

# **METODE ANALISIS DAN EFISIENSI PLTS ATAP ON GRID DIKAWASAN INDUSTRI**

**TESIS**

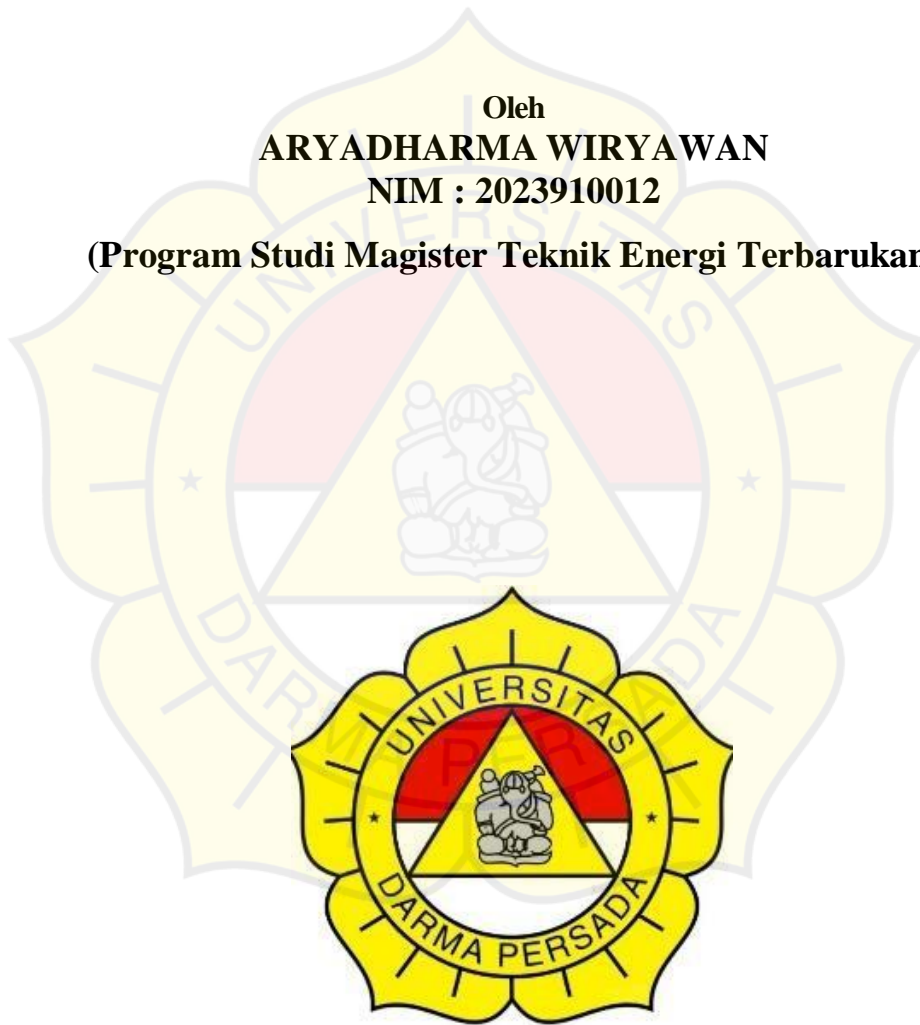
**Karya tulis sebagai salah satu syarat  
untuk memperoleh gelar Magister Teknik dari  
Universitas Darma Persada**

**Oleh**

**ARYADHARMA WIRYAWAN**

**NIM : 2023910012**

**(Program Studi Magister Teknik Energi Terbarukan)**



**SEKOLAH PASCASARJANA  
UNIVERSITAS DARMA PERSADA  
JAKARTA  
2025**

## PERNYATAAN KEASLIAN

"Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tesis ini merupakan hasil karya sendiri dan sepanjang pengetahuan dan keyakinan saya tidak mencantumkan tanpa pengakuan bahan-bahan yang telah dipublikasikan sebelumnya atau ditulis oleh orang lain, atau sebagian bahan yang pernah diajukan untuk gelar atau ijazah pada Universitas Darma Persada atau Perguruan Tinggi lainnya"

