

SKRIPSI

ANALISIS DAYA KELUARAN MODUL SURYA POLIKRISTALIN 10 WP MENGGUNAKAN ARDUINO DENGAN VARIASI ARAH DAN SUDUT KEMIRINGAN 15°



**Disusun untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik pada
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya**

OLEH :

MUHAMMAD RIDHO PERDANA

03041282126062

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2025

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS DAYA KELUARAN MODUL SURYA POLIKRISTALIN 10 WP MENGGUNAKAN ARDUINO DENGAN VARIASI ARAH DAN SUDUT KEMIRINGAN 15°



SKRIPSI

Disusun Untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik Pada
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya

Oleh:

MUHAMMAD RIDHO PERDANA

03041282126062

Palembang, 20 Mei 2025

Menyetujui,
Dosen Pembimbing

Ir. Hermawati, S.T., M.T.
NIP. 197708102001122001

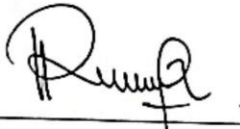
Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro



Ir. Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D., IPU., APEC Eng.
NIP. 197108141999031005

HALAMAN PERNYATAAN DOSEN

Saya sebagai pembimbing menyatakan bahwa saya telah membaca dan menyetujui skripsi ini dan dalam pandangan saya skop dan kuantitas skripsi ini mencukupi sebagai mahasiswa sarjana strata satu (S1).

Tanda Tangan :  _____

Pembimbing Utama : Ir. Hermawati, S.T., M.T.

Tanggal : 20 Mei 2025

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademik Universitas Sriwijaya, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Ridho Perdana
NIM : 03041282126062
Jurusan : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

ANALISIS DAYA KELUARAN MODUL SURYA POLIKRISTALIN 10 WP MENGGUNAKAN ARDUINO DENGAN VARIASI ARAH DAN SUDUT KEMIRINGAN 15°

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan tulisan saya tanpa meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di Palembang
Pada Tanggal : 20 Mei 2025



Muhammad Ridho Perdana
NIM. 03041282126062

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang betanda tangan dibawah ini :

Nama : Muhammad Ridho Perdana

NIM : 03041282126062

Fakultas : Teknik

Jurusan/Prodi : Teknik Elektro

Universitas : Universitas Sriwijaya

Hasil Pengecekan Software iThenticate/Turnitin: 6 %

Menyatakan bahwa laporan hasil penelitian saya yang berjudul “Analisis Daya Keluaran Modul Surya Polikristalin 10 Wp Menggunakan Arduino Dengan Variasi Arah Dan Sudut Kemiringan 15°” merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata dikemudian hari ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam karya ilmiah ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya dan tanpa paksaan.

Palembang, 20 Mei 2025



Muhammad Ridho Perdana

NIM. 03041282126062

KATA PENGANTAR

Penulis mengucapkan puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas izin, rahmat, serta karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian skripsi ini dengan baik. Skripsi ini berjudul "Analisis Daya Keluaran Modul Surya Polikristalin 10 WP Menggunakan Arduino dengan Variasi Arah dan Sudut Kemiringan 15°", yang berhasil disusun dan diselesaikan dengan lancar, mulai dari tahap perencanaan hingga tahap akhir penyusunan.

Penulis menyadari bahwa dalam proses penyusunan skripsi ini, berbagai tantangan dan kendala telah dihadapi. Namun, berkat doa, dukungan, serta bantuan dari berbagai pihak, penelitian ini dapat terselesaikan dengan baik. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan, bimbingan, serta dukungan moral maupun materi selama proses penelitian dan penyusunan skripsi ini berlangsung :

1. Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan kesehatan sehingga peneliti dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Bapak Ir. Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D., IPU sebagai Ketua Jurusan Teknik Elektro.
3. Ibu Ir. Hermawati, S.T., M.T. sebagai Dosen Pembimbing Akademik.
4. Seluruh dosen Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya yang telah mendidik dan memberikan ilmu selama masa jabatan.
5. Bapak dan Bunda yang selalu memberikan kasih sayang, dukungan, doa, serta mencukupi segala kebutuhan saya selama menjalani perkuliahan ini dari awal menjadi mahasiswa baru di Teknik Elektro, Universitas Sriwijaya, hingga terselesaikannya penelitian dan penulisan skripsi ini dan mendapatkan gelar sarjana dengan tulus tanpa pamrih.
6. Teruntuk perempuan yang tidak bisa saya sebutkan namanya, yang selama ini telah setia menemani serta memberikan dukungan dan motivasi dalam penelitian dan penulisan skripsi ini hingga terselesaikannya penelitian ini.
7. "Baduts" grup sahabat saya yang telah setia menemani dan juga memberikan support selama masa perkuliahan dari awal hingga mendapatkan gelar sarjana.

