

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kebutuhan energi terus meningkat seiring pertumbuhan populasi dan industri, sementara ketergantungan pada energi fosil semakin mengkhawatirkan. Penggunaan energi fosil juga menyumbang emisi gas rumah kaca yang memicu perubahan iklim. Sehingga kebutuhan akan sumber energi terbarukan menjadi semakin mendesak. Untuk mengatasi hal tersebut, dalam forum G20 di Bali pada November 2022, negara-negara G20 sepakat untuk mempercepat transisi energi dalam pembangunan global. Khususnya untuk akses energi modern yang handal dan berkelanjutan (Kementrian Energi Dan Sumber Daya Mineral, 2022).

Sumber energi terbarukan, seperti Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) menjadi salah satu solusi utama untuk memenuhi kebutuhan energi. PLTS adalah sistem pembangkit listrik yang memanfaatkan energi matahari sebagai sumber utama untuk menghasilkan listrik. PLTS bekerja dengan menggunakan panel surya yang mengonversi sinar matahari menjadi listrik melalui efek fotovoltaiik. Sehingga, wilayah tropis seperti Indonesia memiliki potensi besar untuk memanfaatkan cahaya matahari sebagai sumber energi alternatif yang berkelanjutan.

Namun, efisiensi konversi energi panel surya masih menjadi tantangan, akibat faktor-faktor seperti suhu operasional yang tinggi sehingga mengakibatkan efisiensi dan performa panel surya menurun. Hal ini terjadi karena panas dari panel surya tidak dimanfaatkan secara optimal. Panel surya konvensional hanya mampu mengonversi sekitar 10-15% dari energi matahari yang diterima menjadi energi

listrik, sementara sisanya terbuang dalam bentuk panas yang tidak dimanfaatkan dan hilang ke lingkungan (Shittu et al., 2019). Pemanfaatan energi panas yang dihasilkan dari panel surya merupakan salah satu cara dalam mengoptimalkan *energy harvesting* pada panel surya. Oleh karena itu, diperlukan inovasi yang dapat memaksimalkan pemanfaatan energi panas yang tersedia pada panel surya.

Penggunaan *Thermoelectric Generator* (TEG) adalah teknologi yang paling efektif dalam meningkatkan efisiensi konversi energi dengan memanfaatkan panas yang terbuang pada *photovoltaic* (Sahin et al., 2020). Melalui efek Seebeck, di mana perbedaan suhu antara dua sisi material *Thermoelectric Generator* dapat menghasilkan energi listrik. Sehingga Sistem *hybrid photovoltaic-thermoelectric generator* (PV-TEG) dapat meningkatkan efisiensi *photovoltaic* dan mengurangi jumlah panas yang dibuang oleh *photovoltaic* (Saleh et al., 2021). Sistem *hybrid* ini juga dapat menghasilkan listrik tambahan dan *output* yang dihasilkan lebih tinggi dibandingkan dengan penggunaan masing-masing sistem secara terpisah (Kanagaraj, 2021).

Penelitian ini berfokus pada penerapan metode *direct coupling* dengan pemasangan TEG secara langsung di bagian bawah panel surya serta penggunaan *heatsink* pada sisi dingin TEG untuk meningkatkan perbedaan suhu dan energi listrik. Tahapan metode ini meliputi aspek desain dan integrasi sistem. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi panel surya sekaligus menghasilkan listrik tambahan melalui mekanisme *energy harvesting*, sehingga memaksimalkan pemanfaatan energi yang tersedia. Penelitian ini juga akan mencakup analisis sistem dalam berbagai kondisi operasional, termasuk variasi suhu dan intensitas

cahaya matahari, untuk mengevaluasi seberapa besar peningkatan efisiensi yang dicapai sehingga dapat dibandingkan dengan sistem panel surya konvensional. Diharapkan penelitian ini dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan solusi energi yang lebih berkelanjutan dan ramah lingkungan.

1.2. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang terdapat pada penelitian yang akan dilakukan, dapat diidentifikasi beberapa masalah sebagai berikut:

1. Panel surya hanya mampu mengonversi sebagian kecil energi matahari menjadi listrik, sementara sebagian besar energi terbuang sebagai panas.
2. Penurunan efisiensi dan kerusakan pada PV yang disebabkan oleh peningkatan suhu yang melebihi batas operasional menjadi masalah yang perlu diatasi untuk meningkatkan kinerja sistem panel surya.
3. Panas yang dihasilkan oleh panel surya selama proses konversi energi terbuang dan tidak dimanfaatkan.
4. Penentuan penempatan PV-TEG dalam desain dan integrasi yang optimal untuk mencapai kinerja yang maksimal.
5. Diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mengidentifikasi dan mengoptimalkan sistem *hybrid* PV-TEG yang lebih efektif untuk meningkatkan efisiensi energi dalam memanfaatkan panas terbuang.

1.3. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini tidak membahas aspek biaya pada sistem *hybrid* PV-TEG.
2. Penelitian ini tidak membahas material dan konstruksi *Thermoelectric Generator* (TEG).
3. Penelitian ini tidak membahas efisiensi dan faktor kinerja *Thermoelectric Generator* (TEG).
4. Penelitian ini hanya menggunakan panel surya jenis *monocrystalline* 100 Wp.
5. Penelitian ini menggunakan modul *Thermoelectric Generator* tipe SP1848-27145 SA yang dipasang langsung di bawah panel surya.
6. Sistem pendingin *Thermoelectric Generator* hanya menggunakan *heat sink*.

1.4. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian yang akan dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana desain sistem *hybrid* PV-TEG secara *direct coupling* dalam memanfaatkan panas permukaan panel surya?
2. Bagaimana pengaruh integrasi modul TEG dengan menggunakan metode *direct coupling* dalam menurunkan suhu panel surya dalam menjaga kinerja optimal panel surya dan mengubah panas permukaan panel surya menjadi produksi energi tambahan?
3. Bagaimana pengaruh integrasi TEG terhadap perbandingan efisiensi dan produksi energi sistem panel surya konvensional tanpa TEG dibandingkan dengan sistem *hybrid* PV-TEG berdasarkan hasil pengukuran?

1.5. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian yang akan dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Merancang sistem *hybrid* PV–TEG tipe modul TEG SP1848-27145 SA secara *direct coupling* sebagai optimalisasi pemanfaatan panas permukaan untuk peningkatan efisiensi panel surya.
2. Mengetahui pengaruh integrasi TEG terhadap penurunan suhu panel surya dan peningkatan produksi energi yang dihasilkan TEG melalui sistem *harvesting*.
3. Mengetahui besaran peningkatan efisiensi sistem panel surya konvensional tanpa TEG terhadap panel surya yang terintegrasi TEG dan sistem *hybrid* PV–TEG.

1.6. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Memberikan kontribusi pada pengembangan inovasi baru dalam bidang energi terbarukan yang dapat dikembangkan untuk meningkatkan efisiensi energi panel surya dengan memanfaatkan panas permukaan panel surya sehingga tidak ada energi panas yang terbuang.
2. Meningkatkan pemahaman mengenai integrasi antara PV–TEG untuk meningkatkan efisiensi dan produksi energi.