

# LAPORAN TUGAS AKHIR

## UJI PRESTASI *SMART MICROGRID* PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA *ON-GRID* KAPASITAS 3 kWP

Diajukan sebagai Syarat Kelulusan Mencapai Gelar Sarjana Teknik  
pada Program Strata Satu (S1) Program Studi Teknik Mesin  
Universitas Darma Persada.



Disusun oleh:

**Fadilla Hanifan Qolby**

**NIM: 2019250040**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS DARMA PERSADA JAKARTA  
TAHUN 2025**

## LEMBAR PERSETUJUAN

Laporan Tugas Akhir dengan Judul:

UJI PRESTASI *SMART MICROGRID* PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA  
*ON-GRID* KAPASITAS 3 kWP

Telah disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir untuk dipertahankan di depan  
Dewan Penguji sebagai salah satu syarat untuk memperoleh  
gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Mesin  
Universitas Darma Persada, pada:

Hari : Jumat

Tanggal : 26 Juli 2024

Disusun Oleh:

Nama : Fadilla Hanifan Qolby

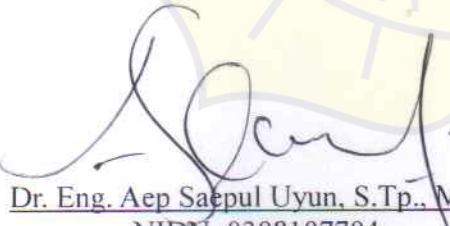
NIM : 2019250040

Program Studi : Teknik Mesin

Menyetujui,

Dosen Pembimbing Tugas Akhir

Mahasiswa

  
Dr. Eng. Aep Saepul Uyun, S.Tp., M.Eng.  
NIDN: 0308107704

  
Fadilla Hanifan Qolby

## LEMBAR PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir dengan Judul:

UJI PRESTASI *SMART MICROGRID* PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA  
*ON-GRID* KAPASITAS 3 kWP

Telah disidangkan pada tanggal 26 Juli 2024 dihadapan Dewan Penguji dan dinyatakan Lulus sebagai Sarjana Teknik Mesin Program Strata Satu (S1) Program Studi Teknik Mesin

Nama : Fadilla Hanifan Qolby

NIM : 2019250040

Program Studi : Teknik Mesin

Mengesahkan,

Dosen Penguji I

Dr. Ir. Erwin, S.T., M.T.  
NIDN: 0430107902

Dosen Penguji II

Dr. Juan Pratama, S.T., M.Eng.  
NIDN: 0330119002

Dosen Penguji III

Didik Sugiyanto, S.T., M.Eng.  
NIDN: 0625098201

Dosen Penguji IV

Dr. Eng. Aep Saepul Uyun, S.Tp., M.Eng.  
NIDN: 0308107704

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Mesin

Didik Sugiyanto, S.T., M.Eng.  
NIDN: 0625098201

## LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Fadilla Hanifan Qolby

NIM : 2019250040

Program Studi : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Judul Tugas Akhir : Uji Prestasi *Smart Microgrid* Pembangkit Listrik Tenaga Surya *On-Grid* Kapasitas 3 kWp

Menyatakan bahwa Tugas Akhir ini saya susun sendiri berdasarkan hasil penelitian, bimbingan dan panduan dari buku-buku referensi yang terkait tema Tugas Akhir ini dengan menuliskan citasinya. Selanjutnya laporan Tugas ini bebas dari Plagiasi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya dan bertanggungjawab atas semua yang ditulis dalam laporan Tugas Akhir ini.

Jakarta, 26 Juli 2024

Penulis



Fadilla Hanifan Qolby  
NIM: 2019250040

## KATA PENGANTAR

Assalamualaikum, Wr.Wb.

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, karena hanya dengan rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan penelitian ini tepat pada waktunya. Tugas Akhir ini disusun dalam rangka melengkapi salah satu persyaratan untuk menyelesaikan program pendidikan sarjana teknik mesin universitas darma persada.