8. Teman – teman satu bimbingan bersama Ibu Hermawati, S.T., M.T., yaitu M. Dimas Anugerah, M. Rizki Rilmaputra, Shabrina Renggani Putri, Patrisa Utari, dan Trie Holiyusni Arti terimakasih telah membantu dalam pembuatan penelitian dan juga penulisan skripsi ini serta menjadi motivasi dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
9. Teman-Teman dari Teknik Elektro Angkatan 2021 serta keluarga besar Himpunan Mahasiswa Elektro

Palembang, 20 Mei 2025



Muhammad Ridho Perdana
NIM. 03041282126062

ABSTRAK

ANALISIS DAYA KELUARAN MODUL SURYA POLIKRISTALIN 10 WP MENGUNAKAN ARDUINO DENGAN VARIASI ARAH DAN SUDUT KEMIRINGAN 15°

(Muhammad Ridho Perdana, 03041282126062, 2025, 70 Halaman)

Kebutuhan energi primer di Indonesia terus meningkat seiring pertumbuhan penduduk dan kemajuan teknologi, sementara ketergantungan terhadap energi fosil masih tinggi. Salah satu alternatif yang potensial adalah pemanfaatan energi surya sebagai sumber energi terbarukan. Pembangkit Listrik Tenaga Surya dengan modul surya memegang peranan penting dalam konversi energi matahari menjadi energi listrik, di mana arah hadap dan sudut kemiringan panel sangat mempengaruhi daya keluaran yang dihasilkan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis daya keluaran modul surya polikristalin 10 Wp dengan variasi posisi arah yaitu : Timur, Barat, dan Utara dan sudut kemiringan 15°, menggunakan sistem monitoring berbasis Arduino. Penelitian dilakukan selama tujuh hari dalam rentang waktu pukul 10.00 hingga 15.00 WIB, dengan pengukuran tegangan, arus, daya keluaran, dan intensitas cahaya secara real-time. Hasil penelitian menunjukkan bahwa modul surya yang menghadap ke arah Timur menghasilkan daya keluaran tertinggi secara konsisten, dengan nilai maksimum mencapai 5,56 watt dan rata-rata daya keluaran sebesar 5,00 watt pada pukul 12.00 WIB. Modul surya yang menghadap ke arah Barat menghasilkan daya keluaran maksimum sebesar 5,02 watt dengan rata-rata daya sebesar 4,57 watt, sedangkan arah Utara menghasilkan daya keluaran maksimum sebesar 4,65 watt dengan rata-rata daya sebesar 4,26 watt. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa posisi optimal untuk menghasilkan daya maksimum dalam kondisi penelitian ini adalah modul surya menghadap ke arah Timur dengan sudut kemiringan 15°.

Kata kunci: Modul surya, Daya Keluaran, Arduino, Sudut Kemiringan, Arah hadap.

ABSTRACT

ANALYSIS OF OUTPUT POWER OF 10 WP POLYCRYSTALLINE SOLAR MODULE USING ARDUINO WITH VARIATIONS OF DIRECTION AND TILT ANGLE 15°

(Muhammad Ridho Perdana, 03041282126062, 2025, 70 pages)

The primary energy demand in Indonesia continues to increase in line with population growth and technological advancement, while dependence on fossil fuels remains significantly high. One potential alternative to meet this energy demand is the utilization of solar energy as a renewable energy source. Solar Power Plants with solar modules play a crucial role in converting solar energy into electricity, where the panel's orientation and tilt angle greatly influence the output power generated. This study aims to analyze the output power of a 10 Wp polycrystalline solar module with variations in orientation, namely East, West, and North, and a tilt angle of 15°, using an Arduino-based monitoring system. The research was conducted over seven days within the time range of 10:00 a.m. to 3:00 p.m. WIB, by measuring voltage, current, output power, and light intensity in real-time. The results show that the solar module facing East consistently produced the highest output power, with a maximum value of 5.56 watts and an average output power of 5.00 watts at 12:00 p.m. WIB. The module facing West generated a maximum output power of 5.02 watts with an average of 4.57 watts, while the module facing North produced a maximum output power of 4.65 watts with an average of 4.26 watts. Therefore, it can be concluded that the optimal configuration for generating maximum power under the conditions of this study is a solar module facing East with a tilt angle of 15°.

