

PENERAPAN TEKNOLOGI MIKROHIDRO UNTUK MENINGKATKAN KEMANDIRIAN ENERGI DESA KEMUNING LOR KABUPATEN JEMBER

I Putu Dody Lesmana¹⁾, Didit Rahmat Hartadi²⁾, Nanik Anita Mukhlisoh³⁾

^{1, 2, 3}Jurusan Teknologi Informasi, Politeknik Negeri Jember,
Jalan Mastrip 164 Jember, Kabupaten Jember, 68101
E-mail: {dody, diditrahartadi, nanik_anita}@polije.ac.id

Abstract

Kemuning Lor District is one of the areas in Jember Regency that has attractive agro-tourism and water ecotourism, but the development of tourism facilities has not been supported by the fulfillment of equal access to electricity. It can be seen that most of the access roads to Kemuning Lor District are dark at night and there are still some residents who live along the river and have to share electricity because their economic income is weak. Through community service activities at the Jember State Polytechnic, solution for the use of micro-hydro were applied to produce energy independence. The method of implementing the activity begins with a survey of the micro-hydro implementation, design and manufacture of micro-hydro devices, installation of power lines for street lighting and the houses of residents affected by electricity, and training on the sustainability of activities. From the results of this service activity, it was found that the application of micro-hydro devices can provide street and house lighting of 300 Watts, which results in savings equivalent to ± 25 liters of diesel consumption for one month of electricity usage for 12 hours per day.

Keywords: *portable microhydro, microhydro design, cost savings*

Abstrak

Desa Kemuning Lor merupakan salah satu wilayah di Kabupaten Jember yang memiliki agrowisata dan ekowisata air yang menarik, tetapi perkembangan wisata tersebut belum ditunjang pemenuhan akses listrik secara merata. Hal ini dapat dilihat bahwa sebagian besar jalan akses Desa Kemuning Lor gelap gulita di malam hari dan masih ada beberapa warganya yang hidup di sepanjang aliran sungai harus berbagi listrik karena pendapatan ekonomi lemah. Melalui kegiatan pengabdian masyarakat Politeknik Negeri Jember diterapkan solusi penggunaan mikrohidro untuk menghasilkan kemandirian energi. Metode pelaksanaan kegiatan diawali dengan survei potensi mikrohidro, perancangan dan pembuatan perangkat mikrohidro, instalasi saluran listrik bagi penerangan jalan dan rumah warga terdampak listrik, dan pelatihan keberlanjutan kegiatan. Dari hasil kegiatan pengabdian ini didapatkan bahwa penerapan perangkat mikrohidro dapat memberikan penerangan jalan dan rumah warga sebesar 300 Watt, dimana menghasilkan penghematan setara pemakaian solar ± 25 liter untuk satu bulan pemakaian listrik selama 12 jam per hari.

Kata Kunci: *mikrohidro portable, perencanaan mikrohidro, penghematan biaya*

PENDAHULUAN

Kabupaten Jember merupakan salah satu kabupaten di Jawa Timur yang memiliki arahan perencanaan tata ruang sebagai kawasan agrowisata. Sehingga, hal ini menunjukkan bahwa Kabupaten Jember berpotensi untuk dikembangkan sebagai kawasan agrowisata. Selain memiliki potensi di sektor pariwisata, Kabupaten Jember

juga memiliki potensi di sektor pertanian, dimana kategori pertanian terus mengalami peningkatan dan mendominasi dibandingkan sektor lain dengan nilai 27,89% (Putri & Idajati, 2021). Desa Kemuning Lor, Kecamatan Arjasa yang terletak di rangkaian dataran tinggi Gunung Ijen merupakan salah satu desa di Kabupaten Jember yang ditetapkan sebagai destinasi agrowisata berbasis komoditas buah naga dalam RIPPDA (Rencana Induk Pengembangan Pariwisata Daerah) Kabupaten Jember tahun 2015-2025 dan peta perencanaan pembangunan menurut Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Timur (BPS Provinsi Jawa Timur, 2020; Mukhlisoh dkk., 2020). Pengembangan agrowisata Desa Kemuning Lor juga didukung oleh potensi ekowisata berupa daya tarik alam yang bersuhu dingin dan sumber mata air pengunungan yang mengalir melalui sungai-sungai yang berair jernih dan memenuhi saluran irigasi pertanian, perkebunan dan di sepanjang jalan utama atau jalan dusun di Desa Kemuning Lor seperti ditunjukkan Gambar 1.



