

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Menurut Jisman P Hutajulu konsumsi listrik perkapita Indonesia pada tahun 2023 mencapai 1337 Kwh/kapita. Kementerian dan Sumber Daya Mineral (ESDM) menyatakan bahwa batu bara merupakan sumber utama pembangkit listrik terbesar di Indonesia, persentase penggunaannya yakni sebesar 54,57% pada tahun 2023. Namun, penggunaan batu bara dalam menghasilkan energi listrik dengan jumlah yang besar dapat menimbulkan bahan-bahan yang dapat mencemarkan udara, terutama karbon dioksida yang dapat menyebabkan efek rumah kaca, dioksida belerang merupakan senyawa kimia yang dapat menyebabkan penyakit paru-paru, dan oksida nitrogen merupakan sebuah gas yang beracun. Oleh Karena itu, dibutuhkan sumber energi listrik yang lebih ramah lingkungan dan tidak menghasilkan zat kimia berbahaya bagi kesehatan, seperti energi baru terbarukan (EBT).

Pada sektor energi, pemerintah sedang mengupayakan agar energi baru dan terbarukan menjadi sumber energi listrik dengan persentase tertinggi dibandingkan dengan persentase penggunaan energi fosil sebagai energi primer pembangkit listrik di Indonesia. Kegunaan energi listrik sangat terlihat dalam kegiatan sehari-hari seperti menyalakan lampu dan alat elektronik lainnya (Frick & Setiawan, 2002 dalam M Heiza Naufal, 2021). Hal ini juga merupakan bagian dari komitmen Indonesia untuk berperan aktif dalam mengurangi emisi sektor energi sebanyak 358 juta ton CO₂ pada tahun 2030 dan pemerintah memiliki tekad untuk mempercepat pencapaian Net Zero Emission (NZE) di tahun 2060 atau lebih cepat.

Saat ini, berbagai sumber energi baru terbarukan (EBT) telah dikembangkan di seluruh dunia untuk mendukung keberlanjutan energi. Salah satu sumber energi yang paling potensial adalah energi matahari. Energi matahari dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan energi listrik dengan menggunakan alat yang dapat mengubah energi matahari menjadi energi listrik, yakni panel surya. Teknologi fotovoltaik (photovoltaic / PV) yang terdapat pada panel surya dapat berfungsi sebagai alat yang dapat

mengkonversi radiasi cahaya matahari menjadi energi listrik (Sun Energy, 2021). Teknologi ini dapat menjadi solusi yang andal untuk mengurangi ketergantungan pada sumber energi fosil. Namun, efektivitas panel surya dalam menghasilkan energi listrik sangat dipengaruhi oleh intensitas sinar matahari yang diterima.

Sinar matahari dapat terhalang oleh berbagai faktor seperti awan, pepohonan, dan bangunan. Saat intensitas sinar matahari terhalang jumlah energi listrik yang dihasilkan oleh panel surya akan berkurang secara signifikan. Fenomena ini dikenal dengan istilah shading effect. Hal tersebut dapat dibuktikan dengan penelitian yang dilakukan oleh Nova Triani, Hamid Abdillah, dan Nick Darusman yang berjudul “Pengaruh Shading Terhadap Hasil Keluaran Arus dan Tegangan Pada Panel Surya Polycrystalline” yang menyatakan bahwa semakin besar shading atau bayangan yang menghalangi pancaran sinar matahari pada panel surya maka semakin kecil arus dan tegangan yang dihasilkan.

Selain itu, keberadaan kotoran seperti penumpukan debu, kotoran burung, dedaunan yang menempel pada permukaan panel surya dapat mempengaruhi kinerja panel surya dalam menghasilkan energi listrik. Fenomena ini dikenal dengan istilah soiling effect. Panel surya yang terkontaminasi debu, serbuk sari, dedaunan, dan kotoran burung dapat mengurangi 30% keluaran daya listrik (Kaercher, 2024). Penelitian yang dilakukan oleh Eric Adi Pratama dan Rizki Nurilyas Ahman dengan judul “Analisis Pengaruh Polutan Debu Terhadap Pembangkitan Daya Pada Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya” membuktikan bahwa kondisi kotor pada permukaan panel surya dapat menurunkan daya listrik yang dihasilkan oleh panel surya. Hal ini dibuktikan dengan nilai pengukuran daya listrik yang menyatakan bahwa rata-rata daya listrik yang dihasilkan oleh panel surya dalam kondisi bersih dengan nilai 9,25 watt, sedangkan rata-rata daya listrik yang dihasilkan oleh panel surya dalam kondisi tertutup debu dengan nilai 7,75 watt, atau dengan kata lain daya listrik yang dihasilkan oleh panel surya dengan kondisi bersih lebih tinggi 16,2%.

