

ABSTRAK

Panel surya banyak dimanfaatkan sebagai sumber energi terbarukan, namun kinerjanya dipengaruhi oleh suhu dan intensitas cahaya. Di wilayah tropis seperti Indonesia, suhu panel sering melampaui batas optimal, sehingga efisiensinya menurun. Sistem pendingin berbasis air telah digunakan untuk menjaga suhu panel, tetapi sebagian besar penelitian hanya melakukan uji suhu atau daya tanpa sistem pemantauan terintegrasi yang membandingkan panel dengan dan tanpa pendingin secara bersamaan.

Penelitian ini merancang sistem *monitoring* yang mengukur tegangan, arus, suhu permukaan panel, suhu dan kelembapan lingkungan, serta intensitas radiasi matahari secara otomatis. Sistem berbasis mikrokontroler ESP32 ini terhubung ke sensor PZEM-017 dan PZEM-016, sensor suhu DS18B20, sensor DHT22, dan pyranometer. Data dibaca secara terjadwal lalu dikirim *real-time* ke *Google Spreadsheet* melalui koneksi Wi-Fi, sehingga dapat dipantau dari jarak jauh. Dengan pendekatan ini, diperoleh *platform* pemantauan menyeluruh untuk menganalisis kinerja panel surya dengan dan tanpa pendingin dalam kondisi yang sama.

Hasil dari proyek akhir ini yaitu panel dengan pendinginan menghasilkan daya rata-rata 84,86W, lebih tinggi dibandingkan dengan panel tanpa pendinginan yang hanya menghasilkan 46,06W. Selain itu, panel dengan pendinginan menunjukkan kestabilan tegangan dan arus yang lebih baik, yang berkontribusi pada peningkatan efisiensi keseluruhan sistem. Penggunaan sistem pendingin terbukti efektif dalam meningkatkan kinerja panel fotovoltaik, serta sistem *monitoring* yang dirancang mempermudah analisis dan pemeliharaan sistem tenaga surya *off-grid*.

Kata Kunci: Panel Surya, Efisiensi Energi, *Monitoring real-time*, Sistem Pendingin Air