

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Permintaan energi global terus meningkat seiring dengan meningkatnya populasi dan perkembangan industri. Menurut *International Energy Agency* (IEA), konsumsi energi dunia diproyeksikan meningkat lebih dari 30% pada tahun 2040, sehingga menuntut pencarian sumber energi alternatif yang lebih berkelanjutan untuk mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil (Satriyawan & Susanto, 2023). Energi matahari merupakan salah satu sumber energi terbarukan yang paling potensial dalam menyuplai kebutuhan energi listrik, di antara berbagai jenis energi terbarukan yang ada. Hal ini karena ketersediaannya yang melimpah serta potensinya dalam mengurangi dampak lingkungan akibat penggunaan energi fosil (Rahmadani, 2024).

Energi matahari dapat dikonversi menjadi energi listrik menggunakan panel surya (Derisman et al., 2022). Panel surya terbagi menjadi dua jenis berdasarkan silikon kristal nya, yaitu panel surya monokristalin dan polikristalin. Panel surya jenis monokristalin terbuat dari silikon tunggal, sehingga memiliki efisiensi lebih tinggi, yaitu sekitar 18,5% hingga 23,5%, sedangkan panel polikristalin terbuat dari beberapa kristal silikon yang memiliki efisiensi lebih rendah, berkisar antara 15,5% hingga 18% (Nerubatskyi et al., 2023). Dalam hal daya keluaran, panel monokristalin mampu menghasilkan rata-rata 42,06 Wh, sementara panel polikristalin menghasilkan daya rata-rata 39,80 Wh (Taşcıoğlu et al, 2016).

Kinerja panel surya dipengaruhi oleh suhu lingkungan, intensitas cahaya, dan kondisi pemasangan (Sri Utami, 2020; Sinaga, 2011). Salah satu strategi optimasi

adalah meningkatkan intensitas cahaya yang diterima panel surya menggunakan reflektor (Yuniarti et al., 2022). Menurut Fallo *et al*, (2023), penggunaan reflektor dengan desain dan sudut yang tepat dapat meningkatkan intensitas radiasi matahari yang diterima oleh panel surya, memungkinkan penyerapan energi yang lebih optimal. Penggunaan reflektor terbukti dapat meningkatkan daya rata-rata panel surya hingga 10,2 W dibandingkan tanpa reflektor (Kaban *et al*, 2020). Cermin datar terbukti lebih efektif dibandingkan reflektor aluminium foil (Isdawimah *et al*, 2022). Selain itu, sudut pemasangan reflektor yang optimal dapat meningkatkan efisiensi panel hingga 1,06% (Trisnandini *et al*, 2022). Penelitian lebih lanjut mengungkapkan bahwa sudut 60° merupakan yang paling efektif dalam meningkatkan daya keluaran panel surya (Febtiwiyanti & Sidopekso, 2010; Hanifah *et al*, 2024).

Meskipun reflektor dapat meningkatkan intensitas cahaya yang diterima oleh panel surya, penggunaannya juga berpotensi meningkatkan suhu panel. Suhu operasional panel surya merupakan salah satu faktor paling kritis yang mempengaruhi efisiensi konversi energi. Setiap kenaikan suhu sebesar 1°C pada panel surya dapat menyebabkan penurunan efisiensi konversi sebesar 0,4% hingga 0,5% (Joon & Jin, 2021). Hal ini disebabkan oleh sifat material semikonduktor yang digunakan dalam panel surya, yang sangat sensitif terhadap perubahan suhu. Ketika suhu panel melebihi batas optimal, yaitu sekitar 25°C , kinerja panel surya dapat terpengaruh secara signifikan, mengakibatkan penurunan daya keluaran (Teresna & Suparta, 2024). Oleh karena itu, diperlukan sistem pendingin untuk menjaga suhu panel surya dalam batas optimal, sehingga Efisiensi kinerjanya tetap tinggi.