Dalam pembuatan tugas akhir ini, tidak mungkin akan terwujud tanpa bantuan dan dorongan serta semangat dari berbagai pihak baik di awal penyusunan hingga akhir dari tersusunnya skripsi ini. Oleh karena itu pada kesempatan penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan kesehatan, kemudahan dan kelancaran sehingga peneliti dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik.
2. Orang tua tercinta bapak dan ibu yang telah mendidik dan membesarkan saya sampai saat ini, serta kedua kakak dan pasangan saya Azaria Rizka Nuranda yang selalu mendukung dan memberikan do'a sehingga peneliti mampu melangkah dan menyelesaikan penelitian ini.
3. Ketua jurusan Teknik Mesin Bapak Didik Sugiyanto, S.T., M.Eng.
4. Dosen pembimbing Bapak Dr. Eng. Aep Saepul Uyun, S.Tp., M.Eng. yang telah sabar membimbing saya dalam penyusunan Tugas Akhir.

5. Pembimbing akademik Didik Sugiyanto, S.T., M.Eng. yang telah membimbing saya dalam bidang akademik selama perkuliahan.
6. Dosen-dosen Teknik Mesin Universitas Darma Persada yang telah memberikan ilmu yang sangat bermanfaat kepada saya.
7. Dan kepada seluruh pihak yang telah membantu saya, saya mengucapkan terima kasih.

Memang tidak ada hasil yang sempurna akan tetapi pasti selalu ada hasil yang lebih baik. Penulis menyadari bahwa dalam Tugas Akhir ini memiliki keterbatasan. Walau demikian penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat dalam mengatasi permasalahan. Akhir kata penulis berdoa semoga kita semua dalam lindungan, petunjuk serta mendapat ridho dari Allah SWT, Aamin.

Wassalamualaikum, Wr.Wb

Jakarta, 26 Juli 2024



(Fadilla Hanifan Qolby)

## ABSTRAK

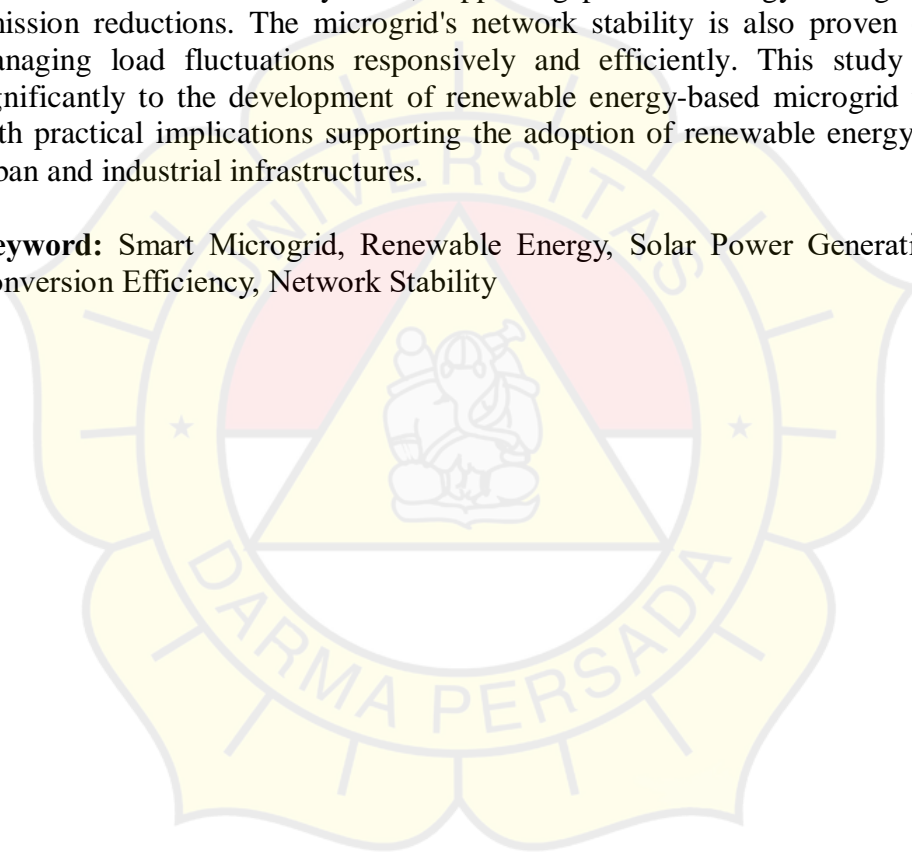
Penelitian ini membahas uji prestasi sebuah smart microgrid menggunakan pembangkit listrik tenaga surya on-grid dengan kapasitas 3 kWp di Laboratorium Pasca Sarjana Universitas Darma Persada. Tujuan utama penelitian adalah untuk mengevaluasi kemampuan sistem dalam menghasilkan dan mengintegrasikan energi listrik dari sumber terbarukan dengan jaringan listrik utama. Metodologi penelitian meliputi pengukuran efisiensi konversi energi, stabilitas jaringan, dan respons terhadap fluktuasi beban. Hasil pengujian menunjukkan bahwa smart microgrid ini mampu menghasilkan daya listrik secara stabil dan dapat diintegrasikan dengan baik dengan jaringan listrik yang ada. Efisiensi konversi energi dari tenaga surya ke daya listrik tercatat pada tingkat yang memuaskan, mendukung potensi penghematan energi dan pengurangan emisi karbon. Stabilitas jaringan microgrid juga terbukti baik dengan kemampuannya dalam mengelola fluktuasi beban secara efektif dan responsif. Penelitian ini memberikan kontribusi penting dalam pengembangan teknologi microgrid berbasis energi terbarukan, dengan implikasi praktis yang mendukung penerapan sistem energi terbarukan dalam infrastruktur perkotaan dan industri.

