

**PENDAMPINGAN DAN PELATIHAN OPERASIONAL PERAWATAN DAN
PERBAIKAN MIKROHIDRO BAGI MASYARAKAT DESA SUROKONTO
WETAN KABUPATEN KENDAL DALAM RANGKA PENERAPAN
TEKNOLOGI MIKROHIDRO**

**Suwarti, Yusuf Dewantoro Herlambang, Bono, Gatot Suwoto,
F. Gatot Sumarno**

¹Program Studi Teknik Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin

²Program Studi Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi, Jurusan Teknik Mesin
Politeknik Negeri Semarang

Jl. Prof. Sudarto, SH Tembalang Semarang 50275

^{*}) *Corresponding Author E-mail* : masyusufdh@polines.ac.id

Abstract

The activity of community service aims to provide assistance and operational training on microhydro maintenance and repair for Surokoto Wetan villagers in Kendal Regency in the context of Microhydro Implementation. The farmer community group "Sumber Rejeki" Surokoto Wetan Village, Pageruyung District, Kendal District was established in early 2003 with around 55 people chaired by Sumiyanto owning 25 hectares of arable land which is the livelihood of most people. Problems of partners, based on the results of direct interviews some of the problems encountered were: (1) during the rainy season some waterfalls can flow and greatly fertilize agricultural land so that the quality and productivity of rice yields is very high. But in the dry season, the potential and benefits provided by the waterfall cannot be enjoyed by the community and farmers optimally; (2) the street lighting system does not yet exist at a location close to the waterfall; (3) knowledge of Micro-hydro technology concepts is still low. The solutions offered to solve the problems faced by partners are (1) providing assistance and training related to micro hydro technology by utilizing local local resources; (2) designing a micro-hydro system; (3) operational management, maintenance and repair of machines for post-activities on an ongoing basis. The results of this program activity are operational training documents for microhydro system maintenance and repair based on local resource wisdom of Surokoto Wetan Village, maintenance and repair training tools, ISSN scientific publications in Eksergi journals, posters, mass media, and simple patent drafts.

Keywords: *Assistance and training, micro-hydro technology, maintenance and repair management, Surokoto Wetan Village*

Abstrak

Kegiatan ini bertujuan untuk melakukan pendampingan dan pelatihan operasional perawatan dan perbaikan mikrohidro bagi masyarakat desa Surokoto Wetan Kabupaten Kendal Dalam Rangka Penerapan Mikrohidro. Kelompok masyarakat petani "Sumber Rejeki" Desa Surokoto Wetan, Kecamatan Pageruyung, Kabupaten Kendal didirikan pada awal tahun 2003 beranggotakan sekitar 55 orang yang diketuai oleh Sumiyanto memiliki lahan garapan pertanian seluas 25 ha yang menjadi mata pencaharian sebagian besar masyarakat. **Permasalahan mitra**, berdasarkan hasil wawancara langsung beberapa masalah yang dihadapi adalah: (1) pada saat musim hujan beberapa air terjun bisa mengalir dan sangat menyuburkan tanah pertanian sehingga kualitas dan produktivitas hasil panen padi sangat tinggi. Namun di musim kemarau, potensi dan manfaat yang diberikan oleh air terjun

belum bisa dinikmati oleh masyarakat dan para petani secara optimum.; (2) sistem penerangan jalan belum ada di lokasi dekat dengan air terjun; (3) pengetahuan konsep teknologi Mikrohidro masih rendah. **Solusi yang ditawarkan** untuk menyelesaikan permasalahan yang dihadapi mitra adalah (1) melakukan pendampingan dan pelatihan terkait dengan teknologi mikrohidro dengan memanfaatkan sumber daya lokal setempat; (2) melakukan perancangan sistem mikrohidro; (3) manajemen operasional, perawatan dan perbaikan mesin untuk pasca kegiatan secara berkesinambungan. **Hasil kegiatan program ini** adalah dokumen pelatihan operasional perawatan dan perbaikan sistem Mikrohidro berdasarkan kearifan sumber daya lokal Desa Surokonto Wetan, pelatihan perawatan dan perbaikan alat, publikasi ilmiah ber-ISSN di jurnal Eksergi, poster, media massa, dan draft paten sederhana.

