

Prototype Listrik Tenaga Pikohidro (PPT 1.0) untuk Alat Bantu Identifikasi Potensi dan Praktikum Mahasiswa Energi.

Masrur Alatas¹

Ucik Ika Fenti Styana²

Dimas Taufiq Ridlo³

Fifin Hindarti⁴

Adi Kurniawan⁵

^{1,2,3,4,5}Program Studi Teknik Sistem Energi, Fakultas Industri dan Energi, Institut Teknologi Yogyakarta, Jl. Janti Km. 4, Gedongkuning, Daerah Istimewa Yogyakarta 55172, Indonesia

¹Korespondensi penulis: masruralatas@ity.ac.id

Article Info: Received: September 20, 2025; Accepted: November 06, 2025; Available online: November 12, 2025

DOI: 10.30588/jeemm.v9i2.2422

Abstract: Indonesia's energy needs continue to rise, while its fossil fuel resources are limited. The national energy mix for renewable energy programs is planned to reach 31% by 2030. Indonesia's pico-hydro potential is substantial, found in mountainous areas, rural areas, suburbs, and islands. Potential is also found in primary, secondary, and tertiary irrigation areas, small rivers, waterfalls, pond circulation, and even in rainwater gutters. The research method for identifying potential in the field used a Portable Pico-hydro Turbine (PPT 1.0) with direct testing and student laboratory experiments. The results of the pico-hydro prototype study can be used to identify 26 potential pico-hydro points, which can function as 100-watt street lighting and support student energy laboratory equipment.

Keywords: pico-hydro potential identification, portable pico-hydro turbine, street lighting, and laboratory equipment.

Abstrak: Kebutuhan energi di Indonesia terus meningkat, energi fosil terbatas, bauran energi nasional untuk program energi terbarukan direncanakan sebesar 31% pada tahun 2030. Potensi pikohidro di Indonesia sangatlah besar banyak ditemukan di daerah pegunungan, pedesaan, pinggiran kota, dan kepulauan. Potensi juga ditemukan pada daerah irigasi primer, sekunder dan tersier, Sungai kecil, terjun air, sirkulasi tambak, bahkan pada talang air hujan. Metode penelitian identifikasi potensi dilapangan menggunakan Pikohidro Portable Turbin (PPT 1.0) dengan pengujian langsung dan praktikum mahasiswa di laboratorium. Hasil penelitian prototipe pikohidro dapat digunakan untuk mengidentifikasi 26 titik potensi pikohidro, yang dapat difungsikan sebagai penerangan jalan 100 Watt dan mendukung alat praktikum mahasiswa energi.

Kata Kunci: identifikasi potensi pikohidro, turbin pikohidro portable, penerangan jalan dan alat praktikum.

I. Pendahuluan

Peningkatan populasi di Indonesia dari tahun 2007 hingga 2017 sebesar 1,24% per tahun, dan peningkatan juga terjadi pada ekonomi dan industri, hal ini menyebabkan peningkatan permintaan energi di Indonesia sebesar 8,15% per tahun hingga tahun 2030 (Walujanto et al., 2018). Di sisi lain, pemenuhan energi berbasis fosil seperti minyak dan batu bara bersifat tak terbarukan dan terbatas, ketersediaan bahan bakar energi fosil di Indonesia hanya bertahan beberapa generasi lagi, berdasarkan ESDM jika tidak ditemukan cadangan baru maka Minyak di Indonesia hanya bertahan hingga 12 tahun, Gas Bumi akan bertahan 33 tahun, sedangkan Batu Bara hanya akan bertahan hingga 82 tahun (PERPRES No. 22 Tahun 2017, 2017).

Energi fosil terbatas dan tidak terbarukan dan juga menjadi salah satu penyebab perubahan iklim dan pemanasan global. Hukum internasional terkait upaya pencegahan perubahan iklim, yaitu United National Framework Convention On Climate Change (UNFCCC) pada Earth Summit di Rio de Janeiro, Brasil tahun 1992, Protokol Kyoto di Jepang tahun 1997, Bali Road Map pada COP ke-13 di Nusa Dua

Bali tahun 2007, COP-17 tahun 2011 di Durban Afrika Selatan, dan Paris Agreement tahun 2015 yang menyepakati pengurangan emisi karbon dengan mengurangi penggunaan energi fosil (*PERPRES No. 22 Tahun 2017*, 2017), telah diratifikasi sebagai komitmen Indonesia untuk pencegahan perubahan iklim dan pengelolaan lingkungan hidup serta berdasarkan Undang-Undang No. 30/2007 tentang Energi dan Peraturan Pemerintah (PP) No. 79 Tahun 2014 tentang Kebijakan Energi Nasional (KEN) dan secara umum untuk mencapai tujuan dan arah Kebijakan Energi Nasional guna mewujudkan Kemandirian dan Ketahanan Energi Nasional. Serta peraturan Presiden No. 22/2017, tentang Rencana Umum Energi Nasional (RUEN).

