

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Peningkatan kebutuhan energi ramah lingkungan telah mendorong perkembangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Sebagai salah satu solusi energi terbarukan yang efektif dan berkelanjutan. Panel surya, sebagai komponen utama PLTS, mengandalkan modul Photovoltaic (PV) untuk mengubah energi cahaya matahari menjadi listrik [1]. Namun, kinerja panel surya sangat bergantung pada kebersihan permukaan modul PV. Kotoran seperti debu, Kotoran burung, dan polutan lainnya yang menempel pada permukaan panel dapat secara signifikan menurunkan keluaran arus yang dihasilkan [2].

Proses pembersihan panel surya selama ini dilakukan dengan cara manual dan memiliki beberapa keterbatasan, seperti memerlukan waktu dan tenaga kerja manusia, adanya risiko keselamatan bagi pekerja, terutama pada saat pembersihan panel surya di atap, serta potensi kerusakan pada modul akibat kesalahan dalam teknik pembersihan. Selain itu, pembersihan manual yang tidak terjadwal dengan baik dapat menyebabkan akumulasi kotoran yang dapat memperburuk performa panel surya [3].

Untuk mengatasi masalah ini, diperlukan inovasi dalam teknologi pembersihan panel surya. Salah satu solusi yang menjanjikan adalah pengembangan robot pembersih yang dapat beroperasi secara otomatis. Teknologi robot *Plug and Play (PnP)* dengan metode pembersihan berbasis waktu (*Time-Based Cleaning*) menawarkan solusi yang tidak hanya mempermudah proses perawatan, tetapi juga memastikan kebersihan panel secara konsisten, mengurangi risiko kecelakaan kerja, dan meminimalkan kerusakan pada panel.

Selain itu, penggunaan robot pembersih otomatis diharapkan dapat mengurangi biaya operasional jangka panjang, mengoptimalkan produksi energi yang dihasilkan panel surya, dan meningkatkan umur panel surya itu sendiri. Dengan demikian, teknologi robot pembersih ini tidak hanya memberikan solusi praktis untuk pemeliharaan, tetapi juga dapat berkontribusi pada keberlanjutan sistem PLTS secara keseluruhan[4].

Penting untuk menekankan bahwa sistem pembersihan otomatis ini juga dapat diimplementasikan pada berbagai jenis instalasi, baik untuk panel surya atap rumah tangga, maupun gedung komersial. Melalui inovasi ini, diharapkan dapat tercipta sistem perawatan panel surya yang lebih aman, dan ramah lingkungan, yang pada gilirannya akan mendukung pemanfaatan energi terbarukan yang lebih optimal.

Oleh karena itu, Penelitian ini bertujuan untuk merancang desain purwarupa robot pembersih panel surya PnP untuk instalasi di atap. Robot ini dirancang untuk memberikan solusi praktis dalam perawatan panel surya, sehingga dapat mendukung optimalisasi produksi energi surya dan meningkatkan keberlanjutan sistem PLTS di berbagai aplikasi[5].

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana merancang robot pembersih untuk diaplikasikan pada panel surya atap agar dapat meningkatkan arus sebesar $\pm 2\%$?
2. Bagaimana merancang robot yang tepat untuk pembersih panel surya atap?

1.3 Tujuan

1. Merancang robot pembersih untuk diaplikasikan pada panel surya atap yang dapat meningkatkan arus sebesar $\pm 2\%$.
2. Merancang sistem robot yang tepat untuk membersihkan panel surya atap sehingga dapat di aplikasikan dengan baik.

1.4 Manfaat Hasil Penelitian

Penelitian ini memiliki manfaat praktis dalam meningkatkan efisiensi dan efektivitas proses pembersihan panel surya yang terpasang di atap. Dengan adanya rancangan robot pembersih panel surya ini, waktu yang dibutuhkan untuk melakukan pembersihan rutin dapat berkurang signifikan, karena sistem otomatis memungkinkan pembersihan tanpa memerlukan tenaga manusia secara langsung. Selain itu, penggunaan robot ini dapat membantu menjaga kinerja optimal panel surya dengan mencegah penumpukan debu dan kotoran yang dapat mengakibatkan penurunan arus. Desain Purwarupa ini juga memberikan kontribusi dalam mengembangkan teknologi pembersihan panel surya yang dapat diterapkan pada berbagai jenis atap dan kondisi lingkungan, sehingga diharapkan dapat mendorong adopsi energi terbarukan dengan cara yang lebih praktis dan ekonomis.