Keywords: Solar module, Output power, Arduino, Tilt angle, Orientation.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN DOSEN	iii
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS	v
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK	viii
<i>ABSTRACT</i>	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR RUMUS.....	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5. Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Pembangkit Listrik Tenaga Surya	5
2.2. Jenis Modul Surya.....	5
2.2.1. Modul Surya <i>Polycrystalline</i>	6
2.2.2. Modul Surya <i>Monocrystalline</i>	6
2.2.3. Modul Surya <i>Thin Film</i>	7

2.3.	Prinsip Kerja Modul Surya.....	8
2.4.	Faktor Penentu Kinerja Modul Surya	9
2.5.	Arduino Uno R3	10
2.6.	Sensor INA219.....	11
2.7.	Sensor BH 1750	11
2.8.	<i>Solar Charge Controller</i>	12
2.9.	Baterai	13
2.10.	Posisi Modul Surya	14
2.10.1.	Arah Hadap Modul Surya.....	14
2.10.2.	Sudut Kemiringan Modul Surya.....	14
2.11.	Radiasi dan Intensitas Cahaya Matahari	15
2.12.	Daya Listrik.....	15
2.12.1.	Daya Aktif	15
2.12.2.	Daya Semu	16
2.12.3.	Daya Reaktif.....	16
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		18
3.1.	Lokasi dan Waktu Penelitian.....	18
3.2.	Metode Penelitian.....	19
3.3.	Diagram Alir Penelitian.....	20
3.4.	Alat dan Bahan.....	21
3.5.	Spesifikasi Alat	22
3.6.	Desain Peralatan.....	23
3.6.1.	Rangkaian Pengukuran Tegangan Keluaran.....	24
3.6.2.	Rangkaian Pengukuran Arus Keluaran.....	24
3.6.3.	Skema Pengambilan Data.....	25
3.7.	Prosedur Penelitian.....	26

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	28
4.1. Umum.....	28
4.2. Pembuatan <i>Prototype</i> PLTS	28
4.3. Data Hasil Pengukuran.....	29
4.3.1. Data Hasil Pengukuran Daya Keluaran pada Hari Senin Tanggal 10 Maret 2025.....	30
4.3.2. Data Hasil Pengukuran Daya Keluaran pada Hari Selasa Tanggal 11 Maret 2025.....	32
4.3.3. Data Hasil Pengukuran Daya Keluaran pada Hari Rabu Tanggal 12 Maret 2025.....	34
4.3.4. Data Hasil Pengukuran Daya Keluaran pada Hari Kamis Tanggal 13 Maret 2025.....	36
4.3.5. Data Hasil Pengukuran Daya Keluaran pada Hari Jumat Tanggal 14 Maret 2025.....	38
4.3.6. Data Hasil Pengukuran Daya Keluaran pada Hari Sabtu Tanggal 15 Maret 2025.....	40
4.3.7. Data Hasil Pengukuran Daya Keluaran pada Hari Senin Tanggal 17 Maret 2025.....	42
4.4. Perhitungan Data.....	44
4.5. Hasil dan Analisis.....	44
4.6. Analisis Hasil Akhir Pengukuran Daya Keluaran <i>Prototype</i> PLTS Selama 7 Hari	67
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	69
5.1. Kesimpulan	69
5.2. Saran.....	70

