

SKRIPSI

**ANALISIS PENENTUAN ORIENTASI SUDUT
AZIMUTH DAN TINGKAT SUDUT KEMIRINGAN
OPTIMAL PANEL SURYA DI WILAYAH
KELURAHAN JIMBARAN**



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh :

Hannan Adib Ryandika

NIM. 2315374013

**PROGRAM STUDI D4 TEKNIK OTOMASI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
POLITEKNIK NEGERI BALI
2024**

LEMBAR PERSETUJUAN UJIAN SKRIPSI

ANALISIS PENENTUAN ORIENTASI SUDUT AZIMUTH DAN TINGKAT SUDUT KEMIRINGAN OPTIMAL PANEL SURYA DI WILAYAH KELURAHAN JIMBARAN

Oleh :

Hannan Adib Ryandika

NIM. 2315374013

Skripsi ini telah melalui Bimbingan dan Pengujian Hasil, disetujui untuk
diujikan pada Ujian Skripsi
di
Program Studi D4 Teknik Otomasi
Jurusan Teknik Elektro - Politeknik Negeri Bali

Bukit Jimbaran, 22 Agustus 2024

Disetujui Oleh :

Dosen Pembimbing 1:



Dr. Risa Nurin Baiti, S.T., M.T.
NIP. 199202162020122006

Dosen Pembimbing 2:



I Made Sumerta Yasa, S.T., M.T.
NIP. 196112271988111001

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

ANALISIS PENENTUAN ORIENTASI SUDUT AZIMUTH DAN TINGKAT SUDUT KEMIRINGAN OPTIMAL PANEL SURYA DI WILAYAH KELURAHAN JIMBARAN

Oleh :

Hannan Adib Ryandika

NIM. 2315374013

Skripsi ini sudah melalui Ujian Skripsi pada tanggal 29 Agustus 2024,
dan sudah dilakukan Perbaikan untuk kemudian disahkan sebagai Skripsi
di

Program Studi D4 Teknik Otomasi
Jurusan Teknik Elektro - Politeknik Negeri Bali

Bukit Jimbaran, 3 September 2024


Disetujui Oleh :


Tim Penguji :

Dosen Pembimbing :


1. Ir. Made Wiryana, M.T.
NIP. 196707011994031004



1. Dr. Risa Nurin Baiti, S.T., M.T.
NIP. 199202162020122006


2. Ir. I Gusti Putu Mastawan Eka Putra, S.T., M.T.
NIP. 197801112002121003


2. I Made Sumerta Yasa, S.T., M.T.
NIP. 196112271988111001

Diketahui Oleh:

Ketua Jurusan Teknik Elektro


Ir. Kadek Amerta Yasa, ST., MT.
NIP. 196809121995121001

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN KARYA SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini, menyatakan bahwa Skripsi dengan judul:

ANALISIS PENENTUAN ORIENTASI SUDUT AZIMUTH DAN TINGKAT SUDUT KEMIRINGAN OPTIMAL PANEL SURYA DI WILAYAH KELURAHAN JIMBARAN

adalah asli hasil karya saya sendiri.

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah Skripsi ini tidak terdapat karya orang lain yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar di suatu perguruan tinggi, dan atau sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah Skripsi ini, dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila saya melakukan hal tersebut di atas, dengan ini saya menyatakan menarik Skripsi yang saya ajukan sebagai hasil karya saya.

Bukit Jimbaran, 3 September 2024

Yang menyatakan



Handwritten signature of Hannan Adib Ryandika.

Hannan Adib Ryandika

NIM. 2315374013

ABSTRAK

Energi surya merupakan salah satu sumber energi terbarukan yang memiliki potensi besar di Indonesia, khususnya di wilayah Kelurahan Jimbaran, Bali. Efisiensi panel surya sangat dipengaruhi oleh orientasi sudut azimuth dan kemiringan panel. Terdapat banyak referensi yang telah melakukan penelitian terkait, namun sedikit yang menganalisis pengaruh sudut azimuth terhadap daya luaran panel surya. Sehingga penelitian ini dilakukan untuk menentukan orientasi sudut azimuth dan sudut kemiringan optimal yang dapat menghasilkan daya luaran maksimal dari panel surya serta mengetahui pengaruhnya. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen kuantitatif dengan pengambilan data di wilayah Jimbaran, Bali. Panel surya yang digunakan berjenis monocrystalline 100Wp. Pengukuran dilakukan dengan variasi sudut kemiringan dari 0° hingga 25° . Sedangkan, sudut azimuth ditentukan berdasarkan perhitungan sudut deklinasi, jam, dan zenith matahari, yaitu di sudut $-47,89^\circ$, $-28,99^\circ$, 0° , $28,99^\circ$, dan $47,89^\circ$. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sudut azimuth $28,99^\circ$ dan sudut kemiringan 15° menghasilkan daya luaran terbesar sebesar 86,06 watt pada pukul 13.00 WITA. Hasil eksperimen menunjukkan daya luaran panel surya dipengaruhi oleh sudut azimuth secara linier atau secara proporsional. Hasil ini ditunjukkan berdasarkan analisis regresi linier.