Kata Kunci: Pendampingan dan pelatihan, teknologi mikrohidro, manajemen perawatan dan perbaikan, Desa Surokonto Wetan

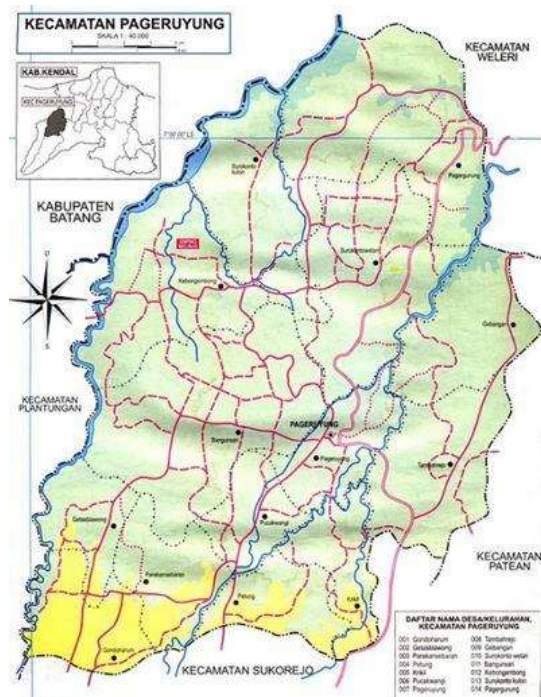
PENDAHULUAN

Desa Surokonto Wetan adalah salah satu desa yang berada di kecamatan Pageruyung. Jarak Desa Surokonto Wetan dengan kota Semarang Propinsi Jawa Tengah adalah 60 km, jarak dengan kota Kabupaten Kendal 30 km, jarak dengan Kecamatan Weleri 15 km, jarak dengan Kecamatan Sukorejo 15 km, jarak dengan Kecamatan Patean dan Plantungan juga 15 km. Letak Desa Surokonto Wetan berada pada 6°59 – 7°04 lintang selatan dan 110°00 – 110°04 bujur timur. Batas wilayah desa Surokonto Wetan terhadap daerah sekitarnya:

1. batas wilayah sebelah utara adalah Kecamatan Weleri,
2. batas selatan adalah Kecamatan Sukorejo,
3. batas sebelah barat adalah Kecamatan Plantungan dan
4. batas sebelah timur adalah Kecamatan Patean.

Desa Surokonto Wetan memiliki 7 Dusun yaitu:

1. Dusun Krajan,
2. Dusun Sekecer,
3. Dusun Sempulawang,
4. Dusun Watudono,
5. Dusun Dadap Ayam,
6. Dusun Pengkok dan
7. Dusun Bongkol.



Gambar 1. Peta Desa Surokonto Wetan, Kecamatan Pageruyung, Kabupaten Kendal

Desa Surokonto Wetan memiliki luas wilayah ± 10.000 hektar. Tanah di desa Surokonto Wetan banyak digunakan untuk menanam padi dan jagung. Ada juga perkebunan milik perhutani yang ada di Desa Surokonto Wetan.