Jakarta, Maret 2025



Aryadharna Wiryawan

2023910012

## ABSTRAK

PLTS Atap on-grid berfungsi untuk mengevaluasi kinerja dan efisiensi penggunaan energi listrik di kawasan industri. Beberapa faktor dapat memengaruhi kualitas kinerja sistem, seperti adanya gas kimia, debu, asap pabrik, jamur parasit, serta suhu yang cukup tinggi di daerah industri. Penelitian ini melakukan analisis dan evaluasi terhadap kinerja, efisiensi sistem, kerugian, serta optimalisasi sistem guna mengurangi ketergantungan terhadap jaringan listrik dan meningkatkan efisiensi penggunaan listrik industri. Hasil pengukuran menunjukkan nilai performa sebesar 73,36% pada aplikasi Fusion Solar dan 74,48% pada aplikasi Helioscope. Faktor yang mempengaruhi kinerja PLTS antara lain iradiasi matahari, orientasi panel, kemiringan panel, suhu panel surya, kondisi cuaca, suhu lingkungan, bayangan, serta kondisi komponen PLTS. Pemeliharaan panel surya dilakukan secara rutin untuk menjaga performa sistem tetap dalam kondisi baik. Namun, kinerja PLTS cenderung fluktuatif karena tergantung kondisi sekitar, sehingga cuaca sebelum dan sesudah pemeliharaan memengaruhi nilai iradiasi serta energi yang dihasilkan. Evaluasi kinerja PLTS berdasarkan pemeliharaan sistem bertujuan meningkatkan performa sistem, produktivitas panel, mencegah kerusakan, memperpanjang umur panel surya, serta memastikan sistem tetap dalam kondisi.

**Kata Kunci :** Performa, Pemeliharaan, PLTS *On-Grid*

## ABSTRACT

*On-grid rooftop solar panels (PLTS) are used to evaluate the performance and efficiency of electrical energy use in industrial areas. Several factors can affect the quality of system performance, such as the presence of chemical gases, dust, factory smoke, parasitic fungi, and relatively high temperatures in industrial areas. This study analyzes and evaluates the performance, system efficiency, losses, and system optimization to reduce dependence on the electricity grid and increase the efficiency of industrial electricity use. The measurement results show a performance value of 73.36% in the Fusion Solar application and 74.48% in the Helioscope application. Factors that affect the performance of the PLTS include solar irradiation, panel orientation, panel tilt, solar panel temperature, weather conditions, ambient temperature, shadows, and the condition of the PLTS components. Solar panel maintenance is carried out routinely to maintain system performance in good condition. However, PLTS performance tends to fluctuate because it depends on environmental conditions, so the weather before and after maintenance affects the irradiation value and energy produced. Evaluation of PLTS performance based on system maintenance aims to improve system performance, panel productivity, prevent damage, extend the life of solar panels, and ensure the system remains in good condition.*

**Keywords:** *Performance, Maintenance, On-Grid Solar Power Plant*

## LEMBAR PERSETUJUAN TESIS

**Judul Tesis** : Metode Analisis Dan Efisiensi Plts Atap On Grid  
Dikawasan Industri

**Nama** : Aryadharma Wiryawan

**NIM** : 2023910012

Telah disetujui oleh komisi pembimbing dan penguji

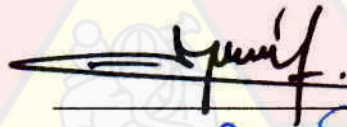
Dr. Andy Tirta S.T., M.Sc.  
(Pembimbing Utama/Penguji)



Dr.Eng. Aep Saepul Uyun, S.Tp, M.Eng  
(Anggota/Penguji)

---

Ir. Erkata Yandri M.Sc.rar.net  
(Anggota/Penguji)



Dr. Muhammad Syukri Nur, M.Si  
(Anggota/Penguji)



Mengetahui

Ketua Program Studi

Direktur Pascasarjana

(Dr.Eng. Aep Saepul Uyun, S.Tp, M.Eng)

