



Institut Teknologi Nasional Malang

SKRIPSI – ENERGI LISTRIK

**PENGEMBANGAN SENSOR IRRADIASI SINAR
MATAHARI DENGAN MENGGUNAKAN PANEL
SURYA**

Jaya Indra Bayu
1812036

Dosen Pembimbing
Dr. Irrine Budi Sulistiawati, ST., MT
Ir. Ni Putu Agustini, MT.

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Nasional Malang



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

**SKRIPSI - ENERGI LISTRIK
PENGEMBANGAN SENSOR IRRADIASI
SINAR MATAHARI DENGAN
MENGUNAKAN PANEL SURYA**

Jaya Indra Bayu
1812036

Dosen Pembimbing
Dr. Irrine Budi Sulistiawati, ST., MT.
Ir. Ni Putu Agustini, MT.

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Nasional Malang
Mei 2022**

LEMBAR PENGESAHAN
PENGEMBANGAN SENSOR IRRADIASI
SINAR MATAHARI DENGAN
MENGGUNAKAN PANEL SURYA

SKRIPSI

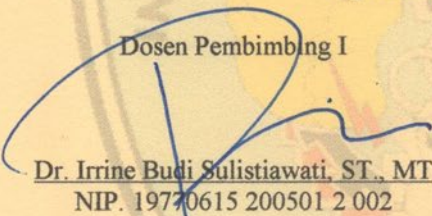
Disusun Oleh :
Jaya Indra Bayu
NIM. 1812036

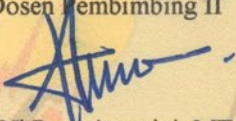
Diajukan Guna Memenuhi Sebagai Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Pada
Program Studi Teknik Elektro
Peminatan Energi Listrik
Institut Teknologi Nasional Malang

Diperiksa dan Disetujui :

Dosen Pembimbing I

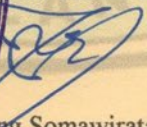
Dosen Pembimbing II


Dr. Irrine Budi Sulistiawati, ST., MT
NIP. 19770615 200501 2 002


Ir. Ni Putu Agustini, MT.
NIP. Y. 1030100371



Mengetahui :
Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1


Dr. Eng. Ekomang Somawirata, ST., MT.
NIP. P. 1030100358
MALANG

ABSTRAK

PENGEMBANGAN SENSOR IRRADIASI SINAR MATAHARI DENGAN MENGGUNAKAN PANEL SURYA

Jaya Indra Bayu, NIM : 1812036

Dosen Pembimbing 1 : Dr. Irrine Budi Sulistiawati, ST., MT.

Dosen Pembimbing 2 : Ir. Ni Putu Agustini, MT.

Salah satu alternatif sumber energi listrik terbarukan adalah PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya). Kinerja PLTS sendiri sangat dipengaruhi oleh parameter-parameter lingkungan dari *photovoltaic array* diantaranya adalah, suhu permukaan *photovoltaic array*, suhu lingkungan, dan *solar irradiance*. Penelitian ini bertujuan untuk membuat sensor irradiasi sinar matahari dengan menggunakan panel surya sebagai pengganti *pyranometer* dan menambahkan sensor suhu serta kecepatan angin untuk mengetahui bagaimana pengaruhnya terhadap performa dari panel surya. Untuk mengetahui suhu permukaan panel surya menggunakan sensor DS18B20. Kemudian untuk mengetahui suhu lingkungan di sekitar menggunakan sensor DHT22. Lalu untuk mengetahui kecepatan angin menggunakan sensor anemometer. Selanjutnya tiap sensor dikonfigurasi dengan mikrokontroler arduino agar dapat beroperasi dan menampilkan data yang nantinya data tersebut yang akan digunakan untuk menganalisa bagaimana pengaruh dari tiap parameter terhadap performa dari panel surya.