Tabel 1. Profil sektor pertanian, UKM, dan Industri

No	Lokasi	Jumlah Petani (pemilik lahan)	Buruh Tani	Peternak	Industri
1.	Dsn. Krajan	275	78	1	1
2.	Dsn. Sekecer	205	55	1	1
3.	Dsn. Sempulawang	150	42	-	-
4.	Dsn. Watudono	90	32	-	-
5.	Dsn. Dadap Ayam	170	55	3	-
6.	Dsn. Pengkok	30	17	-	-
7.	Dsn. Bongkol	65	39	-	-
Jumlah		985	318	5	2

Pengelolaan lahan pertanian dilakukan oleh 3 kelompok tani yang ada di desa Surokonto Wetan. Kelompok-kelompok tani tersebut adalah:

1. Kelompok tani Sumber Rejeki diketuai oleh Sumiyanto. Kelompok tani ini memiliki jumlah anggota sebanyak 55 orang dengan lahan garapan pertanian seluas sekitar 25 Ha.
2. Kelompok tani Rukun Tani diketuai oleh M. Jaka Priyanta. Kelompok tani ini memiliki jumlah anggota 42 orang dengan lahan garapan pertanian seluas sekitar 14 Ha.
3. Kelompok tani Lembaga Masyarakat DAerah Hutan (LMDH) diketuai oleh F. Adi Waluyo. Kelompok tani ini memiliki jumlah anggota sekitar 60 orang dengan lahan garapan hutan seluas sekitar 10 Ha.

Keberadaan kelompok-kelompok tani ini disambut baik oleh pemerintah kecamatan Pageruyung. Menurut kepala KPD Distanbunhut (Koordinator Pelaksana Dinas Pertanian, Perkebunan, dan Perhutanan) Kecamatan Pageruyung, dengan adanya kelompok-kelompok tani ini akan mempermudah pemerintah dalam melaksanakan program-program pemerintah terkait dengan kegiatan bidang pertanian. Pemerintah akan selalu berusaha membantu para petani untuk meningkatkan kesejahteraan (komunikasi langsung, 2018).

METODE KEGIATAN

Pihak-pihak yang terlibat dalam kegiatan pengabdian kepada masyarakat unggulan prodi (PMUP) ini adalah mitra kelompok masyarakat KUB Petani “Sumber Rejeki” dan Kepala desa Surokonto Wetan kecamatan Pageruyung kabupaten Kendal.

Metode dan tahapan dalam kegiatan PMUP adalah

1. Sosialisasi program dan penegasan kerjasama
2. Pendampingan dan pelatihan sistem operasional manajemen perawatan dan perbaikan komponen-komponen Mikrohidro
3. Survei lokasi potensi sumber daya air untuk Mikrohidro
4. Desain rancangan teknologi Mikrohidro

3.1. Langkah-langkah tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Sosialisasi Program dan Penegasan Kerjasama

Langkah ini dilakukan untuk menjelaskan kegiatan pengabdian kepada masyarakat PMUP kepada masyarakat KUB Petani “Sumber Rejeki” dan Kepala desa Surokonto Wetan. Hal ini perlu dilakukan karena dalam pelaksanaan program PMUP akan dilibatkan secara aktif masyarakat petani “Sumber Rejeki”. Dalam kegiatan ini akan disampaikan tentang program PMUP, pembagian pekerjaan antara kelompok masyarakat petani “Sumber Rejeki”, kepala desa Surokonto Wetan dan pelaksana program PMUP. Selanjutnya akan dilakukan penandatanganan MoU antara kelompok masyarakat petani “Sumber Rejeki”, kepala desa Surokonto Wetan dan perguruan tinggi. Proses ini dilakukan agar terjalin kerjasama sinergis, dan komitmen bersama antara masyarakat petani “Sumber Rejeki”, kepala desa Surokonto Wetan, dan perguruan tinggi.



