

**EVALUASI KINERJA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS)
ROOF-TOP ON-GRID 40kW_p di KANTOR DINAS DPMPTSP PROVINSI
JAWA BARAT**

TESIS

Oleh:

ANDRI NURDIYANSAH

2105190014



**PROGRAM PASCASARJANA
MAGISTER TEKNIK ELEKTRO
UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA
JAKARTA
2024**

**EVALUASI KINERJA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS)
ROOF-TOP ON-GRID 40kW_p di KANTOR DINAS DPMPTSP PROVINSI
JAWA BARAT**

TESIS

Diajukan untuk memenuhi persyaratan akademik guna memperoleh gelar Magister Teknik
Elektro (MT) Pada Program Studi Magister Teknik Elektro, Program Pascasarjana,
Universitas Kristen Indonesia

Oleh:

ANDRI NURDIYANSAH

2105190014



**PROGRAM PASCASARJANA
MAGISTER TEKNIK ELEKTRO
UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA
JAKARTA
2024**



UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA PROGRAM PASCASARJANA

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Andri Nurdiyansah

NIM : 2105190014

Program Studi : Magister Teknik Elektro

Fakultas : Program Pascasarjana

Dengan ini menyatakan bahwa karya tulis tugas akhir yang ber judul “EVALUASI KINERJA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA ROOF-TOP ON GRID 40kWp DI KANTOR DINAS DPMPSTP PROVINSI JAWA BARAT” adalah :

1. Dibuat dan diselesaikan sendiri dengan menggunakan hasil kuliah, tinjauan lapangan, buku-buku dan jurnal acuan yang tertera di dalam referensi pada karya tugas akhir saya.
2. Bukan merupakan duplikasi karya tulis yang sudah dipublikasikan atau yang pernah dipakai untuk mendapatkan gelar magister di Universitas lain, kecuali pada bagian-bagian sumber informasi yang dicatumkan dengan cara referensi yang semestinya.
3. Bukan merupakan karya terjemahan dari Kumpulan buku atau jurnal acuan yang tertera di dalam referensi pada tugas.

Kalau terbukti saya tidak memenuhi apa yang dinyatakan di atas, maka karya tugas akhir ini dianggap batal.

Jakarta, 5 Oktober 2024



ANDRI NURDIYANSAH



**UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA
PROGRAM PASCASARJANA**

PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING TUGAS AKHIR

**EVALUASI KINERJA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA ROOF-
TOP ON GRID 40kWp DI DINAS DPMPTSP PROVINSI JAWA BARAT**

Oleh :

Nama : Andri Nurdiyansah
NIM : 2105190014
Program Studi : Magister Teknik Elektro
Peminatan : Energi Terbarukan

telah diperiksa dan disetujui untuk diajukan dan dipertahankan dalam sidang tesis guna mencapai gelar Magister Teknik Program Studi Magister Teknik Elektro Fakultas Program Pascasarjana Universitas Kristen Indonesia

Jakarta, 05 Oktober 2024

Menyetujui,

Pembimbing I,

(Prof. Dr. Eng. Ir. Charles O.P Marpaung,
MS., IPU., ASEAN Eng)
NIDN: 0012036102

Pembimbing II,

(Dr. Rismen Sinambela, ST., MT., IPM)
NIDN: 0317116903

Ketua Program Studi,

(Drs. Leonard Lisapaly, MSi, PhD)

Direktur Program Pascasarjana

Prof. Dr. dr. Bernadetha Nadeak, M.Pd.,PA



UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA PROGRAM PASCASARJANA

PERSETUJUAN TIM PENGUJI TUGAS AKHIR

Pada 05 Oktober 2024 telah diselenggarakan Sidang Tesis untuk memenuhi Sebagian persyaratan akademik guna memperoleh gelar Magister Teknik pada Program Studi Magister Teknik Elektro, Fakultas Program Pascasarjana, Universitas Kristen Indonesia, atas nama :

Nama : Andri Nurdiansah
NPM : 2105190014
Program Studi : Magister Teknik Elektro
Fakultas : Program Pascasarjana

termasuk ujian Tugas Akhir yang berjudul “EVALUASI KINERJA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA ROOF-TOP ON GRID 40kWp DI KANTOR DINAS DPMPTSP PROVINSI JAWA BARAT”, oleh tim penguji yang terdiri dari :

