

**ANALISIS UNJUK KERJA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA  
HYBRID DI DESA KEBUMEN KABUPATEN BANYUMAS**



**SKRIPSI**

**Ringgo Unggul Pambudi  
1803030009**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PURWOKERTO  
SEPTEMBER 2022**

**ANALISIS UNJUK KERJA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA  
HYBRID DI DESA KEBUMEN KABUPATEN BANYUMAS**



**SKRIPSI**

**Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana  
Teknik Elektro**

**Ringgo Unggul Pambudi  
1803030009**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PURWOKERTO**

**SEPTEMBER 2022**

**HALAMAN PERSETUJUAN**

**Skripsi diajukan oleh**

**Nama** : Ringgo Unggul Pambudi  
**NIM** : 1803030009  
**Program Studi** : Teknik Elektro  
**Fakultas** : Teknik dan Sains  
**Perguruan Tinggi** : Universitas Muhammadiyah Purwokerto  
**Judul** : Analisis Unjuk Kerja Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid di Desa Kebumen Kabupaten Banyumas

Telah disetujui untuk diajukan dalam ujian skripsi  
Purwokerto, Agustus 2022

PEMBIMBING

*Ihmi*  
Ihmi Hidayat Kurniawan, S.T., M.T.

**HALAMAN PENGESAHAN**

Skripsi diajukan oleh

Nama : Ringgo Unggul Pambudi  
NIM. : 1803030009  
Program Studi : Teknik Elektro  
Fakultas : Teknik dan Sains  
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Purwokerto  
Judul : Analisis Unjuk Kerja Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid di Desa Kebumen Kabupaten Banyumas

telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.) pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Muhammadiyah Purwokerto.

**DEWAN PENGUJI**

Penguji 1 (Pembimbing) : Itmi Hidayat Kurniawan, S.T., M.T. ( )  
Penguji 2 : Latiful Hayat, S.T., M.T. ( )  
Penguji 3 : Ir. Winarso, S.T., M.Eng. ( )  
Ditetapkan di : Purwokerto  
Tanggal : Agustus 2022

Mengetahui  
Dekan Fakultas Teknik dan Sains



**Ir. Teguh Marjendi, S.T., M.T., ASEAN.Eng., IPM.**  
NIK. 2160172

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Ringgo Unggul Pambudi  
NIM. : 1803030009  
Program Studi : Teknik Elektro  
Fakultas : Teknik dan Sains  
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Purwokerto  
Judul : Analisis Unjuk Kerja Pembangkit Listrik Tenaga  
*Hybrid* di Desa Kebumen Kabupaten Banyumas

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa skripsi ini adalah hasil karya saya dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar serta bukan hasil penjiplakan dari karya orang lain.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dan apabila di kemudian hari terbukti ada unsur penjiplakan, saya bersedia mempertanggungjawabkan sesuai ketentuan yang berlaku.

Purwokerto, 11 Agustus 2022



Ringgo Unggul Pambudi

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI  
UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademika Universitas Muhammadiyah Purwokerto dan demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Ringgo Unggul Pambudi  
NIM. : 1803030009  
Program Studi : Teknik Elektro  
Fakultas : Teknik dan Sains  
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Purwokerto  
Jenis Karya : Skripsi

Menyetujui untuk memberikan Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) kepada Universitas Muhammadiyah Purwokerto atas karya ilmiah saya yang berjudul :

“Analisis Unjuk Kerja Pembangkit Listrik Tenaga *Hybrid* di Desa Kebumen  
Kabupaten Banyumas”

★ Beserta perangkat pendukung yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Muhammadiyah Purwokerto berhak menyimpan, mengalihmedia dan mengalihformatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan skripsi saya dengan tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis, pencipta dan pemilik Hak Cipta.

Pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Purwokerto

Pada tanggal : 11 Agustus 2022

  
Ringgo Unggul Pambudi

## HALAMAN MOTO DAN PERSEMBAHAN

“Tetaplah menjadi gunung yang terlihat rendah”

*“Keep walking”*



## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah Subhana wa Taa'la yang telah melimpahkan rahmat, taufik, hidayah serta inayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Analisis Unjuk Kerja Pembangkit Listrik Tenaga *Hybrid* di Desa Kebumen Kabupaten Banyumas”. Tidak lupa shalawat serta salam semoga selalu terlimpahkan kepada baginda Muhammad Shallalaahu Alaihi Wassalaam, para sahabat, keluarga serta umatnya hingga akhir zaman.