Gambar 4. Sosialisasi kegiatan PMUP



Gambar 5. Penegasan MoU kerjasama sebagai desa Binaan Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Semarang

1. Pendampingan dan pelatihan sistem operasional manajemen perawatan dan perbaikan komponen-komponen Mikrohidro

Kegiatan ini dilakukan dengan cara memberikan pelatihan dan pendampingan kepada masyarakat petani “Sumber Rejeki” desa Surokonto Wetan Kecamatan Pageruyung Kabupaten Semarang. Pertama, memberikan tugas kepada mitra untuk mencari lokasi pelatihan yaitu di balai desa. Mitra memberkan undangan kepada anggota kelompok untuk mengikuti pendampingan dan pelatihan sistem Mikrohidro. Kegiatan ini dihadiri oleh Kepala Desa Surokonto Wetan beserta staf perangkat desa dan masyarakat kelompok tani “Sumber Rejeki” yang berjumlah sekitar 55 orang. Penyampaian pelatihan menggunakan LCD projector oleh tim pengabdian berupa pengertian Mikrohidro, komponen-komponen, pemahaman konsep Mikrohidro untuk irigasi, contoh model-model komponen dan aplikasinya, serta sistem perawatan dan perbaikan alat.



Gambar 6. Pelatihan dan pendampingan pengenalan dan komponen-komponen Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro

2. Survei lokasi Mikrohidro

Setelah kegiatan pendampingan dan pelatihan sistem operasional manajemen perawatan dan perbaikan sistem Mikrohidro sudah dilaksanakan. Selanjutnya sebagian peserta diajak untuk memotret potensi sumber daya air untuk desain sistem Mikrohidro. Data yang akan diambil adalah: debit air, head tinggi jatuh hidrolis air, kecepatan aliran air, lebar selokan, dan kedalaman air. Hasil dari survei ini akan digunakan untuk mendesain sistem Mikrohidro termasuk perbaikan sistem saluran air.



Gambar 7. Survei lapangan dan pengukuran potensi di saluran aliran air

3. Pengembangan sistem manajemen pengelolaan

Dalam langkah akan dilakukan pengembangan kepengurusan dalam kelompok masyarakat petani “Sumber Rejeki” dan pelatihan manajemen sebagai evaluasi pelaksanaan program dan keberlanjutan program setelah selesai kegiatan PMUP kepada masyarakat di lapangan. Pelatihan manajemen terdiri dari manajemen operasional dan perawatan sistem Mikrohidro ini dilakukan oleh tim dari perguruan tinggi. Partisipasi mitra dalam pelaksanaan program PMUP ini adalah pengelolaan/manajemen sistem pembagian jatah pengelolaan air ke masyarakat petani dan rumah tangga. Langkah ini akan dilaksanakan oleh kelompok KUB Petani “Sumber Rejeki” dan kepala Desa Surokonto Wetan.

4. Diskripsi kegiatan PMUP sebagai berikut

Ada tiga pekerjaan utama dalam kegiatan ini yaitu pendampingan dan pelatihan operasional, manajemen perawatan, dan manajemen perbaikan alat. Desain sistem saluran dan Mikrohidro dilakukan oleh tim dari perguruan tinggi. Dalam pelatihan menggunakan layar LCD projector bahwa sistem saluran yang dikerjakan meliputi saluran terbuka dari sumber air sungai ke intake kolam pembesaran ikan dengan ukuran diameter pipa PVC 1", saluran pipa (PVC) diameter 1 inci panjang 50 m dari sisi tekan pompa sungai hingga bak penampung (ukuran 24 m³), dan saluran bagi dari bak penampung ke sawah-sawah. Sedangkan pengerjaan mesin untuk teknologi sistem Mikrohidro, installing, serta alat pendukungnya dilakukan di perguruan tinggi karena daya dukung peralatan dan SDM yang memadai. Kapasitas pompa dibuat 6 liter/detik atau 21,6 m³/jam, cukup untuk mengalirkan air dari muara sungai menuju lahan pertanian bagi masyarakat petani "Sumber Rejeki".

