

ABSTRAK

Peningkatan suhu operasional pada panel surya fotovoltaik (PV) menyebabkan penurunan efisiensi listrik hingga 0,45% per 1°C kenaikan suhu. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja sistem pendinginan berbasis *Phase Change Material (PCM)* parafin yang diperkaya grafit SFG75 serta aliran fluida aktif dalam pipa untuk menurunkan temperatur panel sekaligus memanfaatkan panas yang terserap untuk memanaskan air (kogenerasi). Metode penelitian menggunakan simulasi numerik *Computational Fluid Dynamics (CFD)* dengan Ansys Fluent 2023 R1 yang divalidasi terhadap data eksperimen. Variasi penelitian meliputi konsentrasi SFG75 (0%, 5%, 10%, 15%, 20%), ketebalan *PCM* (33 mm, 30 mm, 27 mm, 24 mm, 21 mm, 18 mm, 15 mm, 12 mm), *heat flux* (200–900 W/m²), serta konfigurasi pipa helix dengan nanofluida. Hasil simulasi menunjukkan bahwa penambahan SFG75 20% pada ketebalan 33 mm meningkatkan konduktivitas termal komposit hingga 0,906 W/m·K (peningkatan 262%), menurunkan temperatur panel dari 68,47°C menjadi 60,74°C (penurunan 11,3%), namun meningkatkan temperatur *PCM* dari 39,88°C menjadi 45,73°C (kenaikan 14,7%). Sistem PV/T-*PCM* dengan SFG75 20% mencapai temperatur panel terendah 59,04°C dan temperatur outlet air tertinggi 30,58°C pada *heat flux* 900 W/m². Pada *heat flux* 1000 W/m², konfigurasi pipa helix dengan nanofluida menurunkan temperatur panel dari 100,94°C menjadi 71,17°C. Kombinasi *PCM*, grafit SFG75, dan aliran fluida aktif terbukti efektif mendinginkan panel surya sekaligus menghasilkan air panas sebagai produk sampingan, sehingga meningkatkan efisiensi energi sistem secara keseluruhan.

Kata Kunci : Panel surya, *Phase Change Material (PCM)*, grafit SFG75, pendinginan, simulasi numerik, *Computational Fluid Dynamics (CFD)*.