Gambar 1. Potensi agrowisata, ekowisata air, dan saluran irigasi di Desa Kemuning Lor



Gambar 2. Minimnya penerangan Desa Kemuning Lor yang menghambat aktivitas perekonomian dan pengembangan pariwisata

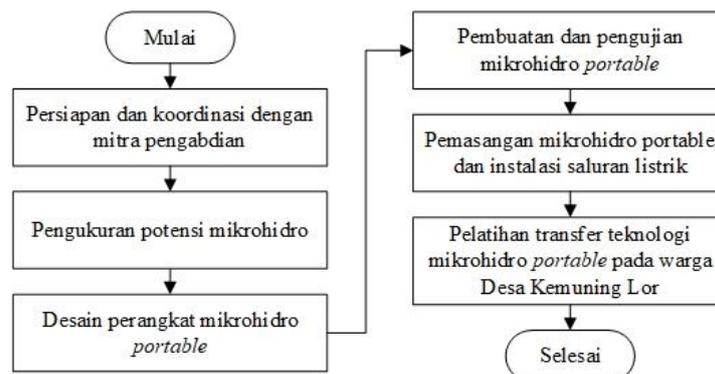
Pengembangan wisata baik agrowisata dan ekowisata di Desa Kemuning Lor perlahan menghidupkan perekonomian di wilayah yang sebelumnya merupakan kawasan tertinggal. Tetapi perkembangan wisata belum ditunjang pemenuhan akses

listrik yang merata di Desa Kemuning Lor. Hal ini menimbulkan beberapa permasalahan yang belum terselesaikan seperti ditunjukkan Gambar 2, yaitu 1) kegiatan UKM warga dan sebagian lokasi wisata memiliki jam buka terbatas sampai sore hari karena minim penerangan; 2) beberapa jalan penghubung antar rumah warga belum memiliki penerangan cukup sehingga mobilitas terbatas; 3) beberapa rumah warga masih menggunakan listrik PLN secara berbagi karena perekonomian lemah.

Dengan melihat permasalahan di Desa Kemuning Lor dalam pemenuhan kebutuhan listrik dan melihat potensi sumber daya air yang melimpah, maka melalui program pengabdian masyarakat PNPB Politeknik Negeri Jember diusulkan solusi berupa penerapan teknologi mikrohidro *portable* yang rendah biaya untuk menghasilkan listrik bagi penerangan jalan, usaha lokal/rumah tangga, dan penyinaran tanaman buah naga. Keunggulan mikrohidro *portable* ini dapat menghasilkan listrik walaupun debit air yang mengalir kecil (*low head*) dan mudah dipindah-pindahkan sesuai kebutuhan (Hoghooghi dkk., 2018; Marliansyah dkk., 2018). Dengan terciptanya kemandirian energi melalui teknologi mikrohidro *portable* diharapkan dapat mendongkrak kembali pengembangan wisata dan usaha warga sehingga menaikkan pendapatan.