Bahasa Indonesia mengantisipasi menipisnya bahan bakar fosil, dan upaya mengantisipasi perubahan iklim, bauran energi nasional semula pada tahun 2015 adalah energi fosil sebesar 95%, dan konversi energi baru terbarukan hanya sebesar 5% meningkat menjadi Target bauran EBT pada tahun 2025 mencapai 23% dan pada tahun 2050 target bauran EBT mencapai 31% (*PERPRES No. 22 Tahun 2017*, 2017). Pemerintah berupaya mengantisipasi krisis energi dan ketahanan energi secara nasional. Pemerintah lintas sektor bersama dengan lapisan masyarakat atau komunitas meningkatkan energi baru terbarukan (EBT) sebagai energi alternatif yang berkelanjutan dan ramah lingkungan. Potensi sumber energi terbarukan dari tenaga hidro, mini, dan mikro hidro pada tahun 2015 terpasang 7.572 MW, pemerintah berencana meningkatkannya menjadi 20.960 MW pada tahun 2030 dan 45.379 MW pada tahun 2050 (Direktorat Jendral Energi Baru Terbarukan dan Konversi Energi, 2015). Sedangkan untuk mini dan mikro hidro yang awalnya pada tahun 2015 berjumlah 197,4 MW telah meningkat pada tahun 2017 sebesar 313,7 MW, untuk mendukung program pemerintah untuk total energi nasional sebesar 3.000 MW pada tahun 2025 dan 7.000 MW pada tahun 2050 (*PERPRES No. 22 Tahun 2017*, 2017). Pemerintah Indonesia mengumumkan komitmennya untuk mencapai nol bersih pada tahun 2060 dan penghapusan bertahap PLTU pada tahun 2040-an. Namun sekarang menambahkan peningkatan kapasitas energi terbarukan dalam bauran pembangkit RUPTL 2021-2030 secara keseluruhan masih didominasi oleh batubara untuk sepuluh tahun ke depan. Kapasitas terpasang sektor energi terbarukan tahun 2022 hanya meningkat sebesar 386 MW pada Q3 2021, di bawah rencana RUEN untuk mencapai target 23% pada tahun 2023.

Permintaan listrik pada tahun 2025 pada masing-masing skenario tumbuh sekitar 11% sampai dengan 12% dan pada tahun 2050 akan tumbuh sekitar 6% sampai dengan 7% sehingga mencapai 2.214,1 TWh (BaU), 1.917,9 TWh (PB), dan 1.625,2 TWh (RK). Permintaan energi sampai dengan tahun 2050 akan didominasi oleh tangga rumah tangga, diikuti oleh sektor industri dan komersial (Suharyati et al., 2019). Peraturan Presiden Nomor 22 Tahun 2017 tentang Rencana Umum Energi Nasional merupakan acuan bagi pemanfaatan energi baru dan terbarukan dalam penyediaan dan ketahanan energi nasional. Dalam KEN disebutkan bahwa energi primer EBT dalam bauran energi primer pada tahun 2025 paling sedikit sebesar 23% dan pada tahun 2050 paling sedikit sebesar 31%. Pemanfaatan energi terbarukan dapat dilaksanakan melalui pemanfaatan EBT untuk pembangkitan tenaga listrik dan pemanfaatan EBT secara langsung pada sektor-sektor antara lain transportasi, industri, rumah tangga, dan lain-lain. Saat ini pemanfaatan EBT berasal dari panas bumi, air, angin, matahari, dan bioenergi termasuk biofuel, biogas, dan sampah.

Kebutuhan pasokan energi di negara-negara berkembang seperti Indonesia dan India terus meningkat dan dapat berdampak pada perubahan iklim (Karim et al., 2020). Kebutuhan energi terus meningkat seiring dengan perkembangan pertumbuhan penduduk, meningkatkan kebutuhan energi dan industry (Alatas, et al., 2021). Indonesia merupakan negara dengan jumlah penduduk terbesar keempat di dunia dan terbesar di dunia Asia Tenggara, kendala energi Indonesia sangat luas, dan pemerintah menetapkan tujuan untuk mencapai produksi 56.395 MW pada tahun 2028, dengan menggabungkan kemajuan percepatan dalam industri energi (Maulidia et al., 2019). EBT di Indonesia memiliki potensi energi air sebesar 75.000 MW, data dari hasil studi PLN dengan NiponKoei tahun 1983. Potensi air sebesar 75.000 MW dari 1.249 lokasi dan menjadi 12.894 MW di 89 lokasi. Hasil data ini menjadi dasar untuk pembangunan pembangkit listrik yang direncanakan hingga tahun 2027 (Sudibyo et al., 2021).

Permasalahannya adalah masih terdapat desa-desa di 4T di Indonesia yang belum terjangkau oleh jaringan Perusahaan Listrik Negara (PT. PLN), terutama di wilayah kepulauan, banyak pulau atau daerah terpencil membutuhkan sumber energi mandiri dari energi air dalam skala kecil atau picohydro untuk

memenuhi kebutuhannya. Asia Tenggara, Jepang, dan Indonesia memiliki potensi ET di kepulauannya. Di Uni Eropa (UE) isu energi pulau saat ini sedang mencapai puncaknya. Dalam beberapa tahun terakhir banyak langkah kunci telah diambil menuju pengembangan sistem energi pulau yang berkelanjutan (Groppi et al., 2021). Pengembangan pembangkit listrik tenaga air skala kecil dan menengah di Indonesia berkembang pesat karena potensinya cukup besar, sejalan dengan program pemerintah dan secara geografis Indonesia merupakan negara kepulauan (Subekti et al., 2022). Energi listrik di daerah yang belum terjangkau oleh PT. PLN. Di banyak jalan pedesaan, belum terdapat penerangan jalan pedesaan. Berdasarkan hasil survei ekspedisi Papua terang (EPT), Pembangkit Listrik Tenaga Pico hidro (PLTPh) merupakan alternatif yang tepat untuk meningkatkan rasio elektrifikasi di daerah pedesaan atau terpencil (Faizal, 2018). Oleh karena itu, diperlukan inovasi teknologi PLTPh yang mudah digunakan, murah, dan efisien. Teknologi PLTPh diharapkan dapat dibuat dan dikembangkan oleh masyarakat secara mandiri sehingga mereka dapat menghasilkan listrik secara mandiri dan ramah lingkungan.