Skripsi merupakan salah satu mata kuliah wajib yang harus ditempuh Sebagai syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik di Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Purwokerto.

Saya atas nama penulis menyadari bahwa masih terdapat banyak kekurangan dan masih jauh dari kata sempurna dalam menyusun laporan skripsi, untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari semua pihak guna perbaikan dan hasil yang lebih baik.

Semoga hasil penyusunan laporan skripsi ini dapat memberikan manfaat dan berguna bagi para pembaca, khususnya sebagai referensi pembanding dengan topik yang sama.

Purwokerto, 11 Agustus 2022

Penulis

## UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis menyadari dalam penyusunan, penelitian hingga penulisan skripsi ini tidak dapat terwujud tanpa adanya bantuan serta dukungan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada para pihak yang telah membantu dalam arahan dan bimbingan sehingga skripsi ini dapat terselesaikan. Ucapan terima kasih ini penulis tujukan kepada :

1. Allah Subhanahu wa Ta'la yang selalu melimpahkan rahmat-Nya sehingga laporan skripsi dapat terselesaikan.
2. Kedua orang tua penulis ibu Daryani dan bapak Sungkowo S.pd. yang senantiasa mendoakan, memberi semangat dan dukungan setiap waktu.
3. Bapak Dr. Jebul Suroso, S.Kp., Ns., M.Kep. selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Purwokerto.
4. Bapak Ir. Teguh Marhendi, S.T., M.T., ASEAN. Eng., IPM selaku Dekan Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Muhammadiyah Purwokerto.
5. Bapak Itmy Hidayat Kurniawan, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Purwokerto sekaligus Dosen Pembimbing skripsi yang telah memberikan arahan, motivasi serta berkenan membantu saya dalam menyelesaikan skripsi ini.
6. Bapak Wakhyu Dwiono, S.T.,M.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik Program Studi Elektro Universitas Muhammadiyah Purwokerto.
7. Bapak / Ibu Dosen Program Studi Elektro Universitas Muhammadiyah Purwokerto.
8. Laboran Program Studi Teknik Elektro Mas Bayu Aji dan Mas Fadil Muslim.
9. Rekan-rekan diskusi, Gibran Hakiki, Iklal Ghufron Syarif dan Gilang Setiawan yang memberikan saya informasi dan motivasi mengerjakan skripsi.

10. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebut satu persatu yang telah membantu penulis baik dalam pelaksanaan maupun penyelesaian laporan skripsi ini.



## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	v
HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
UCAPAN TERIMAKASIH.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR SINGKATAN.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
ABSTRAK.....	xvii
ABSTRACT.....	xviii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	4
C. Batasan Masalah.....	5
D. Tujuan Penelitian.....	5
E. Manfaat Penelitian.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
A. Hasil Penelitian terdahulu.....	7
B. Landasan Teori.....	12
1. Energi Baru dan Terbarukan.....	12
2. HOMER.....	13
3. Pembangkit Listrik Hybrid.....	14
4. Pembangkit Listrik Tenaga Pikohidro.....	14
5. Pembangkit Listrik Tenaga Surya.....	23
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	31
A. Waktu dan Tempat Penelitian.....	31
B. Data Penelitian.....	31
C. Alur Penelitian.....	32

D. Diagram Blok Sistem .....	35
E. Alat dan Bahan Penelitian .....	38
F. Pengujian dan Analisis .....	39
1. Sistem Kerja Pembangkit Listrik Tenaga <i>Hybrid</i> .....	33
2. Potensi Sumber EBT Panas Matahari dan Air di Desa Kebumen.....	33
3. Perhitungan Komponen Utama Pembangkit .....	40
4. Perhitungan Daya Pembangkit .....	43
5. Penyumbang Daya Terbesar antara PLTS dan PLTPh.....	45
6. Menghitung Efisiensi PLTS dan PLTPh di Desa Kebumen .....	45
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....	48
A. Pengujian dan Analisis .....	48
1. Sistem Kerja Pembangkit Listrik Tenaga <i>Hybrid</i> .....	48
2. Potensi Sumber EBT Panas Matahari dan Air di Desa Kebumen.....	50
3. Perhitungan Komponen Utama Pembangkit .....	60
4. Perhitungan Daya Pembangkit .....	73
5. Penyumbang Daya Terbesar antara PLTS dan PLTPh.....	76
6. Menghitung Efisiensi PLTS dan PLTPh di Desa Kebumen .....	78
BAB V PENUTUP.....	82
A. Kesimpulan .....	82
B. Saran.....	83
DAFTAR PUSTAKA .....	84
LAMPIRAN.....	88

## DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Pengukuran Insolasi Matahari dengan Satuan Watt/m <sup>2</sup> .....	50
Tabel 4. 2 Pengukuran Insolasi Matahari dengan Satuan Btu/ft <sup>2</sup> . h.....	50
Tabel 4. 3 Spesifikasi Turbin .....	55
Tabel 4. 4 Spesifikasi Generator .....	55
Tabel 4. 5 Hasil Pengukuran Kecepatan Aliran .....	57
Tabel 4. 6 Spesifikasi Wadah.....	59
Tabel 4. 7 Hasil Pengujian Metode Pengisian Wadah .....	60
Tabel 4. 8 Hasil Pengujian Turbin <i>Fan Belt</i> .....	62
Tabel 4. 9 Parameter Panel Surya 110 Wp Tipe SP-110-M36 .....	64
Tabel 4. 10 Parameter Panel Grup Surya 110 Wp Tipe SP-110-M36 .....	65
Tabel 4. 11 Pengujian <i>Inverter</i> Tanpa Beban.....	69
Tabel 4. 12 Pengujian <i>Inverter</i> dengan Beban Lampu LED 3 Watt .....	73
Tabel 4. 13 Pengujian <i>Inverter</i> dengan Beban Lampu LED 10,5 Watt .....	73
Tabel 4. 14 Pengujian <i>Inverter</i> dengan Beban Lampu LED 16 Watt .....	73
Tabel 4. 15 Pengujian <i>Inverter</i> dengan Beban Lampu LED 3+10,5 Watt.....	73
Tabel 4. 16 Pengujian <i>Inverter</i> dengan Beban Lampu LED 3 +16 Watt.....	74
Tabel 4. 17 Pengujian <i>Inverter</i> dengan Beban Lampu LED 10,5+16 Watt.....	74
Tabel 4. 18 Pengujian <i>Inverter</i> dengan Beban Lampu LED 3 +10,5+16 Watt.....	74
Tabel 4. 19 Pengujian Ketahanan <i>Inverter</i> dengan Lampu LED 29,5 Watt .....	75
Tabel 4. 20 Hasil Pengukuran Arus dan Tegangan Berbeban PLTS .....	79
Tabel 4. 21 Hasil Pengukuran Arus dan Tegangan Berbeban PLTPh .....	80

