



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

**ANALISIS PERBANDINGAN PANEL SURYA *P-TYPE*
DENGAN PANEL SURYA *N-TYPE* TERHADAP KELAYAKAN
PLTS ATAP ON-GRID UNTUK PABRIK KARTON
MENGUNAKAN PERANGKAT LUNAK PVSYSY**

LAPORAN TUGAS AKHIR

**JANUAR SAHRUL ARYANTO
41423110054**

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2025**



**ANALISIS PERBANDINGAN PANEL SURYA *P-TYPE*
DENGAN PANEL SURYA *N-TYPE* TERHADAP KELAYAKAN
PLTS ATAP ON-GRID UNTUK PABRIK KARTON
MENGUNAKAN PERANGKAT LUNAK PVSYSY**

LAPORAN TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Strata Satu (S1)

NAMA : JANUAR SAHRUL ARYANTO
NIM : 41423110054
PEMBIMBING : Ir. BUDI YANTO HUSODO, M.Sc.

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2025**

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Januar Sahrul Aryanto
N.I.M : 41423110054
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Tugas Akhir : Analisis Perbandingan Panel Surya *P-Type* dengan Panel Surya *N-Type* Terhadap Kelayakan PLTS Atap On-Grid Untuk Pabrik Karton Menggunakan Perangkat Lunak PVsyst

Telah berhasil dipertahankan pada sidang di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Strata 1 (S1) pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana

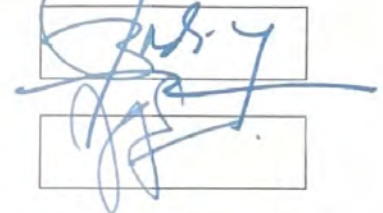
Disahkan oleh:

Pembimbing : Ir. Budi Yanto Husodo, M.Sc.
NUPTK : 1044747648130173

Ketua Penguji : Yudhi Gunardi, ST., MT., Ph.D.
NUPTK : 3162747648130103

Anggota Penguji : Fina Supegina, ST, MT.
NUPTK : 9550758659230172

Tanda Tangan



MERCU BUANA

Jakarta, 01-02-2025

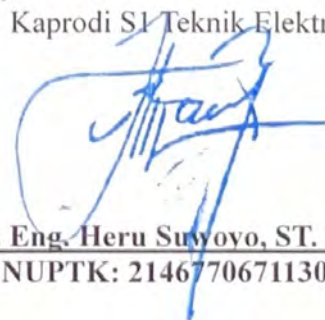
Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik

Kaprodi S1 Teknik Elektro



Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T.
NUPTK: 6639750651230132



Dr. Eng. Heru Suyoyo, ST, M.Sc
NUPTK: 2146770671130403

SURAT KETERANGAN HASIL *SIMILARITY*

Menerangkan bahwa Karya Ilmiah/Laporan Tugas Akhir/Skripsi pada BAB I, BAB II, BAB III, BAB IV dan BAB V atas nama:

Nama : JANUAR SAHRUL ARYANTO
NIM : 41423110054
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Tugas Akhir / Tesis : ANALISIS PERBANDINGAN PANEL SURYA P-TYPE DENGAN PANEL SURYA N-TYPE TERHADAP KELAYAKAN PLTS ATAP ON-GRID UNTUK PABRIK KARTON MENGGUNAAN PERANGKAT LUNAK PVSYST

Telah dilakukan pengecekan *Similarity* menggunakan aplikasi/sistem *Turnitin* pada **Sabtu, 01 Februari 2025** dengan hasil presentase sebesar **9%** dan dinyatakan memenuhi standar sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
Demikian surat keterangan ini dibuat dan digunakan sebagaimana mestinya.