Implementasi PLTPh harus dilakukan di lokasi yang tepat karena biaya konstruksi sipil, pemeliharaan, dan operasional didominasi oleh teknologi turbin (Adanta, 2020); kesalahan pemilihan lokasi berdampak pada peningkatan biaya investasi. Berdasarkan hal ini, Penelitian Identifikasi Potensi Pico hidro Berbasis Teknologi penting sebagai model untuk mengidentifikasi potensi energi air dengan Turbin Pico hidro Portabel (PPT 1.0). Oleh karena itu, penelitian ini mengusulkan metode sederhana untuk mengidentifikasi potensi energi pico hidro.

Penelitian ini dilakukan di Yogyakarta karena memiliki karakter yang mayoritas terdapat di wilayah-wilayah di seluruh Indonesia, yaitu keberadaan pegunungan, daerah aliran sungai, sungai, sistem irigasi, dan lingkungan pedesaan dengan masyarakat dan budayanya. Karakter-karakter ini terdapat di banyak desa dan wilayah di Indonesia. Masyarakat Yogyakarta dengan budaya gotong royong dalam suatu komunitas hukum, yaitu Komunitas Mikrohidro Terpadu Indonesia (KMTI), bersama-sama mewujudkan desa mandiri energi, serta meningkatkan dan mengembangkan penggunaan listrik sehari-hari berbasis energi bersih. Masyarakat terus antusias terhadap sistem yang dinamis, yaitu Sistem Komunitas Mikrohidro Siklus Spiral (SCMCS) sebagai suatu pola dalam pengembangan mikropiko-hidro berkelanjutan berbasis multi-pemangku kepentingan (Academic, Business, Government, Community, Financial, Information, Technology/ABGCFIT) (Alatas et al., 2022).

Sumber daya energi terbarukan yang alami dan terus-menerus terisi kembali, menjadi daya tarik bagi pembangunan sosial-ekonomi di negara-negara berkembang (Rudien et al., 2021). Energi terbarukan (ET) merupakan sumber energi yang melimpah dan tidak habis meskipun digunakan terus-menerus. ET merupakan energi yang ramah lingkungan dan berkelanjutan (Marzia et al., 2018). Konservasi energi sangat penting karena krisis energi yang sedang terjadi di dunia (Rahman et al., 2022). Kemajuan di negara mana pun sangat bergantung pada energi. Ketersediaan energi dapat meningkatkan kualitas hidup (Dhiman & Sachdeva, 2022). Hal ini karena, energi berperan penting dalam mendukung permintaan utama di berbagai sektor, mulai dari industri, dan transportasi, hingga rumah tangga (Naimah et al., 2022). Energi terbarukan (ET) merupakan masa depan energi di Indonesia, sehingga penting untuk melakukan penelitian dan mengidentifikasi potensi pico hidro di Indonesia sebagai sumber energi berkelanjutan saat ini dan di masa mendatang. Upaya untuk mendeteksi potensi mikrohidro di lokasi-lokasi di lapangan melalui penggabungan dengan data GIS sekunder, pelacakan potensi dengan Google Earth, dan identifikasi potensi secara langsung dengan Unmanned Aerial Vehicles (UAV) (Alatas, Sri Budiastuti, et al., 2021). Para pemerhati lingkungan mengkritik proyek-proyek pembangkit listrik tenaga air berskala besar karena emisi CH₄ dari waduk, konstruksi yang membutuhkan konsumsi semen yang besar, serta ancaman ekologis akibat banjir di hulu, dan terputusnya hubungan antara hulu dan hilir akibat bendungan (Boroomandnia et al., 2022). Oleh karena itu, mikrohidro dan pico hidro yang portabel meminimalkan keberadaan konstruksi bangunan, dan lebih ramah lingkungan.

II. Bahan dan Metode

Metodologi penelitian adalah pengamatan langsung, identifikasi melalui google earth, wahana udara tanpa awak (UAV), dan pengamatan langsung UAV. Alat yang digunakan adalah current meter untuk mengukur kecepatan aliran dan Piko hidro Portable Turbin (PPT 1.0). Langkah-langkah dalam penelitian ini adalah mengidentifikasi potensi pico hydro melalui google earth, setelah mendapatkan

lokasi, langkah selanjutnya adalah mengidentifikasinya menggunakan drone. Pengamatan menggunakan UAV dilakukan setelah mendapatkan potensi dari Google Earth. Pengamatan dengan UAV adalah untuk mengetahui lebih dekat situasi dan potensi sekitar seperti melihat kecepatan aliran sungai, keberadaan air terjun di sungai, melihat potensi irigasi, dan kemungkinan outlet atau air limbah dari kolam ikan. Setelah mendapatkan foto dan video dari udara, surveyor dapat melakukan persiapan, perizinan, dan rencana pelaksanaan serta meminimalkan risiko di lapangan (Gbr.6).

