

SKRIPSI

**Efisiensi Total Sistem PLTS 400 *WP Off-Grid Parallel* terhadap Pemakaian
Listrik Pengaruh Sudut Kemiringan Panel *Polycrystalline* dan *Irradiance***



**Diajukan Sebagai Persyaratan Mata Kuliah
Skripsi dan Publikasi Ilmiah Program Sarjana Terapan (DIV)
Pada Jurusan Teknik Kimia Progran Studi DIV Teknik Energi**

**OLEH:
PATRICIA VINANDA
062240412434**

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
PALEMBANG
2026**

ABSTRAK
Efisiensi Total Sistem PLTS 400 WP Off-Grid Parallel Terhadap
Pemakaian Listrik Pengaruh Sudut Kemiringan Panel
Polycrystalline dan Irradiance

(Patricia Vinaada, 2026, Skripsi, Email: patriciavinanda15@gmail.com)

Meningkatnya konsumsi listrik nasional memicu kebutuhan mendesak akan pemanfaatan energi terbarukan, salah satunya melalui Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). Walaupun Indonesia memiliki potensi radiasi surya yang melimpah, kinerja operasional PLTS sangat dipengaruhi oleh variabel lingkungan dan teknis, seperti intensitas cahaya (*irradiance*) dan sudut kemiringan panel surya. Penelitian ini bertujuan menganalisis konfigurasi sudut kemiringan panel surya optimal dan pengaruh *irradiance* terhadap efisiensi daya sistem PLTS *off-grid* paralel berkapasitas 400 Wp. Metode penelitian dilakukan dengan merancang, membangun, dan menguji sistem menggunakan empat panel jenis *polycrystalline*, MPPT, baterai VRLA, serta inverter dengan beban konstan 300 watt. Pengujian menerapkan variasi sudut kemiringan 0°, 8°, 16°, 24°, dan 32° pada pukul 09.00–13.00 WIB. Hasil penelitian menunjukkan sudut kemiringan panel berpengaruh berbanding terbalik terhadap performa akibat Hukum Kosinus Pencahayaannya (*Lambert's Cosine Law*). Konfigurasi terbaik diraih pada sudut 0° (horizontal) dengan *irradiance* maksimum 1.168,00 W/m², yang menghasilkan efisiensi panel 12,40 %, daya *output* MPPT 346,95 watt, kapasitas baterai 97%, dan efisiensi total sistem tertinggi 10,19 %. Sebaliknya, performa terendah terjadi pada sudut ekstrem 32° dengan *irradiance* 420,00 W/m², menghasilkan efisiensi panel 6,58 % dan efisiensi total 5,35 %. Selisih efisiensi tersebut mengindikasikan adanya akumulasi kehilangan energi (*power losses*) pada komponen elektronika daya dan transfer elektrokimia baterai.

Kata Kunci: *PLTS Off-Grid, Sudut Kemiringan, Irradiance, Polycrystalline, Efisiensi Daya.*

ABSTRACT

Total System Efficiency of 400 WP Off-Grid Parallel PLTS Against the Influence of Electricity Consumption of Polycrystalline Panel Tilt Angle and Irradiance

(Patricia Vinanda, 2026, Skripsi, Email: patriciavinanda15@gmail.com)

The increasing national electricity consumption triggers an urgent need for the utilization of renewable energy, one of which is through Solar Power Plants (PLTS). Although Indonesia has abundant solar radiation potential, the operational performance of PLTS is highly influenced by environmental and technical variables, such as light intensity (irradiance) and the tilt angle of the solar panels. This study aims to analyze the optimal solar panel tilt angle configuration and the effect of irradiance on the power efficiency of a 400 Wp parallel off-grid PLTS system. The research method involved designing, building, and testing a system utilizing four polycrystalline panels, an MPPT, a VRLA battery, and an inverter under a constant 300-watt load. Testing varied the tilt angles at 0°, 8°, 16°, 24°, and 32° from 09:00 to 13:00 WIB. The results indicated that the panel tilt angle is inversely proportional to system performance due to Lambert's Cosine Law. The best configuration was achieved at a 0° angle (horizontal) with a maximum irradiance of 1.168,00 W/m², yielding a panel efficiency of 12,40 %, MPPT output power of 346,95 watts, battery capacity of 97%, and the highest total system efficiency of 10,19 %. Conversely, the lowest performance occurred at an extreme 32° angle with 420.00 W/m² irradiance, resulting in a panel efficiency of 6,58 % and a total efficiency of 5,35 %. The efficiency discrepancy indicates accumulated power losses within power electronic components and the electrochemical battery transfer.