3.2. Solusi yang akan Ditawarkan

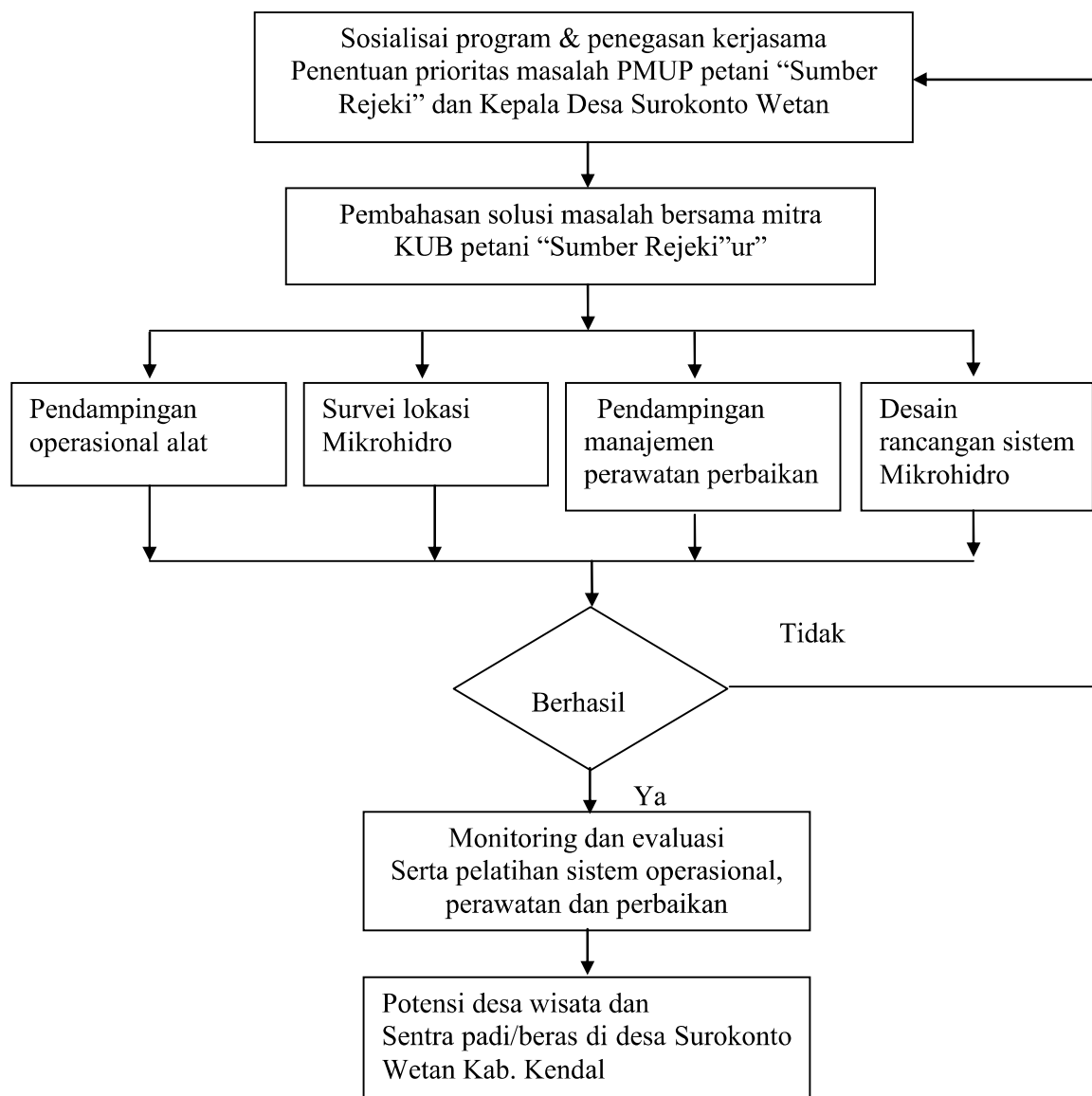
Untuk menunjang pemecahan masalah yang dihadapi oleh mitra, maka kegiatan PMUP ini menawarkan beberapa solusi yaitu:

