

BAB I PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG MASALAH

Energi merupakan kebutuhan fundamental dalam kehidupan manusia. Dalam beberapa dekade terakhir, pertumbuhan populasi dan perkembangan industri telah menyebabkan peningkatan konsumsi energi secara signifikan. Ketergantungan terhadap energi fosil seperti batu bara, minyak bumi, dan gas alam telah menimbulkan berbagai permasalahan, di antaranya keterbatasan sumber daya, ketidakstabilan harga energi, dan dampak lingkungan seperti emisi karbon serta pemanasan global. Oleh karena itu, upaya untuk mencari sumber energi alternatif yang berkelanjutan menjadi sangat penting.

Salah satu sumber energi alternatif yang menjanjikan adalah energi surya, yang berasal dari sinar matahari. Indonesia memiliki potensi besar dalam pemanfaatan energi surya karena posisinya yang berada di garis khatulistiwa, sehingga menerima intensitas radiasi matahari yang tinggi sepanjang tahun. Berdasarkan data Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM), potensi energi surya di Indonesia diperkirakan mencapai 4,8 kWh/m² atau setara dengan 112.000 GWp. Namun, pemanfaatannya masih sangat rendah, baru mencapai sekitar 10 MWp. Hal ini menunjukkan adanya peluang besar dalam pengembangan sistem pemanfaatan energi surya.

Meskipun panel surya (*photovoltaic* / PV) mampu mengubah energi matahari menjadi listrik, output dayanya sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan seperti intensitas cahaya, sudut pencahayaan, suhu, dan keberadaan bayangan. Untuk itu, optimasi output daya menjadi aspek penting dalam pengembangan teknologi panel surya. Salah satu pendekatan untuk meningkatkan output daya adalah dengan menerapkan sistem otomasi berbasis *Internet of Things* (IoT), yang memungkinkan pemantauan dan pengendalian sistem secara real-time dan adaptif terhadap perubahan lingkungan.

Sistem otomasi berbasis IoT dapat digunakan untuk mengatur posisi panel surya (*solar tracking*), memantau tegangan dan arus keluaran, serta mengirimkan data

kinerja secara langsung ke server atau aplikasi. Dengan sistem ini, performa panel surya dapat dimaksimalkan secara efisien dan berkelanjutan. Penerapan teknologi *IoT* juga membuka peluang integrasi sistem dengan *smart grid* dan sistem energi terbarukan lainnya.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini difokuskan pada optimasi output daya panel surya menggunakan sistem otomasi berbasis *IoT*, sebagai salah satu solusi dalam meningkatkan pemanfaatan energi terbarukan yang efisien, terukur, dan sesuai dengan perkembangan teknologi industri 4.0.

1.2 IDENTIFIKASI MASALAH

Meskipun Indonesia memiliki potensi energi surya yang sangat besar, pemanfaatannya masih tergolong rendah dibandingkan dengan potensi yang tersedia. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor teknis dan non-teknis yang menghambat optimalisasi output daya dari panel surya. Panel surya memiliki karakteristik output yang sangat bergantung pada faktor lingkungan seperti intensitas cahaya matahari, suhu, sudut datang sinar matahari, dan kondisi fisik panel (misalnya bayangan atau kotoran).

Pada sistem konvensional, panel surya umumnya dipasang secara statis dan tidak disesuaikan dengan pergerakan matahari sepanjang hari, yang menyebabkan kehilangan potensi daya. Selain itu, kurangnya sistem pemantauan dan pengendalian secara *real-time* menyebabkan performa panel tidak dapat dimaksimalkan dan kesulitan dalam melakukan pemeliharaan preventif.

Seiring dengan perkembangan teknologi, khususnya *Internet of Things (IoT)*, memungkinkan dilakukannya otomasi sistem pemantauan dan pengendalian panel surya secara terintegrasi dan *real-time*. Namun, implementasi sistem otomasi berbasis *IoT* pada panel surya belum banyak diterapkan secara luas, terutama di tingkat pengguna menengah dan skala kecil.

Berdasarkan permasalahan tersebut, diperlukan suatu solusi untuk mengoptimalkan output daya panel surya melalui pendekatan teknologi yang efisien dan adaptif. Salah satu pendekatannya adalah dengan merancang dan

mengimplementasikan sistem otomasi berbasis *IoT* yang mampu menyesuaikan operasi panel surya secara cerdas berdasarkan kondisi lingkungan aktual.

1.3 PERUMUSAN MASALAH

Berdasarkan latar belakang dan identifikasi masalah yang telah dipaparkan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang sistem otomasi berbasis *IoT* untuk memantau dan mengendalikan panel surya secara real-time?
2. Bagaimana pengaruh penerapan sistem otomasi berbasis *IoT* terhadap optimasi output daya panel surya?
3. Seberapa besar peningkatan output daya yang dihasilkan panel surya setelah penerapan sistem otomasi berbasis *IoT* dibandingkan dengan sistem panel surya konvensional?

1.4 BATASAN PENELITIAN

Agar penelitian ini lebih terarah dan sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai, maka ditetapkan beberapa batasan sebagai berikut:

1. Penelitian ini difokuskan pada optimasi output daya panel surya tipe *photovoltaic* (PV) dengan kapasitas kecil (skala rumah).
2. Sistem otomasi yang digunakan berbasis *Internet of Things* (*IoT*) dan dirancang untuk melakukan pemantauan serta pengendalian kinerja panel surya secara *real-time*.
3. Perangkat *IoT* yang digunakan mencakup sensor arus dan tegangan, sensor cahaya (LDR atau lux meter), serta mikrokontroler (misalnya ESP8266 atau Arduino Uno).
4. Penelitian ini tidak membahas aspek ekonomis secara mendalam, seperti analisis biaya investasi dan *Return on Investment* (ROI), tetapi lebih menekankan pada optimasi output daya secara teknis sistem.

1.5 TUJUAN PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Merancang dan membangun sistem otomasi berbasis *Internet of Things (IoT)* untuk memantau dan mengendalikan panel surya secara *real-time*.
2. Mengoptimalkan output daya panel surya melalui penerapan sistem otomasi yang dapat menyesuaikan pengoperasian panel terhadap kondisi lingkungan aktual.
3. Menganalisis peningkatan output daya yang dihasilkan oleh panel surya setelah penerapan sistem otomasi berbasis *IoT* dibandingkan dengan sistem konvensional.
4. Menyediakan solusi teknis yang dapat digunakan sebagai referensi pengembangan sistem panel surya berbasis teknologi cerdas untuk skala rumah tangga.

1.6 MANFAAT PENELITIAN

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Menyediakan solusi teknis yang dapat digunakan sebagai referensi pengembangan sistem panel surya berbasis teknologi cerdas untuk skala rumah tangga atau laboratorium.
2. Menjadi referensi akademik bagi penelitian selanjutnya yang ingin mengkaji integrasi teknologi *IoT* dengan sistem energi terbarukan.
3. Menyediakan solusi teknis yang aplikatif dalam meningkatkan output daya panel surya, terutama untuk pengguna di sektor rumah tangga, pendidikan, dan skala kecil-menengah.
4. Membantu memperkenalkan dan mendorong penerapan teknologi *IoT* dalam sistem energi surya, guna mendukung pengembangan energi alternatif yang lebih efisien dan berkelanjutan.
5. Mendorong kesadaran masyarakat dan pelaku industri terhadap pentingnya inovasi teknologi dalam pemanfaatan energi baru terbarukan.