

Analisis Keseragaman Distribusi Aliran Gas *Manifold* Keluaran Ketel Uap Prototipe PLTBm 10 kW berbasis Komputasi Dinamika Fluida

Reyhan Faiz Barley

19/443640/TK/48836

Diajukan kepada Departemen Teknik Nuklir dan Teknik Fisika Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada pada tanggal 19 Juli 2024 untuk memenuhi sebagian persyaratan untuk memperoleh derajat Sarjana Program Studi Teknik Fisika

INTISARI

Pemanfaatan energi biomassa melalui PLTBm (Pembangkit Listrik Tenaga Biomassa) 10 kW untuk daerah 3T merupakan salah satu upaya dalam memenuhi tantangan elektrifikasi pada wilayah Indonesia Bagian Timur yang belum memadai. Pada prototipenya, terdapat permasalahan salah satunya mengenai kinerja pembakaran pada ketel uap yang masih belum memenuhi target desain. Analisis pada desain *manifold* keluaran yang merupakan jalur keluar gas buang dari ketel uap dilakukan mengenai kinerjanya dalam mendistribusikan aliran gas buang secara seragam guna meningkatkan kualitas penukaran kalor pada ketel uap.

Analisis dengan melakukan simulasi CFD dilakukan untuk mendapatkan visualisasi dan nilai dari tingkat keseragaman distribusi aliran gas buang dengan parameter tak berdimensi yang mewakilinya adalah *extent of non-uniformity* global (\overline{ENU}). Parameter yang menjadi variasi desain optimasi *manifold* keluaran adalah *area ratio* (AR) dengan 4 variasi geometri yang berbeda. Ansys Fluent 2023 R2 digunakan untuk analisis CFD dengan menggunakan model turbulensi $k-\omega$ SST dengan algoritma *solver coupled*. Rekomendasi diajukan pada konfigurasi desain dengan pemenuhan target $\overline{ENU} < 10\%$.

Hasil analisis dari simulasi menunjukkan bahwa desain terpasang memiliki tingkat ketidakseragaman distribusi yang relatif tinggi yaitu \overline{ENU} senilai 84,1%. Rekomendasi utama untuk kasus $\overline{ENU} < 10\%$ adalah desain optimasi dengan *header* 10 inci dengan penurunan \overline{ENU} senilai 91,4%. Untuk kasus $\overline{ENU} < 5\%$ bila dibutuhkan keseragaman lebih baik, desain optimasi dengan *header* 12 inci diajukan sebagai rekomendasi alternatif dengan penurunan \overline{ENU} senilai 95,4%.

Kata kunci: *Combining manifold*, $k-\omega$ SST, ketidakseragaman aliran, dinamika fluida komputasional.

Pembimbing Utama : Dr. Ir. Andang Widi Harto, MT., IPU.

Pembimbing Pendamping : Ir. Kutut Suryopratomo, M.T., M.Sc.



Analysis of Flow Distribution Uniformity in the Outlet Manifold of a 10 kW Biomass Power Plant Prototype using Computational Fluid Dynamics

Reyhan Faiz Barley

19/443640/TK/48836

Submitted to the Department of Nuclear Engineering and Engineering Physics
Faculty of Engineering Universitas Gadjah Mada on July 19th, 2024
in partial fulfillment of the requirement for the Degree of
Bachelor of Engineering in Engineering Physics

ABSTRACT

The utilization of biomass energy through a 10 kW biomass power plant for underdeveloped, frontier, and outermost (3T) regions is one of the efforts to address the electrification challenges in Eastern Indonesia. The prototype for the plant encountered issues, particularly with the combustion performance in the boiler assembly, which did not meet design requirements. An analysis of the outlet manifold design, the exhaust gas pathway from the boiler assembly, was conducted to assess its performance in distributing exhaust gas uniformly to enhance boiler's heat exchange quality.

CFD simulations were performed to visualize and quantify the uniformity of exhaust gas distribution using the global extent of non-uniformity (\overline{ENU}) as a non-dimensional parameter. The outlet manifold's area ratio (AR) was varied with four different geometric configurations. Ansys Fluent 2023 R2 was used for CFD analysis, employing the k- ω SST turbulence model with the coupled solver algorithm. Recommendations were made for designs meeting the $\overline{ENU} < 10\%$ target.

Simulation results revealed that the existing design had a relatively high level of non-uniformity, with an \overline{ENU} of 84,1%. The primary recommendation for $\overline{ENU} < 10\%$ was the optimized design with a 10-inch header, resulting in a 91,4% \overline{ENU} reduction. For cases where better uniformity is required with $\overline{ENU} < 5\%$, the optimized design with a 12-inch header is proposed as an alternative, achieving a 95,4% \overline{ENU} reduction.

Keywords: Combining manifold, k- ω SST, flow maldistribution, computational fluid dynamics.

Supervisor : Dr. Ir. Andang Widi Harto, MT., IPU.

Co-supervisor : Ir. Kutut Suryopratomo, M.T., M.Sc.

