

## INTISARI

Efisiensi panel surya atau *photovoltaic* (PV) menurun secara signifikan seiring dengan peningkatan temperatur operasionalnya, sebuah tantangan besar terutama di wilayah beriklim tropis seperti Indonesia. Sistem manajemen termal (TMS) berbasis *liquid channel* merupakan salah satu solusi paling efektif untuk mengatasi masalah ini. Penelitian ini bertujuan untuk merancang fasilitas eksperimen yang komprehensif guna mengkaji sistem manajemen termal berbasis *liquid channel* pada PV yang dikombinasikan dengan mekanisme kemiringan dua sumbu untuk berbagai kondisi kerja.

Penelitian ini menggunakan metodologi perancangan sistem yang diawali dengan studi literatur untuk memperoleh referensi desain dan parameter penting dari penelitian sebelumnya. Proses perancangan dilakukan dengan bantuan perangkat lunak seperti Autodesk Inventor untuk pemodelan 3D dan Microsoft Excel untuk analisis perhitungan. Tahapan perancangan mencakup perhitungan termal pada PV untuk menentukan kalor yang perlu dilepaskan, diikuti dengan perancangan *liquid channel*, pemilihan *heat exchanger* dan pompa sirkulasi, serta perancangan sistem kemiringan dua sumbu yang menggunakan aktuator linear. Seluruh komponen kemudian dimodelkan dan dirakit secara virtual dalam bentuk *assembly* 3D, yang selanjutnya dituangkan ke dalam gambar teknik sebagai acuan untuk proses manufaktur dan perakitan fisik.

Hasil dari penelitian ini adalah sebuah rancangan fasilitas eksperimen yang lengkap dan fungsional. Komponen utamanya meliputi sistem PV dengan *liquid channel* konfigurasi *serpentine* menggunakan pipa tembaga 3/8 inci yang diprediksi mampu menurunkan temperatur sel PV dari 54,62°C menjadi 32,22°C pada laju alir 1 LPM. Fasilitas ini dilengkapi dengan *heat exchanger* Purswave CP2x6x240, pompa Shurflo 2095-204-113, dan sistem kemiringan dua sumbu dengan jangkauan 60° (timur-barat) dan 30° (utara-selatan). Seluruh sistem didukung oleh instrumen pengukuran seperti termokopel, *pressure transducer*, *flowmeter*, dan sistem akuisisi data Graphtec GL820. Rancangan ini siap untuk direalisasikan guna memvalidasi hasil perhitungan secara eksperimental serta untuk penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh variasi laju aliran, jenis fluida kerja, dan sudut kemiringan terhadap efisiensi PV.

**Kata kunci:** *photovoltaic* (PV), sistem manajemen termal, *liquid channel*, efisiensi PV.

## ABSTRACT

The operational efficiency of photovoltaic (PV) panels diminishes significantly with rising temperatures, a critical challenge particularly in tropical climates such as Indonesia. A liquid channel-based thermal management system (TMS) presents one of the most effective solutions to mitigate this problem. This research focuses on designing a comprehensive experimental facility to investigate a liquid channel TMS integrated with a dual-axis tilting mechanism for evaluating PV performance under various working conditions.

This study uses an engineering design method, began with a review of previous studies to gather design ideas and important parameters. Computer programs like Autodesk Inventor were used for 3D modeling, and Microsoft Excel was used for the calculations. The main design steps included calculating the amount of heat that needs to be removed from the PV panel, designing the liquid channel, selecting the right heat exchanger and circulation pump, and designing a dual-axis tilting system that uses linear actuators. The process resulted in detailed 3D models and technical drawings to guide the actual construction and assembly.

The outcome of this research is a complete and functional design for an experimental facility. Its key component is a PV system with a serpentine-shaped liquid channel using a 3/8-inch copper pipe, which is predicted to lower the PV cell temperature from 54.62°C to 32.22°C at a flow rate of 1 LPM. The facility is designed with a Purswave CP2x6x240 heat exchanger, a Shurflo 2095-204-113 pump, and a dual-axis tilting system with a movement range of 60° (east-west) and 30° (north-south). The entire setup is supported by measurement tools like thermocouples, pressure transducers, a flowmeter, and a Graphtec GL820 data acquisition system. This design is ready to be built to test the calculations in the real world and to conduct more research on how different flow rates, fluids, and tilt angles affect PV efficiency.

**Keywords:** photovoltaic (PV), thermal management system, liquid channel, PV efficiency.