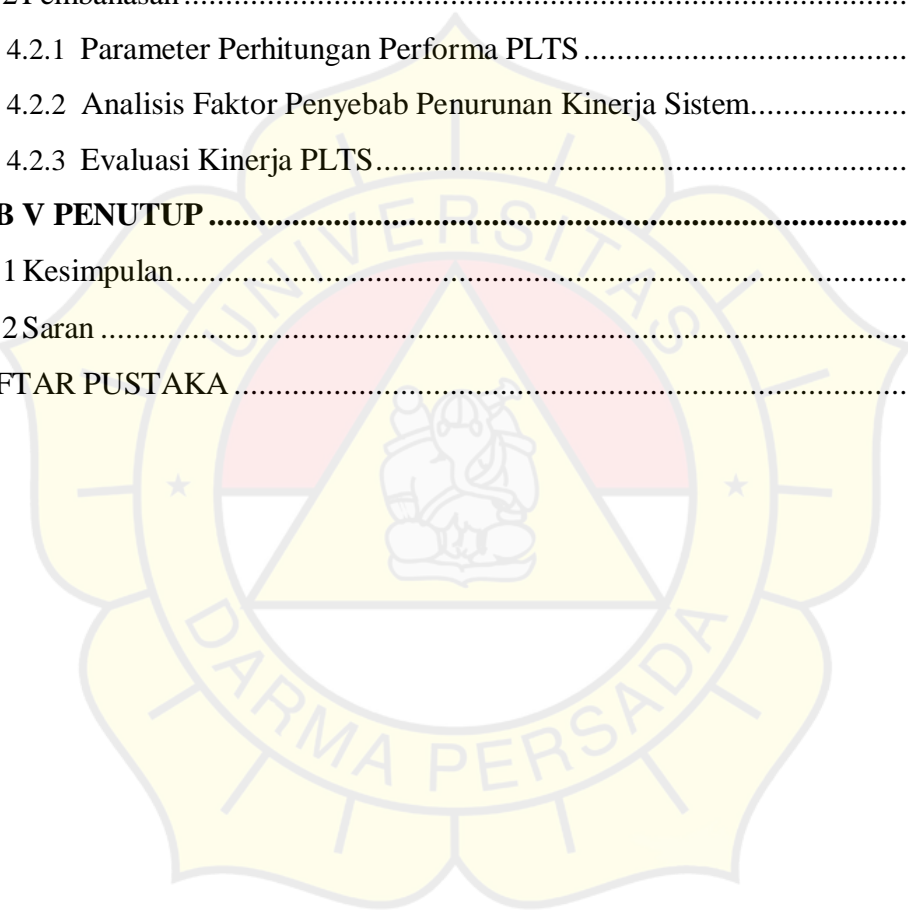
(Dr.Ir. As Natio Lasman )

Tanggal Ujian :  
Tanggal Yudisium :

## DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL.....	i
HALAMAN JUDUL.....	i
ABSTRAK.....	ii
ABSTRACT.....	ii
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR TABEL.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	vi
DAFTAR LAMPIRAN.....	viii
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar belakang.....	1
1.2 Rumusan masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	2
1.5 Ruang lingkup masalah.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>4</b>
2.1 Penelitian Yang Relevan.....	5
2.2 Landasan Teori.....	7
2.2.1 Energi Baru Terbarukan.....	7
2.2.2 Potensi Tenaga Surya di Indonesia.....	8
2.2.3 Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya.....	9
2.2.4 Prinsip Kerja PLTS.....	14
2.2.5 Panel Surya.....	15
2.2.6 Faktor Pengaruh <i>Performance Ratio</i> .....	18
2.2.7 Perawatan PLTS.....	22
2.2.8 Standar Pengukuran yang digunakan.....	25
2.2.9 Komponen PLTS.....	26
<b>BAB III METODE PENELITIAN.....</b>	<b>43</b>
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian.....	43
3.2 Desain Penelitian.....	43
3.3 Metode Pengumpulan Data.....	45
3.4 Metode Analisis Data.....	45

3.4.1 Parameter Perhitungan Performa PLTS .....	45
3.4.2 Analisis Faktor Penyebab Penurunan Kinerja Sistem.....	49
3.4.3 Evaluasi Kinerja PLTS.....	50
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>51</b>
4.1 Hasil.....	51
4.1.1 Parameter Performa dan Efisiensi PLTS .....	51
4.1.2 Faktor Pengaruh Performa PLTS .....	53
4.1.3 Evaluasi Kinerja PLTS.....	59
4.2 Pembahasan .....	65
4.2.1 Parameter Perhitungan Performa PLTS .....	65
4.2.2 Analisis Faktor Penyebab Penurunan Kinerja Sistem.....	68
4.2.3 Evaluasi Kinerja PLTS.....	79
<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>99</b>
5.1 Kesimpulan.....	99
5.2 Saran .....	100
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>101</b>