Faktor lain yang tak kalah penting adalah arah pemasangan permukaan panel surya. Rotasi bumi menyebabkan gerak semu harian matahari yang berarti matahari akan terbit dari timur dan terbenam di barat kondisi tersebut terjadi di pagi hingga menjelang sore hari. Berdasarkan hal tersebut panel surya harus dipasang sedemikian rupa sehingga permukaan panel surya menghadap arah matahari secara optimal. Arah yang tidak sesuai atau kurang tepat terhadap pergerakan matahari dapat menyebabkan panel surya tidak menerima sinar matahari secara maksimal. Hal tersebut telah dibuktikan oleh penelitian yang dilakukan oleh Suwarti, Wahyono, dan Budhi Prasetyo yang berjudul “Analisis Pengaruh Intensitas Matahari, Suhu Permukaan & Sudut Pengarah Terhadap Kinerja Panel Surya” dalam penelitian tersebut menyatakan bahwa semakin mendekati tegak lurus terhadap datangnya cahaya matahari maka tegangan dan arusnya akan semakin besar, selain itu semakin mendekati tegak lurus sudut pengarah mendekati cahaya matahari maka semakin besar dayanya.

Berdasarkan beberapa penjelasan yang sudah disebutkan diatas, terdapat tiga hal yang dapat menurunkan efektivitas panel surya dalam menghasilkan energi listrik diantaranya shading effect/pengaruh bayangan, soil effect/pengaruh kotoran, dan arah pemasangan permukaan panel surya.

1.2. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang sudah diuraikan pada sub bab sebelumnya, penulis dapat mengambil identifikasi masalah sebagai berikut:

1. Awan, pepohonan, dan bangunan dapat menghalangi sinar matahari yang diterima oleh panel surya.
2. Keberadaan kotoran seperti penumpukan debu, kotoran burung, dedaunan yang menempel pada permukaan panel surya dapat mempengaruhi kinerja panel surya dalam menghasilkan energi listrik.
3. Rotasi bumi menyebabkan gerak semu harian matahari yang berarti matahari akan terbit dari timur dan terbenam di barat, arah permukaan panel surya yang tidak sesuai atau kurang tepat terhadap pergerakan matahari dapat menyebabkan panel surya tidak menerima sinar matahari secara maksimal

1.3. Pembatasan Masalah

Adapun batasan masalah pada penelitian Sistem Pembersih Panel Surya Otomatis Berbasis Internet of Things (IoT) Menggunakan Esp32:

1. Perancangan dan realisasi alat pembersih panel surya hanya berfungsi sebagai perangkat yang dapat melakukan pembersihan pada permukaan panel surya yang kotor.

1.4. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah, identifikasi masalah, dan pembatasan masalah, maka perumusan masalah yang dapat dirumuskan yaitu "Bagaimana cara membuat alat pembersih permukaan panel surya secara otomatis berbasis *Internet of Things* (IoT) dengan menggunakan mikrokontroler ESP32?".

1.5. Tujuan Penelitian

Berdasarkan perumusan masalah, maka tujuan penelitian yang dilakukan pada penelitian ini adalah "Untuk membuat alat pembersih permukaan panel surya secara otomatis berbasis *Internet of Things* (IoT) dengan menggunakan mikrokontroler ESP32".

1.6. Manfaat Penelitian

A. Manfaat Teoritis

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menambah pemahaman mengenai penerapan teknologi *Internet of Things* (IoT) dalam sistem otomatisasi. Sistem pembersih otomatis ini dapat menjadi contoh konkret bahwa teknologi IoT dapat digunakan untuk meningkatkan kinerja dan efisiensi panel surya.

B. Manfaat Praktis

Berdasarkan tujuan penelitian yang ada, penulis dapat mengambil manfaat pembuatan alat sebagai berikut:

1. Bagi peneliti, penelitian ini diharapkan menjadi langkah awal yang bermanfaat dalam menerapkan pengetahuan mengenai teknologi *Internet of Things* (IoT) pada sistem dengan menggunakan ESP32 sebagai pemrosesnya.

2. Bagi masyarakat, penelitian ini diharapkan dapat membantu pengguna panel surya dalam membersihkan permukaan panel surya dari kotoran yang menumpuk.
3. Penggunaan pembersih permukaan panel surya otomatis berbasis IoT dapat mengurangi frekuensi pemeliharaan manual dan menghemat biaya operasional pemeliharaan panel surya.