Variabel kinerja daya turbin P, efisiensi sistem η , head H, dan debit Q :

$$P = \eta \times \rho \times g \times Q \times H \quad (1)$$

Untuk desain turbin reaksi, turbin aliran radial tidak memiliki draft tube. Daya yang dihasilkan kemudian bergantung pada head bersih dan efisiensi estimasi hidraulik turbin (Williamson et al., 2014):

$$P = \eta \times \rho \times g \times Q \times H(H_n - h_t - h_1) \quad (2)$$

PPT dirancang berdasarkan teknologi tepat guna, berikut ini materi dan desain serta aplikasi di lapangan dan laboratorium pada skala prototipe (Tabel 1) dan (Gambar 1).

Tabel 1. Turbin Portabel Picohidro

| No | Spesifikasi | Nomor | Satuan SI |
|----|---------------------------|-------|-----------|
| 1 | Panjang pipa | 1.5 | M |
| 2 | Diameter pipa | 40 | Mm |
| 3 | Panjang tempat generator | 200 | Mm |
| 4 | Diameter bilah kincir air | 350 | Mm |
| 5 | Jumlah turbin tunggal | 7 | - |
| 6 | Jumlah ganda – 2 | 14 | - |
| 7 | Jumlah ganda – 3 | 21 | - |



Gambar 1. Turbin Portabel Picohidro

III. Hasil dan Pembahasan

Hasil identifikasi di lapangan menunjukkan potensi picohidro pada sungai orde 1, 2, dan 3, air terjun, potensi pada saluran irigasi primer, sekunder, dan tersier, suplai sungai, outlet sistem pengolahan air limbah, outlet tambak ikan, bendung limpasan, dan pintu air (Gambar 2, 3, 4 dan 5). Hasilnya menemukan potensi picohidro pada 4 sungai di Yogyakarta, yaitu Sungai Code, Sungai Gajahwong, Sungai Klanduan, dan Sungai Opak pada sungai orde 1, 2, dan 3. Potensi Irigasi, irigasi Mataram, dan irigasi Kalibawang dengan total potensi 56 pada saluran primer, sekunder dan tersier. Potensi tersebut juga ditemukan pada outlet IPAL Sewon, outlet tambak ikan, dan air terjun, PPT 1.0 dapat dengan mudah diaplikasikan pada berbagai potensi, portabel dan dapat dengan mudah digunakan.



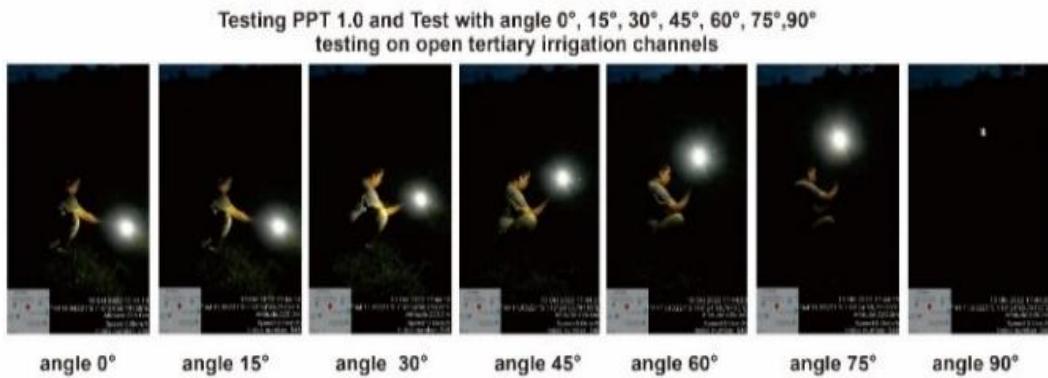
Gambar 2. Uji PPT 1.0 pada pintu air irigasi



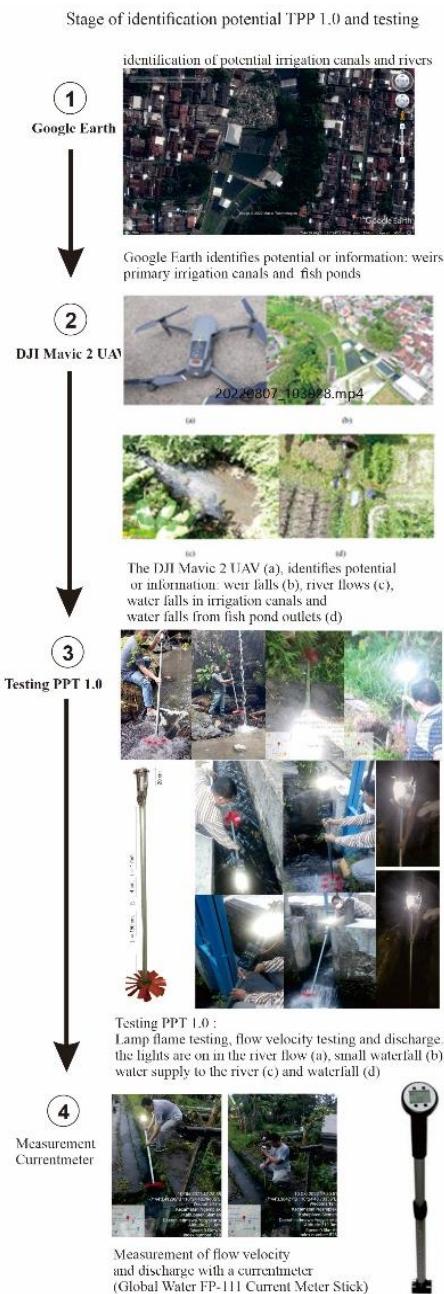
Gambar 3. :(a) Uji PPT 1.0 pada sistem drainase setelah hujan, (b) dan (c) Uji PPT 1.0 pada saluran keluar air dari kolam ikan