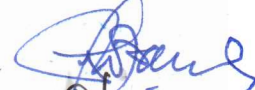
Nama Penguji

Jabatan dalam tim Penguji

Tanda Tangan

Drs. Leonard Lisapaly, MSi, PhD

Ketua Sidang

()

Prof. Dr. Eng. Ir. Charles O.P Marpaung, MS., IPU., ASEAN Eng

Anggota

()

Dr. Rismen Sinambela, ST., MT., IPM

Anggota

()

Jakarta, 5 Oktober 2024



UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA PROGRAM PASCASARJANA

PERNYATAAN DAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR

Saya bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Andri Nurdiyansah
NIM : 2105190014
Fakultas : Program Pascasarjana
Program Studi : Magister Teknik Elektro
Jenis Tugas Akhir : Tesis
Judul : EVALUASI KINERJA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA
ROOF-TOP ON GRID 40kWp DI KANTOR DINAS DPMPTSP
PROVINSI JAWA BARAT

Menyatakan bahwa :

1. Tugas Akhir tersebut adalah benar karya saya dengan arahan dari Dosen Pembimbing dan bukan merupakan diaplikasi karya tulis yang sudah dipublikasikan atau yang pernah dipakai untuk mendapatkan gelar akademik di perguruan tinggi manapun;
2. Tugas Akhir tersebut bukan merupakan plagiat dari hasil karya pihak lain, dan apabila saya/kami mengutip dari karya orang lain maka akan dicatumkan sebagai referensi sesuai dengan ketentuan yang berlaku;
3. Saya memberikan Hak Noneksekutif Tanpa Royalti kepada Universitas Kristen Indonesia yang berhak menyimpan, mengalih media/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilih hak cipta.

Apabila di kemudian hari ditemukan pelanggaran Hak Cipta dan Kekayaan Intelektual atau Peraturan Perundang-undangan Republik Indonesia lainnya dan integritas akademik dalam karya saya tersebut, maka saya bersedia menanggung secara pribadi segala bentuk tuntutan hukum dan sanksi akademis yang timbul serta membebaskan Universitas Kristen Indonesia dari segala tuntutan hukum yang berlaku.



Jakarta, 5 Oktober 2024

Andri Nurdiyansah

KATA PENGANTAR

Puji Syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat, kasih dan karunia-Nya maka penulis dapat menyelesaikan Tesis dengan Judul “Evaluasi Kinerja Pembangkit Listrik Tenaga Surya Roof-Top On Grid 40kWp di Kantor Dinas DPMPSTSP Provinsi Jawa Barat”.

Penelitian ini dibuat dan disusun sebagai tugas akhir penulis, serta sebagai syarat yang harus dipenuhi guna menempuh Sidang Ujian Sarjana serta untuk mendapatkan gelar Sarjana Magister Teknik Elektro (MT.) pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Indonesia.

Dalam penyusunan Tesis ini, penulis juga menyadari tidak sedikit kendala dan halangan yang dihadapi penulis. Penulis juga menyadari bahwa Tesis ini masih jauh dari kata sempurna dan masih terdapat kekurangan yang disebabkan keterbatasan kemampuan yang dimiliki oleh Penulis. Namun berkat dan kontribusi dari berbagai pihak maka penulisan dan penyusunan Tesis ini dapat terselesaikan dengan baik dan tepat pada waktunya.

Selama belajar di program studi Magister Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Indonesia, penulis mendapat banyak ilmu dan Pelajaran yang bermanfaat bagi kehidupan serta wawasan penulis, serta semangat oleh orang-orang disekitar penulis.