Kata Kunci : *Solar Irradiance*, *photovoltaic*, *pyranometer*, DS18B20, DHT22, Anemometer, Arduino

ABSTRACT

DEVELOPMENT OF SUN IRRADIATION SENSORS USING SOLAR PANELS

Jaya Indra Bayu, NIM : 1812036

Supervisor 1 : Dr. Irrine Budi Sulistiawati, ST., MT.

Supervisor 2: Ir. Ni Putu Agustini, MT.

One alternative source of renewable electrical energy is PLTS (Solar Power Plant). The performance of the PLTS itself is greatly influenced by the environmental parameters of the photovoltaic array including the surface temperature of the photovoltaic array, ambient temperature, and solar irradiance. This study aims to make a solar irradiation sensor using solar panels instead of a pyranometer and adding temperature and wind speed sensors to find out how they affect the performance of solar panels. To determine the surface temperature of solar panels using the DS18B20 sensor. Then to find out the ambient temperature around using the DHT22 sensor. Then to determine the wind speed using the anemometer sensor. Furthermore, each sensor is configured with an Arduino microcontroller so that it can operate and display data which will later be used to analyze how each parameter influences the performance of the solar panel.

Keywords: *Solar Irradiance, photovoltaic, pyranometer, DS18B20, DHT22, Anemometer, Arduino*

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas Berkah dan Rahmat Allah SWT karena atas ridho-Nya, penyusunan skripsi ini dapat selesai. Tujuan dari penyusunan skripsi ini adalah sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik Elektro di Institut Teknologi Nasional Malang pada tahun 2021-2022.

Proses pelaksanaan dan pembuatan Skripsi ini tidak lepas dari dukungan, bantuan, serta banyak saran dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan kali ini penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar- besarnya kepada :

1. Bapak Dr. Eng. I Komang Somawirata, ST., MT. selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1 ITN Malang.
2. Ibu Dr. Irrine Budi Sulistiawati, ST., MT. selaku Dosen pembimbing I penelitian atas segala bimbingan, arahan serta saran yang diberikan kepada penulis sehingga penelitian ini bisa diselesaikan dengan baik.
3. Ibu Ir. Ni Putu Agustini, MT. selaku Dosen pembimbing II penelitian atas segala bimbingan, arahan serta saran yang diberikan kepada penulis sehingga penelitian ini bisa diselesaikan dengan baik.
4. Bapak Ir. Kartiko Ardi Widodo, MT. selaku Kepala Laboratorium Jaringan Telekomunikasi yang turut membantu dan mengingatkan saya dalam proses menyelesaikan penelitian ini.
5. Orang Tua dan Keluarga yang selalu memberikan dukungan moral, doa serta semangat dalam menyelesaikan Skripsi.
6. Peneliti Terdahulu yang menjadikan laporannya dapat saya manfaatkan sebagai acuan dan referensi.
7. Seluruh teman-teman di Laboratorium Jaringan Telekomunikasi yang selalu mengingatkan dan mendukung saya.
8. Teman – teman Teknik Elektro Angkatan 2018.
9. Seluruh teman – teman di kampus ITN Teknik Elektro.
10. Seluruh Teman-teman Rusunawa ITN yang saling mendukung satu sama lain.
11. Semua pihak yang telah membantu sehingga terselesaikannya penelitian ini.

Penulis menyadari tanpa dukungan dan bantuan mereka semua penyelesaian skripsi ini tidak bisa tercapai dengan baik. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi perkembangan skripsi ini menjadi lebih baik. Penulis berharap Skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis pribadi maupun pembaca.