Keywords: *Off-Grid PLTS, Tilt Angle, Irradiance, Polycrystalline, Power Efficiency.*

MOTTO

“Bukan takdir yang menjemput mu tetapi kamu yang menjemput takdir.”

“Fokus pada apa yang bisa dikendalikan, ikhlaskan apa yang di luar kendali.”

“Jatuh itu biasa, bangkit lagi itu baru luar biasa.”

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyusun dan menyelesaikan Skripsi yang berjudul “Efisiensi Total Sistem PLTS 400 *WP Off-Grid Parallel* terhadap Pemakaian Listrik Pengaruh Sudut Kemiringan Panel *Polycrystalline* dan *Irradiance*”. Skripsi ini dibuat untuk memenuhi persyaratan mata kuliah Skripsi Jurusan Teknik Kimia Program Studi D-IV Teknik Energi di Politeknik Negeri Sriwijaya.

Pelaksanaan Skripsi ini dapat berjalan dengan baik berkat bantuan dan dukungan dari berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung, yang telah membantu kelancaran penyelesaian Skripsi ini. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ir. Irawan Rusnadi, M.T., selaku Direktur Utama Politeknik Negeri Sriwijaya.
2. Dr. Yusri, S.Pd., M.Pd., selaku Wakil Direktur I Politeknik Negeri Sriwijaya.
3. Tahdid, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya, dan selaku Dosen Pembimbing I yang telah bersedia sepenuh hati meluangkan waktu untuk mendukung, membimbing, dan memberi arahan kepada penulis selama pelaksanaan dan pengerjaan Skripsi ini.
4. Isnandar Yunanto, S.ST., M.T., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya dan selaku Dosen Pembimbing II yang telah bersedia sepenuh hati meluangkan waktu untuk mendukung, membimbing, dan memberi arahan kepada penulis selama pelaksanaan dan pengerjaan Skripsi ini.
5. Dr. Ir. Lety Trisnaliani, S.T., M.T., selaku Ketua Prodi DIV Teknik Energi Politeknik Negeri Sriwijaya.
6. Seluruh jajaran dosen dan staf Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.
7. Rekan-rekan seperjuangan di kelas EGM angkatan 2022.

8. Teman seperjuangan bimbingan “TA Pak Tahdid 2026”, terutama kepada Ranti Ningtias yang selalu memberikan dukungan dan membantu penulis agar semua proses berjalan lancar.
9. Rasa hormat dan terima kasih yang paling utama penulis haturkan kepada kedua orang tua tercinta, Suhaimi, S.H., dan Mismina, S.E., M.Si. Tiada kata yang cukup untuk menggambarkan besarnya rasa terima kasih penulis atas segala doa yang tiada henti, kasih sayang, bimbingan, serta pengorbanan yang tak ternilai baik secara moral maupun materi. Segala nasihat dan kepercayaan yang diberikan senantiasa menjadi motivasi terbesar bagi penulis untuk terus berjuang menyelesaikan studi ini.
10. Dengan penuh rasa hormat, penulis mengucapkan terima kasih kepada kakak tercinta, Bripda M. Leonarky, dan Fadiladiah Wulan Sari, S.E., atas segala doa, dukungan, serta motivasi yang telah diberikan. Segala bantuan dan semangat dari kakak sangat berarti dalam proses penyelesaian karya ini.
11. Rasa terima kasih dan hormat saya persembahkan kepada pemilik NIT 55232310001, Achmad Zaki Syawaliano, A.Md.Tra., yang telah meluangkan waktu, memberikan perhatian, serta senantiasa bertindak sebagai sosok penyemangat utama sekaligus inspirasi bagi penulis dalam menghadapi setiap tantangan selama pelaksanaan dan penyusunan Skripsi ini.
12. Persembahan terbesar ini ditujukan kepada diri saya sendiri. Terima kasih karena telah bertahan, tidak memilih untuk menyerah di saat segalanya terasa rumit, dan selalu menemukan cara untuk bangkit kembali. Terima kasih atas setiap malam tanpa tidur dan setiap tetes air mata.