Pada kesempatan ini dengan segala kerendahan dan ketulusan hati, penulis ingin mengucapkan rasa terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Orang tua tercinta : Bapak/Ibu Yang sudah sangat sabar memberikan dukungan secara moril, materi maupun spiritual agar penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik dan lancar. Tidak lupa juga untuk saudara/saudari yang selalu memberikan dukungan dan memenuhi segala kebutuhan penulis dalam menyelesaikan Tesis ini.
2. Keluargaku untuk Istri Tercinta Kinkin Karimah Nursyabani, Putriku Queena Rafa Fadliah, dan Putraku Qeeandra Bagja Alfatih (Kakang) yang sudah sabar dan selalu support dalam menyelesaikan Tesis ini.
3. Dr. Dhaniswara K. Hardjono, S.H., M.H., M.B.A., selaku Rektor Universitas Kristen Indonesia.
4. Prof. Dr. dr. Bernadetha Nadeak, M.Pd.,PA, Selaku Direktur Pascasarjana Universitas Kristen Indonesia.
5. Drs. Leonard Lisapaly, MSi. PhD. selaku Ketua Program Magister Teknik Elektro Universitas Kristen Indonesia. sekaligus Dosen Penasehat Akademik yang selalu mendukung dan memberikan arahan, masukan, motivasi serta semangat bagi penulis dalam menyelesaikan Tesis ini.
6. Prof. Dr. Eng., Ir, Charles OP Marpaung, MS., IPU., ASEAN Eng selaku Dosen Pembimbing Tesis yang selalu memberikan waktu, nasihat dan dukungan dalam membimbing penulis menyelesaikan Tesis ini.
7. Dr. Rismen Sinambela, ST., MT., IPM selaku Dosen Pengampuh Seminar yang telah sabar dalam membimbing dan memberikan dukungan sehingga penulis dapat sampai ke tahap ini.

8. Seluruh Dosen Program Studi Magister Teknik Elektro dan Seluruh staf Fakultas Teknik memberikan dukungan dan bantuan dalam proses penulisan Tesis ini. Tanpa bantuan para beliau penulis tidak bisa menyelesaikan Tesis ini dengan baik, semoga ilmu dan pengalaman yang diberikan dapat didedikasikan untuk kesuksesan penulis di hari-hari yang akan datang.
9. Keluarga besar Senat Mahasiswa Fakultas Teknik, Universitas Kristen Indonesia, terimakasih atas dukungan dan kebersamaannya.
10. Teman-teman Mahasiswa Magister Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Indonesia. Khususnya teman-teman seangkatan untuk setiap kenangan, kebersamaan dan pengalaman yang telah dilalui bersama-sama selama ini, serta selalu mendukung satu sama lain.
11. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan Tesis ini.

Kiranya penelitian ini dapat bermanfaat, serta memberikan ilmu yang baru dan lebih lagi bagi pembaca. Akhir kata, dengan segala rasa Syukur penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak. Tuhan memberkati.

Jakarta, 05 Oktober 2024

Andri Nurdiyansah

DAFTAR ISI

PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING TUGAS AKHIR	ii
PERSETUJUAN TIM PENGUJI TUGAS AKHIR.....	iii
PERNYATAAN DAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR.....	iv
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR SINGKATAN	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
ABSTRAK.....	xv
ABSTRAC.....	xvi
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Identifikasi Masalah	3
1.4 Pembatasan Masalah	3
1.5 Tujuan Penelitian.....	4
1.6 Manfaat Penelitian.....	4
1.7 Ruang Lingkup Penelitian.....	5
1.8 Sistematika Penulisan.....	5
BAB II.....	7
TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Tinjauan Pustaka	7
2.2 Potensi Energi Tenaga Surya.....	7
2.2.1 Potensi Energi Baru dan Energi Terbarukan.....	7
2.2.2 Estimasi Hasil Perhitungan Energi Matahari (PV-Out)	9
2.2.3 Konsumsi Energi Listrik Nasional	10
2.2.4 Radiasi Energi Matahari	12
2.2.5 Aplikasi Radiasi Matahari dalam Teknologi Energi	13
2.3 Panel Surya (<i>Photovoltaic</i>).....	14
2.3.1 Jenis Panel Surya	16

2.3.2 Efisiensi Panel Surya	17
2.4 Inverter	20
2.4.1 Jenis-jenis PV Inverter.....	20
2.4.2 Teknologi dan Inovasi dalam PV Inverter	22
2.4.3 Peran PV Inverter dalam Integrasi Jaringan	22
2.4.4 MPPT (Maximum Power Point Tracker).....	23
2.4.5 PV DC Combiner.....	24
2.4.6 Panel AC Combiner	24
2.4.7 Kabel PV.....	25
2.5 Aplikasi PV-Sys.....	26
2.6 IEC (International Electrotechnical Commission)	27
2.6.1. IEC- 61724	28
2.7 Pengujian Kinerja PLTS on-grid.....	29
BAB III	38
METODOLOGI PENELITIAN.....	38
3.1 Jenis Penelitian.....	38
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian.....	38
3.3 Gambaran Umum Lokasi	38
3.4 Kondisi Atap	44
3.4 Spesifikasi Teknis.....	45
3.4.1 Panel Surya.....	46
3.4.2. Inverter.....	48
3.5 Prosedur Penelitian.....	51
3.6 Teknik Pengumpulan Data	52
3.7 Teknik Analisis Data	53
3.7.1 <i>Yield</i>	53
3.7.2 <i>Performance Ratio</i>	54
3.7.3 Capacity Utility Factor	55
3.7.4 System Efficiency.....	55
3.7.5 <i>Economic Analysis</i>	56
3.7.6 <i>Environmental Analysis</i>	57
3.7.7 Metode Analisa Degradasi PV	57
3.7.8 <i>Life Cycle Assessment (LCA)</i>	58
3.8 Pengujian Teknis PLTS dalam hasil simulasi Aplikasi PVsys.	59
3.8.1 General Parameter	59