Jakarta, 01 Februari 2025

Administrator Turnitin,

UNIVERSITAS
MERCU BUANA



Saras Nur Pratiha, S.Psi., MM

HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Januar Sahrul Aryanto
N.I.M : 41423110054
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Tugas Akhir : Analisis Perbandingan Panel Surya *P-Type* dengan Panel Surya *N-Type* Terhadap Kelayakan PLTS Atap On-Grid Untuk Pabrik Karton Menggunakan Perangkat Lunak PVsyst

Menyatakan bahwa Laporan Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri dan bukan plagiat, serta semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar. Apabila ternyata ditemukan di dalam Laporan Tugas Akhir saya terdapat unsur plagiat, maka saya siap mendapatkan sanksi akademis yang berlaku di Universitas Mercu Buana.

Jakarta, 01-02-2025



Januar Sahrul Aryanto

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

ABSTRAK

Peningkatan konsumsi listrik di sektor industri, termasuk pabrik karton, mendorong perusahaan untuk mencari solusi efisiensi energi yang berkelanjutan. Salah satu alternatif yang menjanjikan adalah penerapan pembangkit listrik tenaga surya atap (PLTS Atap) untuk memenuhi kebutuhan energi serta mengurangi biaya operasional. Dalam konteks ini, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perbandingan kinerja panel surya *P-Type* dan *N-Type* dalam sistem PLTS atap on-grid yang dirancang khusus untuk pabrik karton. Parameter utama yang dibandingkan meliputi produksi energi, rugi-rugi energi, dan kelayakan investasi. Data teknis dikumpulkan melalui survei lapangan dan dianalisis menggunakan perangkat lunak PVsyst untuk menentukan konfigurasi optimal sistem PLTS di lokasi tersebut.

Hasil simulasi menunjukkan bahwa panel *N-Type* menghasilkan total energi sebesar 545.404 kWh pada tahun pertama, lebih tinggi dibandingkan panel *P-Type* yang menghasilkan 523.286 kWh. Total kerugian energi listrik panel *N-Type* tercatat sebesar 81.841,24 kWh, lebih rendah dibandingkan *P-Type* yang mencapai 98.725,37 kWh. Hal ini mencerminkan efisiensi konversi energi yang lebih baik pada panel *N-Type*, didukung oleh nilai Performance Ratio (PR) sebesar 81,96%, lebih tinggi dibandingkan PR panel *P-Type* yang hanya mencapai 78,5%.

Penelitian ini merekomendasikan penggunaan panel surya *N-Type* dalam proyek PLTS atap di pabrik karton, mengingat keunggulannya dalam efisiensi energi dan performa jangka panjang. Temuan ini diharapkan menjadi referensi bagi pengembangan PLTS atap di skala industri lainnya.

Kata Kunci: PLTS Atap, Panel Surya *N-Type*, Panel Surya *P-Type*, Analisis Ekonomi.

ABSTRACT

The increase in electricity consumption within the industrial sector, including cardboard manufacturing facilities, has prompted companies to seek sustainable energy efficiency solutions. One promising alternative is the implementation of rooftop solar power plants (RSPP) to meet energy demands while reducing operational costs. In this context, the present study aims to analyze the performance comparison between P-Type and N-Type solar panels within an on-grid rooftop solar power system specifically designed for cardboard factories. The primary parameters compared include energy production, energy losses, and investment feasibility. Technical data were collected through field surveys and analyzed using PVsyst software to determine the optimal configuration of the solar power system at the site.

Simulation results indicate that N-Type panels generated a total energy output of 545,404 kWh in the first year, surpassing the P-Type panels, which produced 523,286 kWh. The total electrical energy losses for the N-Type panels were recorded at 81,841.24 kWh, which is lower than the P-Type panels, which reached 98,725.37 kWh. This reflects a superior energy conversion efficiency for the N-Type panels, supported by a Performance Ratio (PR) of 81.96%, which is higher than the PR of the P-Type panels, recorded at only 78.5%.

This study recommends the utilization of N-Type solar panels in rooftop solar power projects within cardboard manufacturing facilities, considering their advantages in energy efficiency and long-term performance. The findings are anticipated to serve as a reference for the development of rooftop solar power systems in other industrial sectors.

