

ABSTRAK

ANALISIS KINERJA SISTEM *FLOATING PHOTOVOLTAIC THERMAL* KAPASITAS 30 WP DENGAN DAN TANPA SIRIP *CROSS-CUT*

Oleh: Oky Sanjaya Putra, Amrizal, Muhammad Irsyad

Kinerja modul fotovoltaik (PV) sangat dipengaruhi oleh temperatur kerja modul, di mana peningkatan temperatur menyebabkan penurunan efisiensi konversi energi dan daya keluaran listrik. Pada sistem fotovoltaik terapung (*Floating Photovoltaic*, FPV), pengendalian temperatur menjadi aspek penting untuk meningkatkan unjuk kerja dan keandalan sistem. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja termal modul serta pengaruh penurunan temperatur terhadap performa listrik pada sistem *Floating Photovoltaic Thermal* (FPV-T) berkapasitas 30 WP dengan penerapan sirip pendingin aluminium model *cross-cut*.

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen skala laboratorium dengan tiga konfigurasi sistem, yaitu FPV-T tanpa sirip pendingin (*without fins*), FPV-T dengan sirip *cross-cut* tanpa perendaman (*non-immersed cross-cut fins*), dan FPV-T dengan sirip *cross-cut* terendam air sedalam 5 cm (*5 cm immersed cross-cut fins*). Pengujian dilakukan menggunakan *solar simulator* dengan intensitas radiasi yang dapat dikendalikan, sementara pengukuran temperatur permukaan modul dan daya keluaran listrik dilakukan secara periodik pada kondisi radiasi penuh (*full radiation*) sebesar 806,08 W/m² dan radiasi parsial (*half radiation*) sebesar 350,48 W/m².

Hasil penelitian menunjukkan bahwa konfigurasi FPV-T dengan sirip *cross-cut* terendam air sedalam 5 cm menghasilkan kinerja termal terbaik dibandingkan dua konfigurasi lainnya. Konfigurasi ini mampu menurunkan temperatur rata-rata modul sebesar 6,69 °C dan penurunan temperatur maksimum hingga 14,25 °C dibandingkan modul tanpa sirip pendingin. Penurunan temperatur tersebut berlangsung stabil pada kedua kondisi intensitas radiasi yang diuji, menunjukkan efektivitas mekanisme pendinginan berbasis konduksi dan konveksi alami air. Penurunan temperatur modul secara signifikan berkontribusi terhadap peningkatan daya keluaran listrik, dengan peningkatan maksimum mencapai 18,3%. Dengan demikian, penerapan sirip pendingin aluminium model *cross-cut* yang terendam air berpotensi meningkatkan kinerja termal, performa listrik, serta keandalan sistem *Floating Photovoltaic* secara keseluruhan. Analisis biaya investasi menunjukkan bahwa model tanpa pendingin memiliki biaya terendah sebesar Rp595.000., sedangkan model dengan sirip pendingin dan model sirip pendingin dengan air memiliki biaya lebih tinggi akibat penambahan komponen pendinginan sebesar Rp705.000. Secara keseluruhan bahwa model dengan sirip pendingin memberikan peningkatan kinerja yang sebanding dengan tambahan biaya investasi.

Kata Kunci: Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS), Floating PV-T, dan sirip pendingin cross-cut.

ABSTRACT

PERFORMANCE ANALYSIS OF A 30 WP FLOATING PHOTOVOLTAIC THERMAL SYSTEM WITH AND WITHOUT CROSS-CUT FINS

By: Oky Sanjaya Putra, Amrizal, Muhammad Irsyad

The performance of Photovoltaic (PV) modules is strongly influenced by their operating temperature, where an increase in temperature leads to a reduction in energy conversion efficiency and electrical power output. In Floating Photovoltaic (FPV) systems, temperature control becomes a critical factor in improving system performance and reliability. This study aims to analyze the thermal performance of PV modules and its impact on electrical performance in a 30 WP Floating Photovoltaic Thermal (FPV-T) system employing aluminum cross-cut cooling fins.

The research method adopted is a laboratory-scale experimental approach with three system configurations: FPV-T without cooling fins, FPV-T with non-immersed cross-cut fins, and FPV-T with cross-cut fins immersed in water to a depth of 5 cm. The experiments were conducted using a solar simulator with controlled radiation intensity, while module surface temperature and electrical power output were measured periodically under full radiation conditions of 806.08 W/m² and partial radiation conditions of 350.48 W/m².

The results indicate that the FPV-T configuration with 5 cm immersed cross-cut fins provides the best thermal performance among the tested configurations. This configuration achieves an average module temperature reduction of 6.69 °C and a maximum temperature reduction of up to 14.25 °C compared to the module without cooling fins. The temperature reduction remains stable under both radiation conditions, demonstrating the effectiveness of cooling mechanisms based on heat conduction and natural convection in water. The reduction in module temperature significantly contributes to an increase in electrical power output, with a maximum improvement of 18.3%. Furthermore, the investment cost analysis shows that the system without cooling has the lowest cost at IDR 595,000, while the systems with cooling fins and water-immersed cooling fins incur higher costs due to the additional cooling components, reaching IDR 705,000. Overall, the application of aluminum cross-cut cooling fins provides performance enhancement that is proportional to the additional investment cost, indicating its potential to improve the thermal performance, electrical output, and reliability of Floating Photovoltaic systems.

Keywords: Solar Power Plant (PLTS), Floating PV-T, cross-cut cooling fins.