

ANALISA PENERAPAN VENTILASI DENGAN EFEK VENTURI PADA PEMBANGKIT HYBRID PLTS ATAP DENGAN KOMBINASI TURBIN *CROSSFLOW*

Oleh

Anggawa Rudrariantono

Diajukan ke Departemen Teknik Nuklir dan Teknik Fisika Fakultas Teknik Universitas
Gadjah Mada pada tanggal 23 April 2026 untuk memenuhi sebagian persyaratan untuk
memperoleh derajat Magister program Studi Teknik Fisika

INTISARI

Performa panel fotovoltaik (PV) sangat dipengaruhi oleh suhu operasional, terutama pada instalasi atap yang memiliki sirkulasi udara terbatas sehingga menyebabkan akumulasi panas dan penurunan efisiensi. Penelitian ini bertujuan menerapkan pendinginan konveksi paksa menggunakan ventilasi dengan efek Venturi yang dipasang di bawah panel PV untuk meningkatkan aliran udara dan perpindahan panas. Desain ventilasi dibuat menggunakan SolidWorks dan dianalisis melalui simulasi CFD dengan variasi satu, tiga, dan lima lubang Venturi. Hasil simulasi menunjukkan konfigurasi lima lubang Venturi mampu menurunkan suhu panel hingga 1,5°C dibandingkan konfigurasi lainnya.

Prototype eksperimental kemudian dikembangkan menggunakan lima ventilasi Venturi dan diuji pada kecepatan angin 0,5–4 m/s. Hasil pengujian menunjukkan bahwa ventilasi efek Venturi mampu meningkatkan kecepatan aliran udara di dalam saluran sehingga menurunkan suhu panel sekitar 2°C dibanding ventilasi konvensional dan sekitar 4°C dibanding panel tanpa ventilasi. Selain itu, tegangan open circuit (Voc) panel tetap stabil pada kisaran 20 V dengan nilai heat transfer coefficient sebesar 90–200 W/m²°C, lebih tinggi dibanding konfigurasi lainnya. Sistem ini juga berpotensi dikombinasikan dengan turbin angin crossflow yang mampu berputar 20 rpm pada kecepatan angin 1 m/s dan mencapai 1191 rpm pada 5 m/s. Penelitian ini menunjukkan bahwa ventilasi efek Venturi merupakan metode pendinginan yang efektif, berbiaya rendah, dan berpotensi meningkatkan performa termal serta stabilitas tegangan panel PV tanpa konsumsi energi tambahan.

Kata kunci: Pendinginan Panel surya, ventilasi efek venturi, *Venturi effect*.

Pembimbing Utama : Dr. Ir. Rachmawan Budiarto, S.T., M.T., IPU.

Pembimbing Pendamping : Dr. Eng. Ir. Dwi Joko Suroso, ST, M.Eng., IPP.

ANALYSIS OF THE IMPLEMENTATION OF VENTURI-EFFECT VENTILATION IN A ROOFTOP HYBRID SOLAR POWER SYSTEM COMBINED WITH A CROSSFLOW TURBINE

By

Anggawa Rudradianono

Submitted to the Department of Nuclear Engineering and Engineering Physics
Faculty of Engineering Universitas Gadjah Mada as one of the requirement to
obtain the Master's Degree in Engineering Physics

ABSTRACT

The performance of photovoltaic (PV) panels is strongly influenced by their operating temperature, particularly in rooftop installations where airflow beneath the panels is limited, causing heat accumulation and reduced efficiency. This study aims to apply a forced convection cooling method using a Venturi-effect ventilation system installed beneath the PV panel to enhance airflow and heat transfer. The ventilation design was developed using SolidWorks and analyzed through CFD simulations with variations of one, three, and five Venturi openings. The simulation results showed that the five-hole Venturi configuration reduced the panel temperature by up to 1.5°C compared to the other configurations. An experimental prototype consisting of five Venturi vents was then developed and tested at wind speeds ranging from 0.5 to 4 m/s. The experimental results demonstrated that the Venturi-effect ventilation increased airflow velocity inside the channel, reducing the panel temperature by approximately 2°C compared to conventional ventilation and about 4°C compared to a panel without ventilation. In addition, the PV panel equipped with Venturi ventilation maintained a stable open-circuit voltage (Voc) of around 20 V and achieved a heat transfer coefficient of 90–200 W/m²°C, which was higher than that of the other configurations. The system also showed potential for integration with a crossflow wind turbine, which rotated at 20 rpm at a wind speed of 1 m/s and reached 1191 rpm at 5 m/s. This study confirms that Venturi-effect ventilation is an effective and low-cost cooling method capable of improving the thermal performance and voltage stability of rooftop PV panels without requiring additional energy consumption.

Keywords: Photovoltaic (PV) panel cooling, Venturi-effect ventilation, Venturi effect.

Supervisor : Dr. Ir. Rachmawan Budiarto, S.T., M.T., IPU.

Co-Supervisor : Dr. Eng. Ir. Dwi Joko Suroso, ST, M.Eng., IPP.