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Modul Surya Polycrystalline.....	6
Gambar 2. 2. Modul Surya Monocrystalline.....	7
Gambar 2. 3 Modul Surya Thin Film.....	8
Gambar 2. 4 Prinsip Kerja Modul Surya.....	9
Gambar 2. 5. Arduino Uno R3	10
Gambar 2. 6 Sensor INA219	11
Gambar 2. 7 Sensor BH 1750	12
Gambar 2. 8 Solar Charge Controller	13
Gambar 2. 9 Baterai	14
Gambar 3. 1 Desain 3D Prototype PLTS	23
Gambar 3. 2 Rangkaian Pengukuran Tegangan keluaran	24
Gambar 3. 3 Rangkaian Pengukuran Arus Keluaran	24
Gambar 4. 1. Rangka Prototype PLTS	29
Gambar 4. 2. Grafik Intensitas Cahaya Prototype PLTS Pada Hari Pertama.....	45
Gambar 4. 3. Grafik Tegangan Prototype PLTS Pada Hari Pertama	45
Gambar 4. 4. Grafik Arus Prototype PLTS Pada Hari Pertama	46
Gambar 4. 5. Grafik Daya Keluaran Prototype PLTS Pada Hari Pertama.....	46
Gambar 4. 6. Grafik Intensitas Cahaya Prototype PLTS Pada Hari Kedua	48
Gambar 4. 7. Grafik Tegangan Prototype PLTS Pada Hari Kedua	48
Gambar 4. 8. Grafik Arus Prototype PLTS Pada Hari Kedua	49
Gambar 4. 9. Grafik Daya Keluaran Prototype PLTS Pada Hari Kedua	49
Gambar 4. 10. Grafik Intensitas Cahaya Prototype PLTS Pada Hari Ketiga	51
Gambar 4. 11. Grafik Tegangan Prototype PLTS Pada Hari Ketiga	51
Gambar 4. 12. Grafik Arus Prototype PLTS Pada Hari Ketiga.....	52
Gambar 4. 13. Grafik Daya keluaran Prototype PLTS Pada Hari Ketiga	52
Gambar 4. 14. Grafik Intensitas Cahaya Prototype PLTS Pada Hari Keempat	54

Gambar 4. 15. Grafik Tegangan Prototype PLTS Pada Hari Keempat	54
Gambar 4. 16. Grafik Arus Prototype PLTS Pada Hari Keempat	55
Gambar 4. 17. Grafik Daya Keluaran Prototype PLTS Pada Hari Keempat	55
Gambar 4. 18. Grafik Intensitas Cahaya Prototype PLTS Pada Hari Kelima	57
Gambar 4. 19. Grafik Tegangan Prototype PLTS Pada Hari Kelima.....	57
Gambar 4. 20. Grafik Arus Prototype PLTS Pada Hari Kelima.....	58
Gambar 4. 21. Grafik Daya Keluaran Prototype PLTS Pada Hari Kelima	58
Gambar 4. 22. Grafik Intensitas Cahaya Prototype PLTS Pada Hari Keenam	60
Gambar 4. 23. Grafik Tegangan Prototype PLTS Pada Hari Keenam	60
Gambar 4. 24. Grafik Arus Prototype PLTS Pada Hari Keenam	61
Gambar 4. 25. Grafik Daya Keluaran Prototype PLTS Pada Hari Keenam.....	61
Gambar 4. 26. Grafik Intensitas Cahaya Prototype PLTS Pada Hari Ketujuh.....	63
Gambar 4. 27. Grafik Tegangan Prototype PLTS Pada Hari Ketujuh.....	63
Gambar 4. 28. Grafik Arus Prototype PLTS Pada Hari Ketujuh.....	64
Gambar 4. 29. Grafik Daya Keluaran Prototype PLTS Pada Hari Ketujuh	64
Gambar 4. 30. Grafik Rata-Rata Daya Keluaran Prototype PLTS Selama 7 Hari.	66

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Waktu Penelitian.....	18
Tabel 3. 2. Alat dan Bahan	21
Tabel 3. 3. Spesifikasi Modul Surya	23
Tabel 4.1. Data hasil pengukuran daya keluaran menggunakan arduino dengan sudut kemiringan modul surya 15° untuk posisi menghadap ke Utara pada Tanggal 10 Maret 2025.	30
Tabel 4.2. Data hasil pengukuran daya keluaran menggunakan arduino dengan sudut kemiringan modul surya 15° untuk posisi menghadap ke Timur pada Tanggal 10 Maret 2025.	31
Tabel 4.3. Data hasil pengukuran daya keluaran menggunakan arduino dengan sudut kemiringan modul surya 15° untuk posisi menghadap ke Barat pada Tanggal 10 Maret 2025.	31
Tabel 4.4. Data hasil pengukuran daya keluaran menggunakan arduino dengan sudut kemiringan modul surya 15° untuk posisi menghadap ke Utara pada Tanggal 11 Maret 2025.	32
Tabel 4.5. Data hasil pengukuran daya keluaran menggunakan arduino dengan sudut kemiringan modul surya 15° untuk posisi menghadap ke Timur pada Tanggal 11 Maret 2025.	33
Tabel 4.6. Data hasil pengukuran daya keluaran menggunakan arduino dengan sudut kemiringan modul surya 15° untuk posisi menghadap ke Barat pada Tanggal 11 Maret 2025.	33
Tabel 4.7. Data hasil pengukuran daya keluaran menggunakan arduino dengan sudut kemiringan modul surya 15° untuk posisi menghadap ke Utara pada Tanggal 12 Maret 2025.	34
Tabel 4.8. Data hasil pengukuran daya keluaran menggunakan arduino dengan sudut kemiringan modul surya 15° untuk posisi menghadap ke Timur pada Tanggal 12 Maret 2025.	35