1. Pendampingan dan pelatihan terkait dengan teknologi Mikrohidro yang akan digunakan dalam irigasi pertanian
2. Pelatihan operasional alat, manajemen perawatan dan perbaikan
3. Desain rancangan sistem Mikrohidro

3.3. Metode pendekatan pemecahan masalah mitra

Pendekatan yang ditawarkan untuk merealisasikan program PMUP dimulai langkah-langkah kegiatan berikut ini:

1. Pelatihan manajemen operasional dan komponen-komponen alat. Pelatihan ini melibatkan semua anggota kelompok petani "Sumber Rejeki" dan Kepala desa Surokonto Wetan kabupaten Kendal.
2. Pendampingan manajemen perawatan dan perbaikan alat.
3. Survei ke lapangan untuk pemantapan rancangan desain Mikrohidro
4. Desain rancangan Sistem Mikrohidro yang sesuai dengan potensi lokal.
5. Pendampingan mitra pasca kegiatan Iptek bagi Masyarakat kedepannya.



Gambar 8. Diagram alir metode pelaksanaan pengabdian PMUP

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil kegiatan pengabdian kepada masyarakat Unggulan Prodi (PMUP) Pendampingan dan Pelatihan Operasional Perawatan dan Perbaikan Mikrohidro Bagi Masyarakat Desa Surokonto Wetan Kabupaten Kendal Dalam Rangka Penerapan Mikrohidro telah dilakukan dengan melalui beberapa tahapan proses kegiatan. Usaha penerapan mikrohidro kedepannya ini diharapkan akan meningkatkan kualitas dan kuantitas pada

saat panen padi, karena kebutuhan air bisa teratasi pada musim kemarau dan juga penerangan jalan bagimasyarakat yang belum teraliri jaringan listrik PLN. Hal ini akan meningkatkan kesejahteraan masyarakat.

Hasil kegiatan pengabdian kepada masyarakat Unggulan Prodi (PMUP) yaitu Pendampingan dan Pendampingan dan Pelatihan Operasional Perawatan dan Perbaikan Mikrohidro Bagi Masyarakat Desa Surokonto Wetan Kabupaten Kendal Dalam Rangka Penerapan Mikrohidro di desa Surokonto Wetan telah dilakukan dengan melalui beberapa tahapan proses kegiatan. Hasil yang dicapai diantaranya:

1. Materi penyajian materi pengenalan Mikrohidro
2. Materi penyajian teknologi Mikrohidro sudah dilaksanakan
3. Melakukan demo pelatihan terkait dengan teknologi Mikrohidro yang akan digunakan dalam irigasi pertanian
4. Melakukan pengukuran potensi debit air dan dimensi saluran
5. Merancang desain mikrohidro sesuai dengan potensi lokasi

Luaran yang dicapai dari hasil kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat Unggulan Prodi (PMUP) ini akan menghasilkan luaran sebagai berikut:

Untuk menunjang pemecahan masalah yang dihadapi oleh mitra, maka kegiatan

1. Pendampingan dan pelatihan terkait dengan teknologi Mikrohidro yang akan digunakan dalam irigasi pertanian dan penerangan jalan
2. Pelatihan operasional alat, manajemen perawatan dan perbaikan
3. Desain rancangan sistem Mikrohidro
4. draft artikel ilmiah; dan 5. Poster

Tabel 2. Rencana target capaian luaran

No.	Jenis luaran	Indikator capaian
1.	Publikasi ilmiah di jurnal/prosiding	accepted
2.	Pemakalah dalam pertemuan ilmiah	ada
3.	HKI (paten, paten sederhana, hak cipta, merk dagang, rahasia dagang, desain produk industri, perlindungan varietas tanaman, perlindungan topografi sirkuit terpadu)	draft
4.	Teknologi tepat guna	Rancangan/desain
5.	Karya seni/rekayasa sosial, jasa, sistem, produk/barang	-
6.	Buku ajar (ISBN)	-
7.	Publikasi pada media massa (cetak/elektronik)	ada

