

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Sistem energi terbarukan, seperti angin, air, biomassa, dan panas bumi, sangat berperan dalam mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil serta mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan [1]. Salah satu bentuk energi terbarukan yang paling menjanjikan adalah energi matahari. Energi surya yang diperoleh dari sinar matahari adalah energi terbarukan dan dapat diubah menjadi listrik menggunakan panel surya.

Indonesia lebih cocok menggunakan energi matahari dari pada energi angin karena beberapa alasan utama. Pertama, letak geografis dan iklim Indonesia di garis khatulistiwa memungkinkan penerimaan sinar matahari yang konsisten sepanjang tahun dengan intensitas tinggi, sedangkan kecepatan angin relatif rendah dan tidak stabil di banyak wilayah. Energi matahari lebih stabil dan andal karena sinar matahari tersedia setiap hari, meskipun dengan intensitas yang bervariasi. Infrastruktur dan pemasangan panel surya juga lebih sederhana dibandingkan dengan turbin angin yang memerlukan area luas dan angin yang konstan [2]. Selain itu, pemanfaatan panel surya juga sejalan dengan tujuan pembangunan berkelanjutan. Energi terbarukan dapat memenuhi dua pertiga dari total permintaan energi global pada tahun 2050, berkontribusi terhadap pengurangan emisi gas rumah kaca dan membatasi kenaikan suhu permukaan global di bawah 2°C [3].

Namun permasalahan dalam penerapan pembangkit listrik tenaga surya adalah panel surya yang kotor dapat mengurangi daya serap sinar matahari, yang pada akhirnya menurunkan efisiensi produksi listrik. Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi kinerja solar panel adalah penempatan solar panel yang menimbulkan penimbunan debu. Hal itu dapat secara signifikan menurunkan efisiensi solar panel. Efisiensi modul solar panel berkurang sebesar 10-25% karena kerugian pada inverter, kabel, dan pengotoran modul (debu dan serpihan) [4]. Panel surya harus dibersihkan secara rutin untuk memaksimalkan efisiensi produksi listrik. Sistem pembersihan yang tradisional masih dilakukan secara manual.

Pembersihan manual memiliki beberapa kerugian seperti kerusakan panel, risiko kecelakaan pekerja, kesulitan pergerakan karena terbatasnya ruangan maupun jarak, pemeliharaan yang buruk, dan lainnya.

Untuk mengatasi masalah ini diperlukan inovasi dalam teknologi pembersih panel surya. Salah satu solusi yang menjanjikan adalah pengembangan robot pembersih panel surya yang beroperasi secara otomatis dengan metode line follower. Solusi ini tidak hanya mempermudah proses perawatan panel surya, tetapi juga memastikan kebersihan panel surya secara optimal, meminimalkan terjadinya kerusakan pada panel surya, dan mengurangi resiko kecelakaan kerja.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang robot pembersih panel surya berbasis line follower untuk instalasi pada atap yang memiliki permukaan datar. Robot ini dirancang untuk memberikan solusi efisiensi pembersihan panel surya secara mandiri dan konsisten, sehingga dapat mendukung optimalisasi produksi listrik pada panel surya.

1.2. Rumusan Masalah

1. Merancang robot seperti apa yang cocok untuk diaplikasikan pada panel surya Rooftop?
2. Bagaimana merancang robot pembersih untuk diaplikasikan pada panel surya rooftop agar dapat meningkatkan arus sebesar $\pm 2\%$?

1.3. Tujuan

1. Merancang sistem robot yang tepat untuk pembersih panel surya pada instalasi Rooftop, sehingga dapat diaplikasikan dengan baik.
2. Merancang robot pembersih panel surya diharapkan dapat meningkatkan performa keluaran daya listrik, khususnya dalam bentuk peningkatan arus listrik (*output current*), dengan target peningkatan sebesar minimal $\pm 2\%$.

1.4. Manfaat Hasil Penelitian

Hasil penelitian mengenai *Desain Purwarupa Robot Pembersih Panel Surya pada Ground Mounting Berbasis Line Follower* memiliki berbagai manfaat yang signifikan. Pertama, robot pembersih ini dapat meningkatkan

penyerapan energi surya dengan menjaga permukaan panel tetap bersih dari debu dan kotoran, sehingga memaksimalkan penyerapan energi matahari dan meningkatkan produksi listrik. Selain itu, solusi ini dapat mengurangi biaya operasional dan perawatan karena mengurangi kebutuhan pembersihan manual, yang biasanya memerlukan tenaga kerja dan waktu cukup besar.

