



Institut Teknologi Nasional Malang

SKRIPSI – ENERGI LISTRIK

**SISTEM MONITORING PANEL SURYA DAN SOLAR IRRADIANCE
UNTUK PEMBANGKIT LISTRIK ALAT MONITORING KUALITAS
AIR LIMBAH IPAL KOMUNAL**

**Muhammad Edo Prastyo
1912067**

**Dosen Pembimbing
Prof. Dr. Eng. Aryunto Soetedjo, ST., MT.
Alfarid Hendro Yuwono S, ST., MT.**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Nasional Malang
Agustus 2023**



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

SKRIPSI – ENERGI LISTRIK

**SISTEM MONITORING PANEL SURYA DAN
SOLAR IRRADIANCE UNTUK PEMBANGKIT
LISTRIK ALAT MONITORING KUALITAS AIR
LIMBAH IPAL KOMUNAL**

Muhammad Edo Prastyo
1912067

Dosen Pembimbing

Prof. Dr. Eng. Aryunto Soetedjo, ST., MT.
Alfarid Hendro Yuwono S, ST., MT.

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Nasional Malang
Agustus 2023**

LEMBAR PENGESAHAN

SISTEM MONITORING PANEL SURYA DAN SOLAR IRRADIANCE UNTUK PEMBANGKIT LISTRIK ALAT MONITORING KUALITAS AIR LIMBAH IPAL KOMUNAL

SKRIPSI

MUHAMMAD EDO PRASTYO
1912067

Diajukan Guna Memenuhi Sebagian Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada
Program Studi Teknik Elektro S-1
Peminatan Teknik Energi Listrik
Institut Teknologi Nasional Malang

Diperiksa dan Disetujui:

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Prof. Dr. Eng. Aryunto Soetedjo, ST., MT. Alfarid Hendro Yuwono S, ST., MT.
NIP. Y. 103080417 NIP. 1039300250

Mengetahui
Plt. Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1


Setyohadi, S.T., M.T.
NIP. Y. 1039700309

Malang
Juli 2023

SISTEM MONITORING PANEL SURYA DAN SOLAR IRRADIANCE UNTUK PEMBANGKIT LISTRIK ALAT MONITORING KUALITAS AIR LIMBAH IPAL KOMUNAL

Muhammad Edo Prastyo, Aryuanto Soetedjo, Alfarid Hendro Yuwono

muhammadedoprastyo@gmail.com

ABSTRAK

Energi matahari adalah sumber energi alternatif yang dimanfaatkan pada saat ini, dengan menggunakan panel surya untuk menangkap sinar dan memproses menjadi daya listrik yang kita butuhkan. Kinerja Panel Surya sendiri sangat dipengaruhi oleh beberapa kondisi lingkungan diantaranya adalah temperatur, debu, perubahan cuaca suhu, dan sinar irradiance matahari. Untuk memenuhi keperluan tersebut, sistem monitoring performa panel surya yang dirancang dilengkapi dengan sensor pengukur arus, tegangan, suhu dan sensor irradiasi sinar matahari dengan menggunakan panel surya yang telah dikalibrasi sebagai pengganti pyranometer untuk mengetahui pengaruhnya terhadap performa PLTS. Kemudian tiap sensor dikonfigurasi dengan mikrokontroler ESP32 agar dapat beroperasi dan sistem pengirim data dengan menggunakan internet yang diintegrasikan ke Cloud Haiwell. Hasil pengujian diperoleh pengukuran dari setiap sensor dapat diproses secara langsung dan dimonitoring dalam kondisi real time serta dapat memonitor performa tersebut secara jarak jauh atau melalui internet.

Kata Kunci— Monitoring, Panel Surya, INA219, Solar Power Meter, Solar Irradiasi, DS18B20, ESP32, PLTS, IPAL

**SISTEM MONITORING PANEL SURYA DAN SOLAR
IRRADIANCE PEMBANGKIT LISTRIK ALAT MONITORING
KUALITAS AIR LIMBAH IPAL KOMUNAL**

**Muhammad Edo Prastyo, Aryuanto Soetedjo, Alfarid Hendro
Yuwono**

muhammadedoprastyo@gmail.com

ABSTRACT

Solar energy is an alternative energy source that is currently being utilized, by using solar panels to capture light and process it into the electrical power we need. The performance of solar panels is strongly influenced by several environmental conditions, including temperature, dust, weather changes, and sun irradiance. To meet these needs, the designed solar panel performance monitoring system is equipped with current, voltage, temperature measuring sensors and solar irradiation sensors using calibrated solar panels instead of a pyranometer to determine the effect on PLTS performance. Then each sensor is configured with an ESP32 microcontroller so that it can operate and the data sending system uses the internet which is integrated into the Haiwell Cloud. The test results obtained by measurements from each sensor can be processed directly and monitored in real time conditions and can monitor the performance remotely or via the internet.