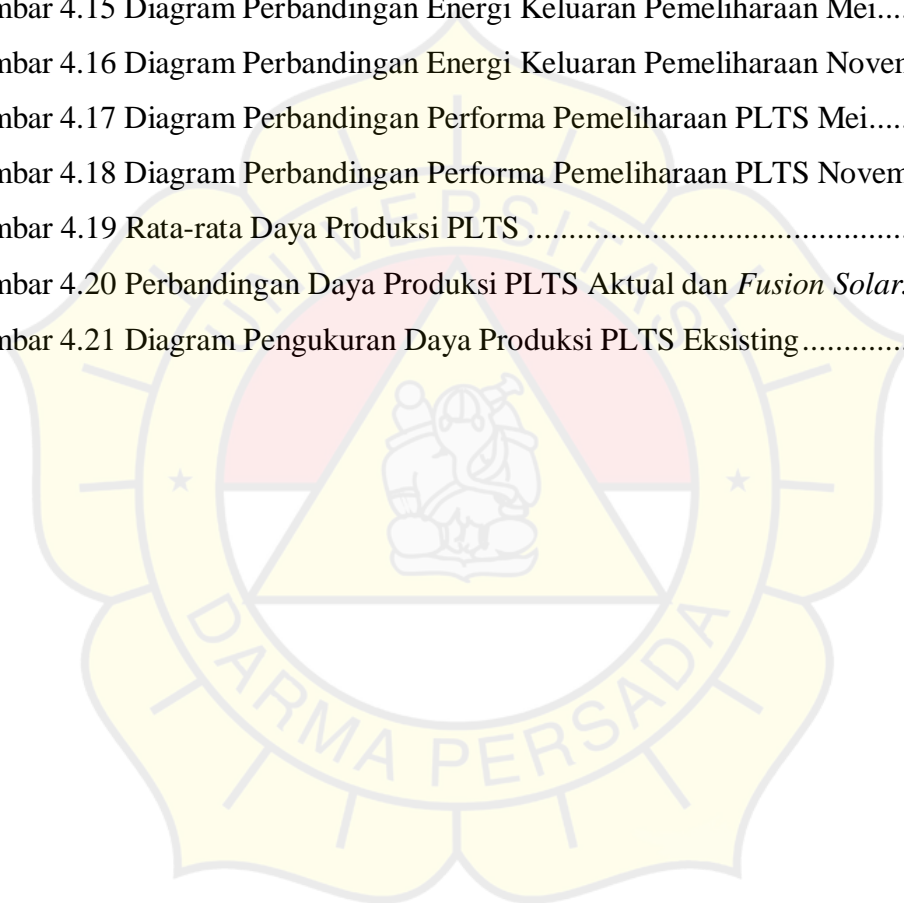
## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan Jenis Modul Surya .....	16
Tabel 2.2 Data Geografis .....	27
Tabel 2.3 Data Atap Bangunan .....	27
Tabel 2.4 Spesifikasi Module Panel Surya.....	29
Tabel 2.5 Spesifikasi Inverter Panel Surya .....	32
Tabel 2.6 Spesifikasi Datalogger Huawei SmartLogger 3000A .....	33
Tabel 2.7 Spesifikasi Sensor Temperatur dan Kelembaban .....	35
Tabel 2.8 Spesifikasi Sensor Iradiasi Matahari ( <i>Pyranometer</i> ) A.....	36
Tabel 4.8 Spesifikasi Sensor Iradiasi Matahari ( <i>Pyranometer</i> ) B .....	37
Tabel 4.1 Data Pengukuran <i>Fusion Solar</i> PLTS Atap <i>On-Grid</i> .....	52
Tabel 4.2 Data Pengukuran Helioscope PLTS Atap <i>On-Grid</i> .....	52
Tabel 4.3 Rekapitulasi Perhitungan Hasil Pengukuran <i>Fusion Solar</i> .....	58
Tabel 4.4 Rekapitulasi Perhitungan Hasil Pengukuran Helioscope.....	59
Tabel 4.5 Data sebelum dan sesudah pemeliharaan Bulan Mei .....	61
Tabel 4.6 Data sebelum dan sesudah pemeliharaan Bulan November .....	62
Tabel 4.7 Data Hasil Produksi PLTS Atap <i>On-Grid</i> .....	63
Tabel 4.8 Perbandingan Daya Produksi Aktual dan <i>Fusion Solar</i> .....	64
Tabel 4.9 Energi Keluaran Tahunan Terukur.....	64
Tabel 4.10 Rekapitulasi Energi Tahunan .....	65
Tabel 4.11 Rekapitulasi Evaluasi Parameter.....	65
Tabel 4.12 Pengukuran Energi .....	90
Tabel 4.13 Hasil <i>Performance Ratio</i> .....	92