Gambar 4. (a) Uji PPT 1.0 pada irigasi tersier (siang hari), (b) dan (b) Uji PPT 1.0 pada irigasi tersier (malam hari), pada titik lokasi yang sama



Gambar 5. Pengujian PPT 1.0 pada saluran irigasi tersier dengan variasi sudut 0°-90° (malam hari)



Gambar 6. Tahapan Identifikasi Piko Hidro dan Pengujian Lokasi PPT 1.0

Tabel 2. Lokasi pengujian turbin portabel picohydro (PPT. 1.0)

| No (a) | SS (b) | LC: LS, LE, (c) | | AL (d) | On (e) | B (f) |
|-----------|-----------|--------------------|--------------|-----------|-----------|----------|
| | | LS | LE | | | |
| 1 | TI | -7°44'3,523" | 110°24'44,1" | 1 | On | P |
| 2 | TI | -7°44'11,53" | 110°24'39,1" | 1 | On | P |
| 3 | OAL | -7°51'34,26" | 110°19'39,7" | 2 | On | P |
| 4 | BPI | -7°45'11,85" | 110°25'23,7" | 3 | On | P |
| 5 | AI | -7°45'11,43" | 110°25'21,7" | 3 | On | P |
| 6 | TI | -7°45'11,87" | 110°25'23,6" | 3 | On | P |
| 7 | TI | -7°39'57,46" | 110°15'56,7" | 4 | On | P |
| 8 | AI | -7°40'37,04" | 110°15'37,6" | 5 | On | P |
| 9 | AI | -7°40'49,20" | 110°15'29,7" | 5 | On | P |
| 10 | AI | -7°40'47,02" | 110°15'16,1" | 5 | On | P |
| 11 | AI | -7°40'53,90" | 110°15'15,1" | 5 | On | P |
| 12 | AI | -7°40'59,27" | 110°15'17,3" | 5 | On | P |
| 13 | BPI | -7°41'22,39" | 110°15'24,1" | 5 | On | P |
| 14 | AI | -7°41'32,97" | 110°15'22,9" | 5 | On | P |
| 15 | AI | -7°41°57',71" | 110°15'15,7" | 5 | On | P |
| 16 | AI | -7°42°4,83" | 110°15'0,71" | 5 | On | P |
| 17 | AI | -7°42'11,83" | 110°14'38,6" | 5 | On | P |
| 18 | AI | -7°42'11,58" | 110°14'35,0" | 6 | On | P |
| 19 | AI | -7°42'10,88" | 110°14'26,8" | 6 | On | P |
| 20 | AI | -7°42'9,009" | 110°14'21,9" | 6 | On | P |
| 21 | TI | -7°42'2,979" | 110°14'9,99" | 6 | On | P |
| 22 | AI | -7°41'58,38" | 110°14'2,94" | 6 | On | P |
| 23 | AI | -7°41'49,80" | 110°13'54,4" | 6 | On | P |
| 24 | TI | -7°41'47,30" | 110°13'49,4" | 6 | On | P |
| 25 | AI | -7°41'45,82" | 110°13'39,8" | 6 | On | P |
| 26 | BPI | -7°41'56,42" | 110°13'17,9" | 6 | On | P |
| 27 | AI | -7°41'55,90" | 110°13'16,3" | 6 | On | P |
| 28 | AI | -7°42'17,97" | 110°12'58,1" | 7 | On | P |
| 29 | AI | -7°42'21,21" | 110°12'53,7" | 7 | On | P |
| 30 | AI | -7°42'24,95" | 110°12'51,8" | 7 | On | P |
| 31 | AI | -7°42'29,21" | 110°12'47,5" | 7 | On | P |
| 32 | BPI | -7°42'33,21" | 110°12'41,9" | 7 | On | P |
| 33 | TI | -7°42'33,33" | 110°12'41,1" | 7 | On | P |
| 34 | AI | -7°42'34,48" | 110°12'39,2" | 8 | On | P |
| 35 | TI | -7°42'34,97" | 110°12'37,3" | 8 | On | P |
| 36 | BPI | -7°42'36,56" | 110°12'32,0" | 8 | On | P |
| 37 | AI | -7°42'37,94" | 110°12'30,7" | 8 | On | P |
| 38 | AI | -7°42'42,65" | 110°12'30,3" | 8 | On | P |
| 39 | AI | -7°43'9,575" | 110°12'38,9" | 9 | On | P |
| 40 | AI | -7°43'21,81" | 110°12'34,7" | 9 | On | P |
| 41 | AI | -7°43'27,04" | 110°12'26,5" | 9 | On | P |