Kata Kunci: sudut azimuth, sudut kemiringan, daya luaran, panel surya, jimbaran

ABSTRACT

Solar energy is one of the renewable energy sources with significant potential in Indonesia, particularly in the Jimbaran area of Bali. The efficiency of solar panels is greatly influenced by the azimuth orientation and tilt angle of the panels. Although numerous studies have explored this subject, few have specifically analyzed the effect of the azimuth angle on the output power of solar panels. Therefore, this study was conducted to determine the optimal azimuth orientation and tilt angle that can maximize the output power of solar panels, as well as to understand their impact. The study employed a quantitative experimental method, with data collection conducted in the Jimbaran area of Bali. A 100Wp monocrystalline solar panel was used in the experiment. Measurements were taken with tilt angle variations ranging from 0° to 25°. The azimuth angles were determined based on the calculations of the declination angle, time, and solar zenith angle, specifically at angles of -47.89°, -28.99°, 0°, 28.99°, and 47.89°. The results indicated that an azimuth angle of 28.99° and a tilt angle of 15° produced the highest output power of 86.06 watts at 13:00 WITA. The experimental results showed that the output power of the solar panel is linearly or proportionally influenced by the azimuth angle. This was demonstrated through linear regression analysis.

Keywords: *Azimuth Angle, Tilt Angle, Output Power, Solar Panel, Jimbaran*

KATA PENGANTAR

Segala rasa puji dan syukur kami panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, yang telah memberikan kesempatan, sehingga dapat menulis skripsi yang berjudul “Analisis Penentuan Orientasi Sudut Azimuth dan Tingkat Sudut Kemiringan Optimal Panel Surya di Wilayah Kelurahan Jimbaran Bali”. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat yang harus dipenuhi dalam menempuh studi akhir Program Rekognisi Pembelajaran Lampau Energi Baru Terbarukan Program Studi Teknik Otomasi Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bali. Skripsi ini dapat terlaksana dengan baik, tak terlepas dari bantuan dan kerja sama dari berbagai pihak, sehingga kendala yang ditemui dapat terselesaikan. Dalam kesempatan ini tidak lupa menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak I Nyoman Abdi, S.E., M.eCom., selaku direktur Politeknik Negeri Bali.
2. Bapak Ir. Kadek Amerta Yasa, S.T., M.T., selaku ketua jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bali.
3. Ibu Putri Alit Widyastuti Santiary, ST., M.T., selaku koordinator program studi D4-Teknik Otomasi.
4. Bapak Ida Bagus Irawan Purnama, S.T., M.Sc. selaku koordinator RPL Kelas Energi Baru Terbarukan.
5. Ibu Dr. Risa Nurin Baiti, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing 1 Skripsi.
6. Bapak I Made Sumerta Yasa, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing 2 Skripsi.
7. Kedua orang tua saya yang telah memberikan do’a, semangat, dan dukungan tanpa henti.
8. Rekan-rekan kelas spesialisasi energi terbarukan angkatan 2023 Politeknik Negeri Bali.

Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini tidak luput dari berbagai kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran demi kesempurnaan dan perbaikan laporan ini agar dapat memberikan manfaat bagi bidang pendidikan, penerapan di lapangan, serta pengembangan lebih lanjut.

Bukit Jimbaran, 2 September 2024

Hannan Adib Ryandika

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PERSETUJUAN UJIAN SKRIPSI.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN KARYA SKRIPSI.....	iv
ABSTRAK.....	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	3
1.3. Batasan Masalah.....	3
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
1.6. Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Penelitian Sebelumnya	5
2.2. Landasan Teori.....	7
2.2.1 Energi dan Posisi Matahari	7
2.2.2 Sudut Deklinasi.....	9
2.2.3 Sudut Jam.....	10
2.2.4 Sudut Zenith.....	10
2.2.5 Sudut Azimuth	11
2.2.6 Sel Surya	11
2.2.7 Panel Surya Maysun Solar MS100M-36	12
2.2.8 Seaward PV200.....	16
2.2.9 Digital Level Box.....	17
2.2.10 Solar Power Meter Lutron SPM-1116SD.....	17
2.2.11 Uji Normalitas.....	19

2.2.12	Uji Linieritas	19
2.2.13	Regresi Linier Sederhana.....	19
BAB III METODE PENELITIAN		21
3.1.	Lokasi Penelitian.....	21
3.2.	Tahap Penelitian.....	22
3.3.1.	Diagram Alir Penelitian	22
3.3.2.	Perhitungan Orientasi Sudut Azimuth Panel Surya.....	22
3.3.3.	Sudut Panel Surya.....	24
3.3.4.	Metode Pengambilan Data.....	24
3.3.5.	Perhitungan Daya Luaran dan Efisiensi Panel Surya	25
3.3.	Analisis Hasil Penelitian	26
3.3.1.	Analisis Daya Luaran Terbesar.....	26
3.3.2.	Analisis Pengaruh Sudut Azimuth Terhadap Daya Luaran	27
3.4.	Hasil Yang Diharapkan	28
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		29
4.1	Hasil dan Pembahasan Perhitungan Penentuan Sudut Azimuth	29
4.2	Hasil dan Pembahasan Penentuan Sudut Azimuth dan Sudut Kemiringan Panel Surya Berdasarkan Daya Luaran Terbesar.....	31
4.3	Hasil dan Pembahasan Pengaruh Sudut Azimuth Terhadap Daya Luaran	34
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		39
5.1.	Kesimpulan	39
5.2.	Saran.....	40
DAFTAR PUSTAKA.....		41