Index Term — Monitoring, Solar Panels, INA219, Solar Power Meter, Solar Irradiance, DS18B20, ESP32, PLTS, IPAL

KATA PENGANTAR

Tiada henti ucapan syukur kepada Allah SWT atas diberikan kesehatan, kekuatan, serta kemudahan dalam menyusun skripsi dengan lancar sehingga dapat selesai pada waktu yang sudah dijadwalkan. Skripsi ini disusun guna memenuhi syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik Elektro di Institut Teknologi Nasional Malang pada 2022-2023 periode genap. Pada kesempatan kali ini penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-sebesaranya kepada:

1. Allah SWT yang senantiasa memberikan kesehatan, kekuatan dan kemudahan dalam penyusunan skripsi ini.
2. Kedua orang tua dan keluarga yang selalu mengingatkan dan memberi dukungan moral dan doa untuk menyelesaikan skripsi ini.
3. Bapak Prof. Dr. Eng. Aryuanto Soetedjo, ST., MT. selaku dosen wali yang telah banyak membimbing serta mengarahkan selama menempuh perkuliahan.
4. Bapak Dr. Eng. I Komang Somawirata, ST., MT., selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro S1 ITN Malang.
5. Bapak Prof. Dr. Eng. Aryuanto Soetedjo, ST., MT. dan Bapak Alfarid Hendro Yuwono S, ST., MT., selaku dosen pembimbing skripsi.
6. Bapak dan Ibu Dosen Elektro ITN Malang yang telah memberikan ilmu selama menempuh perkuliahan.
7. Teman-teman angkatan 2019 yang turut serta memberikan dukungan dan kontribusi selama menempuh perkuliahan.

Namun jika ada kekurangan dan kesalahan dalam penyusunan skripsi ini, penulis memohon saran dan kritikan yang membangun untuk menambah kesempurnaan laporan skripsi ini sehingga dapat bermanfaat bagi rekan mahasiswa dan pembaca lainnya.

Malang, Agustus 2023

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Batasan Masalah	3
1.5. Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Pembangkit Listrik Tenaga Surya	5
2.2. IPAL	5
2.3. Solar Irradiance	6
2.4. Panel Surya	8
2.4.1. Monocrystalline	9
2.4.2. Polycrystalline	9
2.4.3. Thin Film Solar Cell (TFSC)	9
2.5. Mikrokontroler ESP32	10
2.5.1. Spesifikasi Mikrokontroler ESP32	10
2.5.2. Konfigurasi Pin Mikrokontroler ESP32	11
2.6. Sensor Adafruit INA219	12

2.6.1.	Spesifikasi Adafruit INA219	13
2.6.2.	Konfigurasi Pin Adafruit INA219	13
2.7.	Sensor Suhu DS18B20	14
2.7.1.	Spesifikasi Sensor Suhu DS18B20	14
2.8.	Arduino IDE	15
2.9.	SCADA Haiwell	16
2.10.	Internet of Things	18
BAB III	METODE PENELITIAN	21
3.1.	Waktu dan Tempat Pelaksanaan	21
3.2.	Alat dan Bahan	21
3.3.	Rancangan Penelitian	21
3.4.	Spesifikasi Sistem.....	22
3.5.	Flowchart Keseluruhan.....	23
3.5.1.	Sub Flowchart Kalibrasi Sensor Irradiance	25
3.6.	Perancangan Model Sistem	27
3.7.	Perancangan Perangkat Keras.....	28
3.7.1.	Perancangan Monitoring Panel Surya.....	29
3.7.2.	Perancangan Sensor Irradiasi.....	30
3.7.3.	Perancangan Sensor Irradiasi.....	30
3.8.	Pembuatan Sensor Irradiance	31
3.9.	Perancangan Software (Perangkat Lunak).....	32
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	35
4.1.	Instalasi Perangkat Sistem	35
4.2.	Analisa Pengujian Modul Monitoring Panel Surya	36
4.3.	Analisa Error Kalibrasi Panel Surya	44
4.4.	Hasil Tampilan Monitoring SCADA Haiwell	48
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	48
5.1.	Kesimpulan.....	49