Tabel 4.9. Data hasil pengukuran daya keluaran menggunakan arduino dengan sudut kemiringan modul surya 15° untuk posisi menghadap ke Barat pada Tanggal 12 Maret 2025.	35
Tabel 4.10. Data hasil pengukuran daya keluaran menggunakan arduino dengan sudut kemiringan modul surya 15° untuk posisi menghadap ke Utara pada Tanggal 13 Maret 2025.	36
Tabel 4.11. Data hasil pengukuran daya keluaran menggunakan arduino dengan sudut kemiringan modul surya 15° untuk posisi menghadap ke Timur pada Tanggal 13 Maret 2025.	37
Tabel 4.12. Data hasil pengukuran daya keluaran menggunakan arduino dengan sudut kemiringan modul surya 15° untuk posisi menghadap ke Barat pada Tanggal 13 Maret 2025.	37
Tabel 4.13. Data hasil pengukuran daya keluaran menggunakan arduino dengan sudut kemiringan modul surya 15° untuk posisi menghadap ke Utara pada Tanggal 14 Maret 2025.	38
Tabel 4.14. Data hasil pengukuran daya keluaran menggunakan arduino dengan sudut kemiringan modul surya 15° untuk posisi menghadap ke Timur pada Tanggal 14 Maret 2025.	39
Tabel 4.15. Data hasil pengukuran daya keluaran menggunakan arduino dengan sudut kemiringan modul surya 15° untuk posisi menghadap ke Barat pada Tanggal 14 Maret 2025.	39
Tabel 4.16. Data hasil pengukuran daya keluaran menggunakan arduino dengan sudut kemiringan modul surya 15° untuk posisi menghadap ke Utara pada Tanggal 15 Maret 2025.	40
Tabel 4.17. Data hasil pengukuran daya keluaran menggunakan arduino dengan sudut kemiringan modul surya 15° untuk posisi menghadap ke Timur pada Tanggal 15 Maret 2025.	41
Tabel 4.18. Data hasil pengukuran daya keluaran menggunakan arduino dengan sudut kemiringan modul surya 15° untuk posisi menghadap ke Barat pada Tanggal 15 Maret 2025.	41

Tabel 4.19. Data hasil pengukuran daya keluaran menggunakan arduino dengan sudut kemiringan modul surya 15° untuk posisi menghadap ke Utara pada Tanggal 17 Maret 2025.	42
Tabel 4.20. Data hasil pengukuran daya keluaran menggunakan arduino dengan sudut kemiringan modul surya 15° untuk posisi menghadap ke Timur pada Tanggal 17 Maret 2025.	43
Tabel 4.21. Data hasil pengukuran daya keluaran menggunakan arduino dengan sudut kemiringan modul surya 15° untuk posisi menghadap ke Barat pada Tanggal 17 Maret 2025.	43

DAFTAR RUMUS

Rumus 2.1 Daya Aktif.....	15
Rumus 2.2 Daya Semu.....	16
Rumus 2.3 Daya Reaktif.....	16

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Seiring dengan perkembangan teknologi dan meningkatnya jumlah penduduk, kebutuhan akan energi primer menjadi hal yang penting untuk dipenuhi. Saat ini, pemenuhan kebutuhan energi primer di Indonesia masih bergantung pada ketersediaan sumber energi fosil, seperti minyak bumi, gas alam, dan batubara. Pemerintah telah melakukan berbagai upaya untuk memenuhi kebutuhan tersebut, antara lain melalui kegiatan penambangan minyak dan gas bumi serta peningkatan volume impor. Meskipun demikian, langkah-langkah tersebut belum sepenuhnya mampu mencukupi kebutuhan energi primer di Indonesia [1]. Oleh karena itu, energi matahari sebagai salah satu bentuk sumber energi terbarukan yang tidak terbatas, menjadi alternatif yang potensial. Pemanfaatan energi baru terbarukan terus mengalami peningkatan secara global, termasuk di Indonesia [2].