1.5 Batasan Masalah

1. Robot pembersih hanya diuji dalam kondisi cuaca cerah saja, tanpa mempertimbangkan kondisi cuaca lain seperti hujan ringan maupun hujan deras, yang dapat mempengaruhi kinerja robot.
2. Robot pembersih hanya berfokus pada pembersihan debu dan kotoran pada permukaan panel surya, tanpa mencakup pembersihan jenis kotoran lainnya, seperti minyak atau bahan kimia yang menempel pada panel.
3. Robot ini dirancang untuk jenis dan ukuran panel surya pribadi dengan ukuran 1030x670mm, tanpa mempertimbangkan jenis dan ukuran panel surya yang digunakan di gedung lain atau di lingkungan yang berbeda.

1.6 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan gabungan yang mencakup studi teoritis, simulasi, perancangan, dan implementasi prototipe. Langkah-langkahnya adalah sebagai berikut:

1. Studi Teoritis/Literatur

Langkah awal dalam penelitian ini adalah melakukan studi literatur untuk memahami teknologi yang relevan dalam pembuatan robot pembersih, khususnya untuk panel surya yang terpasang pada atap. Studi ini mencakup penelusuran jurnal dan artikel terkait sensor, kontrol motor, metode pembersihan otomatis, serta tantangan dan solusi pada desain robot untuk aplikasi di luar ruangan.

2. Perancangan sistem dan komponen

Berdasarkan hasil studi literatur, tahap ini meliputi perancangan detail dari sistem robot, termasuk pemilihan komponen utama seperti mikrokontroler, sensor, motor penggerak, dan alat pembersih. Pada tahapan ini juga dilakukan perancangan rangka mekanik robot agar mampu bekerja pada permukaan panel surya yang miring dengan aman.

3. Pengujian dan Evaluasi

Pada tahap ini, dilakukan pengujian fungsional untuk memastikan bahwa seluruh fitur robot berfungsi dengan baik sesuai dengan rancangan yang telah

ditentukan. Setelah itu, dilakukan pengujian performa dengan mengevaluasi efektivitas pembersihan panel surya, termasuk membandingkan daya yang dihasilkan sebelum dan setelah pembersihan. Hasil dari pengujian ini kemudian dianalisis untuk menilai apakah robot dapat meningkatkan efisiensi panel surya secara signifikan.

1.7 Proyeksi Pengguna

Pada penelitian ini, target pengguna yang diproyeksikan untuk memanfaatkan hasil penelitian Desain Purwarupa robot pembersih sel surya untuk atap adalah:

- **Pengelola gedung kampus / universitas**

Pengelola gedung universitas atau kampus yang memiliki instalasi panel surya dapat menggunakan robot ini untuk perawatan rutin. Hal ini juga mendukung kampus dalam mempromosikan teknologi ramah lingkungan dan otomatisasi kepada mahasiswa, sekaligus menghemat biaya operasional perawatan

- **Komunitas dan masyarakat pemilik panel surya rumah tangga**

Masyarakat yang memiliki instalasi panel surya di atap rumah dapat menggunakan robot ini untuk menjaga kebersihan panel secara mandiri tanpa perlu memanggil layanan profesional, sehingga meminimalkan biaya perawatan.

- **Pengelola gedung bertingkat atau pusat perbelanjaan**

Pengelola gedung-gedung bertingkat, pusat perbelanjaan, atau gedung komersial yang menggunakan panel surya pada atapnya dapat memanfaatkan teknologi ini untuk mengurangi biaya operasional dalam perawatan, serta memastikan panel surya tetap berfungsi optimal sepanjang waktu.