METODE PELAKSANAAN

Metode pelaksanaan kegiatan Pengabdian Masyarakat PNPB melibatkan tim pelaksana pengabdian (dosen dan mahasiswa), Pusat Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (P3M) Politeknik Negeri Jember, mitra pengabdian (masyarakat Rukun Warga 013 Dusun Rayap Desa Kemuning Lor) yang tahapannya ditunjukkan pada diagram alir pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram alir metode pelaksanaan kegiatan pengabdian

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Persiapan dan koordinasi dengan mitra pengabdian

Pada tahapan ini, dilakukan diskusi antara tim pengabdian dan mitra untuk mengadakan survei lapangan di sepanjang aliran sungai Dusun Rayap, Desa Kemuning Lor untuk melihat potensi aliran sungai dalam penempatan perangkat mikrohidro. Dari hasil diskusi, disusun tim pelaksana lapangan yang terdiri dari tiga orang untuk mengoperasikan peralatan pengukur potensi mikrohidro dan menganalisis hasil pengukuran, satu orang warga lokal sebagai pemandu dan pembuka jalan untuk menelusuri aliran sungai. Disepakati juga dilakukan dua kali pengukuran potensi mikrohidro saat debit aliran sungai tinggi dan saat debit aliran sungai rendah.

B. Pengukuran potensi mikrohidro

Pengukuran potensi mikrohidro dilakukan di lokasi rencana bendungan dan saluran penyalur air ke mikrohidro. Pengukuran kecepatan aliran air dilakukan dengan memilih penampang sungai yang cukup homogen, kemudian dilakukan pengukuran lebar penampang sungai yang akan dibagi menjadi beberapa segmen pengukuran aliran air. Pada tiap-tiap segmen dilakukan tiga kali pengukuran kecepatan aliran air menggunakan peralatan current meter counter merek Mini-Air 20 seperti ditunjukkan Gambar 4. dan dihitung kecepatan rata-rata aliran air pada setiap segmen (V_R). Hasil analisis pengukuran debit air dengan lebar penampang sungai 1,5 meter yang terbagi dalam 5 segmen pengukuran ditunjukkan Tabel 1.

Tabel 1 Analisis debit aliran air pada lokasi rencana peletakan mikrohidro

Segmen	Dalamnya Kincir (H) (m)	Lebar per Segmen (B) (m)	Luas $A=H*B$ (m^2)	Kecepatan Rata-Rata (V_R) (m/s)	Debit $Q_n=V_R*A$ (m^3/s)
I	0,160	0,30	0,048	0,237	0,011
II	0,145	0,30	0,044	0,280	0,012
III	0,150	0,30	0,045	0,343	0,015
IV	0,170	0,30	0,051	0,290	0,015
V	0,180	0,30	0,054	0,240	0,013
Total Debit					0,067

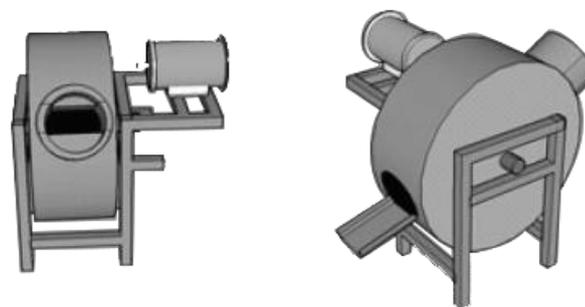
C. Desain perangkat mikrohidro *portable*

Desain perangkat mikrohidro *portable* direncanakan menggunakan generator DC magnet permanen yang memiliki kecepatan rendah (*low speed*) dan tidak membutuhkan energi listrik awal (Hoghooghi dkk., 2018; Marliansyah dkk., 2018). Dalam desain mikrohidro *portable* ini, motor DC digunakan untuk menggerakkan generator DC

magnet permanen yang di kopel dengan bantuan *pulley* sebagai rasio perbandingan putaran. Sedangkan pembuatan kincir air menyesuaikan kapasitas debit air yang dihasilkan dalam analisis Tabel 1. Generator DC diletakkan di atas rangka yang mudah dipindahkan seperti ditunjukkan Gambar 5.



