENUTUP

5.1. Simpulan	68
5.2. Saran.....	69

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

LAMPIRAN-LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Energi Radiasi Matahari Di berbagai Belahan Bumi.....	7
Gambar 2.2 Pengeringan bahan baku makanan.....	8
Gambar 2.3. <i>Solar Cooking</i> / Kompor matahari.....	9
Gambar 2.4. <i>Solar Dryer</i> untuk mengeringkan hasil pertanian.....	9
Gambar 2.5. Pembangkit Listrik Tenaga Surya <i>Thermal</i> (PLTST).....	10
Gambar 2.6. Diagram Air Pembangkit Listrik Tenaga Surya <i>Thermal</i> (PLTST).....	10
Gambar 2.7 <i>Tower</i> Listrik.....	11
Gambar 2.8 <i>Solar Home System</i> (SHS).....	12
Gambar 2.9 Diagram Blok <i>Off Grid System</i>	13
Gambar 2.10 Blok <i>On Grid System</i>	14
Gambar 2.11 Diagram Blok <i>Hybrid System</i>	15
Gambar 2.12 Diagram Blok <i>Mini Grid System</i>	15
Gambar 2.13 Sel Surya.....	16
Gambar 2.14 Kurva Karakteristik I-V.....	17
Gambar 2.15 Prinsip Kerja <i>Photovoltaik</i>	18
Gambar 2.16 Susunan Sel Surya.....	19
Gambar 2.17 Klasifikasi Modul Surya.....	21
Gambar 2.18 Tiga Modul Surya Dihubung Paralel.....	22
Gambar 2.19 Modul Dihubung Seri.....	23
Gambar 2.20 <i>Array</i> Dihubung Seri-Paralel.....	23
Gambar 2.21 Beberapa Contoh Inverter Standard.....	24
Gambar 2.21 Beberapa Contoh Inverter <i>Charger</i>	24

Gambar 2.22 Baterai.....	28
Gambar 2.23 Kurva Penurunan Tegangan Terhadap Kenaikan Suhu.....	29
Gambar 2.24 Karakteristik kurva I-V terhadap perubahan <i>irradiance</i>	30
Gambar 3.1 Lokasi Penelitian.....	38
Gambar 3.2 Tampilan Awal <i>Software</i> PVSyst.....	41
Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian PLTS Cendi Manik.....	43
Gambar 4.1 Skema PLTS Cendi Manik 15 kWp.....	45
Gambar 4.2 Rangkaian seri Modul Surya 100 Wp.....	46
Gambar 4.3 Rangkaian parallel Modul Surya 100 Wp.....	46
Gambar 4.4 Total Parallel Konfigurasi yang terbagi dalam 3 <i>Group Array</i>	47
Gambar 4.5 Setiap <i>Group Array</i> terhubung kepada <i>Combiner Box</i>	47
Gambar 4.6 Pemasangan Dioda <i>Bypass</i> pada Modul Surya.....	57
Gambar 4.7 Efek Dioda <i>Bypass</i>	58
Gambar 4.8 <i>Shading</i> Akibat Pepohonan di PLTS Cendi Manik.....	59
Gambar 4.9 Ruang penyimpanan baterai PLTS Cendi Manik.....	60

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Data Spesifikasi Modul Surya pada PLTS Cendi Manik.....	48
Tabel 4. 2 Data Spesifikasi MPPT pada PLTS Cendi Manik.....	48
Tabel 4. 3 Data Spesifikasi Baterai pada PLTS Cendi Manik.....	49
Tabel 4. 4 Data Spesifikasi <i>bi – Directional Inverter</i> pada PLTS Cendi Manik...	50
Tabel 4.5 Produksi Energi Listrik Optimum dan Koesfisien Performa Optimum PLTS Cendi Manik tahun 2016.....	50
Tabel 4.6 Produksi Energi Listrik Riil PLTS Cendi Manik tahun 2016.....	52
Tabel 4.7 Parameter Kinerja Riil PLTS Cendi Manik tahun 2016.....	53
Tabel 4.8 Perbandingan Parameter Kinerja PLTS Cendi Manik.....	53
Tabel 4.9 Parameter Kinerja Riil PLTS Cendi Manik Tahun 2016 Setelah Ditingkatanya Jumlah Beban.....	56
Tabel 4.10 Perhitungan NCF, DF dan PVNCF PLTS Cendi Manik.....	66

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A : Lembar Bimbingan Skripsi.....	A1
Lampiran B : Spesifikasi Teknis.....	B1-B12
Lampiran C : Gambar Teknis PLTS Cendi Manik 15 kWp.....	C1-C9
Lampiran D : Hasil Simulasi PVSyst.....	D1-D4