

## INTISARI

Wilayah karst Gunungkidul dikenal memiliki karakteristik geologi yang kompleks, ditandai oleh sistem bawah tanah berupa gua dan sungai yang terbentuk akibat proses pelarutan batu gamping. Kondisi tersebut menyebabkan aliran air permukaan sangat terbatas, sehingga sebagian besar sumber daya air tersimpan di lapisan bawah tanah. Meskipun cadangan air bawah tanah relatif besar, distribusinya menuju permukaan kerap menjadi kendala utama, terutama pada musim kemarau panjang yang menyebabkan kekeringan hampir di seluruh kecamatan. Fenomena ini menjadikan pengelolaan sungai bawah tanah sebagai fokus penting dalam upaya penyediaan air bersih dan penguatan ketahanan air di kawasan karst.

Penelitian dilakukan dengan pengambilan data primer di PDAM Tirta Handayani, Balai Besar Wilayah Sungai Serayu Opak (BBWSSO), observasi lapangan, dan wawancara. DAS Bribin merupakan salah satu sistem hidrologi utama yang memiliki jaringan sungai bawah tanah luas dan berinterkoneksi dengan beberapa sistem akuifer karst. *Sistem Pump-as-Turbine (PAT)* atau PAT Bribin II sebelumnya diimplementasikan untuk memanfaatkan energi aliran air bawah tanah menggunakan pompa yang difungsikan sebagai turbin guna menaikkan air ke permukaan dengan pompa tipe *multitec*. PAT Bribin II tidak lagi beroperasi sejak kerusakan akibat banjir badai Cempaka - Dahlia tahun 2017. Kajian tekno-ekonomi dilakukan untuk menilai potensi revitalisasi sistem tersebut sebagai solusi yang mendukung mitigasi kekeringan dan pengembangan energi terbarukan di wilayah tropis kering.

Analisis potensi hidrologi menunjukkan bahwa dengan *head net* sebesar 13,78 m pada modul 1 - 2 dan 13,60 m pada modul 4 - 5, diperoleh potensi daya air masing-masing sebesar 40,86 kW dan 123,29 kW. Hasil ini menegaskan masih tersedianya potensi energi air yang signifikan untuk mendukung revitalisasi sistem PAT sebagai basis pemompaan air bersih. Pemanfaatan sungai bawah tanah ini berpotensi menjadi solusi berkelanjutan bagi daerah dengan keterbatasan infrastruktur listrik dan pasokan air musiman.

Analisis kelayakan ekonomi melalui dua skenario pembiayaan menunjukkan viabilitas tinggi revitalisasi PAT Bribin II. Skenario I (penggantian komponen rusak dengan mempertahankan turbin dan perpipaan layak) menghasilkan NPV positif pada tingkat diskonto 1–30%, IRR 46,98%, BCR dan PI >1, serta periode pengembalian investasi <7 tahun. Skenario II (pembiayaan penuh semua komponen) mencapai NPV positif hingga diskonto 14%, IRR 13,75%, BCR dan PI >1, dengan payback period <19 tahun. Secara keseluruhan, revitalisasi sistem ini layak secara teknis dan ekonomis serta mendukung strategi nasional pengembangan energi terbarukan dan pengelolaan sumber daya air berkelanjutan di Indonesia.

**Kata kunci:** *pump-as-turbine*, PAT Bribin II, analisis tekno-ekonomi, mikrohidro, distribusi air

## ABSTRACT

*The karst region of Gunungkidul is known for its complex geological characteristics, marked by an underground system of caves and rivers formed through the dissolution of limestone. This condition limits surface water flow, so most water resources are stored in subsurface layers. Although groundwater reserves are relatively abundant, their distribution to the surface often becomes a major constraint, particularly during prolonged dry seasons that cause drought across nearly all districts. This phenomenon makes the management of underground rivers a key focus in efforts to provide clean water and strengthen water resilience in karst areas.*

*The research involved primary data collection from PDAM Tirta Handayani, the Serayu Opak River Basin Office (BBWSSO), field observations, and interviews. The Bribin watershed represents one of the main hydrological systems, featuring an extensive network of underground rivers interconnected with several karst aquifer systems. The Pump-as-Turbine (PAT) system or PAT Bribin II had previously been implemented to utilize the energy of underground water flow by operating pumps as turbines to lift water to the surface using Multitec-type pumps. PAT Bribin II has been out of operation since it was damaged by the Cempaka–Dahlia storm flood in 2017. A techno-economic assessment was conducted to evaluate the potential revitalization of the system as a solution supporting drought mitigation and renewable energy development in dry tropical regions.*

*Hydrological potential analysis showed that with a net head of 13.78 m at modules 1–2 and 13.60 m at modules 4–5, the available water power potential was 40.86 kW and 123.29 kW, respectively. These results confirm the continued availability of significant hydro energy potential to support the revitalization of the PAT system as a clean water pumping base. The utilization of underground rivers holds promise as a sustainable solution for regions with limited electrical infrastructure and seasonal water supply.*

*Economic feasibility analysis through two financing scenarios indicated strong viability for PAT Bribin II revitalization. Scenario I (replacement of damaged components while retaining serviceable turbines and pipelines) yielded a positive NPV across discount rates of 1–30%, an IRR of 46.98%, BCR and  $PI > 1$ , and a payback period of less than seven years. Scenario II (full replacement of all components) generated a positive NPV for discount rates up to 14%, an IRR of 13.75%, BCR and  $PI > 1$ , and a payback period of less than 19 years. Overall, the revitalization of this system is technically and economically feasible and supports Indonesia's national strategy for renewable energy development and sustainable water resource management.*

**Keywords:** *pump-as-turbine, PAT Bribin II, techno-economic analysis, micro-hydro, water distribution*