

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Energi termasuk salah satu kebutuhan fundamental yang tidak dapat dipisahkan dari kehidupan manusia, terutama energi listrik [1]. Ketersediaan listrik yang cukup dan bermutu merupakan elemen penting dalam menunjang kemajuan suatu wilayah. Energi listrik tidak hanya dibutuhkan sebagai fasilitas dasar oleh penduduk, tetapi juga berperan sebagai penggerak utama bagi kemajuan bidang industri, perdagangan, dan layanan masyarakat. Dengan demikian, listrik dapat dikatakan sebagai prasarana esensial yang menjadi pondasi bagi berbagai aktivitas kehidupan masa kini serta berperan besar dalam meningkatkan taraf hidup masyarakat, baik dari segi ekonomi maupun aspek-aspek lainnya [2]. Energi matahari merupakan salah satu bentuk energi listrik dari pemanfaatan energi alternatif dan sekaligus menjadi sumber energi listrik terbesar yang dapat dimanfaatkan bumi [3].

Matahari sebagai sumber energi memiliki ketersediaan yang tidak terbatas dan tidak akan habis [4]. Sehingga tidak dapat dipungkiri bahwa tenaga surya termasuk sumber energi bersih dan sangat potensial untuk dikembangkan ke depannya, karena tidak menghasilkan emisi saat beroperasi serta sumber dayanya yang berlimpah di lingkungan [5]. Sebagai negara tropis yang disinari cahaya matahari sepanjang tahun Indonesia memiliki potensi energi surya yang sangat besar dengan radiasi harian rata-rata mencapai 4,5-4,8 KWh/m² per hari [6]. Berdasarkan Rencana Umum Energi Nasional (RUEN) 2017, Indonesia memiliki potensi energi surya sebesar 207,89 GW, dengan rencana peningkatan kapasitas PLTS dari 6,5 GW di tahun 2025 hingga 45 GW pada 2050 [7]. Dengan potensi energi matahari yang sangat besar di Indonesia, pengembangan pembangkit listrik tenaga surya merupakan solusi tepat untuk memenuhi kebutuhan listrik nasional melalui konversi energi surya menjadi listrik yang siap digunakan [3].

Panel surya atau *Photovoltaik* merupakan teknologi yang mengkonversi energi matahari menjadi sumber energi listrik [8]. Fenomena fotovoltaiik pada sel surya terjadi ketika cahaya matahari mengenai permukaannya, menyebabkan foton membebaskan elektron dalam struktur semikonduktor tipe-p dan tipe-n, sehingga menghasilkan aliran elektron yang menjadi sumber arus listrik [9]. Panel surya menghasilkan arus searah (DC) dengan kapasitas yang bervariasi tergantung pada jumlah sel surya dan intensitas radiasi matahari yang diterima [5]. Dalam sistem pembangkit listrik tenaga surya, jumlah energi listrik yang dihasilkan bergantung pada intensitas radiasi matahari yang ditangkap oleh panel surya—semakin tinggi paparan sinar matahari, semakin besar pula daya listrik yang bisa diproduksi [10]. Hanya sebagian kecil (12-20%) dari total radiasi matahari yang mengenai panel surya yang berhasil diubah menjadi listrik. Sebagian energi dipantulkan kembali ke

atmosfer, sedangkan sisanya berubah menjadi panas yang menaikkan temperatur permukaan panel. Efisiensi sel surya mencapai titik optimal pada temperatur 25°C. Jika temperatur melebihi batas ini, akan terjadi penurunan kinerja yang signifikan, terutama pada *fill factor*, yang akhirnya menyebabkan reduksi tegangan keluaran [11].

Perkembangan teknologi panel surya kian pesat pada saat sekarang ini, Beberapa aspek penting seperti pengaruh temperatur dan tingkat penyinaran harus diperhatikan untuk mencapai kinerja terbaik. Ketika kinerja panel tidak optimal, output tegangan, arusnya juga akan terpengaruh. Saat ini, aktivitas pengukuran panel surya masih banyak mengandalkan metode manual dalam menyajikan data parameter. Kendala ini semakin berarti karena panel surya umumnya dipasang di tempat-tempat yang tinggi dan sulit dijangkau. Karena itu, penerapan sistem pengukuran yang sederhana dan mampu bekerja secara *real-time* menjadi solusi yang sangat dibutuhkan [1]. Menyikapi kondisi tersebut, guna meningkatkan efisiensi dan memantau kinerja panel surya secara optimal, diperlukan suatu sistem yang dapat mengukur kondisi panel surya secara simultan dan kontinu.