| | | | | | | |
|----|-----|--------------|--------------|----|----|---|
| 42 | AI | -7°43'34,89" | 110°12'3,64" | 9 | On | P |
| 43 | AI | -7°43'44" | 110°12'4" | 9 | On | P |
| 44 | AI | -7°43'57,18" | 110°11'55,1" | 9 | On | P |
| 45 | AI | -7°44'15,67" | 110°11'50,6" | 10 | On | P |
| 46 | TI | -7°44'18,70" | 110°11'50,4" | 10 | On | P |
| 47 | TI | -7°44'18,76" | 110°11'50,7" | 10 | On | P |
| 48 | TI | -7°45'31,86" | 110°11'46,3" | 10 | On | P |
| 49 | TI | -7°45'32,21" | 110°11'46,0" | 10 | On | P |
| 50 | BPI | -7°45'49,56" | 110°11'51,3" | 10 | On | P |
| 51 | AI | -7°46'1,099" | 110°11'57,6" | 10 | On | P |
| 52 | AI | -7°46'17,17" | 110°11'57,7" | 11 | On | P |
| 53 | AI | -7°46'28,55" | 110°11'48,2" | 11 | On | P |
| 54 | AI | -7°46'34,89" | 110°11'52,6" | 11 | On | P |
| 55 | AI | -7°47'1,476" | 110°11'55,7" | 11 | On | P |
| 56 | BPI | -7°47'13,19" | 110°12'0,28" | 11 | On | P |

Keterangan :

a : nomor tes

b : Sumber air: Aliran Sungai (AS), Aliran Irigasi (AI), Irigasi Air Terjun (TI), Pembukaan Pintu Irigasi (BPI), Outlet Pengolahan Air Limbah (OAL), Talang Air Hujan (TAH), Penampungan Sungai (SS).

c : Koordinat lokasi pengujian dan elevasi (LS, LE, Elv)

d : Lokasi Alamat Singkat

e : Alatnya menyala (on), tidak menyala (off)

f : Manfaat Potensial yang diterangi untuk Penerangan Jalan Umum (P), Penerangan Rumah (PR), Penerangan Tempat Ibadah (PTI), Lampu Rambu Lalu Lintas (LRLL), Tempat Pengisian Daya Umum (TCU), Aerasi Kolam Ikan (AKI), SS: Sumber Aliran, LC: Koordinat Lokasi

AL : Alamat Lokasi, B: Manfaat.

Lokasi 1 : Wedomartani, Ngemplak, Sleman, 2 : Pendowoharjo, Sewon, Bantul, 3 : Paingen, Maguwohargo, Depok, Sleman, 4 : Banjaroyo, Kalibawang, Kulon Progo, 5 : Bajarharjo, Kalibawang, Kulon Progo, 6 : Banjarasri, Kalibawang, Kulon Progo, 7 : Banjararum, Kalibawang, Kulon Progo, 8 : Purwoharjo, Samigaluh, Kulon Progo, 9 : Banjararum, Kalibawang, Kulon Progo, 10 : Pendoworejo, Grimulyo, Kulon Progo, 11 : Tanjungharjo, Nanggulan, Kulon Progo.

Tabel 2 dan Gambar 7 menunjukkan titik lokasi untuk uji PPT 1.0 di lokasi potensi aliran irigasi (AI), air terjun irigasi (TI), pintu irigasi (BPI), dan outlet pengolahan air limbah (OAL). Hasil uji menunjukkan lampu menyala dan dapat digunakan sebagai penerangan jalan.



Gambar 7. Peta potensi pico hidro (Turbin Piko hidro Portabel) di Yogyakarta

Yogyakarta terletak di sisi selatan lereng Gunung Merapi, dengan kemiringan lereng dari Merapi ke arah pantai selatan, mempunyai potensi mata air dan sungai yang dapat dimanfaatkan sebagai sistem irigasi, terdapat potensi 19 sungai (ordo 1, 2, 3) dan 9 retensi buatan yang potensial (Suprayogi et al., 2022). Sungai - sungai besar mendapatkan debit dari limpasan permukaan dan limpasan dari mata air yang membentuk sungai-sungai kecil orde 1, sungai-sungai sedang orde 2, dan sungai-sungai besar orde 3. Pada setiap orde terdapat potensi jatuh untuk menghasilkan PPT 1.0, dan banyak ditemukan bendung sistem irigasi. Setiap sistem irigasi memiliki air terjun, pintu air, dan debit aliran yang dapat digunakan untuk menghasilkan listrik PPT 1.0. Berdasarkan hasil data dan evaluasi pengujian pada 56 Pico Hydro dalam uji sesaat, ditemukan bahwa nyala lampu menunjukkan PPT 1.0 berfungsi, namun keterbatasan penelitian ini adalah belum dilakukan pengujian dalam waktu yang lama (pemantauan Real-Time). Kendala ditemukan ketika turbin kincir angin terjerat oleh sampah berupa tali yang dapat menghambat putaran kincir. Di Yogyakarta, irigasi dominan tercemar oleh sampah plastik (52,2%) (Sulaeman et al., 2018). Archimedes, Roda Air Berorientasi Horizontal, Vertikal, Undershoot, Overshot, Centershot dapat diaplikasikan pada saluran irigasi untuk menghasilkan tenaga listrik pico hydro (YoosefDoost & Lubitz, 2020). Namun, masalah sampah dapat mengganggu kinerja dan membutuhkan waktu serta upaya pembersihan. Archimedes memiliki potensi besar untuk saluran irigasi dengan debit kecil (Sumino, 2019), dengan syarat utama tidak ada sampah dan masyarakat memiliki kesadaran tinggi dalam mengelola sampah.