**Kata kunci:** *Smart Microgrid*, Energi Terbarukan, Pembangkit Listrik Tenaga Surya, Efisiensi Konversi Energi, Stabilitas Jaringan

## ABSTRACT

This research examines the performance testing of a smart microgrid utilizing a 3 kWp on-grid solar power generator at the Postgraduate Laboratory of Universitas Darma Persada. The primary objective is to evaluate the system's capability in generating and integrating electricity from renewable sources with the main grid. The research methodology includes measurements of energy conversion efficiency, network stability, and response to load fluctuations. The results indicate that the smart microgrid successfully produces stable electricity and integrates effectively with the existing grid. The energy conversion efficiency from solar energy to electrical power is recorded at a satisfactory level, supporting potential energy savings and carbon emission reductions. The microgrid's network stability is also proven effective in managing load fluctuations responsively and efficiently. This study contributes significantly to the development of renewable energy-based microgrid technology, with practical implications supporting the adoption of renewable energy systems in urban and industrial infrastructures.

**Keyword:** Smart Microgrid, Renewable Energy, Solar Power Generation, Energy Conversion Efficiency, Network Stability

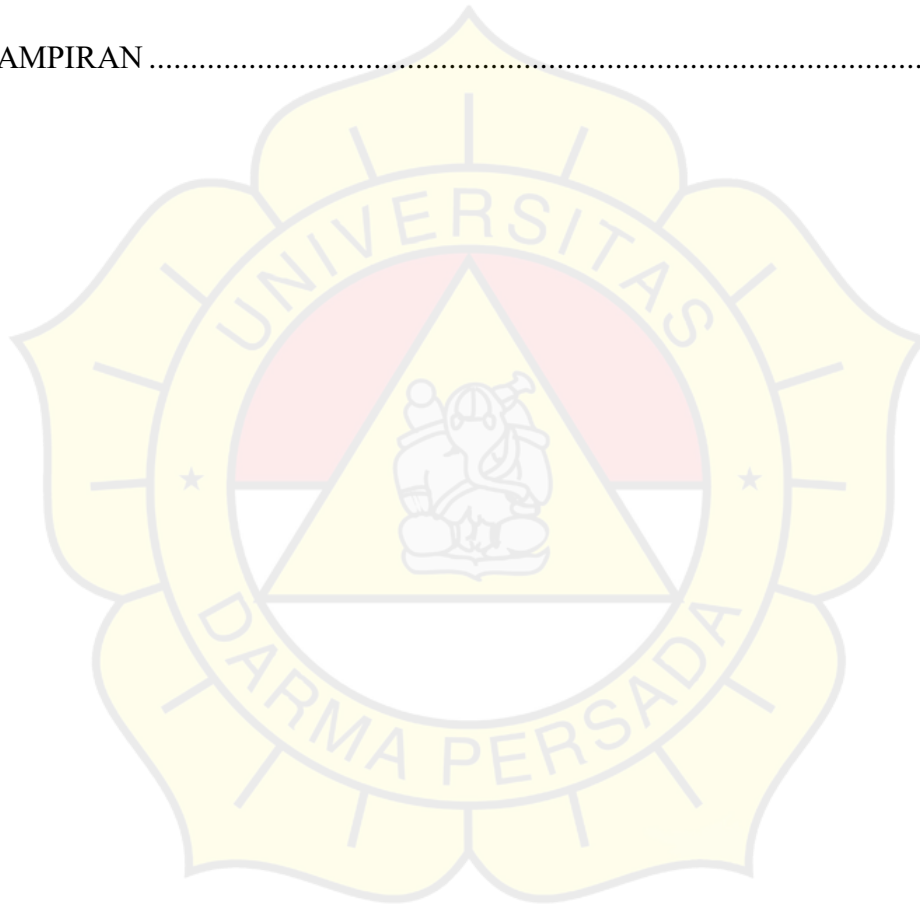


## DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK .....	vii
ABSTRACT .....	viii
DAFTAR ISI .....	ix
DAFTAR TABEL .....	xii
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR SYMBOL .....	xiv
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penulisan .....	4
BAB II LANDASAN TEORI.....	6
2.1 <i>Smart Grid</i> .....	6
2.2 <i>Microgrid</i> .....	8
2.3 Sumber Energi Listrik.....	10
2.4 Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya .....	11
2.5 Panel Surya.....	11
2.6 <i>Inverter</i> .....	13

