

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Panel surya merupakan perangkat yang merubah energi matahari menjadi energi listrik (Wiliani et al., 2019). Kinerja panel surya dalam menghasilkan listrik sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan sekitar termasuk suhu udara, kecepatan angin, hujan es, salju, kepadatan atmosfer, serta akumulasi kotoran pada permukaan panel surya (Onim et al., 2023). Kebersihan permukaan panel surya merupakan faktor penting dalam menghasilkan energi listrik, mengingat panel surya dipasang di lingkungan terbuka dan berpotensi terkena debu (Talawo et al., 2022).

Debu yang menumpuk di permukaan panel surya dapat menghalangi cahaya matahari hal ini membuat penyerapan energi surya menjadi tidak maksimal (Dantas et al., 2020). Masalah lainnya adalah paparan debu yang terbawa angin serta debu yang bercampur dengan air hujan (Asmara, 2021). Endapan debu sangat mempengaruhi kinerja panel surya sehingga mengurangi hasil keluaran arus dan tegangan listrik (Al-Dahoud et al., 2023; Cipriani et al., 2020). Endapan debu tidak hanya mempengaruhi hasil penyerapan energi tetapi juga dapat menyebabkan peningkatan suhu yang berpotensi menimbulkan korosi, sehingga penerapan sistem pembersih diperlukan untuk mencegah kerusakan panel surya (Audu & Hena, 2021; Fan et al., 2020).

Teknologi pembersih panel surya kini semakin bervariasi dengan adanya robot pembersih, penghilang elektrostatik, lapisan pembersih, dan penyiraman air (Khadka et al., 2020). Namun, pembersihan panel surya dalam skala besar sering kali masih melibatkan tenaga kerja manusia dan dilakukan secara manual yang

memakan waktu lebih lama (Jaiganesh et al., 2021). Efisiensi waktu dalam proses pembersihan panel surya bisa dilakukan dengan pemantauan menggunakan kamera untuk mengetahui tingkat kebersihan pada permukaan panel surya (Dhoke et al., 2018).

Tingkat kebersihan permukaan panel surya dapat diketahui dengan menerapkan pemantauan sistem cerdas seperti *computer vision*. *Computer vision* merupakan cabang dari ilmu kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*) yang menggunakan metode tertentu untuk mendeteksi objek. Salah satu algoritma yang sering digunakan untuk mendeteksi objek dan pemantauan kotoran pada permukaan panel surya yaitu *Convolutional Neural Network* (CNN) (Onim et al., 2023). Namun, penelitian Onim et al (2023) difokuskan pada evaluasi tingkat akurasi dan bukan untuk penerapan secara langsung sehingga diperlukan dalam mengimplementasi algoritma CNN.

Algoritma CNN dalam sistem tertanam berfungsi untuk memproses dan menganalisis data visual (Bhattarai et al., 2020). Algoritma CNN dapat dijalankan pada perangkat keras dengan sumber daya terbatas seperti Raspberry Pi yang merupakan *single board computer* (SBC), sehingga memungkinkan pengolahan data secara lokal tanpa bergantung pada server eksternal yang menjadikan sistem lebih cepat, mandiri, dan efisien (Fajri et al., 2023). Oleh karena itu, penelitian ini melakukan “Implementasi *Embedded System* pada Pemantauan Kotoran Panel Surya berbasis Raspberry Pi dengan menggunakan algoritma *Convolutional Neural Network*” untuk mendeteksi kotoran di permukaan panel surya. Penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan sistem yang mampu melakukan pemantauan

kebersihan panel surya secara otomatis dan mandiri dengan memanfaatkan teknologi *embedded system* dan algoritma CNN.

B. Rumusan Masalah

Permasalahan dalam penelitian ini adalah belum tersedianya sistem pemantauan kotoran pada permukaan panel surya menggunakan *embedded system* berbasis Raspberry Pi yang terintegrasi dengan algoritma *Convolutional Neural Network* (CNN) di lingkungan Fakultas Teknik dan Teknologi Kemaritiman.

C. Batasan Masalah

Beberapa batasan masalah yang terdapat pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. *Embedded system* yang diterapkan menggunakan algoritma CNN dan diproses menggunakan *single board computer* yaitu Raspberry Pi.
2. Pengambilan data objek dilakukan melalui mengambil gambar pada permukaan panel surya.
3. Kamera webcam yang digunakan hanya untuk mengambil data gambar permukaan panel surya.
4. Pemilihan output dari sistem yang diterapkan adalah tampilan OLED.
5. Sistem yang diterapkan menggunakan klasifikasi bersih dan kotor dari model algoritma CNN.
6. Sistem yang diterapkan tidak melakukan pengambilan data arus, tegangan, dan daya pada penggunaan panel surya.

D. Tujuan Penelitian

Dari rumusan masalah di atas, maka tujuan dari penelitian ini adalah membuat *Embedded System* pada Raspberry Pi menggunakan algoritma *Convolutional Neural Network* yang dapat mendeteksi kotoran di permukaan panel surya dari perangkat pemantauan panel surya.

E. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang akan didapatkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memberikan pengetahuan tentang algoritma CNN dengan menerapkan *transfer learning* untuk melakukan klasifikasi gambar.
2. Memberikan pengetahuan tentang *embedded system* didalam *single board computer* terutama Raspberry Pi.
3. Melakukan dataset pelatihan sehingga dapat mendeteksi objek dengan tingkat akurasi yang optimal.
4. Menyediakan solusi cerdas bagi pengguna panel surya untuk memantau kebersihan panel secara efisien guna menjaga kinerja pembangkitan energi.
5. Mendukung pemeliharaan panel surya secara otomatis dan efisien melalui penerapan sistem pemantauan berbasis teknologi cerdas dalam skala industri.