Penulis menyadari bahwa Skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari pembaca, yang tentunya akan mendorong penulis untuk berkarya lebih baik lagi pada kesempatan yang akan datang. Semoga Skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Palembang, 30 Juni 2026

Patricia Vinanda

DAFTAR ISI

ABSTRAK	ii
ABSTRACT	iii
MOTTO	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Sejarah Penelitian	5
2.2 Energi Listrik.....	6
2.3 Teknologi Proses konversi Cahaya Matahari Menjadi Listrik	6
2.4 Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS).....	7
2.4.1 Konfigurasi Sistem PLTS	8
2.5 Komponen Utama Pembangkit Listrik Tenaga Surya	9
2.5.1 Panel Surya	9
2.5.2 Solar Charger Controller (SCC).....	14
2.5.3 Baterai.....	15
2.5.4 Inverter.....	17
2.6 Komponen Penunjang	18
2.6.1 MCB (Miniatur Circuit Breaker).....	18
2.6.2 Watt Metter.....	18
2.6.3 Lux Meter.....	19
2.6.4 Multi Meter	19
2.6.5 Clamp Meter	20
2.7 Faktor yang mempengaruhi efisiensi PLTS.....	20
2.7.1 Intensitas Cahaya Matahari (Iradiansi).....	20
2.7.2 Sudut Kemiringan	20
2.7.3 Suhu Lingkungan	21
2.7.4 Efek Bayangan	21
2.7.5 Kebersihan Permukaan	21
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	22
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	22
3.2 Bahan dan Alat	22
3.2.1 Unit Bahan	22
3.2.2 Unit peralatan.....	24
3.3 Variabel Penelitian.....	24
3.4 Perlakuan Penelitian	25
3.4.1 Alur Penelitian	25

3.4.2 Diagram Alir Proses Penelitian	27
3.5 Langkah Kerja	29
3.5.1 Pengoprasian Unit Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)	29
3.5.2 Prosedur Pelaksanaan Penelitian	29
3.5.3 Shut Down Unit PLTS	29
3.6 Peralatan Safety	30
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	31
4.1 Data Hasil Penelitian.....	31
4.2 Pembahasan.....	32
4.2.1 Pengaruh Sudut Kemiringan & <i>Irradiance</i> Terhadap Efisiensi Panel...	33
4.2.2 Pengaruh Sudut Kemiringan & <i>Irradiance</i> Terhadap Persen Kapasitas Baterai.....	35
4.2.3 Pengaruh Sudut Kemiringan Terhadap Waktu Pengisian Baterai	37
BAB V KESIMPULAN	39
5.1 Kesimpulan	39
5.2 Saran	39
DAFTAR PUSTAKA.....	40

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 Penelitian Terdahulu	5
2.2 <i>Secondary Battery Types and Characteristics</i>	16
3.1 Spesifikasi Solar Panel.....	23
3.2 Spesifikasi Baterai VRLA 12V 200Ah.....	23
3.3 Spesifikasi Solar Charge Controller.....	23
3.4 Spesifikasi Inverter.....	23
3.5 Spesifikasi Watt Meter.....	23
3.6 Spesifikasi <i>Miniature Circuit Breaker</i> (MCB).....	24
4.1 Data Hasil Penelitian.....	31

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Panel Surya Polycrystalline	12
2.2 Prinsip Kerja Sel Surya	13
2.3 <i>Solar Charge Controller</i>	14
2.4 Baterai Retro	16
2.5 Inverter Dc to Ac.....	17
2.6 <i>Miniatur Circuit Breaker</i>	18
2.7 Watt Meter	19
2.8 Lux Meter	19
2.9 Multi Meter	20
2.10 Clamp Meter	20
3.1 Blok Diagram Penelitian.....	26
3.2 Susunan Rangkaian PLTS.....	27
3.3 Unit PLTS	28
4.1 Pengaruh Sudut Kemiringan & Iradian Terhadap Efisiensi Panel.....	33
4.2 Pengaruh Sudut Kemiringan & Irradiance Terhadap Persen Kapasitas Baterai	35
4.3 Pengaruh Sudut Kemiringan Terhadap Waktu Pengisian Baterai	37

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
LAMPIRAN I	44
LAMPIRAN II.....	55
LAMPIRAN III	66