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Sebaran Radiasi Pada Permukaan Bumi	7
Gambar 2.2 Gerak Semu Tahunan Matahari.....	8
Gambar 2.3 Waktu Puncak Matahari	9
Gambar 2.4 Perubahan Sudut Deklinasi	9
Gambar 2.5 Sudut Zenith dan Sudut Elevasi	10
Gambar 2.6 Sudut Azimuth Matahari	11
Gambar 2.7 Ilustrasi Cara Kerja Sel Surya	12
Gambar 2.8 Panel Surya Maysun Solar MS100M-36.....	13
Gambar 2.9 Alat Ukur Seaward PV200	16
Gambar 2.10 Digital Level Box	17
Gambar 2.11 Solar Power Meter Lutron SPM-1116SD	18
Gambar 2.12 Ilustrasi Garis Regresi Linier	20
Gambar 3.1 Detail Lokasi Penelitian	21
Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian.....	22
Gambar 3.3 Skema Rangkaian Pengambilan Data.....	24
Gambar 4.1 Grafik Hasil Pengolahan Data	33
Gambar 4.2 Kurva Kalibrasi	37

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Tabel Research Gap	6
Tabel 2.2 Spesifikasi dari Panel Surya Maysun Solar MS100M-36.....	13
Tabel 2.3 Spesifikasi Seaward PV200 Pengukuran Tegangan Sirkuit Terbuka	16
Tabel 2.4 Spesifikasi Seaward PV200 Pengukuran Arus Sirkuit Pendek.....	16
Tabel 2.5 Spesifikasi Alat Digital Level Box	17
Tabel 2.6 spesifikasi Solar Power Meter Lutron SPM-1116SD	18
Tabel 2.7 Interpretasi Terhadap Koefisien Korelasi	20
Tabel 3.1 Nomor Hari Pertama Setiap Bulan.....	23
Tabel 3.2 Contoh Format Pengambilan Data jam 10.00.....	26
Tabel 3.3 Contoh Format Pengambilan Data jam 11.00.....	26
Tabel 3.4 Contoh Format Pengambilan Data jam 12.00.....	27
Tabel 3.5 Contoh Format Pengambilan Data jam 13.00.....	27
Tabel 3.6 Contoh Format Pengambilan Data jam 14.00.....	27
Tabel 4.1 Hasil Perhitungan Penentuan Sudut Azimuth.....	30
Tabel 4.2 Hasil Pengolahan Data Jam 10.00 Sudut Azimuth $-47,89^{\circ}$	31
Tabel 4.3 Hasil Pengolahan Data Jam 11.00 Sudut Azimuth $-28,99^{\circ}$	32
Tabel 4.4 Hasil Pengolahan Data Jam 12.00 Sudut Azimuth 0°	32
Tabel 4.5 Hasil Pengolahan Data Jam 13.00 Sudut Azimuth $28,99^{\circ}$	32
Tabel 4.6 Hasil Pengolahan Data Jam 14.00 Sudut Azimuth $47,89^{\circ}$	32
Tabel 4.7 Hasil Uji Normalitas Shapiro-Wilk.....	34
Tabel 4.8 Hasil Uji Linieritas ANOVA Tabel	36
Tabel 4.9 Hasil Statistik Regresi (a) Sudut 5° (b) Sudut 15°	37

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1.** Form Bimbingan Skripsi Dosen Pembimbing 1
- Lampiran 2.** Form Bimbingan Sripsi Dosen Pembimbing 2
- Lampiran 3.** Pernyataan Telah Menyelesaikan Bimbingan Skripsi
- Lampiran 4.** Hasil Pengecekan Plagiarisme Turniti
- Lampiran 5.** Lembar Perbaikan Penguji 1
- Lampiran 6.** Lembar Perbaikan Penguji 2
- Lampiran 7.** Lembar Perbaikan Penguji 3
- Lampiran 8.** Hasil Pengambilan Data Pada Jam 10.00 (Sudut Azimuth -47.89°)
- Lampiran 9.** Hasil Pengambilan Data Pada Jam 11.00 (Sudut Azimuth -28.99°)
- Lampiran 10.** Hasil Pengambilan Data Pada Jam 12.00 (Sudut Azimuth 0°)
- Lampiran 11.** Hasil Pengambilan Data Pada Jam 13.00 (Sudut Azimuth $28,89^\circ$)
- Lampiran 12.** Hasil Pengambilan Data Pada Jam 14.00 (Sudut Azimuth $48,99^\circ$)
- Lampiran 13.** Hasil Uji Normalitas Shapiro-Wilk SPSS
- Lampiran 14.** Hasil Uji Normalitas Shapiro-Wilk SPSS (Lanjutan)
- Lampiran 15.** Hasil Uji Linieritas ANOVA Tabel SPSS