Dalam beberapa tahun terakhir Energi Surya meskipun telah mengalami perkembangan yang sangat pesat, namun energi ini masih relatif marginal secara global, terutama jika dibandingkan dengan energi angin, biomassa, dan tenaga air. Namun, kemajuan teknis terkini dan gangguan teknologi yang sedang berlangsung telah menunjukkan bahwa energi surya, dengan tingkat insolasi sekitar 4,5 - 4,8 kW/m² per hari secara rata-rata di Indonesia yang dimana antara semua energi bersih dan terbarukan, merupakan energi yang memiliki ruang pertumbuhan terbesar dalam pengembangan energi surya beberapa dekade mendatang. Potensi yang mengesankan ini dapat menjadikannya sumber energi pertama bagi manusia pada tahun 2030 atau bahkan sebelum pertengahan abad ke-20 masa kini [3].

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) adalah sistem yang memanfaatkan energi matahari sebagai sumber daya terbarukan. Komponen utama dalam PLTS adalah sel surya. Sel surya atau sel fotovoltaik merupakan alat yang mengubah energi sinar matahari menjadi listrik dan juga merupakan istilah yang dipergunakan untuk teknologi dan riset yang berkaitan dengan aplikasi di sel fotovoltaik tersebut

untuk menghasilkan energi listrik dari sinar atau cahaya matahari, saat ini telah banyak dikembangkan modul surya yang mampu menyerap energi matahari dan mengubahnya menjadi sumber listrik yang dapat dimanfaatkan dalam kehidupan sehari-hari. Dalam proses pemasangan dan penggunaannya, diperlukan perhatian khusus agar tidak terjadi kesalahan yang dapat mengakibatkan penyerapan sinar matahari menjadi tidak optimal. Oleh karena itu, pemasangan panel surya, yang merupakan komponen utama dalam sistem pembangkit listrik tenaga surya, harus dilakukan dengan benar. Salah satu faktor penting yang perlu diperhatikan adalah penentuan arah dan sudut kemiringan panel surya, karena kedua aspek tersebut berperan penting dalam mengoptimalkan penangkapan dan penyerapan energi matahari [4].

Perkembangan energi matahari menjadi energi listrik tidak hanya berfokus pada arah dan sudut kemiringan dari panel surya melainkan berfokus juga terhadap perhitungan daya keluaran. Pada penelitian sebelumnya, perhitungan daya keluaran ini hanya berfokus pada perhitungan dengan cara manual, serta berfokus pada arah posisi Utara dan Selatan modul surya saja. Pada penelitian kali ini, modul surya yang digunakan adalah modul surya jenis polikristalin 10 Wp dengan tambahan arah posisi Utara, Timur, dan Barat dengan daya keluaran tersebut dikalkulasikan secara otomatis. Metode ini dapat dilakukan dengan menggunakan aplikasi program arduino.

Arduino merupakan sebuah platform physical computing berbasis open source yang dirancang untuk mempermudah proses pengembangan perangkat berbasis elektronik. Sebagai sebuah platform, Arduino tidak hanya terdiri dari perangkat keras (hardware), tetapi juga mencakup bahasa pemrograman serta Integrated Development Environment (IDE) yang mendukung proses pemrograman dan pemantauan sistem [5]. Arduino sangat penting digunakan untuk perhitungan secara otomatis, karena ketika arduino di program maka arduino dapat menjalankan sensor untuk mengukur tegangan arus dan intensitas cahaya secara realtime tanpa adanya jeda waktu. Berdasarkan permasalahan yang telah diuraikan di atas, maka dalam penelitian ini peneliti akan membahas mengenai: “Analisis Daya Keluaran Modul Surya Polikristalin 10 Wp Menggunakan Arduino Dengan Variasi Arah Dan Sudut Kemiringan 15°”.

1.2. Rumusan Masalah

Alat ukur dan arah posisi pada modul surya sangat berpengaruh terhadap daya keluaran yang dihasilkan oleh modul surya. Pada penelitian sebelumnya, perhitungan daya keluaran modul surya hanya berfokus terhadap perhitungan secara manual dan adanya jeda waktu dengan arah posisi Utara dan Selatan. Untuk menghasilkan daya keluaran yang paling optimal, maka hal ini perlu dilakukan penelitian untuk membandingkan arah posisi Utara, Timur, dan Barat dengan tujuan untuk mengetahui arah posisi yang mendekati hasil terbaik, serta alat ukur yang digunakan akan menampilkan intensitas cahaya, tegangan, arus dan daya keluaran secara realtime tanpa adanya jeda waktu saat modul surya berada pada arah posisi yang berbeda-beda secara bersamaan.