5.2. Saran.....	49
DAFTAR PUSTAKA	51
LAMPIRAN.....	53

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 IPAL Komunal Tirtarona	6
Gambar 2. 3 Peta potensi dari Solar Irradiance di ASEAN	7
Gambar 2. 4 Variasi jumlah bintik matahari sejak tahun 1950	8
Gambar 2. 5 Panel Surya.....	9
Gambar 2. 6 Mikrokontroler ESP32	10
Gambar 2. 7 Konfigurasi Pin Mikrokontroler ESP32	11
Gambar 2. 8 Sensor Adafruit INA219	12
Gambar 2. 9 Scematic Adafruit INA219.....	13
Gambar 2. 10 Konfigurasi Pin Adafruit INA219	13
Gambar 2. 11 Sensor Suhu DS18B20	14
Gambar 2. 12 Arduino IDE.....	15
Gambar 2. 13 Logo Platform Haiwel Cloud	16
Gambar 2. 14 Diagram Block IoT.....	18
Gambar 3. 1 Flowchart Keseluruhan.....	23
Gambar 3. 2 Sub Flowchart Kalibrasi Sensor Irradiance	25
Gambar 3. 3 Blok Diagram Keseluruhan	27
Gambar 3. 4 Perancangan Perangkat Keras	28
Gambar 3. 5 Software Arduino IDE.....	32
Gambar 4. 1 Kerangka Panel Surya	35
Gambar 4. 2 Realisasi Perangkat Sensor irradiasi.....	36
Gambar 4. 3 Realisasi Perangkat Sensor irradiasi.....	36
Gambar 4. 4 Grafik Perbandingan Dan Error Nilai Tegangan Baterai Menggunakan Sensor dengan Multimeter.....	37
Gambar 4. 5 Grafik Perbandingan Dan Error Nilai Arus Baterai Menggunakan Sensor dengan Multimeter.....	39

Gambar 4. 6 Grafik Perbandingan Dan Error Nilai Daya Baterai Menggunakan Sensor dengan Multimeter.....	40
Gambar 4. 7 Grafik Perbandingan Dan Error Nilai Tegangan Panel Surya Menggunakan Sensor dengan Multimeter	41
Gambar 4. 8 Grafik Perbandingan Dan Error Nilai Arus Panel Surya Menggunakan Sensor dengan Multimeter.....	42
Gambar 4. 9 Grafik Perbandingan Dan Error Nilai Daya Panel Surya Menggunakan Sensor dengan Multimeter.....	44
Gambar 4. 10 Grafik Error Panel Surya dengan Solar Power Meter	47
Gambar 4. 11 Tampilan Utama Sistem Monitoing	48

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Spesifikasi Mikrokontroler ESP32.....	10
Tabel 2. 2 Spesifikasi Sensor Adafruit INA219.....	13
Tabel 2. 3 Spesifikasi Sensor Suhu DS18B20	14
Tabel 3. 1 Konfigurasi pin panel surya dengan SCC.....	29
Tabel 3. 2 Konfigurasi pin SCC dengan AKI	29
Tabel 3. 3 Konfigurasi pin SCC dengan modul sensor cair	29
Tabel 3. 4 Konfigurasi pin Panel Surya dengan Sensor INA219	30
Tabel 3. 5 Konfigurasi pin Sensor INA219 dengan Lampu DC	30
Tabel 3. 6 Konfigurasi pin Sensor INA219 dengan ESP32	30
Tabel 3. 7 Konfigurasi pin Sensor DS18B20 dengan ESP32.....	31
Tabel 4. 1 Perbandingan Dan Error Nilai Tegangan Baterai Menggunakan Sensor dengan Multimeter.....	37
Tabel 4. 2 Perbandingan Dan Error Nilai Arus Baterai Menggunakan Sensor Ina219 dengan Multimeter	38
Tabel 4. 3 Perbandingan Dan Error Nilai Daya Baterai Menggunakan Sensor Ina219 dengan Multimeter	39
Tabel 4. 4 Perbandingan Dan Error Nilai Tegangan Panel Surya Menggunakan Sensor Ina219 dengan Multimeter.....	40
Tabel 4. 5 Perbandingan Dan Error Nilai Arus Panel Surya Menggunakan Sensor Ina219 dengan Multimeter.....	42
Tabel 4. 6 Perbandingan Dan Error Nilai Daya Panel Surya Menggunakan Sensor Ina219 dengan Multimeter.....	43
Tabel 4. 7 Perbandingan dan Error nilai irradiasi antara sensor dengan Solar Power Meter	45