Penelitian sebelumnya terkait penerapan sistem pengukuran secara *real-time* adalah sebagai berikut:

1. Septina Metalia (2025) dengan penelitian berjudul “Rancang Bangun Sistem Pengukuran Temperatur Permukaan Panel Surya Dan Lingkungan Secara Kontinu Berbasis Arduino.” Penelitian ini merancang pengukuran temperatur permukaan panel surya dan lingkungan sekitar panel surya menggunakan sensor RTD-PT100 dan DS18B20 [12].
2. Tole Sutikno, Jekson Alfahri, Hendril Satrian Purnama (2023) dengan penelitian berjudul “Monitoring Tegangan dan Arus Pada Panel Surya Menggunakan IoT.” Penelitian ini menganalisis dan merancang sistem monitoring tegangan dan arus panel surya menggunakan modul INA219 berbasis IoT [8].
3. Nurhman Ramadhan, Laili Mardiana, Lalu Sahrul Hudha, dengan judul penelitian “Rancang Bangun Sistem Pengukuran Karakteristik V-I Solar Cell Dengan Beban Elektrik Konfigurasi Mosfet Dan Mcp4725.” Penelitian ini menganalisis karakteristik tegangan dan arus pada panel surya menggunakan modul INA226 dengan beban elektrik konfigurasi mosfet dan Mcp4725 [13].

Dalam penelitian tugas akhir ini akan berfokus pada pengembangan sistem pengukuran berbasis Arduino yang mampu mencatat parameter tegangan, arus, dan radiasi matahari, dan temperatur pada beberapa panel serta temperatur lingkungan sekitarnya secara akurat dan otomatis. Sistem ini diharapkan dapat menyediakan data yang presisi untuk membantu pengguna dalam mengoptimalkan performa dan efisiensi panel surya secara berkelanjutan. Oleh karena itu, peneliti tertarik melakukan penelitian yang bertujuan untuk merancang dan membangun sistem pengukuran parameter pada panel surya dengan tema “**Rancang Bangun Sistem Pengukuran Real-Time Tegangan, Arus, Temperatur Dan Radiasi Matahari Pada Panel Surya Berbasis Arduino**”.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, diperoleh rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana rancangan sistem pengukuran tegangan, arus, temperatur, dan radiasi matahari pada panel surya berbasis arduino mampu memberikan data yang akurat
2. Apa komponen yang ideal untuk membangun sistem pengukuran tegangan, arus, dan radiasi matahari pada panel surya berbasis arduino.
3. Bagaimana implementasi sistem pengukuran tegangan, arus, temperature dan radiasi matahari pada panel surya berbasis Arduino untuk memperoleh data secara *real-time*

1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini ialah:

1. Mendapatkan rancangan sistem pengukuran tegangan, arus, temperatur, dan radiasi matahari pada panel surya berbasis arduino mampu memberikan data secara *real-time*
2. Mendapatkan komponen ideal untuk membangun sistem pengukuran tegangan, arus, temperatur, dan radiasi matahari pada panel surya berbasis arduino yang akurat dan andal
3. Mendapatkan data hasil uji akurasi sistem pengukuran tegangan, arus, temperatur, dan radiasi matahari pada panel surya berbasis arduino

1.4. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dari penelitian ini ialah:

1. Penelitian ini berfokus pada pengukuran tegangan, arus, radiasi matahari, dan temperatur pada beberapa panel surya serta temperatur lingkungan disekitar panel surya.
2. Sistem yang dirancang menggunakan mikrokontroler arduino sebagai pusat pengolahan data
3. Sistem yang dirancang menggunakan panel surya yang berjumlah 7 panel
4. Faktor lain seperti pengaruh angin, debu, dan kelembaban udara terhadap kinerja panel tidak dibahas secara mendalam.

1.5. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini ialah:

1. Memberikan solusi pengukuran tegangan, arus serta radiasi matahari panel surya sekaligus kondisi lingkungan yang lebih akurat dan efisien baik dalam penelitian maupun pada instalasi pusat pembangkit listrik solar sel.
2. Meningkatkan pemahaman terhadap pengaruh radiasi matahari dan temperatur terhadap efisiensi panel surya melalui data pengukuran yang lebih akurat.

3. Memungkinkan analisis dan pengambilan keputusan secara *real-time* untuk mengoptimalkan kinerja panel surya.
4. Memudahkan pengguna dalam memantau dan mengontrol kondisi panel surya tanpa perlu pengamatan manual secara berkala.