1.3. Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Penelitian ini menggunakan modul surya jenis polikristalin 10 Wp.
2. Variasi arah modul surya yang digunakan adalah menghadap utara, timur dan barat.
3. Sudut kemiringan modul surya yang digunakan adalah sudut 15° .
4. Alat ukur pada penelitian ini menggunakan sensor tegangan, sensor arus dan sensor intensitas cahaya.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan perumusan masalah diatas, tujuan dari penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Mengukur intensitas cahaya, tegangan, arus dan Daya Keluaran secara realtime menggunakan arduino dengan variasi arah dan sudut kemiringan 15° .
2. Menghitung dan menganalisis daya keluaran dengan variasi arah dan sudut kemiringan 15° .

1.5. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dari penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Penjelasan mengenai latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Penjelasan mengenai PLTS, jenis modul surya, prinsip kerja modul surya, faktor penentu kinerja modul surya, arduino, sensor arus dan tegangan, sensor intensitas cahaya, solar charge controller, baterai, posisi modul surya, radiasi dan intensitas cahaya matahari, dan daya listrik.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Penjelasan mengenai metode penelitian, diagram alir penelitian, lokasi dan waktu penelitian, alat dan bahan, spesifikasi alat, desain peralatan, dan prosedur penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Penjelasan mengenai umum, pembuatan *prototype* PLTS, data hasil pengukuran, perhitungan data, dan hasil dan analisis.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Penjelasan mengenai kesimpulan dan saran

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Ali and J. Windarta, “Pemanfaatan Energi Matahari Sebagai Energi Bersih yang Ramah Lingkungan,” *J. Energi Baru dan Terbarukan*, vol. 1, no. 2, pp. 68–77, 2020, doi: 10.14710/jebt.2020.10059.
- [2] T. M. A. Pandria and M. Mukhlizar, “Penentuan Kemiringan Sudut Optimal Panel Surya,” *J. Optim.*, vol. 3, no. 5, 2018, doi: 10.35308/jopt.v3i5.277.
- [3] D. Amalia, H. Abdillah, and T. W. Hariyadi, “Analisa Perbandingan Daya Keluaran Panel Surya Tipe Monokristalin 50wp Yang Dirangakai Seri Dan Paralel Pada Instalasi Plts Off-Grid,” *J. Elektro dan Mesin Terap.*, vol. 8, no. 1, pp. 12–21, 2022, doi: 10.35143/elementer.v8i1.5187.
- [4] Y. Shalih and S. Suratno, “Pengaruh Arah Posisi Pemasangan Panel Surya Terhadap Output Daya Keluaran,” *Just TI (Jurnal Sains Terap. Teknol. Informasi)*, vol. 11, no. 2, p. 12, 2019, doi: 10.46964/justti.v11i2.145.
- [5] M. Junaldy, S. R. U. A. Sompie, and S. Patras, “Rancang Bangun Alat Pemantau Arus Dan Tegangan Di Sistem Panel Surya Berbasis Arduino Uno,” *J. Tek. Elektro dan Komput.*, vol. 8, no. 1, pp. 9–14, 2019.
- [6] N. M. Neli Lestari, I. N. Satya Kumara, and I. A. Dwi Giriantari, “Review Status Panel Surya Di Indonesia Menuju Realisasi Kapasitas Plts Nasional 6500 Mw,” *J. SPEKTRUM*, vol. 8, no. 1, p. 27, 2021, doi: 10.24843/spektrum.2021.v08.i01.p4.
- [7] H. B. Nurjaman and T. Purnama, “Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Sebagai Solusi Energi Terbarukan Rumah Tangga,” *J. Edukasi Elektro*, vol. 6, no. 2, pp. 136–142, 2022, doi: 10.21831/jee.v6i2.51617.
- [8] R. Sianipar, “Dasar Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya,” *Jetri J. Ilm. Tek. Elektro*, vol. 11, pp. 61–78, 2017, doi: 10.25105/jetri.v11i2.1445.
- [9] N. Sartika, A. N. R. Fajri, and L. Kamelia, “Perancangan Dan Simulasi Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (Plts) Atap Pada Masjid Jami’ Al-Muhajirin Bekasi,” *Transm. J. Ilm. Tek. Elektro*, vol. 25, no. 1, pp. 1–9, 2023, doi: 10.14710/transmisi.25.1.1-9.