Gambar 4. Pengukuran debit aliran air pada lebar penampang 1,5 meter



Gambar 5. Desain perangkat mikrohidro *portable* dengan generator DC

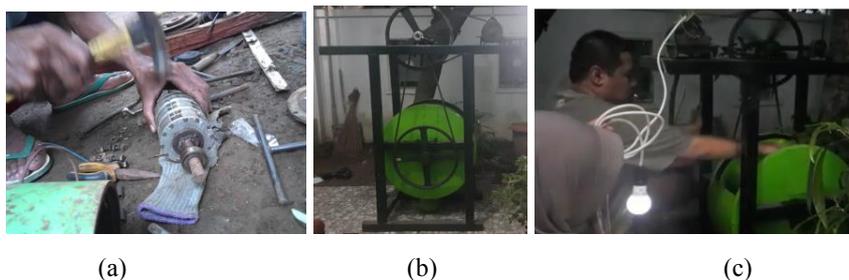
D. Pembuatan dan pengujian mikrohidro *portable*

Pada tahapan ini dilakukan pembuatan perangkat mikrohidro *portable* dengan turbin *cross flow* menggunakan generator DC dengan magnet permanen dimana ketika debit air yang masuk pada turbin rendah atau dengan kata lain Ketika putaran turbin rendah maka tetap akan menghasilkan tegangan luaran DC yang cukup besar. Hasil analisis debit air pada Tabel 1 yang masuk dalam pipa saluran turbin, digunakan untuk menentukan lebar dan diameter runner dari turbin *cross flow* yang dibuat untuk menghasilkan daya listrik yang optimal. Penentuan diameter turbin menentukan putaran kerja turbin yang harus selaras dengan putaran kerja generator DC magnet permanen. Spesifikasi perangkat mikrohidro *portable* ditunjukkan Tabel 2 dan perancangannya ditunjukkan Gambar 6(a).

Rangka mikrohidro dibuat dari rangka besi *hollow* dengan poros turbin *cross flow* diletakkan di bagian tengah dan di kopel menggunakan *van-belt* yang terhubung ke generator DC magnet permanen yang terletak di bagian atas rangka perangkat mikrohidro seperti ditunjukkan Gambar 6(b). Selanjutnya dilakukan pengujian generator DC magnet permanen yang dihasilkan dengan memutar motor DC dengan variasi kecepatan (RPM) yang berbeda-beda tanpa menggunakan beban dan dengan menggunakan beban lampu LED untuk mengetahui luaran tegangan terendah dan tegangan tertinggi, seperti ditunjukkan Gambar 6(c).

Tabel 2 Spesifikasi perangkat mikrohidro *portable* yang dibuat

Jenis Komponen	Spesifikasi
Rotor motor DC	
- Diameter	5,20 cm
- Jenis magnet	NdFeb (<i>Neodymium-Iron-Boron</i>)
- Jumlah magnet	24 buah
- Jumlah kutub magnet	6 buah
Stator motor DC	
- Diameter stator	11,92 cm
- Kawat kumparan	Tembaga
- Jumlah lilitan kawat	100 lilitan
- Diameter penampang kawat	0,9 mm
- Tipe kawat	Enamel EIW
Generator DC	
- Tegangan keluaran	140-220 V
- Arus	1,3-1,5 A
- Daya	200-300 W
- Frekuensi	50 Hz
- Putaran	700-1000 rpm
- Fasa listrik	1 fasa
Turbin <i>cross flow</i>	
- Jumlah sudut	12 sudut
- Perbandingan <i>pulley</i>	1:5
Rangka mikrohidro <i>portable</i>	
- Jenis besi	<i>Hollow</i>
- Ukuran (panjang x lebar x tinggi)	100 cm x 50 cm x 100 cm



Gambar 6. Pembuatan dan uji coba mikrohidro *portable*: a) rotor DC; b) perangkat mikrohidro dengan turbin *cross flow*; c) pengujian dengan beban lampu LED

E. Pemasangan mikrohidro *portable* dan instalasi saluran listrik

Pada tahapan ini dilakukan pemasangan perangkat mikrohidro *portable* pada lokasi sungai yang telah di survei sebelumnya dan kemudian dilakukan pemasangan instalasi listrik ke rumah warga Dusun Rayap Desa Kemuning Lor yang berdekatan dengan lokasi pemasangan perangkat ini seperti ditunjukkan Gambar 7.