Malang, Januari 2022

Jaya Indra Bayu

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
ABSTRAK	ii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Batasan Masalah.....	4
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Solar Irradiance	7
2.2 Panel Surya (Photovoltaic)	9
2.2.1 Karakteristik Panel Surya.....	11
2.2.2 Model Karakteristik Panel Surya.....	13
2.3 Pyranometer	16
2.4 Mikrokontroler Arduino Uno.....	18
2.4.1 Spesifikasi Arduino Uno R3	18
2.4.2 Catu Daya.....	19
2.4.3 Konfigurasi Pin Arduino Uno R3.....	19
2.5 Sensor Tegangan	20

2.5.1	Spesifikasi Modul Sensor Tegangan	21
2.6	Sensor Arus ACS712.....	21
2.6.1	Spesifikasi ACS712	25
2.7	Temperature	25
2.7.1	DHT22	26
2.7.2	Spesifikasi DHT22	27
2.7.3	DS18B20.....	27
2.7.4	Spesifikasi DS18B20	28
2.8	Anemometer.....	29
2.8.1	Spesifikasi Anemometer	29
2.9	LCD 16X2 I2C.....	30
2.9.1	Konfigurasi Pin LCD 16x2	31
2.9.2	Konfigurasi Pin I2C.....	31
2.10	Standar Ketelitian Alat Ukur.....	32
BAB III ANALISIS PERANCANGAN DAN SISTEM.....		33
3.1	Perancangan	33
3.2	Analisis Kebutuhan	35
3.2.1	Kebutuhan Fungsional	36
3.2.2	Kebutuhan Non-Fungsional	36
3.3	Deskripsi Sistem Diagram Blok.....	36
3.4	Flowchart Kerja Alat	37
3.5	Perancangan Perangkat Keras	39
3.6	Skema Rangkaian Alat	40
3.6.1	Panel Surya dengan Sensor Arus dan Tegangan	41
3.6.2	Arduino Uno dengan Sensor Arus dan Tegangan	41
3.6.3	Arduino Uno dengan Sensor Suhu	42

3.6.4	Arduino Uno dengan Anemometer.....	43
3.6.5	Arduino Uno dengan LCD 16x2 I2C.....	44
3.7	Pembuatan Sensor Irradiasi.....	45
3.8	Perancangan perangkat lunak.....	46
3.8.1	Program untuk menjalankan sensor-sensor dan menampilkannya LCD 16x2 I2C.....	46
3.8.2	Program Untuk Mengirim Data Dari Arduino ke Excel menggunakan PLX-DAQ.....	53
BAB IV HASIL ANALISIS DAN PEMBAHASAN.....		55
4.1	Implementasi Sistem.....	55
4.2	Analisis Error Kalibrasi Panel Surya.....	57
4.3	Analisis Pengaruh Solar Irradiance Terhadap Daya Pada Output Panel Surya.....	59
4.4	Analisis Pengaruh Suhu Terhadap Daya Output Pada Panel Surya.....	63
4.5	Analisis Pengaruh Kecepatan Angin Terhadap Suhu dan Daya Output Pada Panel Surya.....	66
4.6	Publikasi Yang Telah Dilakukan.....	69
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		71
5.1	Kesimpulan	71
5.2	Saran	71
DAFTAR PUSTAKA		73

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Peta potensi dari Solar Irradiance di ASEAN	7
Gambar 2. 2 Variasi jumlah bintang matahari sejak tahun 1950	8
Gambar 2. 3 Panel Surya.....	9
Gambar 2. 4 Skema sederhana dari panel surya.....	10
Gambar 2. 5 Rangkaian Ekivalen Sel Tunggal	11
Gambar 2. 6 Kurva Karakteristik I-V	12
Gambar 2. 7 Model hubungan ISC, MPP dan VOC.....	14
Gambar 2. 8 Kurva Karakteristik Arus terhadap Tegangan.....	14
Gambar 2. 9 Kurva Karakteristik Daya Terhadap Tegangan.....	15
Gambar 2. 10 Pyranometer.....	17
Gambar 2. 11 pyranometer berbasis fotodiode.....	17
Gambar 2. 12 Arduino Uno	18
Gambar 2. 13 Skematik pin Arduino Uno R3	19
Gambar 2. 14 Sensor Tegangan DC 25V	21
Gambar 2. 15 Sensor ACS712.....	22
Gambar 2. 16 Skema rangkaian ACS712	22
Gambar 2. 17 Grafik Sensitifitas ACS712 5A	23
Gambar 2. 18 Grafik Sensitivitas ACS712 20A.....	23
Gambar 2. 19 Grafik Sensitivitas ACS712 30A.....	24
Gambar 2. 20 Sensor DHT22	26
Gambar 2. 21 Sensor DS18B20.....	28
Gambar 2. 22 Anemometer	29
Gambar 2. 23 LCD 16X2 I2C	30
Gambar 2. 24 Skematik LCD 16x2 I2C.....	31