Keywords: *Rooftop Solar Power, N-Type Solar Panels, P-Type Solar Panels, Economic Analysis.*

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya kepada kita semua sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul "Analisis Perbandingan Panel Surya *P-Type* dengan Panel Surya *N-Type* Terhadap Kelayakan PLTS Atap On-Grid untuk Pabrik Karton" sebagai salah satu syarat menyelesaikan pendidikan Strata Satu (S1) Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana. Penulis menyadari sepenuhnya bahwa tanpa bantuan dari berbagai pihak, Tugas Akhir ini tidak akan terselesaikan dengan baik. Dalam kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak, di antaranya:

1. Orang tua dan seluruh anggota keluarga yang telah mendukung proses penyelesaian Tugas Akhir ini.
2. Bapak Budi Yanto Husodo, Ir., M.Sc., selaku pembimbing Tugas Akhir yang telah membimbing dan membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
3. Bapak Ahmad Firdausi, S.T., M.T., selaku dosen mata kuliah Metodologi Penelitian yang telah membimbing penulis dan memberikan pelajaran yang bermanfaat dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
4. Bapak dan Ibu dosen Universitas Mercu Buana atas semua ilmu yang telah diberikan kepada penulis.
5. Teman-teman yang telah mendukung proses penyelesaian Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam penyusunan Tugas Akhir ini masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu, sangat diharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun guna perbaikan dan pengembangan di masa yang akan datang. Akhir kata, penulis berharap Laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya dan pembaca pada umumnya.

Jakarta, 31-01-2025

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL.....	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN <i>SIMILARITY</i>	iv
HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI.....	v
ABSTRAK	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Kontribusi Penelitian	4
1.5 Batasan Masalah.....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II LANDASAN TEORI	6
2.1 Studi Literatur	6
2.2 Pembangkit Listrik Tenaga Surya	16
2.2.1 Sistem PLTS <i>On Grid</i>.....	17
2.2.2 Sistem PLTS <i>Off Grid</i>.....	17
2.3 Komponen PLTS.....	18
2.3.1 Panel Surya.....	18
2.3.2 Inverter.....	19
2.3.3 AC <i>Combiner Box</i>.....	20
2.3.4 <i>Irradiance Sensor</i>.....	20
2.4 PVsyst	20
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	26

3.1	Waktu dan Tempat Penelitian	26
3.2	Tahapan Penelitian	26
3.3	Diagram Alir	28
3.4	Pengumpulan Data	29
3.4.1	Atap	29
3.4.2	Potensi Energi Matahari.....	30
3.4.3	Konsumsi Listrik.....	31
3.5	Layout Panel Surya.....	33
3.5.1	Layout Panel Surya <i>N-Type</i>	34
3.5.2	Layout Panel Surya <i>P-Type</i>	35
3.6	Konfigurasi Inverter dan String.....	36
3.6.1	Konfigurasi String Panel Surya <i>N-Type</i>	37
3.6.2	Konfigurasi String Panel Surya <i>P-Type</i>	41
3.7	Pengaturan Sistem PLTS pada PVsyst	44
3.7.1	Lokasi dan Data Meteorologi	44
3.7.2	Sudut Kemiringan dan <i>Azimuth</i>	45
3.7.3	Pengaturan Jumlah Panel surya dan Inverter	46
3.7.4	<i>Near Shading</i>	46
3.7.5	Evaluasi Ekonomi Sistem Panel Surya.....	47
BAB IV	49
UNIVERSITAS		
MERCU BUANA		
HASIL DAN PEMBAHASAN.....		
3.1	Kapasitas PLTS.....	49
3.2	Produksi PLTS	50
3.3	Rugi-rugi Energi.....	54
3.3.1	Kerugian pada Iradiasi.....	54
3.3.2	Kerugian pada Energi Listrik.....	58
3.4	<i>Performance Ratio</i>	65
3.5	Analisis Ekonomi	67
3.5.1	Biaya Investasi Awal (Capex)	67
3.5.2	Biaya Operasional (Opex)	68
3.5.3	Perbandingan Kinerja Finansial <i>P-Type</i> dan <i>N-type</i>	69
BAB V	71
KESIMPULAN DAN SARAN		
5.1	Kesimpulan	71