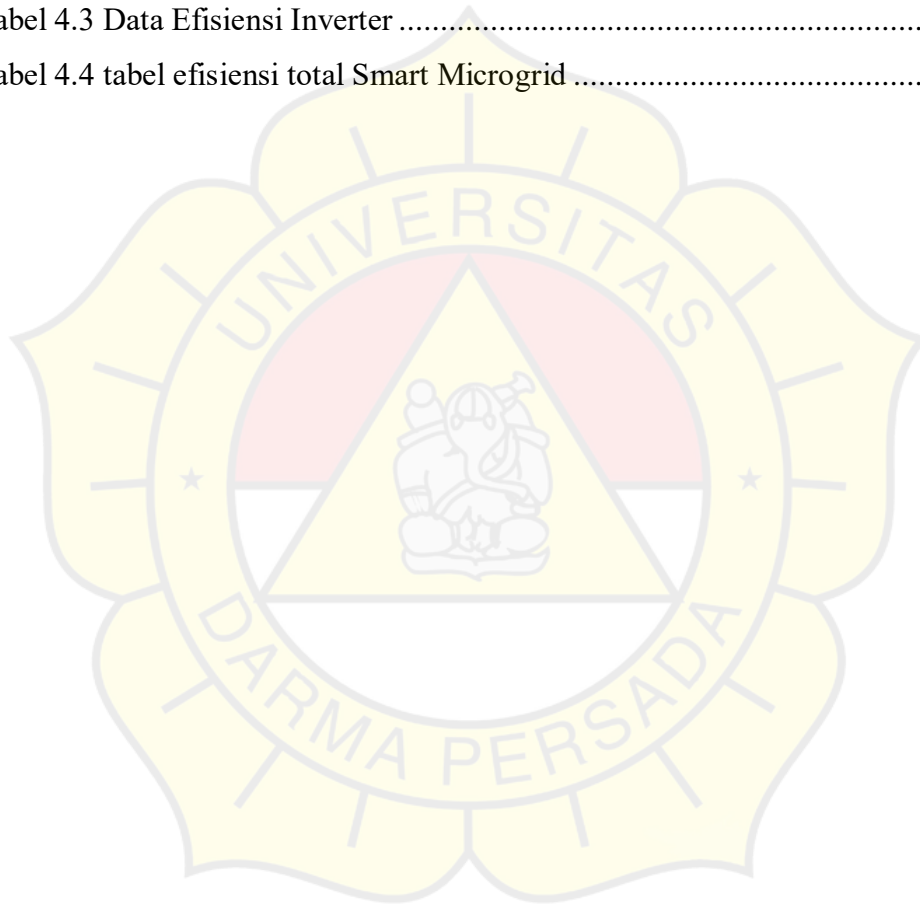
2.7	Penghantar DC.....	13
2.8	Spesifikasi Penghantar AC.....	13
BAB III METODE PENELITIAN .....		14
3.1	Sistem <i>Microgrid</i> .....	14
3.2	Diagram alur penelitian.....	16
3.3	Jadwal Penelitian .....	17
3.4	Bahan dan Alat .....	18
3.4.1	Panel Surya.....	18
3.4.2	DC String .....	19
3.4.3	Data Energi.....	20
3.4.4	Baterai.....	21
3.4.5	Potensi Radiasi Matahari .....	22
3.5	Metode perhitungan .....	22
3.5.1	Perhitungan Daya Input .....	22
3.5.2	Perhitungan Produksi Pada Panel.....	22
3.6	Metode pengujian .....	23
3.6.1	Proses Pengumpulan data.....	23
3.6.2	Pengujian dan pengumpulan data.....	23
3.6.3	Analisis dan Efisiensi.....	24
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN .....		25
4.1	Gambaran Umum Pengujian .....	25
4.2	Data dan Hasil Pengukuran .....	26
4.3	Perhitungan Efisiensi .....	27
4.4	Analisis dan Pembahasan.....	38
4.5	Kinerja Sistem Kontrol <i>Smart Microgrid</i> kapasitas 3 kWp .....	43

4.5.1	Fungsi Sistem Kontrol .....	43
4.5.2	Komponen Sistem Kontrol.....	43
4.5.3	Hasil Kinerja Berdasarkan Pengujian .....	44
BAB V PENUTUP .....		46
5.1	Kesimpulan.....	46
5.2	Saran .....	47
DAFTAR PUSTAKA.....		48
