

**SISTEM *MONITORING* EFEKTIVITAS DAYA PANEL SURYA
SECARA *REAL TIME* BERDASARKAN POTENSI ENERGI
SURYA BERBASIS MIKROKONTROLER**



**WIDYA SUKMA HASANTI
NIM. 19034096/2019**

**PROGRAM STUDI FISIKA
DEPARTEMEN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2023**

**SISTEM *MONITORING* EFEKTIVITAS DAYA PANEL SURYA
SECARA *REAL TIME* BERDASARKAN POTENSI ENERGI
SURYA BERBASIS MIKROKONTROLER**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu persyaratan guna memperoleh gelar

Sarjana Sains



Oleh:

**WIDYA SUKMA HASANTI
NIM. 19034096/2019**

**PROGRAM STUDI FISIKA
DEPARTEMEN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2023**

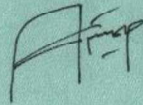
PERSETUJUAN SKRIPSI

**SISTEM *MONITORING* EFEKTIVITAS DAYA PANEL SURYA
SECARA *REAL TIME* BERDASARKAN POTENSI ENERGI
SURYA BERBASIS MIKROKONTROLER**

Nama : Widya Sukma Hasanti
NIM : 19034096
Program Studi : Fisika
Jurusan : Fisika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

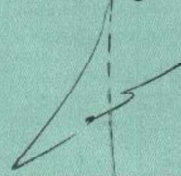
Padang, 8 November 2023

Mengetahui,
Kepala Departemen Fisika



Prof. Dr. Asrizal, M.Si
NIP.196606031992031001

Disetujui Oleh:
Pembimbing



Dr. Yulkifli, S.Pd., M.Si
NIP. 197307022003121002

PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI

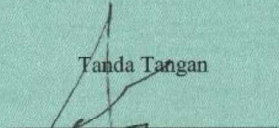
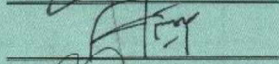
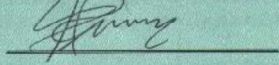
Nama : Widya Sukma Hasanti
NIM : 19034096
Program Studi : Fisika
Departemen : Fisika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

SISTEM *MONITORING* EFEKTIVITAS DAYA PANEL SURYA SECARA *REAL TIME* BERDASARKAN POTENSI ENERGI SURYA BERBASIS MIKROKONTROLER

Dinyatakan lulus setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Skripsi Departemen
Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Padang

Padang, 08 November 2023

Tim Penguji

	Nama	Tanda Tangan
Ketua	: Dr. Yulkifli, S.Pd., M.Si	
Anggota	: Prof. Dr. Asrizal, M.Si	
Anggota	: Mairizwan, M.Si	

SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertandatangan dibawah ini :

Nama : Widya Sukma Hasanti
NIM/TM : 19034096/2019
Program Studi : Fisika (NK)
Departemen : Fisika
Fakultas : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Dengan ini menyatakan skripsi saya dengan judul “Sistem Monitoring Daya Panel Surya Secara *Real Time* Berdasarkan Potensi Energi Surya Berbasis Mikrokontroler” adalah benar merupakan hasil karya saya sendiri bukan merupakan hasil plagiat dari karya orang lain. Apabila suatu saat terbukti melakukan plagiat maka saya bersedia diproses dan menerima sanksi akademis maupun hukum sesuai dengan hukum dan ketentuan yang berlaku, baik di insitusi UNP maupun di masyarakat dan hukum negara.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan rasa tanggung jawab sebagai anggota masyarakat ilmiah.

Saya yang menyatakan,



Widya Sukma Hasanti
NIM. 19034096

Sistem *Monitoring* Efektivitas Daya Panel Surya Secara *Real Time* Berdasarkan Potensi Energi Surya Berbasis Mikrokontroler

Widya Sukma Hasanti

ABSTRAK

Indonesia merupakan salah satu negara dengan potensi energi surya yang besar, yaitu sekitar 3.294,4 GW yang tercatat pada tahun 2022. Namun pemanfaatan energi surya selama tahun 2022 hanya sebesar 0,01%. Dari permasalahan tersebut, dilakukan sebuah penelitian yang bertujuan untuk memantau daya yang dihasilkan panel surya dan mengukur efektivitas panel terhadap potensi energi surya berdasarkan sistem yang telah dibangun.

