ANALISA POTENSI PEMANFAATAN OUTFLOW CONDENSER UNIT PEMBANGKIT GRESIK PT PLN NUSANTARA POWER SEBAGAI
SUMBER ENERGI PLTA
afriono subekti romadhon, Dr. Ir. Rachmawan Budiarto, S.T., M.T., IPU; Dr. Ing. Ir. Kusnanto
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

ANALISA POTENSI PEMANFAATAN *OUTFLOW CONDENSER* UNIT PEMBANGKIT GRESIK PT PLN NUSANTARA POWER SEBAGAI SUMBER ENERGI PLTA

oleh

Afriono Subekti Romadhon

Diajukan ke Departemen Teknik Nuklir dan Teknik Fisika Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada pada tanggal 27 April 2026 untuk memenuhi sebagian persyaratan untuk memperoleh derajat Magister program Studi Teknik Fisika

Intisari

Penelitian ini membahas pemanfaatan energi dari aliran *outflow condenser* pada Unit Pembangkitan (UP) Gresik PT PLN Nusantara Power sebagai sumber energi terbarukan berbasis Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA). Latar belakang penelitian didasari oleh tingginya konsumsi energi impor pada pembangkit, yang mencapai 44–68 GWh per tahun atau setara Rp114–174 miliar, serta adanya potensi energi kinetik dari aliran air pembuangan kondensor yang selama ini belum dimanfaatkan secara optimal.

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif berbasis studi kasus dengan mengombinasikan data operasi pembangkit dan pengukuran lapangan. Estimasi debit dilakukan menggunakan metode *mean surface velocity*, yang kemudian divalidasi dengan data aktual lapangan. Hasil perhitungan menunjukkan debit aktual sebesar 6,32 m^3/s pada kanal PLTU dan 36,58 m^3/s pada kanal PLTGU dengan deviasi terhadap kapasitas pompa masing-masing sebesar 2,70% dan 2,46%, yang menunjukkan tingkat akurasi metode yang baik. Berdasarkan analisis teknis, potensi energi yang dapat dimanfaatkan berasal dari karakteristik aliran yang stabil, khususnya pada sisi PLTGU. Desain sistem PLTA dilakukan dengan pendekatan *partial side diversion* dengan pembatasan debit tertentu untuk menjaga stabilitas sistem pendingin dan meminimalkan risiko *backpressure*. Pemilihan turbin mempertimbangkan kondisi *low head* dan debit besar, dengan fokus pada efisiensi, kemudahan instalasi, serta ketahanan terhadap lingkungan korosif air laut. Evaluasi finansial dilakukan menggunakan parameter NPV, IRR, LCOE, dan *payback period* untuk menilai kelayakan investasi. Selain itu, penelitian ini juga mengidentifikasi risiko implementasi, termasuk aspek teknis (korosi, *biofouling*, dan gangguan hidraulik), operasional (stabilitas sistem pendingin), serta regulasi dan lingkungan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemanfaatan aliran *outflow condenser* memiliki potensi sebagai sumber energi tambahan untuk kebutuhan internal pembangkit. Implementasi sistem ini berpotensi meningkatkan efisiensi energi, mengurangi konsumsi energi impor, serta mendukung pencapaian target bauran energi terbarukan nasional. Penelitian ini memberikan kontribusi berupa pendekatan integratif antara analisis teknis, finansial, dan risiko dalam pemanfaatan energi limbah pembangkit berbasis PLTA.

Kata kunci: *outflow condenser*, PLTA, energi terbarukan, mikrohidro, UP Gresik, efisiensi energi

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

Pembimbing Pendamping : Dr. Ing. Ir. Kusnanto

ANALISA POTENSI PEMANFAATAN OUTFLOW CONDENSER UNIT PEMBANGKIT GRESIK PT PLN NUSANTARA POWER SEBAGAI
SUMBER ENERGI PLTA
afriono subekti romadhon, Dr. Ir. Rachmawan Budiarto, S.T., M.T., IPU; Dr. Ing. Ir. Kusnanto
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Analysis of Hydropower Potential from Condenser Outflow at the Gresik Power Plant Unit of PT PLN Nusantara Power

by

Afriono Subekti Romadhon

Submitted to the Departement 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

This study examines the utilization of energy from the condenser outflow stream at the Generation Unit (UP) Gresik of PT PLN Nusantara Power as a renewable energy source based on hydropower (PLTA). The background of this research is driven by the high consumption of imported energy in the power plant, reaching 44–68 GWh per year or equivalent to IDR 114–174 billion, as well as the untapped potential of kinetic energy from condenser discharge water that has not yet been optimally utilized.

This study employs a quantitative approach based on a case study by combining plant operational data and field measurements. Flow rate estimation is carried out using the mean surface velocity method, which is then validated with actual field data. The results show an actual flow rate of 6.32 m³/s in the PLTU channel and 36.58 m³/s in the PLTGU channel, with deviations from pump capacity of 2.70% and 2.46%, respectively, indicating a good level of method accuracy.Based on technical analysis, the energy potential that can be utilized originates from the stable flow characteristics, particularly on the PLTGU side. The hydropower system is designed using a partial side diversion approach with a certain flow limitation to maintain cooling system stability and minimize the risk of backpressure. Turbine selection considers low-head conditions and large flow rates, focusing on efficiency, ease of installation, and resistance to the corrosive seawater environment.

The financial evaluation is conducted using parameters such as NPV, IRR, LCOE, and payback period to assess investment feasibility. In addition, this study identifies implementation risks, including technical aspects (corrosion, biofouling, and hydraulic disturbances), operational aspects (cooling system stability), as well as regulatory and environmental considerations.he results indicate that the utilization of condenser outflow has potential as an additional energy source for internal plant needs. The implementation of this system has the potential to improve energy efficiency, reduce imported energy consumption, and support the achievement of national renewable energy mix targets. This study contributes an integrative approach combining technical, financial, and risk analyses in the utilization of waste energy from power plants based on hydropower.

Keywords: *condenser outflow, hydropower, renewable energy, micro-hydropower, energy efficiency, Gresik power plant*

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

Co-Supervisor : Dr. Ing. Ir. Kusnanto