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Tampilan Awal <i>Software</i> HOMER .....	13
Gambar 2. 2 Turbin .....	17
Gambar 2. 3 Generator DC .....	19
Gambar 2. 4 Aki PLTPH.....	20
Gambar 2. 5 Inverter DC to AC PLTPH.....	21
Gambar 2. 6 <i>Miniature circuit Breaker</i> (MCB) PLTPH.....	22
Gambar 2. 7 Solar Panel.....	24
Gambar 2. 8 <i>Maximum Power Point Tracking</i> (MPPT) .....	26
Gambar 2. 9 Aki PLTS .....	27
Gambar 2. 10 Inverter DC to AC PLTS.....	28
Gambar 2. 11 Timer .....	30
Gambar 2. 12 Kontaktor.....	30
Gambar 2. 13 <i>Miniature Circuit Breaker</i> (MCB) PLTS.....	31
Gambar 2. 14 <i>Box</i> Panel Bagi .....	32
Gambar 3. 1 Tampilan Desa Kebumen Pada <i>Maps Software</i> HOMER.....	31
Gambar 3. 2 Diagram Alir Penelitian .....	36
Gambar 3. 3 Diagram Blok Pembangkit Listrik <i>Hybrid</i> .....	37
Gambar 3. 4 Diagram Blok Pembangkit Listrik Pikohidro.....	38
Gambar 3. 5 Diagram Blok Pembangkit Listrik Tenaga Surya .....	39
Gambar 3. 6 <i>Solar Power Meter</i> .....	42
Gambar 3. 7 Tampilan Awal <i>Software</i> HOMER .....	42
Gambar 3. 8 Tampilan <i>Maps</i> Sesuai Pemilihan Lokasi <i>Software</i> HOMER .....	43
Gambar 3. 9 Tampilan Data GHI Resources .....	44
Gambar 4. 1 Hasil Pengukuran Insolasi Matahari <i>Software</i> HOMER.....	49
Gambar 4. 2 Grafik Hasil Pengukuran Insolasi Matahari Hari Pertama.....	51
Gambar 4. 3 Grafik Hasil Pengukuran Insolasi Matahari Hari Kedua .....	51
Gambar 4. 4 Grafik Hasil Pengukuran Insolasi Matahari Hari Ketiga .....	52
Gambar 4. 5 Grafik Hasil Pengukuran Insolasi Matahari Hari Keempat .....	53
Gambar 4. 6 Grafik Hasil Pengukuran Insolasi Matahari Hari Kelima .....	53
Gambar 4. 7 Grafik Hasil Pengukuran Insolasi Matahari Hari Keenam.....	54
Gambar 4. 8 Pengukuran Lebar Aliran Air .....	56
Gambar 4. 9 Pengukuran Kedalaman Aliran Air .....	56
Gambar 4. 10 Pengukuran Jarak Antara Titik Awal Aliran Ke Turbin .....	58
Gambar 4. 11 Pengukuran Waktu Tempuh Metode Apung.....	58
Gambar 4. 12 Spesifikasi Panel Surya .....	64
Gambar 4. 13 Hubung Seri Panel Surya Sebanyak 4 Buah .....	65
Gambar 4. 14 Spesifikasi MPPT .....	67
Gambar 4. 15 Beban Lampu LED Menyala Pada Pukul 22.00 WIB.....	70
Gambar 4. 16 Pengukuran Aki Pada Saat Tegangan <i>Drop</i> .....	71
Gambar 4. 17 Pengukuran Aki Pada Saat Tegangan Penuh .....	71

Gambar 4. 18 Grafik Pengujian Arus Terhadap Kecepatan Putar Generator ..... 80  
Gambar 4. 19 Grafik Pengujian Tegangan Terhadap Kecepatan Putar Generator 81



## DAFTAR SINGKATAN

PLTH	: Pembangkit Listrik Tenaga <i>Hybrid</i>
PLTS	: Pembangkit Listrik Tenaga Surya
PLTPH	: Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro
PLTD	: Pembangkit Listrik Tenaga Diesel
HOMER	: <i>Hybrid Optimization Model for Electric Renewable</i>
EBT	: Energi Baru Terbarukan
NREL	: <i>National Renewable Energy Laboratory</i>
PV	: <i>Fotovoltaik</i>
USA	: <i>United State of America</i>
NPC	: <i>Net Persent Cost</i>
JLC	: Javan Langur Center
MCB	: <i>Miniature Circuit Breaker</i>
WP	: <i>Watt Peak</i>
KW	: Kilo Watt
KWH	: <i>Kilo Watt Hour</i>
MPPT	: <i>Maximum Power Point Tracking</i>
AC	: <i>Alternating Current</i>
DC	: <i>Direct Current</i>
NASA	: <i>National Aeronautics and Space Administration</i>
FF	: <i>Fill Factor</i>
VOC	: <i>Open Circuit Voltage</i>
ISC	: <i>Short Circuit Current</i>
IMP	: <i>Current At P Max</i>
VMP	: <i>Voltage At P Max</i>

## DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1. Pengukuran Insolasi Matahari Menggunakan Alat Ukur <i>Solar Power Meter</i> di Desa Kebumen .....	90
LAMPIRAN 2. Pengujian <i>Inverter</i> di Laboratorium Teknik Elektro.....	91
LAMPIRAN 3. Pengukuran Tegangan Tanpa Beban PLTS di Desa Kebumen...	92
LAMPIRAN 4. Pengukuran Tegangan Aki Menggunakan Alat Ukur <i>Solar Power Meter</i> di Desa Kebumen .....	93
LAMPIRAN 5. Pengukuran Tegangan Output Pembangkit Listrik Tenaga Surya Menggunakan Alat Ukur <i>Solar Power Meter</i> di Desa Kebumen	94