Penelitian ini termasuk ke dalam penelitian rekayasa. Penelitian dilaksanakan pada Juni 2023 sampai September 2023. Data yang dikumpulkan untuk menganalisis efektivitas panel surya adalah tegangan, arus, daya listrik, intensitas cahaya, dan iradiasi matahari. Dari data ini dapat dianalisis keefektifan panel surya serta pengaruh cuaca terhadap daya yang dihasilkan panel surya melalui grafik yang sudah di plot.

Dari sistem yang telah dibangun didapatkan hasil spesifikasi desain dan performansi sistem. Hasil spesifikasi performansi sistem terdiri dari rangkaian elektronika alat dan desain tampilan monitoring pada Thingspeak. Sistem menggunakan sensor INA219 dan BH1750 untuk pengukuran tegangan, arus, dan intensitas cahaya. Dari hasil spesifikasi desain, sensor yang digunakan pada sistem memiliki nilai linearitas yang tinggi, ketepatan, dan ketelitian yang baik. Hasil pengukuran efektivitas panel surya *monocrystalline* dan *polycrystalline* selama 3 hari pada sudut kemiringan 15° menunjukkan bahwa keduanya bekerja dengan baik dalam menyerap energi matahari. Namun, panel *monocrystalline* lebih efektif dalam menyerap energi surya dibandingkan dengan panel *polycrystalline*.

Kata Kunci: Potensi Energi Surya, Daya, Efektivitas

The Real-Time Solar Panel Power Effectiveness Monitoring System Based on Solar Energy Potential using Microcontroller-Based

Widya Sukma Hasanti

ABSTRACT

Indonesia is one of the countries with large solar energy potential, namely around 3.294,4 GW recorded in 2022. However, solar energy utilization in 2022 will be only 0,01%. Based on this problem, research was carried out that aimed to monitor the power produced by solar panels and measure the effectiveness of the panels on the potential of solar energy based on the system that had been built.

This research is included in engineering research. The research was carried out from June 2023 to September 2023. The data collected to analyze the effectiveness of solar panels were voltage, current, electrical power, light intensity, and solar irradiation. From this data, the effectiveness of solar panels and the influence of weather on the power produced by solar panels can be analyzed through graphs that have been plotted.

From the system that has been built, the results of the design specifications and system performance are obtained. The results of the system performance specifications consist of the electronic device circuit and monitoring display design on Thingspeak. The system uses INA219 and BH1750 sensors for measuring voltage, current, and light intensity. According to the results of the design specifications, the sensors used in the system have high linearity values and good precision and accuracy. The results of measuring the effectiveness of monocrystalline and polycrystalline solar panels for 3 days at a tilt angle of 15° show that both work well at absorbing solar energy. However, monocrystalline panels are more effective at absorbing solar energy compared to polycrystalline panels.

Keywords: Solar Energy Potential, Power, Effectiveness

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Segala puji dan syukur diucapkan kehadirat Allah SWT atas segala berkah, rahmat dan hidayah-Nya yang senantiasa dilimpahkan sehingga peneliti dapat menyelesaikan skripsi ini. Sebagai judul penelitian adalah “Sistem *Monitoring* Efektivitas Daya Panel Surya Secara *Real Time* Berdasarkan Potensi Energi Surya Berbasis Mikrokontroler”. Tujuan penulisan skripsi ini untuk memenuhi syarat memperoleh gelar Sarjana Sains di program studi Fisika Departemen Fisika Universitas Negeri Padang.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini tidak dapat terselesaikan tanpa dukungan dari berbagai pihak. Dengan dasar ini, penulis menyampaikan rasa terima kasih kepada berbagai pihak atas segala bantuan dan dukungan yang telah diberikan kepada penulis dalam penulisan skripsi ini, terutama kepada :

1. Bapak Dr. Yulkifli, S.Pd., M.Si., sebagai Pembimbing atas segala bantuannya yang tulus ikhlas memberikan bimbingan, arahan dan saran dalam penyelesaian skripsi ini.
2. Bapak Prof. Dr. H. Asrizal, M.Si., selaku kepala Departemen Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang sekaligus dosen penguji skripsi yang telah meluangkan waktu untuk memberikan masukan, kritikan dan saran kepada peneliti untuk menyempurnakan skripsi ini.
3. Bapak Mairizwan, M.Si., sebagai dosen penguji skripsi yang telah meluangkan waktu untuk memberikan masukan, kritikan dan saran kepada peneliti untuk menyempurnakan skripsi ini.