Gambar 7. Pemasangan perangkat mikrohidro *portable* di sungai dan instalasi saluran listrik ke rumah warga Dusun Rayap, Desa Kemuning Lor

F. Pelatihan transfer teknologi mikrohidro pada warga Dusun Rayap, Desa Kemuning Lor

Pelatihan transfer teknologi mikrohidro pada warga Dusun Rayap, Desa Kemuning Lor bertujuan untuk menjaga kesinambungan pelaksanaan pengabdian ini melalui pelatihan cara-cara pemeliharaan dan mengatasi masalah apa saja yang mungkin timbul selama operasional perangkat mikrohidro *portable* ini. Hasil pelatihan ini dituangkan dalam buku panduan manual pemeliharaan dan penyelesaian masalah mikrohidro.

G. Analisis penghematan pengeluaran listrik warga Dusun Rayap, Desa Kemuning Lor

Dari hasil penerapan perangkat mikrohidro *portable* diketahui dihasilkan daya listrik maksimal 300 W, sehingga untuk menghitung seberapa besar penghematan biaya listrik yang digunakan dari pemakaian mikrohidro *portable* ini dapat diasumsikan pada pemakaian genset, dimana 1 kVA senilai dengan 0,8 kW, jika diketahui faktor ketetapan konsumsi solar per kW per jam (k) = 0,21 maka banyak solar yang dibutuhkan per 12

jam (satu malam) adalah $0,21 \times \text{daya mikrohidro (kW)} \times \text{jumlah jam} = 0,21 \times 0,3 \times 12 = 0,8$ liter solar per 12 jam, sehingga dalam satu bulan dapat menghemat ± 25 liter solar.

SIMPULAN

Dari hasil kegiatan pengabdian masyarakat PNBPN Politeknik Negeri Jember diterapkan perangkat mikrohidro *portable* untuk mengatasi kebutuhan penerangan listrik di beberapa rumah warga yang selama ini berbagi pemakaian kebutuhan listrik PLN secara bersama karena lemahnya pendapatan perekonomian dan dapat memberikan penerangan jalan akses bagi warga Dusun Rayap, Desa Kemuning Lor. Penggunaan satu perangkat mikrohidro *portable* ini dapat menghasilkan kemandirian energi yang menghasilkan daya listrik 300 W dimana dalam satu bulan dapat dilakukan penghematan bagi pemakainya yang setara dengan pembelian ± 25 liter solar.

DAFTAR PUSTAKA

- BPS Provinsi Jawa Timur. (2020). Provinsi Jawa Timur Dalam Angka 2020, Penyediaan Data Untuk Perencanaan Pembangunan. Diakses dari <https://jatim.bps.go.id/publication/2020/02/28/e95f2b12d036d46369638536/provinsi-jawa-timur-dalam-angka-2020--penyediaan-data-untuk-perencanaanpembangunan.html>
- Hoghooghi, H., Durali, M., & Kashef, A. (2018). A new low-cost swirler for axial micro hydro turbines of low head potential. *Renewable energi*, 128, 375-390.
- Marliansyah, R., Putri, D. N., Khootama, A., & Hermansyah, H. (2018). Optimization potential analysis of micro-hydro power plant (MHPP) from river with low head. *Energi Procedia*, 153, 74-79.
- Mukhlisoh, N. A., Lesmana, I. P. D., & Hartadiama, D. R. (2020). Produksi Low Cost-Biogas Skala Kecil Pada Kelompok Tani Ternak Desa Kemuning Lor Kecamatan Arjasa, Jember, Jawa Timur. *Pengabdian Masyarakat: Polije Proceedings Series*, 141-144.
- Putri, S. A., & Idajati, H. (2021). Faktor-Faktor yang Berpengaruh terhadap Pengembangan Agrowisata Berbasis Komoditas Buah Naga di Desa Kemuning Lor, Kabupaten Jember. *Jurnal Teknik ITS*, 9(2), D167-D173.