5.2	Saran.....	72
DAFTAR PUSTAKA		73
LAMPIRAN		78



DAFTAR GAMBAR

GAMBAR 2.1. PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA ATAP.....	16
GAMBAR 2.2. SISTEM PLTS ON GRID	17
GAMBAR 2.3. INVERTER ON GRID	19
GAMBAR 2.4. TAMPILAN UTAMA PVSYST	21
GAMBAR 2.5. TAMPILAN DATABASE PVSYST.....	22
GAMBAR 3.1. DIAGRAM ALIR PENELITIAN	28
GAMBAR 3.2. GAMBAR RANGKA ATAP.....	30
GAMBAR 3.3. LAYOUT PANEL SURYA N-TYPE.....	35
GAMBAR 3.4. LAYOUT PANEL SURYA P-TYPE	36
GAMBAR 3.5. KONFIGURASI STRING PANEL SURYA N-TYPE.....	39
GAMBAR 3.6. KONFIGURASI STRING PANEL SURYA P-TYPE	42
GAMBAR 3.7. DATA METEOROLOGI.....	44
GAMBAR 3.8. SUDUT KEMIRINGAN DAN AZIMUTH	45
GAMBAR 3.9. TAMPILAN SUBMENU SYSTEM	46
GAMBAR 3.10. TAMPILAN 3D PADA SUBMENU NEAR SHADING.....	47
GAMBAR 3.11. TAMPILAN SUBMENU ECONOMIC EVALUATION.....	48

DAFTAR TABEL

TABEL 2.1. PERBANDINGAN PENELITIAN SEBELUMNYA	10
TABEL 3.1. POTENSI ENERGI MATAHARI.....	31
TABEL 3.2. DATA BEBAN HARIAN	32
TABEL 3.3. DATA BEBAN BULANAN.....	33
TABEL 3.4. SPESIFIKASI INVERTER HUAWEI SUN2000-100KTL M2	37
TABEL 3.5. SPESIFIKASI PANEL SURYA N-TYPE	38
TABEL 3.6. DAFTAR PANJANG KABEL PANEL SURYA N-TYPE	40
TABEL 3.7. SPESIFIKASI PANEL SURYA P-TYPE.....	41
TABEL 3.8. DAFTAR PANJANG KABEL PANEL SURYA P-TYPE.....	43
TABEL 4.1. PRODUKSI LISTRIK BULANAN PLTS.....	50
TABEL 4.2. PRODUKSI LISTRIK TAHUNAN PLTS	52
TABEL 4.3. PERBANDINGAN MAKSIMAL PRODUKSI LISTRIK DENGAN KONSUMSI	53
TABEL 4.4. GLOBAL INCIDENT COLLECTOR PLANT (GLOBINC)	55
TABEL 4.5. KERUGIAN PADA IRADIASI PLTS P-TYPE DAN N-TYPE	58
TABEL 4.6. TOTAL NILAI PENYUSUTAN KWH KARENA KENAIKAN SUHU	59
TABEL 4.7. KERUGIAN AKIBAT LID	60
TABEL 4.8. OHMIC WIRING LOSS	61
TABEL 4.9. MODULE ARRAY MISMATCH LOSS	62
TABEL 4.10. INVERTER LOSS	63
TABEL 4.11. KERUGIAN AKIBAT RESISTANSI KABEL AC.....	64
TABEL 4.12. TOTAL KERUGIAN ENERGI LISTRIK	65
TABEL 4.13. PERFORMANCE RATIO PANEL SURYA P-TYPE DAN N-TYPE	66
TABEL 4.14. BIAYA INVESTASI AWAL	68
TABEL 4.15. BIAYA OPERASIONAL TAHUNAN (WALKER ET AL., 2020).....	69
TABEL 4.16. PERBANDINGAN ANALISIS FINANSIAL P-TYPE DAN N-TYPE	70

UNIVERSITAS
MERCU BUANA