Selain itu, hasil penelitian ini dapat menjadi rujukan bagi pengembangan teknologi serupa di bidang robotika dan pemeliharaan sistem energi terbarukan lainnya. Secara keseluruhan, desain robot pembersih ini juga mendukung keberlanjutan lingkungan dengan membantu pemanfaatan energi terbarukan yang lebih efisien, mengurangi jejak karbon, dan memperkuat upaya keberlanjutan. Dari sisi ekonomi, penelitian ini membuka peluang komersialisasi robot pembersih khusus untuk instalasi panel surya, yang dapat mendorong pertumbuhan industri energi surya secara lebih luas dan berkelanjutan.

1.5 Batasan Masalah

1. Penelitian ini hanya mencakup desain robot pembersih untuk panel surya yang terpasang pada sistem *rooftop* dengan permukaan yang datar, dan tidak termasuk panel surya yang dipasang di atap (*rooftop*) dengan permukaan yang miring.
2. Fokus desain robot ini adalah untuk membersihkan jenis kotoran umum seperti debu, pasir, dan polusi ringan pada permukaan panel surya. Robot ini tidak dirancang untuk mengatasi kotoran yang lebih sulit dihilangkan seperti residu minyak atau zat lengket.
3. Robot ini dirancang pada modul surya pribadi dengan ukuran dari panel surya yang memiliki panjang 100 CM dan lebar 67 CM.

1.6 Metode Penelitian

Pekerjaan dari penelitian ini dilakukan dengan beberapa pendekatan sebagai berikut:

1. Studi Literatur

Tahap awal penelitian ini adalah melakukan studi literatur mengenai teknologi pembersih panel surya, desain robot pembersih, dan komponen robotika. Literatur yang ditinjau mencakup penelitian terdahulu, jurnal ilmiah, paten, serta teknologi komersial yang relevan. Tujuan studi ini adalah memahami dasar teori dan teknik yang telah dikembangkan serta mencari referensi terbaik untuk diadaptasi pada desain purwarupa.

2. Pengembangan purwarupa

pembuatan purwarupa, yaitu merakit robot sesuai dengan desain yang telah dirancang sebelumnya. Setelah itu, dilakukan pemrograman yang melibatkan penulisan kode untuk mengendalikan robot, termasuk integrasi sensor dan aktuator yang diperlukan. Tahap terakhir adalah integrasi sistem, di mana semua komponen yang telah dirakit dan diprogram diuji untuk memastikan bahwa mereka dapat bekerja secara sinergis dan optimal dalam menjalankan fungsi pembersihan panel surya.

3. Pengujian dan evaluasi

pengujian fungsi untuk memastikan bahwa semua fitur robot beroperasi dengan baik sesuai dengan desain yang direncanakan. Selanjutnya, dilakukan pengujian kinerja dengan mengukur peningkatan penyerapan setelah pembersihan panel surya, termasuk perbandingan daya yang dihasilkan sebelum dan sesudah pembersihan. Hasil dari pengujian tersebut kemudian dianalisis untuk menilai apakah robot mampu meningkatkan penyerapan energi panel surya secara signifikan.

1.7 Proyeksi Pengguna

Proyeksi pengguna untuk purwarupa Robot Pembersih Panel Surya pada *Roof Mounting* ini meliputi berbagai kalangan yang terlibat dalam pengelolaan dan pemeliharaan sistem energi surya skala besar. Berikut adalah beberapa proyeksi pengguna utama:

1. Perusahaan Pengelola Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)

Perusahaan-perusahaan yang mengelola pembangkit listrik tenaga surya di lahan *roof mounting* akan menjadi pengguna utama robot pembersih ini. Robot ini dapat membantu merawat panel surya dengan menurunkan biaya operasional pembersihan dan meningkatkan produksi energi.

2. Kampus

Kampus yang memiliki panel surya *roof mounted* dapat menggunakan robot ini untuk pembersihan panel surya. Robot ini dapat membantu membersihkan panel surya dengan menurunkan biaya operasional pembersihan dan meningkatkan produksi energi.