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Energi Baru Terbarukan (EBT) adalah energi yang berasal dari alam dan tersedia secara berkelanjutan [1]. Sesuai dengan kebijakan pemerintah Indonesia, pada tahun 2025, energi baru terbarukan ditargetkan mencapai 17-19% dari bauran energi nasional, serta pada tahun 2050 ditargetkan minimal mencapai 31% [2]. Terdapat banyak pembangkit yang memanfaatkan energi baru terbarukan, dan yang paling umum adalah Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) [3]. Berdasarkan data Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) per semester I tahun 2023, total kapasitas PLTS terpasang mencapai sebesar 322,6 Mw. Permasalahan utama dari pemasangan panel surya sebagai sumber energi listrik adalah kurang maksimalnya daya yang dihasilkan, karena bergantung dari efisiensi faktor eksternal, yaitu radiasi sinar matahari yang diterima [4]. Umumnya, penggunaan panel surya masih bersifat statis, yang mengakibatkan penyerapan cahaya matahari kurang maksimal [5]. Panel surya dapat menyerap iradiasi matahari tergantung pada berbagai faktor, salah satunya orientasi dan kemiringan sudut dari panel surya [6], [7]. Untuk mendapatkan intensitas cahaya matahari secara maksimal, panel surya perlu sejajar dengan cahaya matahari [8]. Oleh sebab itu, dibutuhkan perhitungan sudut matahari untuk menentukan orientasi sudut azimut dan sudut kemiringan panel surya agar dapat menghasilkan daya luaran yang maksimal.

Orientasi sudut azimuth dan sudut kemiringan panel surya merupakan parameter yang mempengaruhi kinerja sel surya. Perancangan sistem dalam penentuan orientasi sudut azimuth dan sudut kemiringan bertujuan agar intensitas matahari yang diterima oleh panel surya maksimal [9]. Bali, termasuk wilayah bagian timur Indonesia, memiliki potensi energi surya yang tinggi sehingga potensial untuk membangun sistem pembangkit. Jimbaran merupakan salah satu kelurahan di Kecamatan Kuta Selatan, Kabupaten Badung, Bali. Wilayah Kelurahan Jimbaran memiliki rata-rata potensi iradiasi harian matahari sebesar 4,57 kWh/m²/hari [10]. Potensi tersebut membuat Kelurahan Jimbaran cocok untuk pemasangan PLTS. Dalam hal ini, kestabilan panel surya dalam menyerap iradiasi matahari sangat penting, salah satunya dengan cara mengatur orientasi sudut azimuth dan tingkat sudut kemiringan panel surya. Dengan demikian, panel surya dapat menghasilkan daya luaran yang maksimal. Oleh karena itu,

perlu adanya analisis terhadap penentuan orientasi sudut azimuth dan sudut kemiringan panel surya untuk menghasilkan daya luaran yang maksimal. Harapannya, analisis ini bisa menjadi data rujukan bagi masyarakat di wilayah Kelurahan Jimbaran untuk pemasangan panel surya.

Berbagai penelitian telah dilakukan untuk mengoptimalkan daya luaran panel surya. Salah satunya adalah penelitian oleh Rimbawati pada tahun 2023 [11]. Penelitian tersebut bertujuan untuk menemukan sudut kemiringan optimal yang membuat penyerapan radiasi matahari maksimal dari panel surya di Tigajuhar, Kabupaten Deli Serdang, Sumatra Utara. Berdasarkan pengujian yang dilakukan, data diambil pada waktu solar peak hour, yaitu pukul 10.00 hingga pukul 15.00. Penelitian tersebut menemukan bahwa sudut kemiringan 15° dan azimuth 20° menghadap barat merupakan sudut dan orientasi optimal untuk penempatan panel surya. Pada sudut dan orientasi ini, panel surya menghasilkan tegangan 13,97 volt dan arus 2,94 ampere, sehingga daya yang dihasilkan mencapai 70,11 watt pada pukul 14.00 siang. Penelitian terkait lainnya dilakukan oleh Rusda pada tahun 2023 [12]. Penelitian ini dilakukan pada lokasi dengan koordinat *latitude* $-0,5345$ dan *longitude* $124,6$. Penelitian ini membandingkan beberapa kemiringan sudut panel surya, yaitu pada sudut kemiringan 0° , 10° , 30° , dan 45° . Penelitian ini menunjukkan hasil, yaitu tingkat sudut kemiringan optimal panel surya adalah 10° di azimuth 0° menghadap utara. Pada sudut tersebut, panel surya menyerap iradiasi matahari 1338 watt/m^2 yang mana menghasilkan daya luaran 50,81 watt pada pukul 12.00 pada kondisi cuaca cerah. Berdasarkan kedua penelitian terkait, dapat disimpulkan orientasi dan sudut kemiringan panel surya yang optimal menghasilkan luaran yang berbeda di dua lokasi, yaitu utara garis katulistiwa dan di titik 0 katulistiwa.

