

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Energi surya merupakan salah satu solusi utama dalam menghadapi krisis energi global yang disebabkan oleh meningkatnya konsumsi energi dan perubahan iklim. Menurut laporan International Renewable Energy Agency (IRENA, 2021), kapasitas global energi terbarukan tumbuh sebesar 10,3% pada tahun 2020, dengan lebih dari 127 GW tambahan kapasitas surya di seluruh dunia. Negara-negara seperti Tiongkok, India, Amerika Serikat, dan beberapa negara Eropa telah memimpin dalam transisi ini, memanfaatkan energi surya sebagai bagian dari strategi untuk mengurangi emisi gas rumah kaca (GHG) dan ketergantungan pada bahan bakar fosil (IRENA, 2021). Namun, beberapa negara dengan potensi energi surya tinggi, termasuk di wilayah Asia Tenggara, masih menghadapi tantangan dalam memaksimalkan penggunaannya. Di Indonesia, misalnya, meskipun memiliki potensi energi surya sebesar 207,8 GW, kapasitas terpasang baru diperkirakan sekitar 573,8 MW di tahun 2023, jauh dari target yang diharapkan dalam Rencana Umum Energi Nasional (RUEN) dimana Pengembangan tenaga surya untuk tenaga listrik diproyeksikan sebesar 6,5 GW pada tahun 2025 dan 45 GW pada tahun 2050. (Kementerian ESDM, 2020). Salah satu faktor yang menyebabkan lambatnya adopsi energi surya adalah efisiensi teknologi yang masih terbatas dan permasalahan teknis terkait pengoperasiannya, terutama di wilayah tropis dengan intensitas sinar matahari yang tinggi. Efisiensi konversi energi pada panel PV umumnya masih rendah, sekitar 15%-20% energi matahari yang diserap panel surya diubah menjadi listrik,

Peningkatan Panel PV terus dilakukan untuk memperbaiki kinerjanya. Meskipun banyak digunakan karena daya tahannya dan biaya yang efektif, panel silikon konvensional menghadapi kerugian yang disebabkan oleh keterbatasan penyerapan cahaya, yang menyebabkan penurunan efisiensi. Beberapa penelitian telah dilakukan untuk mengatasi masalah ini seperti penggunaan reflektor yang memantulkan sinar matahari ke permukaan panel surya untuk meningkatkan kemampuannya dalam menyerap cahaya. Reflektor berbahan aluminium dikenal

memiliki kemampuan reflektivitas yang tinggi, mampu meningkatkan intensitas cahaya yang mencapai panel hingga 30%-40% (Yang et al., 2018).

Penelitian peningkatan daya output panel surya dengan penambahan reflektor cermin datar dan aluminium foil telah mampu meningkatkan daya output panel surya hingga 14% untuk cermin datar dan 19% untuk aluminium foil (Karnadi et al., 2017). Penggunaan jenis reflektor berbeda seperti cermin datar mengalami besar peningkatan tegangan sebesar 0,34 Volt atau 2,83% (Yuniarti et al., 2022). Disamping kelebihanannya yang dapat meningkatkan efisiensi, hal ini juga dapat menyebabkan peningkatan suhu pada permukaan sel surya yang lebih cepat pada panel karena konsentrasi cahaya yang lebih besar, yang justru berisiko menurunkan efisiensi secara keseluruhan (Royne et al., 2015).

Saat suhu panel meningkat, efisiensi fotovoltaik menurun secara signifikan karena resistensi internal meningkat dan konduktivitas material semikonduktor menurun (Radziemska, 2013). Penelitian menunjukkan bahwa kenaikan suhu sebesar 1°C pada permukaan panel dapat menyebabkan penurunan efisiensi daya sekitar 0,4% hingga 0,5% (Liu & Tan, 2019). Hal ini mengakibatkan daya keluaran yang dihasilkan oleh panel surya lebih rendah dari potensi maksimumnya, terutama di wilayah dengan intensitas matahari tinggi. sementara sisanya dibuang dalam bentuk panas (Goma et al., 2020). Penelitian menunjukkan bahwa temperatur optimum untuk panel surya berkisar antara 25°C - 35°C. (Sigarlaki, 2024)

Berdasarkan penelitian sebelumnya kenaikan temperatur pada panel surya dapat menurunkan efisiensi dari panel surya tersebut. Untuk mengatasi hal ini *hybrid* sistem PV-TEG dirancang untuk meningkatkan efisiensi energi dengan memanfaatkan panas yang tidak terpakai dari panel PV konvensional untuk menghasilkan listrik tambahan menggunakan efek termolistrik dan juga dari pemanfaatan panas tersebut akan menurunkan suhu yang tinggi pada panel surya. Adanya gradien suhu antara permukaan panel yang panas dengan lingkungan sekitarnya dimanfaatkan oleh perangkat *Thermoelectric generator* sebagai energi listrik (Shinttu et.al., 2018).

Pada penelitian ini perbandingan antara PV-TEG dan PV konvensional dilakukan untuk memahami seberapa besar peningkatan efisiensi yang dapat

dihasilkan oleh PV-TEG, dengan menggunakan *sun simulator* sebagai pengganti sinar matahari. Pengujian sel fotovoltaik surya (PV) dengan *sun simulator* memberikan hasil yang cepat dan konsisten. Sebaliknya, pengujian sel fotovoltaik di luar ruangan akan terjadi ketidakpastian intensitas sinar matahari dari waktu ke waktu serta variabel cuaca yang tidak terkendali. Hal ini membuat sulit untuk memahami pengaruh dari faktor-faktor yang mengganggu kinerja sel PV (Parupudi et.al, 2019). Penelitian ini juga mengevaluasi faktor-faktor yang mempengaruhi sistem panel surya PV- TEG dan diharapkan dapat memberikan wawasan yang lebih komprehensif mengenai potensi peningkatan efisiensi energi dari *hybrid* sistem PV-TEG.

B. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, beberapa permasalahan yang dapat dirumuskan dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana merancang *hybrid* sistem PV-TEG?
2. Bagaimana perbandingan efisiensi PV dan PVTEG dalam meningkatkan daya keluaran panel surya?
3. Apa saja faktor-faktor yang mempengaruhi *hybrid* sistem PV-TEG dalam meningkatkan efisiensi panel surya?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang bangun *hybrid* sistem PV-TEG
2. Menghitung efisiensi dari sistem PV-TEG dan membandingkannya dengan PV konvensional.
3. Menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi efisiensi pada panel surya *hybrid* PV-TEG.

D. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi ilmiah bagi pengembangan teknologi energi terbarukan, berikut manfaat yang diperoleh penelitian ini adalah:

1. Pengembangan panel surya *hybrid* PV-TEG memberikan solusi praktis yang dapat diterapkan pada wilayah intensitas matahari tinggi yang ingin meningkatkan efisiensi dengan memanfaatkan panas berlebih untuk menghasilkan daya tambahan.
2. Penelitian ini dapat menjadi dasar bagi penelitian lanjutan yang mengeksplorasi sistem PV-TEG lebih lanjut atau pengembangan sistem integral PV- TEG dengan komponen tambahan.