Gambar 3. 1 Flowchart Metode Penelitian.....	34
Gambar 3. 2 Blok Diagram Sensor Irradiasi Matahari	37
Gambar 3. 3 Flowchart Kerja Alat Sensor Irradiasi	38
Gambar 3. 4 Rangkaian Keseluruhan Alat.....	40
Gambar 3. 5 Skema Rangkaian Panel Surya Dengan Sensor Arus dan Tegangan	41
Gambar 3. 6 Skema Rangkaian Arduino dengan Sensor Arus ACS712 dan Tegangan	41
Gambar 3. 7 Skema Rangkaian Arduino dengan Sensor DHT22 dan DS18B20	42
Gambar 3. 8 Skema Rangkain pin Arduino dengan Anemometer	43
Gambar 3. 9 Skema Rangkaian Arduino dengan LCD 16x2 I2C	44
Gambar 3. 10 Kode keseluruhan pada Arduino	46
Gambar 3. 11 Kode Program Sensor Arus.....	47
Gambar 3. 12 Kode Program Sensor Tegangan	48
Gambar 3. 13 Kode Program Sensor DS18B20	49
Gambar 3. 14 Kode Program Sensor DHT22.....	50
Gambar 3. 15 Kode Program Sensor Anemometer	51
Gambar 3. 16 Program Untuk Mendaoatkan Nilai Irradiasi	52
Gambar 3. 17 Program Penampil Data Pada LCD 16x2 I2C.....	53
Gambar 3. 18 Tampilan PLQ-DAQ.....	54
Gambar 4. 1 Hasil Perakitan Alat.....	55
Gambar 4. 2 Tampilan Depan Dari Box tempat Arduino dan Sensor ...	56
Gambar 4. 3 Isi Dari Box	56
Gambar 4. 4 Terminal OutPut dan Input Listrik Panel Surya.....	57
Gambar 4. 5 Grafik Error Panel Surya dengan Pyranometer	59
Gambar 4. 6 Perbandingan Irradiasi dengan daya keluaran.....	62

Gambar 4. 7 Perbandingan suhu dengan daya keluaran	65
Gambar 4. 8 Perbandingan Kecepatan Angin terhadap daya keluaran..	68
Gambar 4. 9 Publikasi Yang Telah Dilakukan.....	69

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Komponen Perangkat Keras Yang Digunakan	40
Tabel 3. 2 Konfigurasi Pin Arduino dengan Sensor Arus ACS712	42
Tabel 3. 3 Konfigurasi Pin Arduino dengan Sensor Tegangan 25V	42
Tabel 3. 4 Konfigurasi Pin Arduino dengan Sensor DHT22	43
Tabel 3. 5 Konfigurasi Pin Arduino dengan Sensor DS18B20	43
Tabel 3. 6 Konfigurasi Pin Arduino dengan Anemometer	44
Tabel 3. 7 Konfigurasi Pin Arduino dengan LCD 16x2 I2C	44
Tabel 4. 1 Perbandingan dan Error nilai irradiasi antara sensor dengan pyranometer	58
Tabel 4. 2 Pengaruh nilai irradiasi terhadap daya output.....	60
Tabel 4. 3 Pengaruh suhu terhadap daya ouput.....	63
Tabel 4. 4 Pengaruh kecepatan angin terhadap suhu dan daya output...	66