Berdasarkan permasalahan dan beberapa penelitian terkait, peneliti melakukan penelitian bertajuk “Analisis Penentuan Orientasi Sudut Azimuth dan Tingkat Sudut Kemiringan Optimal Panel Surya di Wilayah Kelurahan Jimbaran”. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui arah orientasi dan tingkat sudut kemiringan pada panel surya di wilayah Kelurahan Jimbaran. Dengan melakukan perhitungan sudut datang matahari, peneliti menentukan sudut azimuth dan sudut kemiringan optimal yang dapat menghasilkan daya maksimal dari panel surya. Dengan demikian, penelitian ini dapat menganalisis arah orientasi sudut azimuth dan tingkat sudut kemiringan panel surya terhadap daya luaran paling efisien di wilayah Kelurahan Jimbaran, Bali.

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, rumusan masalah yang diambil untuk penelitian ini sebagai berikut:

- a. Bagaimana perhitungan untuk penentuan sudut azimuth dan sudut kemiringan dari panel Surya di wilayah Kelurahan Jimbaran?
- b. Bagaimana menentukan sudut azimuth dan sudut kemiringan panel surya berdasarkan daya luaran terbesar di wilayah Kelurahan Jimbaran?
- c. Bagaimana pengaruh sudut azimuth terhadap daya luaran panel surya?

1.3. Batasan Masalah

Berdasarkan rumusan masalah yang diuraikan di atas, agar pembahasan dari penelitian tidak menyimpang, dibuatlah batasan masalah sebagai berikut:

- a. Panel surya berjenis *monocrystalline* dengan rate daya maksimal 100Wp dengan luasan permukaan panel adalah 0,5168m².
- b. Lokasi tempat pengambilan data berada di wilayah Kelurahan Jimbaran, dengan titik koordinasi *latitude* -8,801712 dan *longitude* 115,162078.
- c. Kondisi temperatur di wilayah lokasi berkisar di rata-rata suhu udara 25,6°C.
- d. Cuaca dalam kondisi cerah, tidak mendung, dan tidak hujan pada saat pengambilan data dilakukan.
- e. Sudut Azimuth akan dihitung berdasarkan pada bulan Juli

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan yang dapat dicapai berdasarkan rumusan masalah penelitian ini sebagai berikut:

- a. Dapat melakukan perhitungan untuk penentuan sudut azimuth dan sudut kemiringan dari panel Surya di wilayah Kelurahan Jimbaran
- b. Dapat menentukan sudut azimuth dan sudut kemiringan panel surya berdasarkan daya luaran terbesar di wilayah Kelurahan Jimbaran
- c. Dapat mengetahui pengaruh sudut azimuth terhadap daya luaran panel surya

1.5. Manfaat Penelitian

Adapun beberapa manfaat pada penelitian ini diuraikan sebagai berikut:

- a. Memberikan cara mengoptimalkan orientasi dan kemiringan panel surya, sehingga penggunaannya dapat lebih efisien dalam menghasilkan daya listrik.
- b. Diharap mampu memberikan pengetahuan masyarakat mengenai pentingnya orientasi dan kemiringan dalam pemasangan panel surya.
- c. Bisa menjadi rujukan untuk penentuan arah orientasi dan tingkat sudut kemiringan panel surya di wilayah Kelurahan Jimbaran.

1.6. Sistematika Penulisan

Untuk mempermudah pembaca mengetahui pembahasan pada skripsi ini, maka diperlukan sistematika penulisan sebagai berikut.

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, manfaat, serta sistematika penulisan skripsi ini.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini memuat tentang uraian dari bahan pustaka atau teori – teori yang berkaitan sebagai acuan di dalam penulisan skripsi ini.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini membahas tentang mengenai metode yang digunakan, jenis data yang digunakan, persamaan yang digunakan dalam perhitungan di skripsi ini, serta hasil dan analisis yang diharapkan dalam pembuatan skripsi ini.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi tentang implementasi metode dari BAB 3, perhitungan penentuan sudut azimuth, hasil analisis penentuan sudut azimuth dan sudut kemiringan panel surya berdasarkan daya luaran terbesar, dan hasil analisis pengaruh sudut azimuth terhadap daya luaran.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini merupakan bab penutup yang berisi kesimpulan dan saran yang diperlukan untuk hasil keseluruhan skripsi ini.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan tujuan penelitian, maka dapat disimpulkan sebagai berikut