3.8.2 Konfigurasi PV dan Inverter.....	60
3.8.3 Hasil Pengujian.....	61
3.8.4 Loss Diagram.....	62
BAB IV	63
HASIL PENGUJIAN DAN ANALISA	63
4.1 <i>Yield</i> Analysis	63
4.2 Performa Rasio	64
4.2.1 Pengujian Performa Rasio Pada Inverter 1	67
4.2.2 Pengujian Performa Rasio Pada Inverter 2	68
4.3 Capacity Utility Factor	71
4.4 System Efisiensi	72
4.5 Analisa Ekonomi	73
4.6 Analisa Lingkungan (Environmental Analysis).....	75
4.7 Hasil Analisa Degradasi	75
4.8 Hasil Analisa Emisi yang dihasilkan dari PLTS.....	75
4.9 Komparatif Performa Parameter di beberapa PLTS.....	75
BAB V	77
KESIMPULAN DAN REKOMENDASI.....	77
5.1 KESIMPULAN.....	77
5.2 SARAN DAN REKOMENDASI	78
5.3 IMPLIKASI PENELITIAN	79
DAFTAR PUSTAKA.....	80
LAMPIRAN.....	87

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Potensi Energi Terbarukan	8
Tabel 3.1. Lokasi Rencana PLTS Rooftop Provinsi Jawa Barat.....	39
Tabel 3.2. Data Hasil Survei Lingkungan Dinas PMPTSP Provinsi Jawa Barat Tahun 2023	41
Tabel 3.3. Data Hasil Survei Kelistrikan Dinas PMPTSP Provinsi Jawa Barat Tahun 2023...	41
Tabel.3.4 Tagihan PLN untuk Pemakaian Bulanan	43
Tabel 3.5. Data Hasil Survei Bangunan Di Dinas PMPTSP Provinsi Jawa Barat.....	44
Tabel 3.6 Spesifikasi Panel Surya.....	47
Tabel 3.7 Spesifikasi Inverter	48
Tabel. 3.9. Balance dan Hasil Pengujian.....	61
Tabel. 4.1. Hasil Energi PLTS selama 1 tahun.....	63
Tabel. 4.2. Daftar Yield Factor.....	65
Tabel. 4.3 Performa Rasio Inverter 1	67
Tabel. 4.4 Performa Rasio Inverter 2	69
Tabel4.5 Performa Rasio Sistem PLTS.....	70
Tabel 4.6. Tabel Capacity Utility Factor.....	72