4. Bapak Dr. Harman Amir, S.Si., M.Si., selaku koordinator Prodi Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang.
5. Ibu Fadhila Ulfa Jhora, S.Pd., M.Si., selaku Penasehat Akademik yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan kepada penulis selama masa perkuliahan.
6. Orang tua dan keluarga tercinta yang telah memberikan dukungan baik berupa moril dan spiritual kepada penulis.
7. Bapak dan Ibu Dosen Departemen Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang.
8. Staf Administrasi dan Laboran di Laboratorium Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang.
9. Rekan-rekan mahasiswa Departemen Fisika FMIPA UNP khususnya Fisika angkatan 19 yang telah ikut membantu baik secara langsung maupun tidak langsung.

Terimakasih kepada seluruh pihak yang telah berjasa dalam penyelesaian skripsi ini. Semoga Allah SWT membalas semua kebaikan yang telah diberikan. Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penulisan skripsi ini. Untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan skripsi ini. Penulis berharap semoga skripsi ini membantu menambah pengetahuan dan pengalaman bagi para pembaca.

Padang, 10 Oktober 2023

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
BAB I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah	3
C. Rumusan Masalah	3
D. Batasan Masalah	3
E. Tujuan Penelitian	4
F. Manfaat Penelitian	4
BAB II. KERANGKA TEORITIS	5
A. Sistem Monitoring	5
B. Panel Surya	5
C. Daya Listrik	8
D. Efektivitas Panel Surya	8
E. Sensor INA219	9
F. Sensor BH1750	10
G. Solar Power Meter	11
H. RTC DS1307	11
I. Arduino	12
J. NodeMCU ESP8266	15
K. <i>Thingspeak</i>	16
BAB III. METODOLOGI PENELITIAN	17
A. Tempat dan Waktu Penelitian	17
B. Alat dan Bahan	17
C. Jenis Penelitian	18
D. Data	18

E. Variabel Penelitian	18
F. Prosedur Penelitian	19
1. Ide-Ide dan Kejelasan Tugas	19
2. Konseptual Rancangan	20
3. Susunan, Geometri dan Kefungsian	20
4. Rancangan Detail.....	21
5. Pembuatan Tool Pemodelan	23
6. Pengujian	23
G. Teknik Pengumpulan Data	24
H. Teknik Analisis Data	24
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	27
A. Hasil Penelitian.....	27
B. Pembahasan	50
BAB V. PENUTUP.....	58
A. Kesimpulan.....	58
B. Saran	60
DAFTAR PUSTAKA	61
LAMPIRAN	65

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Potensi Energi Surya di Indonesia	1
Gambar 2. Jenis-Jenis Panel Surya	6
Gambar 3. Sensor INA219	9
Gambar 4. Sensor BH1750	10
Gambar 5. RTC DS1307	12
Gambar 6. Pin Out Arduino UNO R3	13
Gambar 7. Tampilan Arduino IDE.....	15
Gambar 8. Pin Out NodeMCU ESP8266.....	16
Gambar 9. Prosedur Penelitian (Kirkup, 2019).....	19
Gambar 10. Blok Diagram Perancangan Sistem.....	21
Gambar 11. Flowchart Pengiriman ke Thingspeak.....	22
Gambar 12. Rancangan Desain Instrumen.....	22
Gambar 13. Hasil Desain Rangkaian Elektronika Sistem.....	28
Gambar 14. Hasil Pembuatan Rangkaian Elektronika	29
Gambar 15. Tampilan Monitoring pada Thingspeak	30
Gambar 16. Grafik Uji Linearitas Pengukuran Tegangan Pada Sistem.....	32
Gambar 17. Grafik Uji Linearitas Pengukuran Arus Pada Sistem.....	32
Gambar 18. Grafik Uji Linearitas Sistem Pengukuran Intensitas Cahaya	33
Gambar 19. Grafik Perubahan Intensitas Cahaya pada Hari Pertama	40
Gambar 20. Grafik Efektivitas Pemanenan Panel Surya pada Hari Pertama.....	41
Gambar 21. Grafik Perubahan Intensitas Cahaya pada Hari Kedua	43
Gambar 22. Grafik Efektivitas Pemanenan Daya Panel Surya pada Hari Kedua ..	44
Gambar 23. Grafik Perubahan Intensitas Cahaya pada Hari Ketiga	46

Gambar 24. Grafik Efektivitas Pemanenan Daya Panel Surya pada Hari Ketiga..	47
Gambar 25. Grafik Rata-Rata Daya Panel Surya Selama 3 Hari	49
Gambar 26. Grafik Rata-Rata Potensi Daya Selama 3 Hari	50
Gambar 27. Pengukuran Ketepatan dan Ketelitian Daya.....	77
Gambar 28. Pengukuran Ketepatan dan Ketelitian Intensitas Cahaya	77
Gambar 29. Proses Perakitan Sistem	77
Gambar 30. Pengambilan Data Efektivitas	78