1. Penelitian berhasil melakukan perhitungan untuk menentukan sudut azimuth dan sudut kemiringan panel surya. Pengujian dilakukan di wilayah Kelurahan Jimbaran, Kecamatan Kuta Selatan, Kabupaten Badung, Bali, dengan koordinat *latitude* - 8,801712 dan *longitude* 115,162078. Sudut deklinasi, sudut jam matahari, sudut zenith dan sudut azimuth matahari dihitung dan menghasilkan nilai sudut -47.89° , -28.99° , 0° , 28.99° , dan 47.89° . Hasil perhitungan menunjukkan nilai sudut azimuth yang bervariasi sesuai dengan waktu pengambilan data dari pukul 10.00 hingga 14.00 WITA.
2. Pengujian yang dilakukan menunjukkan bahwa sudut azimuth dan sudut kemiringan optimal dapat ditentukan berdasarkan daya luaran terbesar panel surya. Hasil pengolahan data menunjukkan bahwa sudut azimuth 28.99° dan sudut kemiringan 15° menghasilkan daya luaran terbesar sebesar 86,06 watt pada pukul 13.00 WITA. Hal ini menunjukkan bahwa sudut tersebut paling optimal untuk mendapatkan daya luaran terbesar dari panel surya.
3. Analisis regresi linier menunjukkan bahwa terdapat tingkat hubungan sangat kuat antara sudut azimuth dan daya luaran panel surya. Pada sudut kemiringan 5° dan 15° , nilai koefisien determinasi (R Square) sebesar 0.9723 dan 0.8042, menunjukkan bahwa 97.23% dan 80.42% variabilitas daya luaran dapat dijelaskan oleh variasi sudut azimuth. Hasil ini menunjukkan bahwa sudut azimuth berpengaruh terhadap daya luaran. Perbedaan tersebut dapat terjadi karena faktor eksternal seperti perubahan posisi matahari, suhu yang mempengaruhi panel surya, dan awan yang menghalangi cahaya matahari juga dapat mempengaruhi hasil regresi pada sudut yang berbeda.

5.2. Saran

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan, berikut adalah beberapa saran diantaranya:

1. Melakukan penelitian di beberapa lokasi berbeda dalam Kelurahan Jimbaran untuk mengetahui apakah ada perbedaan optimalisasi sudut azimuth dan sudut kemiringan signifikan di berbagai titik.
2. Penelitian bisa dikembangkan dengan studi jangka panjang untuk mengamati variasi hasil berdasarkan perubahan kondisi cuaca yang berbeda. Pengumpulan data selama satu bulan penuh akan memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai performa panel surya.
3. Penelitian dapat dilakukan tidak hanya di waktu *solar peak hour*. Bisa dilakukan dari mulai jam 08.00 sampai jam 17.00, sehingga hasil data dan grafik bisa memperoleh kesimpulan yang komprehensif.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Azhar dan D. A. Satriawan, “Implementasi Kebijakan Energi Baru dan Energi Terbarukan Dalam Rangka Ketahanan Energi Nasional,” *Administrative Law and Governance Journal*, vol. 1, no. 4, hlm. 398–412, Nov 2018, doi: 10.14710/alj.v1i4.398-412.
- [2] J. S. Setyono, F. H. Mardiansjah, dan M. F. K. Astuti, “POTENSI PENGEMBANGAN ENERGI BARU DAN ENERGI TERBARUKAN DI KOTA SEMARANG,” *Jurnal Riptek*, vol. 13, no. 2, Art. no. 2, Des 2019, doi: 10.35475/ripte.v13i2.68.
- [3] M. S. A. Ipung, S. Thamrin, dan R. L. W, “Pemanfaatan Pembangkit Listrik Tenaga Surya sebagai Alternatif Energi Masa Depan,” *Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat Nusantara*, vol. 4, no. 3, Art. no. 3, Agu 2023.
- [4] S. Tamimi, W. Indrasari, dan B. H. Iswanto, “OPTIMASI SUDUT KEMIRINGAN PANEL SURYA PADA PROTOTIPE SISTEM PENJEJAK MATAHARI AKTIF,” *PROSIDING SEMINAR NASIONAL FISIKA (E-JOURNAL)*, vol. 5, hlm. SNF2016-53, Okt 2016, doi: 10.21009/0305020111.
- [5] T. M. A. Pandria, M. Muzakir, E. Mawardi, S. Samsuddin, M. Munawir, dan M. Mukhlizar, “Penentuan Sudut Kemiringan Optimum Berdasarkan Energi Keluaran Panel Surya,” *Jurnal Serambi Engineering*, vol. 6, no. 1, Art. no. 1, Jan 2021, doi: 10.32672/jse.v6i1.2665.
- [6] Basuki, M. M. Rosadi, dan F. S. Hadi, “ANALISA PENGARUH SUDUT KEMIRINGAN PANEL SURYA TERHADAP INTENSITAS CAHAYA MATAHARI DAN TEGANGAN YANG DIHASILKAN PANEL SURYA TIPE POLYCRYSTALLINE,” *Prosiding Seminar Nasional Sains, Teknologi, Ekonomi, Pendidikan dan Keagamaan (SAINSTEKNOPAK)*, vol. 4, no. 1, Des 2020, Diakses: 5 Juni 2024. [Daring]. Tersedia pada: <https://ejournal.unhasy.ac.id/index.php/SAINSTEKNOPAK/article/view/1402>
- [7] S. Ali dan T. M. A. Pandria, “Penentuan Sudut Kemiringan Optimal Panel Surya Untuk Wilayah Meulaboh,” *Jurnal Mekanova : Mekanikal, Inovasi dan Teknologi*, vol. 4, no. 1, Art. no. 1, Apr 2019, doi: 10.35308/jmkn.v4i1.1580.
- [8] Y. G. Emes dan J. C. Kewas, “ANALISA PENGARUH SUDUT KEMIRINGAN PANEL SURYA KAPASITAS 10 WATT PEAK (WP) TIPE MONOCRYSTALLINE TERHADAP DAYA OUTPUT,” *ACTUATOR: Jurnal Teknik Mesin*, vol. 3, no. 2, Art. no. 2, Des 2022, doi: 10.53682/actjtm.v3i2.5372.
- [9] F. A. F. Sugiono, P. D. Larasati, dan E. A. Karuniawan, “PENGARUH SUDUT KEMIRINGAN PANEL SURYA TERHADAP POTENSI PEMANFAATAN PLTS ROOFTOP DI BENGKEL TEKNIK MESIN, POLITEKNIK NEGERI SEMARANG,” *JURNAL REKAYASA ENERGI*, vol. 1, no. 1, Art. no. 1, Nov 2022, doi: 10.31884/jre.v1i1.5.
- [10] I. A. Medina, I. A. D. Giriantari, dan I. W. Sukerayasa, “Kajian dan Evaluasi Sistem Suplai Energi Listrik PLTS dan PLTB di Kampus Teknik Elektro Universitas Udayana Bukit Jimbaran Bali,” *JTE*, vol. 17, no. 3, hlm. 311, Des 2018, doi: 10.24843/MITE.2018.v17i03.P02.