LAMPIRAN .....		53



## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Spesifikasi Panel Surya.....	19
Tabel 3.2 Spesifikasi Baterai. ....	21
Tabel 3.3 Dimensi pada Panel Photovoltaic. ....	22
Tabel 4.1 Data 1 September 2024.....	27
Tabel 4.2 Tabel Perhitungan. ....	28
Tabel 4.3 Data Efisiensi Inverter .....	34
Tabel 4.4 tabel efisiensi total Smart Microgrid .....	36



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Struktur Panel Surya. ....	12
Gambar 3.1 Diagram Wiring on-grid. ....	14
Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian. ....	16
Gambar 3.3 Tempat Lab Penelitian. ....	18



## DAFTAR SYMBOL

Simbol	Keterangan	Satuan
G	Intensitas radiasi matahari	(W/m <sup>2</sup> )
t	Waktu pengukuran	jam
V <sub>DC</sub>	Tegangan keluaran panel surya	(Volt DC)
I <sub>DC</sub>	Arus keluaran panel surya	(Ampere DC)
P <sub>input</sub>	Daya input dari panel surya	(Watt)
P <sub>output PV</sub>	Daya keluaran panel surya setelah konversi	(Watt)
V <sub>AC</sub>	Tegangan keluaran inverter	(Volt AC)
I <sub>AC</sub>	Arus keluaran inverter	(Ampere AC)
PF	Power Factor	(Faktor daya)
η	Efisiensi	
P <sub>beban</sub>	Daya listrik yang disalurkan ke beban	(Watt)