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pembangkit Energi Baru Terbarukan.....	7
Gambar 2.2 Solar GIS Indonesia.....	8
Gambar 2.3 Pembagian Generasi Listrik dan Pengaruhnya terhadap Emisi.....	9
Gambar 2.4 PLTS Rooftop di Kawasan Industri.....	9
Gambar 2.5 Sistem PLTS <i>On-Grid</i> .....	10
Gambar 2.6 Sistem PLTS <i>Off-Grid</i> .....	11
Gambar 2.7 PLTS Atap di Kawasan Industri.....	13
Gambar 2.8 PLTS <i>Ground-Mounted</i> di Kawasan Industri .....	13
Gambar 2.9 PLTS Terapung .....	14
Gambar 2.10 Prinsip Kerja PLTS.....	14
Gambar 2.11 Panel Surya.....	15
Gambar 2.12 Panel <i>Monocrystalline</i> , <i>Polycrystalline</i> dan <i>Thin Film</i> .....	18
Gambar 2.13 Sudut Kemiringan dan Orinetasi Panel Surya .....	19
Gambar 2.14 Perawatan Panel Surya.....	24
Gambar 2.15 Alat <i>Dual Brush</i> .....	24
Gambar 2.16 Tampak Atas PLTS Atas On-grid di Kawasan Industri.....	28
Gambar 2.17 Module Surya di PLTS Atap On-Grid di Kawasan Industri .....	30
Gambar 2.18 Inverter Huawei SUN2000-100KTL-M2.....	31
Gambar 2.19 Datalogger Huawei SmartLogger 3000A.....	32
Gambar 2.20 Spesifikasi Sensor Temperatur dan Kelembaban .....	35
Gambar 2.21 Spesifikasi Sensor Iradiasi Matahari ( <i>Pyranometer</i> ) .....	36
Gambar 2.22 Panel AC Combiner .....	38
Gambar 2.23 <i>Fusion Solar</i> Huawei .....	41
Gambar 3.1 Lokasi Penelitian .....	43
Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian .....	44
Gambar 4.1 <i>Single Line Diagram</i> PLTS Atap On-Grid di Kawasan Industri .....	51
Gambar 4.2 Perbandingan Energi <i>Array</i> dan Energi Keluaran <i>Fusion Solar</i> .....	66
Gambar 4.3 Perbandingan Energi <i>Array</i> dan Energi Keluaran Helioscope .....	66
Gambar 4.4 Perbandingan Iradiasi pada <i>Fusion Solar</i> dan Helioscope.....	67
Gambar 4.5 Diagram Perbandingan <i>Yields</i> Pengukuran pada <i>Fusion Solar</i> .....	70
Gambar 4.6 Diagram Perbandingan <i>Yields</i> Pengukuran pada Helioscope.....	71

Gambar 4.7 Diagram Perbandingan Rugi-Rugi Sistem pada <i>Fusion Solar</i> .....	72
Gambar 4.8 Diagram Perbandingan Rugi-Rugi Sistem pada Helioscope.....	73
Gambar 4.9 Diagram Perbandingan Efisiensi Energi pada <i>Fusion Solar</i> .....	75
Gambar 4.10 Diagram Perbandingan Efisiensi Energi pada Helioscope.....	75
Gambar 4.11 Perbandingan <i>Performance Ratio Fusion Solar</i> dan Helioscope .....	77
Gambar 4.12 Perbandingan <i>Capacity Factor Fusion Solar</i> dan Helioscope .....	78
Gambar 4.13 Diagram Perbandingan Iradiasi Matahari Pemeliharaan Mei .....	79
Gambar 4.14 Diagram Perbandingan Iradiasi Matahari Pemeliharaan November .....	80
Gambar 4.15 Diagram Perbandingan Energi Keluaran Pemeliharaan Mei.....	82
Gambar 4.16 Diagram Perbandingan Energi Keluaran Pemeliharaan November.....	83
Gambar 4.17 Diagram Perbandingan Performa Pemeliharaan PLTS Mei.....	84
Gambar 4.18 Diagram Perbandingan Performa Pemeliharaan PLTS November.....	85
Gambar 4.19 Rata-rata Daya Produksi PLTS .....	87
Gambar 4.20 Perbandingan Daya Produksi PLTS Aktual dan <i>Fusion Solar</i> .....	88
Gambar 4.21 Diagram Pengukuran Daya Produksi PLTS Eksisting .....	88



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Datasheet Modul Surya .....	104
Lampiran 2 Datasheet SUN2000-100-KTL M2.....	106
Lampiran 3 Datasheet Huawei Smartlogger 3000A.....	108
Lampiran 4 Datasheet <i>Pyranometer</i> .....	109
Lampiran 5 Datasheet <i>Ambient &amp; Module Temperature Sensor</i> .....	111
Lampiran 6 Datasheet Helioscope.....	115
Lampiran 7 Datasheet <i>Fusion Solar</i> .....	116
Lampiran 8 <i>Single Line Diagram</i> PLTS PLTS Atap On-Grid di Kawasan Industri.....	117