Berdasarkan permasalahan limbah di saluran irigasi, diperlukan inovasi, Turbin Portabel Pikohidro (PPT) yang mudah dibersihkan dari sampah, ekonomis, mudah dirawat, ringan, portabel, dan dapat digunakan kembali setelah dibersihkan hanya dengan satu orang operator. PPT dapat direkomendasikan sebagai pembangkit listrik tenaga pikohidro yang dapat dipasang di saluran irigasi untuk penerangan rumah dan penerangan jalan.

IV. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian ini, dapat diidentifikasi potensi pico hydro dengan menggunakan Picohydro Portable Turbine (PPT 1.0) di 4 sungai yaitu Sungai Code, Sungai Gajahwong, Sungai Klanduan, Sungai Opak, Potensi Irigasi Kali Bawang, Irigasi Mataram, Irigasi Kalibawang, Outlet IPAL Sewon, Outlet tambak ikan, air terjun, potensi PPT 1.0 dapat dimanfaatkan untuk primer, sekunder dan tersier, manfaat energi listrik yang dihasilkan untuk penerangan jalan. Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa potensi Picohydro dengan PPT 1.0 paling banyak terdapat di daerah pedesaan, pinggiran kota dan perkotaan dengan Lokasi 56 titik potensi. Sehingga PPT 1.0 ini dapat direkomendasikan sebagai solusi pembangkit listrik tenaga air atau pico hydro skala kecil yang dapat dimanfaatkan untuk penerangan jalan. PPT 1.0 selain portabel, mudah dalam pembuatan dan perawatan, dengan biaya yang ekonomis, berbasis teknologi tepat guna. PPT 1.0 juga mudah dibuat dan diproduksi oleh masyarakat. Biaya pembuatan sangat ekonomis dan akan lebih ringan apabila dilakukan dengan iuran swadaya Masyarakat.

Keterbatasan penelitian PPT 1.0 ini adalah terbatas pada pengujian sesaat, dan belum melakukan penelitian serta pengamatan data secara berkelanjutan (Real-Times). Kesempatan penelitian selanjutnya adalah menguji peralatan dalam jangka waktu 1 bulan atau hingga waktu tertentu untuk mengetahui keandalan turbin terhadap korosi, keandalan generator, dan keandalan lampu.

Ucapan Terima Kasih

Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada DPPM Kemdiktisaintek melalui program Penelitian Dosen Pemula (PDP) melalui kontrak no 126/C3/DT.05.00/PL/2025 tanggal 28 mei 2025, terimakasih kepada LLDIKTI V kontrak no 0498.29/LL5-INT/AL.04/2025, tanggal 4 Juni 2025 dan Institut Teknologi Yogyakarta 107/ITY/DP2M/VI/2025, tanggal 5 juni 2025. Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada seluruh tim, mahasiswa dan seluruh pihak yang telah membantu dalam kegiatan penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Adanta, D. (2020). *Investigasi Konstanta bachelor dan Kolmogorov Model Turbulen k-e Standard untuk Turbin Piko Hidro Jenis Crossflow (Investigation of the Constant of Bachelor and Kolmogorov on Standard k-epsilon Turbulence Model for Cross-Flow Pico-Hydro Turbine)*. Universitas Indonesia.
- Alatas, M. (2024). ENERGI BARU TERBARUKAN & KONVERSI ENERGI (EBTKE), SEJARAH KINCIR AIR & TURBIN AIR. *Penerbit Tahta Media*. Retrieved from <https://tahtamedia.co.id/index.php/issj/article/view/860>
- Alatas, M., Budiastuti, M. T. S., Gunawan, T., & Prabang Setyono, A. (2022). SPIRAL CYCLE MICRO-HYDRO COMMUNITY SYSTEM MODEL FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT IN YOGYAKARTA, INDONESIA. *Penerbit UMT Journal of Sustainability Science and Management*, 17, 44–61. <https://doi.org/10.46754/jssm.2022.09.004>
- Alatas, M., Sri Budiastuti, M. T., Gunawan, T., & Setyono, P. (2021). Stage of potential identification irrigation channel topography analysis for micro-hydro power in the Kalibawang irrigation primary channel, Yogyakarta, Indonesia. *International Journal of Sustainable Development and Planning*, 16(5), 953–964. <https://doi.org/10.18280/IJSDP.160516>
- Alatas, M., Theresia Sri Budiastuti, M., Gunawan, T., & Prabang Setyono. (2021). The Potential of Micro-hydro Power Cascade in Irrigation Channel of Kalibawang, Indonesia. *Internasional Journal Advanced Science Engineering Information Technology*, 11(5), 1736–1745. https://ijaseit.insightsociety.org/index.php/ijaseit/article/view/12593/pdf_1881?utm_source=chatgpt.com
- Boroomandnia, A., Rismanchi, B., & Wu, W. (2022). A review of micro hydro systems in urban areas: Opportunities and challenges. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 169, 112866. <https://doi.org/10.1016/J.RSER.2022.112866>
- Dhiman, A., & Sachdeva, G. (2022). Energy and Exergy Analysis of a Pressurized Solar Cooking System Based on a Parabolic Dish Collector. *Evergreen*, 9(4), 1168–1180. <https://doi.org/10.5109/6625728>
- Direktorat Jendral Energi Baru Terbarukan dan Konversi Energi. (2015). *ENERGI TERBARUKAN : Energi Untuk Kini Dan Nanti*.
- Faizal, M. (2018). *Sepekan, Tim Ekspedisi Papua Terang Berhasil Survei 292 Desa*. SindoNews. https://ekbis.sindonews.com/berita/1328656/34/sepekan-tim-ekspedisi-papua-terang-berhasil-survei-292-desa?utm_source=chatgpt.com
- Groppi, D., Pfeifer, A., Garcia, D. A., Krajačić, G., & Duić, N. (2021). A review on energy storage and demand side management solutions in smart energy islands. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 135, 110183. <https://doi.org/10.1016/J.RSER.2020.110183>
- Karim, R., Ghazali, F., & Ansari, A. H. (2020). Renewable Energy Regulations in Indonesia and India: A Comparative Study on Legal Framework. *Journal of Indonesian Legal Studies*, 5(2), 361–390. <https://doi.org/10.15294/JILS.V5I2.41986>
- Marzia, K., Hasan, M. F., Miyazaki, T., Saha, B. B., & Koyama, S. (2018). Key factors of solar energy progress in Bangladesh until 2017. *Evergreen*, 5(2), 78–85. <https://doi.org/10.5109/1936220>
- Maulidia, M., Dargusch, P., Ashworth, P., & Ardiansyah, F. (2019). Rethinking renewable energy targets and electricity sector reform in Indonesia: A private sector perspective. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 101, 231–247. <https://doi.org/10.1016/J.RSER.2018.11.005>