# ANALISIS UNJUK KERJA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA HYBRID DI DESA KEBUMEN KABUPATEN BANYUMAS

Ringgo Unggul Pambudi<sup>1</sup>, Itmy Hidayat Kurniawan<sup>2</sup>

## ABSTRAK

Sistem kerja Pembangkit Listrik Tenaga *Hybrid* (PLTH) adalah pengaplikasian dua sumber energi yang berbeda yaitu panas matahari dan energi potensial air dengan tujuan untuk menghasilkan daya lebih besar untuk keberlangsungan mensuplai beban. Tujuan dilakukan penelitian ini adalah untuk mengkaji unjuk kerja Pembangkit Listrik Tenaga *Hybrid* yaitu Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dan Pembangkit Listrik Tenaga Pikohidro (PLTPh) di desa Kebumen.

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah pengukuran menggunakan alat ukur, perhitungan rumus dan simulasi menggunakan *software* HOMER. Potensi sumber energi panas matahari berdasarkan hasil pengukuran menggunakan *software* HOMER adalah sebesar 4,66 Kwh/m<sup>2</sup> sedangkan untuk hasil pengukuran menggunakan alat ukur *solar power meter* yaitu sebesar 373,55 Watt/m<sup>2</sup>.

Komponen utama PLTH adalah panel surya dengan daya maksimum sebesar 440,15 wp, *Maximum Power Point Tracking* (MPPT) dengan tegangan yang dibutuhkan sebesar 73,2 volt, baterai dengan lama waktu *charging* 2,26 jam dan *inverter* dengan efisiensi sebesar 91%. Penyumbang daya terbesar pada sistem Pembangkit Listrik Tenaga *Hybrid* ini adalah Pembangkit Listrik Tenaga Surya yaitu sebesar 64,6 watt. Efisiensi pada Pembangkit Listrik Tenaga *Hybrid* ini adalah 11% untuk PLTS dan 36,54% PLTPh.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, perlu adanya studi kelanjutan mengenai pengembangan metode analisis PLTP menggunakan *software* lain yaitu *PV Watt* dan *PV Planner* dengan harapan dapat menghasilkan data pengukuran berdasarkan kondisi *real time* saat ini dan menjadi data pembanding yang lebih akurat dengan hasil pengukuran menggunakan alat ukur *solar power meter*.

Kata Kunci : PLTPh, HOMER, *Solar Power Meter*

# AN ANALYSIS ON HYBRID POWER PLANT PERFORMANCE IN KEBUMEN VILLAGE OF BANYUMAS REGENCY

## ABSTRACT

Ringgo Unggul Pambudi<sup>1</sup>, Itmy Hidayat Kurniawan<sup>2</sup>

*Power Plant Hybrid (PLTH) is the application of two different energy sources, namely solar heat and water in order to produce more power for continuous supply of the load. The purpose of this research is to examine the performance of Hybrid Power Plants, namely Solar Power Plants (PLTS) and Picohydro Power Plants (PLTPh) in the village of Kebumen.*

*The method used in this study is measurement using measuring instruments, formula calculations and simulations using software HOMER Potential sources of solar thermal energy based on the measurement results using the HOMER software is 4.66 Kwh/m<sup>2</sup> while for the measurement results using a solar power measuring instrument meters, which is 373.55 Watt/m<sup>2</sup>.*

*The main components of PLTH are solar panels with a maximum power of 440.15 wp, Maximum Power Point Tracking (MPPT) with a required voltage of 73.2 voltstime of charging 2.26 hours and an inverter with an efficiency of 91%. The biggest power contributor to Hybrid is the Solar Power Plant, which is 64.6 watts. Power Plant Hybrid is 11% for PLTS and 36.54% for PLTPh.*

*Based on research that has been done, there is a need for further studies on development of PLTP analysis methods using software, namely PV Watt and PV Planner in the hope of generating measurement data based on current real time conditions and become more accurate comparison data with measurement results using a solar power meter.*

Keywords: PLTPh, HOMER, Solar Power Meter