Sistem pendingin panel surya dapat dikategorikan menjadi dua jenis utama yaitu pasif dan aktif. Pendingin pasif, seperti *heatsink*, memiliki keunggulan dalam meningkatkan efisiensi termal tanpa memerlukan energi tambahan, sehingga lebih hemat energi dan ekonomis (Denk *et al*, 2022). Peningkatan area permukaan untuk pelepasan panas melalui *heatsink* memungkinkan penurunan suhu panel hingga 10°C serta peningkatan efisiensi konversi energi hingga 5% (Abdelaty *et al*, 2023). Efektivitas *heatsink* dalam mereduksi suhu juga dinilai mampu memperlambat penurunan kinerja panel akibat akumulasi panas berlebih. Selain itu, *heatsink* lebih mudah dalam perawatan dibandingkan sistem aktif yang menggunakan komponen mekanis seperti kipas atau pompa. Keunggulan ini menjadikannya solusi pendinginan yang stabil, tahan lama dan cocok untuk optimasi kerja pada panel surya (Handayani *et al*, 2023).

Kebutuhan akan sistem pendingin menjadi relevan dalam konteks penggunaan reflektor, guna mempertahankan efisiensi kerja panel surya. Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh (Vilas & Mahesh, (2018) ; Sugianto, (2020) ; Kusumaningtyas *et al*, (2023)) telah membandingkan efisiensi antara panel surya monokristalin dan polikristalin, namun belum ada penelitian yang meneliti integrasi reflektor dan pendingin pasif dalam satu sistem. Oleh karena itu, penelitian ini berfokus pada analisis perbandingan kinerja panel surya monokristalin dan polikristalin dengan penambahan reflektor dan pendingin pasif guna mengoptimalkan efisiensi konversi energi. Analisis pendukung dalam pengukuran arus dan tegangan pada panel surya diukur menggunakan sensor INA219, sementara suhu permukaan panel diukur

menggunakan sensor DS18B20. Perangkat ini memungkinkan akuisisi data yang lebih akurat dan berkelanjutan selama periode pengamatan.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijabarkan, penelitian ini didasari oleh masih terbatasnya penelitian yang membandingkan efisiensi daya panel surya monokristalin dan polikristalin dengan penambahan reflektor cermin datar dan pendingin pasif *heatsink* untuk meningkatkan kinerja panel surya.

C. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membandingkan dan menganalisis efisiensi daya panel surya monokristalin dan polikristalin yang dilengkapi dengan penambahan reflektor cermin datar dan pendingin pasif *heatsink*, guna mengidentifikasi pengaruh penambahan tersebut terhadap kinerja dan efisiensi daya panel surya.

D. Batasan Masalah

Beberapa batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini menggunakan panel surya tipe polikristalin dan monokristalin dengan kapasitas 10 Wp (*Watt peak*).
2. Reflektor yang digunakan terbuat dari cermin datar, dipasang pada sudut 60° yang telah disesuaikan untuk memaksimalkan penangkapan radiasi cahaya matahari.

3. Sistem pendingin yang digunakan adalah pendingin pasif *heatsink* dengan bahan aluminium berdiameter 10 cm x 6 cm. *Heatsink* tersebut disusun dan ditempatkan pada bagian belakang panel surya.
4. Suhu permukaan panel surya diukur menggunakan sensor suhu DS18B20.
5. Arus, tegangan, dan daya keluaran panel surya diukur menggunakan sensor INA219
6. Penelitian ini tidak memperhitungkan pengaruh faktor lingkungan seperti kelembaban, kecepatan angin, dan intensitas cahaya terhadap kinerja panel.

E. Manfaat

Penelitian ini diharapkan dapat menambah wawasan dalam bidang energi terbarukan, khususnya dalam membandingkan efisiensi daya panel surya monokristalin dan polikristalin dengan penambahan reflektor dan pendingin pasif. Selain itu, hasil penelitian ini dapat menjadi referensi bagi studi selanjutnya mengenai optimasi kinerja panel surya. Secara praktis, penelitian ini berkontribusi dalam pengembangan sistem panel surya yang lebih efisien dan ekonomis.