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Terminal List Pin INA219	10
Tabel 2. Konfigurasi Pin Sensor BH1750	10
Tabel 3. Konfigurasi Pin Out Arduino UNO R3.....	13
Tabel 4. Alat dan Bahan Penelitian.....	17
Tabel 5. Data Ketepatan Pengukuran Tegangan pada Sistem.....	34
Tabel 6. Data Ketepatan Pengukuran Arus pada Sistem.....	34
Tabel 7. Data Ketepatan Pengukuran Intensitas Cahaya pada Sistem	35
Tabel 8. Data Ketelitian Pengukuran Tegangan pada Sistem	37
Tabel 9. Data Ketelitian Pengukuran Arus pada Sistem	37
Tabel 10. Data Ketelitian Intensitas Cahaya pada Sistem.....	38

DAFTAR LAMPIRAN

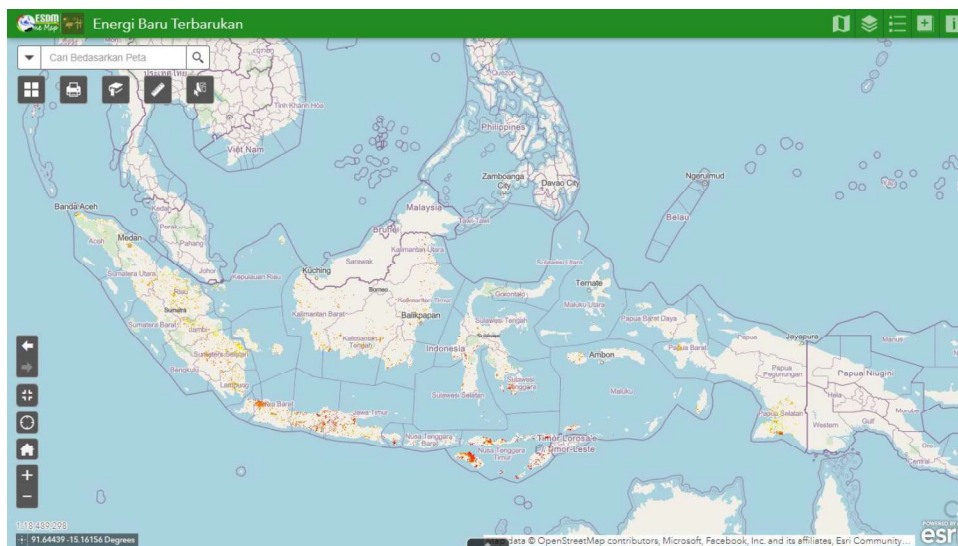
Lampiran 1. Hasil Pengukuran Daya Panel Surya	65
Lampiran 2. Tabel Potensi Energi Surya	66
Lampiran 3. Program Arduino Uno	67
Lampiran 4. Program NodeMCU ESP8266	73
Lampiran 5. Dokumentasi Pengambilan Data	77
Lampiran 6. Penelitian Relevan	79

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pemanfaatan panel surya sebagai sumber energi terbarukan semakin populer di berbagai negara, termasuk di Indonesia. Panel surya dapat digunakan untuk berbagai keperluan pembangkit listrik skala kecil, seperti penerangan, pengoperasian peralatan rumah tangga, dan lain sebagainya. Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki potensi energi surya yang sangat besar. Hal ini dikarenakan Indonesia terletak pada garis khatulistiwa yang membuat negara ini menerima sinar matahari selama 6-10 jam setiap harinya.



Gambar 1. Potensi Energi Surya di Indonesia

Berdasarkan yang tercatat oleh Dewan Energi Nasional (DEN) dalam *Outlook Energi Indonesia 2022* yang dirilis Desember 2022, potensi energi surya tahun 2022 adalah sebesar 3.294,4 GW (DEN, 2022). Dari data ini dapat dilihat adanya potensi energi surya yang sangat besar di Indonesia yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi terbarukan yaitu panel surya. Namun pemanfaatan energi surya yang

tercatat dalam *Outlook Energi Indonesia* selama 2022 hanya sebesar 0,01% (DEN, 2022). Untuk memaksimalkan pemanfaatan potensi energi surya, sangat penting untuk mempertimbangkan jenis panel surya yang digunakan. Selain itu, untuk menjamin efisiensi dan efektivitas energi yang dihasilkan panel surya sesuai dengan karakteristiknya terhadap potensi energi surya di Indonesia, diperlukan sistem *monitoring* yang dapat memonitor kondisi panel surya dan mengukur produksi energi yang dihasilkan.