- [11] R. Rimbawati, K. A. M. Sahlul, J. Riandra, dan B. S. Kusuma, “PENENTUAN KEMIRINGAN PANEL SURYA MENGGUNAKAN METODE AZIMUT PADA PLTS RUMAH SUMBUL,” *Prosiding Seminar Nasional Teknik UISU (SEMNASTEK)*, vol. 6, no. 1, Art. no. 1, Jun 2023.
- [12] R. Rusda, Dihya Ahmad Rasyid Ridho, dan Marson Ady Putra, “Analisis Pengaruh Sudut Kemiringan Terhadap Penerimaan Iradiasi Matahari Dan Daya Keluaran Yang Dihasilkan Panel Surya,” *PoliGrid*, vol. 4, no. 1, Nov 2023, doi: 10.46964/poligrid.v4i1.18.
- [13] P. P. T. D. Priatam, M. F. Zambak, S. Suwarno, dan P. Harahap, “Analisa Radiasi Sinar Matahari Terhadap Panel Surya 50 WP,” *RELE (Rekayasa Elektrikal dan Energi) : Jurnal Teknik Elektro*, vol. 4, no. 1, Art. no. 1, Jul 2021, doi: 10.30596/rele.v4i1.7825.
- [14] M. K. Usman, “ANALISIS INTENSITAS CAHAYA TERHADAP ENERGI LISTRIK YANG DIHASILKAN PANEL SURYA,” *Power Elektronik : Jurnal Orang Elektro*, vol. 9, no. 2, Art. no. 2, Jul 2020, doi: 10.30591/polektro.v9i2.2047.
- [15] R. Rahwanda, Y. S. Putra, dan R. Adriat, “Pemetaan dan estimasi potensi energi matahari di kota pontianak,” *PRISMA FISIKA*, vol. 10, no. 3, hlm. 285–290, Feb 2023, doi: 10.26418/pf.v10i3.58096.
- [16] B. Sutanto, Y. D. Herlambang, B. Bono, A. S. Alfauzi, dan D. A. Munawwaroh, “OPTIMALISASI ARAH SUDUT TILT DAN SUDUT AZIMUTH DARI ALAT PEMANEN ENERGI RADIASI MATAHARI DI SEMARANG, JAWA TENGAH,” *Eksergi : Jurnal Teknik Energi*, vol. 17, no. 2, Art. no. 2, Mei 2021, doi: 10.32497/eksergi.v17i2.2545.
- [17] “Sudut Azimut | PVEducation.” Diakses: 12 Juni 2024. [Daring]. Tersedia pada: <https://www.pveducation.org/id/pvcdrom/sudut-azimut>
- [18] A. D. Afriyani dan S. Prasetya, “Analisis Pengaruh Posisi Panel Surya terhadap Daya yang dihasilkan di PT Lentera Bumi Nusantara,” 2019.
- [19] Cooper, “The absorption of radiation in solar stills,” *Solar Energy*, vol. 12, hlm. 333–346, 1969, doi: DOI: 10.1016/0038-092X(69)90047-4.
- [20] H. Zuddin dan S. I. Haryudo, “PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI SISTEM INSTALASI SOLAR TRACKING DUAL AXIS UNTUK OPTIMASI PANEL SURYA,” *JURNAL TEKNIK ELEKTRO*, vol. 8, no. 3, Jul 2019, doi: 10.26740/jte.v8n3.p%p.
- [21] P. Purwanto, D. Pravitasari, dan A. A. Kurniawan, “Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Untuk Energi Alternatif Pada Tambak Udang Sebagai Solusi Keterbatasan Jaringan Listrik PLN di Daerah Pesisir Pantai,” *ULIL ALBAB : Jurnal Ilmiah Multidisiplin*, vol. 3, no. 2, hlm. 224–234, Jan 2024, doi: 10.56799/jim.v3i2.2754.
- [22] “Sudut Elevasi | PVEducation.” Diakses: 12 Juni 2024. [Daring]. Tersedia pada: <https://www.pveducation.org/id/pvcdrom/sudut-elevasi>
- [23] W. Cahyono, M. Ali, H. Nurohmah, dan Budiman, “Ant Colony Optimazation sebagai Tuning PID pada Single Axis Tracking Photovoltaic,” *SinarFe7*, vol. 2, no. 1, Art. no. 1, Agu 2019.
- [24] L. Rudawin, N. Rajabiah, dan D. Irawan, “Analisa sistem kerja photovoltaic berdasarkan sudut kemiringan menggunakan monocrystalline dan policrystalline,”