- [10] A. Group, "Technical Application Papers No.10 Photovoltaic plants," *Abb*, vol. 10, no. 8, pp. 1–45, 2014, [Online]. Available: [http://www04.abb.com/global/seitp/seitp202.nsf/c71c66c1f02e6575c125711f004660e6/d54672ac6e97a439c12577ce003d8d84/\\$file/vol.10.pdf](http://www04.abb.com/global/seitp/seitp202.nsf/c71c66c1f02e6575c125711f004660e6/d54672ac6e97a439c12577ce003d8d84/$file/vol.10.pdf). v
Diakses: 30 Agustus 2021
- [11] S. and M. Suyanto, "Pemasangan Solar Cell Untuk Setrika Listrik Pada Usaha Sonic Laundry Condong Catur," vol. 4, no. 2, pp. 8–17, 2020.
- [12] S. Patabang, L. Sampebatu, and A. Kamolan, "Analisa Potensi Penggunaan PLTS On Grid di Kota Makassar," *J. Ampere*, vol. 8, no. 1, pp. 60–70, 2023, doi: 10.31851/ampere.v8i1.10958.
- [13] S. Yuliananda, G. Sarya, and R. Retno Hastijanti, "Pengaruh Perubahan Intensitas Matahari Terhadap Daya Keluaran Panel Surya," *J. Pengabd. LPPM Untag Surabaya Nop.*, vol. 01, no. 02, pp. 193–202, 2015.
- [14] - Suwarti, "Analisis Pengaruh Intensitas Matahari, Suhu Permukaan & Sudut Pengarah Terhadap Kinerja Panel Surya," *Eksergi*, vol. 14, no. 3, p. 78, 2019, doi: 10.32497/eksergi.v14i3.1373.
- [15] H. Habiburosid, W. Indrasari, and R. Fahdiran, "Karakterisasi Panel Surya Hybrid Berbasis Sensor Ina219," vol. VIII, pp. SNF2019-PA-173–178, 2019, doi: 10.21009/03.snf2019.02.pa.25.
- [16] D. Pratama and A. Asnil, "Sistem Monitoring Panel Surya Secara Realtime Berbasis Arduino Uno," *MSI Trans. Educ.*, vol. 2, no. 1, pp. 19–32, 2021, doi: 10.46574/mtd.v2i1.46.
- [17] A. Khuriati, "Sistem Pemantau Intensitas Cahaya Ambien dengan Sensor BH1750 Berbasis Mikrokontroler Arduino Nano," *Berk. Fis.*, vol. 25, no. 13, pp. 105–110, 2022.
- [18] A. N. Huda, I. R. Imaduddin, H. S. Iskawanto, and R. G. Putra, "Perancangan Solar Charge Controler Menggunakan Control Proportional Integral Derivative (PID) Pada Prototype Traffic Light," *JEECAE (Journal Electr. Electron. Control. Automot. Eng.*, vol. 5, no. 2, pp. 8–15, 2020, doi: 10.32486/jeecae.v5i2.520.
- [19] E. Permana, Arie Desrianty, Rispianda, "Rancangan Alat Pengisi Daya

Dengan Panel Surya (Solar Charging Bag) Menggunakan Quality Function Deployment (Qfd),” *Online Inst. Teknol. Nas.*, vol. 3, no. ISSN 2338-5081, p. 11, 2015, [Online]. Available: <https://ejurnal.itenas.ac.id/index.php/rekaintegra/article/view/910>

- [20] M. ANWAR, “Studi Experimental Potensi Penyerapan Energi Matahari Sistem Fotovoltaik Di Wilayah Pantai Bunga Kabupaten Batu Bara,” *J. Ekon. Vol. 18, Nomor 1 Maret 201*, vol. 2, no. 1, pp. 41–49, 2020.
- [21] M. F. H. Abdul Kodir Albahar, “PENGARUH SUDUT KEMIRINGAN PANEL SURYA (PV) TERHADAP KELUARAN DAYA,” *J. Ilm. Elektrokrisna*, vol. 8, no. 2, 2020.
- [22] Z. Stein, “Radiasi sinar matahari,” 2023, [Online]. Available: <https://www.carboncollective.co/sustainable-investing/solar-radiation>
- [23] Letifa Shintawaty, “Peranan Daya Reaktif Pada Sistem Kelistrikan,” *J. Desiminasi Teknol.*, vol. 1, no. 2, pp. 1–20, 2013.
- [24] P. Harahap and M. Adam, “Efisiensi Daya Listrik Pada Dispenser Dengan Jenis Merk Yang Berbeda Menggunakan Inverter,” *Resist. (Elektronika Kendali Telekomun. Tenaga List. Komputer)*, vol. 4, no. 1, p. 37, 2021, doi: 10.24853/resistor.4.1.37-42.