Penelitian ini dilatar belakangi oleh *research gap* pada penelitian-penelitian terdahulu. Pada penelitian Bayu Adi (2019), yaitu menganalisis daya listrik *solar cell* 100 watt sebagai backup daya listrik rumah tangga dan dari hasil penelitiannya, daya listrik maksimum panel surya yang dihasilkan hanya sebesar 87 watt. Penelitian yang dilakukan oleh Ali Basrah (2022), yaitu *memonitoring* daya pada *solar panel park* menggunakan sensor arus dan sensor tegangan dan tampilan hasil dalam bentuk grafik. Dari hasil monitoring 4 panel surya memiliki daya keluaran yang berbeda-beda. Apip Pudin (2020), membuat sistem *data logger* untuk mengetahui karakteristik potensi daya dengan melihat hubungan nilai iradiasi dan daya keluaran panel surya terhadap waktu.

Dari penelitian-penelitian di atas belum ada penelitian yang fokus pada perbandingan efektivitas daya yang dihasilkan oleh jenis panel surya yang berbeda berdasarkan potensi energi surya yang ada di Indonesia. Selain itu, belum ada penelitian mengenai *monitoring* daya yang dihasilkan oleh jenis panel surya berbeda serta intensitas cahaya matahari. Padahal penelitian ini sangat berguna untuk membantu dalam mengidentifikasi masalah yang mungkin menjadi penyebab

daya keluaran panel surya tidak optimal seperti kerusakan panel surya atau pengaruh cuaca sehingga dapat ditindak lanjuti dengan tepat.

Maka dari itu, dirancanglah penelitian mengenai “Sistem *Monitoring* Efektivitas Daya Panel Surya Secara *Real Time* Berdasarkan Potensi Energi Surya Berbasis Mikrokontroler”. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan solusi yang efektif dalam memonitor kondisi panel surya dan meningkatkan efisiensi produksi energi yang dihasilkan.

B. Identifikasi Masalah

1. Indonesia memiliki potensi energi surya yang besar akan tetapi pemanfaatan potensi energi surya masih belum optimal, yaitu hanya 0.01%.
2. Belum ada penelitian mengenai efektivitas kinerja panel surya dan mengukur produksi energi yang dihasilkan apakah sudah sesuai dengan potensi energi surya.

C. Rumusan Masalah

1. Bagaimana hasil sistem *monitoring* untuk memantau efektivitas daya panel surya berbasis mikrokontroler?
2. Apakah daya yang dihasilkan panel surya sudah efektif jika dibandingkan dengan potensi energi surya berdasarkan sistem *monitoring* yang telah dirancang?

D. Batasan Masalah

Agar penelitian dapat terfokus maka pada penelitian “Sistem *Monitoring* Efektivitas Daya Panel Surya Secara *Real Time* Berdasarkan Potensi Energi Surya Berbasis Mikrokontroler” perlu diberi batasan-batasan masalah, antara lain :

1. Sistem *monitoring* ini digunakan untuk mengetahui daya yang dihasilkan oleh panel surya.
2. Jenis panel surya yang digunakan adalah panel surya *monocrystalline* dan *polycrystalline*.
3. Panel surya yang digunakan adalah panel surya berkapasitas 20 watt.
4. *Monitoring* hanya dilakukan pada listrik DC.
5. Data *monitoring* yang ditampilkan pada *thingspeak* adalah data daya 2 jenis panel yang diukur dari sensor INA219 serta data intensitas cahaya yang diukur dari sensor BH1750.

E. Tujuan Penelitian

1. Membangun sistem *monitoring* untuk memantau efektivitas daya yang dihasilkan panel surya terhadap perubahan intensitas cahaya matahari.
2. Mengetahui efektivitas daya yang dihasilkan panel surya terhadap potensi energi surya berdasarkan sistem *monitoring* yang telah dirancang.

F. Manfaat Penelitian

1. Sistem *monitoring* panel surya yang dikembangkan dapat digunakan untuk memonitor kondisi panel surya dan mengukur produksi energi yang dihasilkan, sehingga dapat meningkatkan efisiensi produksi energi.
2. Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai acuan dalam pengembangan sistem *monitoring* panel surya di masa yang akan datang.
3. Penelitian ini dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan teknologi panel surya dan pemanfaatan sumber energi terbarukan yang lebih efektif di Indonesia.