- Naimah, M., Pratama, F. D. N., & Ibadurrohman, M. (2022). Photocatalytic Hydrogen Production Using Fe-Graphene/TiO₂ Photocatalysts in the Presence of Polyalcohols as Sacrificial Agents. *Evergreen*, 9(4), 1244–1251. <https://doi.org/10.5109/6625736>
- PERPRES No. 22 Tahun 2017. (2017). <https://peraturan.bpk.go.id/Details/68772>
- Rahman, M. M., Saha, S., Majumder, M. Z. H., Suki, T. T., Rahman, M. H., Akter, F., Haque, M. A. S., & Hossain, M. K. (2022). Energy Conservation of Smart Grid System Using Voltage Reduction Technique and Its Challenges. *Evergreen*, 9(4), 924–938. <https://doi.org/10.5109/6622879>
- Rudien, T. C., Didane, D. H., Batcha, M. F. M., Abdullah, K., Mohd, S., Manshoor, B., & Al-Alimi, S. (2021). Technical Feasibility Analysis of Wind Energy Potentials in two sites of East Malaysia: Santubong and Kudat. *Evergreen*, 8(2), 271–279. <https://doi.org/10.5109/4480703>
- Subekti, R. A., Prawara, B., Susatyo, A., Fudholi, A., Wijaya, S. K., & Sudarmaji, A. (2022). Design and performance of very low head water turbines using a surface vorticity model algorithm. *International Journal of Power Electronics and Drive Systems (IJPEDS)*, 13(2), 1140–1149. <https://doi.org/10.11591/IJPEDS.V13.I2.PP1140-1149>
- Sudibyo, H., Pikra, G., & Fudholi, A. (2021). The Potential of Hydro Renewable Energy Technology to Electricity Remote Villages in Papua and Maluku Islands, Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 927(1), 012002. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/927/1/012002>
- Suharyati, Hesti Pambudi, S., Lastiko Wibowo, J., & Indah Pratiwi, N. (2019). *ENERGI INDONESIA 2019 SEKRETARIAT JENDERAL DEWAN ENERGI NASIONAL*.
- Sulaeman, D., Arif, S. S., & Sudarmadji. (2018). Trash-polluted irrigation: characteristics and impact on agriculture. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 148(1), 012028. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/148/1/012028>
- Sumino, M. (2019, September 15). *Ultra-Small Water Power Generator - YouTube*. Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=XjEgFlngZ04>
- Suprayogi, S., Gunawan, T., Herumurti, S., Prihantarto, W. J., & Alatas, M. (2022). Grand Design for Merapi Irrigation Channel System Using Watershed and River Region Approaches based on Community Development in Yogyakarta, Indonesia. *ASEAN Journal on Science and Technology for Development*, 39(1), 5. <https://doi.org/10.29037/ajstd.740>
- Walujanto, Suharyati, Sadmoko Hesti Pambudi, Jamaludin Lastiko Wibowo, & Nurina Indah Pratiwi. (2018). *Outlook Energi Indonesia 2018*. <https://www.esdm.go.id/assets/media/content/content-outlook-energi-indonesia-2018-bahasa-indonesia.pdf>
- Williamson, S. J., Stark, B. H., & Booker, J. D. (2014). Low head pico hydro turbine selection using a multi-criteria analysis. *Renewable Energy*, 61, 43–50. <https://doi.org/10.1016/J.RENENE.2012.06.020>
- YoosefDoost, A., & Lubitz, W. D. (2020). Archimedes Screw Turbines: A Sustainable Development Solution for Green and Renewable Energy Generation—A Review of Potential and Design Procedures. *Sustainability* 2020, Vol. 12, Page 7352, 12(18), 7352. <https://doi.org/10.3390/SU12187352>