DAFTAR GAMBAR

Gambar.2.1. Kapasitas Terpasang Pembangkit Listrik per Jenis Energi Tahun 2018.....	9
Gambar 2.2. Global Solar Atlas	10
Gambar2.3. Permintaan Energi Listrik Nasional per Sektor	11
Gambar 2.4. Konsep kerja sell surya	12
Gambar 2.5. Panel Sel Surya	13
Gambar 2.6. Cara kerja sel surya dengan prinsip p-n junction.....	15
Gambar 2.7. Panel Surya Monokristalin dan Polikristalin	17
Gambar 2.8. Kurva I-V Karakteristik arus & tegangan	19
Gambar 2.9. PV Inverter	20
Gambar 2.10. DC Combiner	24
Gambar 2.11. Panel AC Combiner.....	25
Gambar.2.12. Kabel PV	26
Gambar.2.13 . Aplikasi PV-Sys.....	27
Gambar.2.14. grafik Performa Ratio di beberapa Negara.....	31
Gambar.2.15. Grafik LCOE by Source.....	33
Gambar.3.1 Peta Kota Bandung.....	39
Gambar 3.2. Peta Lokasi Kantor Dinas PMPTSP Provinsi Jawa Barat.....	40
Gambar.3.3 Grafik Tagihan Bulanan PLN dari Tahun 2023-2024	42
Gambar 3.4. Diagram Sistem PLTS on-grid 40kWp	45
Gambar 3.5. Tampak Susunan Panel Surya	46
Gambar 3.6. Susunan PV <i>Array</i>	46
Gambar 3.7. Diagram Sistem DC Combiner	48
Gambar.3.8 Survey Peralatan Pembangkit.....	50
Gambar 3.9 . Single Line Diagram Inverter dengan Panel AC Combiner.....	51
Gambar 3.10. Diagram Alir Prosedur Penelitian	52
Gambar 3.11. Monitoring Energi dari Sistem RMS	53
Gambar. 3.12 Parameter Informasi Umum untuk Lokasi PLTS	59
Gambar 3.13. Konfigurasi PV array dan Inverter.....	60
Gambar. 3.14 Hasil Pengujian PLTS	61
Gambar. 3.15 Loss Diagram	62
Gambar. 4.1. Grafik Energi Bulana dari PLTS	64
Gambar.4.2. Grafik <i>Yield Factor</i>	65
Gambar.4.3. Grafik <i>Yield References</i>	66

Gambar 4.4. Grafik Performa Rasio untuk Inverter 1	67
Gambar 4.5. Grafik Performa Rasio untuk Inverter 2	68
Gambar. 4.6. Grafik Performa Rasio Sistem PLTS <i>on-grid</i>	70
Gambar 4.7. Capacity Utility Factor.....	71
Gambar. 4.8. Grafik World Bank Energy, IRENA dan Lazard (2021),	74



DAFTAR SINGKATAN

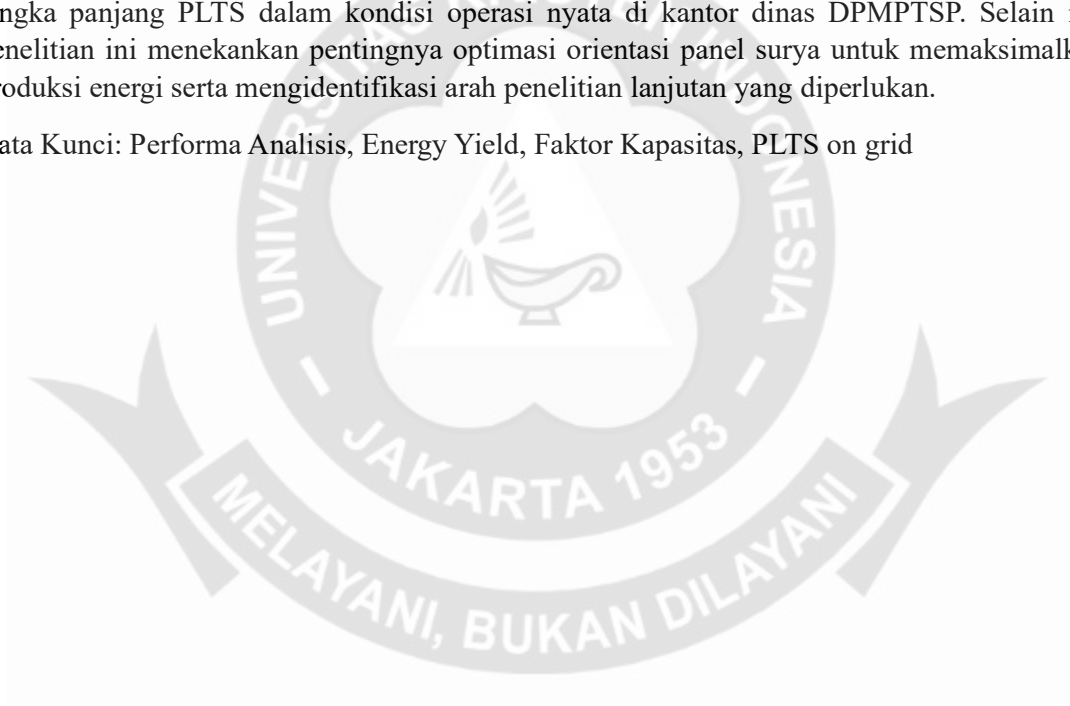
CUF	: <i>Capacity Utility Factor</i>
IEC	: <i>International Electrotechnics Commission</i>
LCOE	: <i>Levelized Cost of Energy</i>
LCA	: <i>Life Cycle Assessment</i>
MPPT	: <i>Maximum Power Point Tracker</i>
PR	: <i>performance Ratio</i>
PV	: <i>Photovoltaic</i>
STC	: <i>Standard Test Condition</i>
YR	: <i>Yield Reference</i>
YF	: <i>Yield Factor</i>