Turbo : Jurnal Program Studi Teknik Mesin, vol. 9, no. 1, Art. no. 1, Jul 2020, doi: 10.24127/trb.v9i1.1221.

- [25] P. Harahap, “Pengaruh Temperatur Permukaan Panel Surya Terhadap Daya Yang Dihasilkan Dari Berbagai Jenis Sel Surya,” *RELE (Rekayasa Elektrikal dan Energi) : Jurnal Teknik Elektro*, vol. 2, no. 2, Art. no. 2, Mar 2020, doi: 10.30596/rele.v2i2.4420.
- [26] A. K. Albahar dan M. F. Haqi, “PENGARUH SUDUT KEMIRINGAN PANEL SURYA (PV) TERHADAP KELUARAN DAYA,” *JURNAL ELEKTRO*, vol. 8, no. 2, hlm. 115–122, Jul 2020.
- [27] M. F. Fernanda dan B. Nainggolan, “Penentuan Komponen Sistem PLTS 100 Wp pada Floating Photovoltaic sebagai Sumber Energi Lampu Penerangan 20 W Pada Kolam Politeknik Negeri Jakarta,” 2021.
- [28] L. Nurpulaela, D. B. Santoso, dan L. Gunawan, “ANALISIS PERBANDINGAN EFISIENSI DAYA PANEL SURYA 200 WP DENGAN TURBIN ANGIN SUMBU VERTIKAL 200 WATT,” *1*, vol. 5, no. 2, Art. no. 2, Agu 2023, doi: 10.30604/jti.v5i2.189.
- [29] N. P. Sartono, E. Ridwan, dan H. M. Ridlwan, “Pengaruh Perbedaan Posisi Sudut Kemiringan Panel Surya 120 watt peak Terhadap Peningkatan Efisiensi,” *Seminar Nasional Teknik Mesin*, vol. 11, no. 1, Art. no. 1, Des 2021.
- [30] U. Muhammad, S. Mustafa, dan S. Sofyan, “Rancang Bangun Sistem Akuisisi Data Solar Power Meter Berbasis Internet of Things (IoT),” *Seminar Nasional Teknik Elektro dan Informatika (SNTEI)*, no. 0, Art. no. 0, Okt 2021.
- [31] Y. Sari, R. D. Luvita, A. P. Cahyaningtyas, V. Iasha, dan B. Setiawan, “Pengaruh Metode Pembelajaran Struktural Analitik Sitentik terhadap Kemampuan Menulis Permulaan di Sekolah Dasar,” *Jurnal Basicedu*, vol. 4, no. 4, Art. no. 4, Sep 2020, doi: 10.31004/basicedu.v4i4.515.
- [32] A. Hidayat, “Uji Normalitas dan Metode Perhitungan (Penjelasan Lengkap),” Uji Statistik. Diakses: 1 September 2024. [Daring]. Tersedia pada: <https://www.statistikian.com/2013/01/uji-normalitas.html>
- [33] L. Febriliani, “HUBUNGAN MINAT BELAJAR DAN FASILITAS BELAJAR TERHADAP HASIL BELAJAR MATEMATIKA KELAS V,” *Joyful Learning Journal*, vol. 7, no. 2, Art. no. 2, 2018, doi: 10.15294/jlj.v7i2.24049.
- [34] A. Hidayat, “Penjelasan Uji Regresi Linear - Dalam Excel,” Uji Statistik. Diakses: 1 September 2024. [Daring]. Tersedia pada: <https://www.statistikian.com/2012/08/interprestasi-output-regresi-dalam-excel.html>
- [35] B. Indrawan dan R. Kaniawati Dewi, “Pengaruh Net Interest Margin (NIM) Terhadap Return on Asset (ROA) Pada PT Bank Pembangunan Daerah Jawa Barat Dan Banten Tbk Periode 2013-2017,” *Jurnal E-Bis*, vol. 4, no. 1, hlm. 78–87, Jul 2020, doi: 10.37339/e-bis.v4i1.239.