ABSTRAK

Evaluasi PLTS dengan kapasitas 40kWp yang dipasang di kantor dinas DPMPTS Provinsi Jawa Barat telah beroperasi selama satu tahun, dengan beberapa parameter kinerja seperti *yf* (*field factor*), *cuf* (*Capacity utility factor*), *pf* (*performance ratio*), sistem efisiensi, Analisa ekonomi Analisa lingkungan dan factor degradasi sistem plts. Metode dalam perhitungan menggunakan sumber referensi IEC 61724, serta simulasi menggunakan aplikasi PVsys sebagai pembanding. Dari hasil pengujian sistem plts on grid ini mampu menghasilkan 48037 kWh/tahun, dan setiap kWp mampu menghasilkan 1200,9 kWh/tahun. Dengan yield referensi 1881,6 kWh/ m², maka performa rasio yang dihasilkan 63.83 %. Sedangkan kapasitas utility factor mencapai 13, 67% , dan sistem efisiensinya 12, 2%. LCOE pada sistem PLTS on grid ini mempunyai nilai Rp.977,80/kWh. Dan Analisa lingkungan mampu mengurangi CO₂ sebesar 43,23 ton ekivalen. Dan Tingkat degradasi sebesar 0,5% setiap tahun untuk asumsi umur PLTS ini sebesar 25 tahun maka akan mengalami degradasi sebesar 88.25% dari kapasitas awalnya. Perhitungan ini menunjukkan bahwa panel surya tetap efektif meskipun mengalami penurunan produksi secara bertahap setiap tahunnya. Evaluasi kinerja pada PLTS on grid ini menunjukkan bahwa produksi energi mampu menunjukkan kinerja yang baik secara minimum maupun optimum disetiap bulannya. Temuan penelitian ini memberikan wawasan mengenai kinerja jangka panjang PLTS dalam kondisi operasi nyata di kantor dinas DPMPTSP. Selain itu, penelitian ini menekankan pentingnya optimasi orientasi panel surya untuk memaksimalkan produksi energi serta mengidentifikasi arah penelitian lanjutan yang diperlukan.

Kata Kunci: Performa Analisis, Energy Yield, Faktor Kapasitas, PLTS on grid



ABSTRACT

The evaluation of a 40 kWp solar photovoltaic (PV) system installed at the DPMPTS office in West Java Province has been conducted over one year, analyzing various performance parameters, including field factor (Yf), capacity utilization factor (CUF), performance ratio (PR), system efficiency, economic analysis, environmental analysis, and system degradation factor. The calculation methodology follows the IEC 61724 standard, with PVsyst simulations used for comparison. The results indicate that the grid-connected PV system generated 48,037 kWh per year, with each kWp producing 1,200.9 kWh annually. Given a reference yield of 1,881.6 kWh/m², the system achieved a performance ratio of 63.83%. The capacity utilization factor was recorded at 13.67%, while system efficiency reached 12.2%. The Levelized Cost of Electricity (LCOE) for this grid-connected PV system was calculated at IDR 977.80/kWh. Additionally, the environmental analysis demonstrated a CO₂ reduction equivalent to 43.23 tons per year. The system degradation rate was estimated at 0.5% per year. Assuming a 25-year lifespan, the total degradation would reach approximately 88.25% of its initial capacity. These findings indicate that solar panels remain effective despite a gradual decline in energy production over time. The performance evaluation further reveals that the system consistently delivers energy production within both minimum and optimum performance levels each month. This study provides valuable insights into the long-term performance of grid-connected PV systems under real operational conditions at the DPMPTS office. Furthermore, the research highlights the importance of optimizing solar panel orientation to maximize energy generation and identifies potential areas for further research.

Keywords: Performance Analysis, Energy Yield, Capacity Factor, Grid-Connected PV System.