Adanya target luaran yang ditetapkan diatas, diharapkan program pengabdian kepada masyarakat unggulan prodi (PMUP) pada KUB petani “Sumber Rejeki” memiliki banyak manfaat, diantaranya adalah:

1. Manfaat ekonomis
Kegiatan pengabdian kepada masyarakat PMUP ini akan dapat meningkatkan keunggulan kompetitif terkait hasil panen petani desa Surokonto Wetan, karena teknologi ini memanfaatkan energi gratis potensi air di desa Surokonto Wetan, sehingga tidak perlu mengeluarkan biaya untuk beli solar pompa diesel
2. Manfaat ipteks
Penerapan teknologi tepat guna sistem Mikrohidro pada masyarakat petani, diharapkan akan meningkatkan kinerja mitra dan menjadi lebih efektif dan efisien dengan memanfaatkan sumber daya lokal
3. Manfaat pembangunan (efek budaya multiplier)
Hasil kegiatan pengabdian kepada masyarakat terapan ini dapat menjadi inspirasi dan menularkan kepada kelompok tani yang lain untuk meningkatkan kinerja usahanya masing-masing. Sehingga kegiatan ini memiliki dampak membangun iklim usaha ekonomi kreatif bagi masyarakat.
4. Manfaat nilai tambah
Kegiatan pengabdian kepada masyarakat PMUP ini akan memberikan nilai tambah pengetahuan tentang penerapan teknologi untuk peningkatan kualitas dan kuantitas pada sektor pertanian di wilayah desa Surokonto Wetan.
5. Manfaat finansial
Hasil kegiatan pengabdian kepada masyarakat terapan ini diharapkan akan meningkatkan omzet petani, baik pada sisi penjualan maupun produksi. Sehingga penerapan teknologi Mikrohidro ini akan dapat meningkatkan kesejahteraan kelompok masyarakat pembudidaya ikan Lele.

Keunggulan Teknologi

a. Keunggulan Inovatif

- Merupakan pendekatan teknologi pembangkit energi baru terbarukan mikrohidro yang memanfaatkan potensi lokal untuk pembangkit listrik dan penggerak pompa.

b. Keunggulan Komparatif

- Jika diterapkan untuk kelompok tani akan dapat lebih efisien dan secara ekonomis lebih menguntungkan, karena untuk mengambil air tidak

menggunakan pompa diesel (yang perlu bahan bakar solar), sehingga akan meningkatkan kesejahteraan petani.

- Material yang murah dan mudah didapatkan di pasaran akan menekan biaya produksi

Prospek Aplikasi

- Penerapan teknologi hilirisasi mikrohidro akan meningkatkan omzet petani.
- Dukungan material yang murah dan mudah diperoleh dipasaran, akan menekan biaya investasi teknologi ini.
- Desain kincir air breast shot wheel bisa diterapkan di seluruh wilayah Indonesia.

KESIMPULAN

Kesimpulan dari hasil kegiatan pengabdian kepada masyarakat unggulan prodi (PMUP) pada tahun 2019 ini adalah:

1. Telah dilakukan pelatihan/workshop terkait dengan penerapan teknologi mikrohidro di Balai Desa Surokonto Wetan. Kegiatan pelatihan dan pendampingan pengenalan komponen-komponen Mikrohidro ini dihadiri oleh sekitar 20 warga yang terdiri dari perangkat desa, perwakilan warga dan kelompok tani.
2. Telah melakukan pengukuran potensi debit air, head air dan pengukuran dimensi saluran air serta beda ketinggian antara lokasi titik -1 dengan lokasi titik ke-2 dan lokasi ke-3. Debit hasil pengukuran rata-rata 6,9 m/s pada titik pengukuran di musim kemarau panjang tahun ini yang merupakan pengukuran terbaik untuk mendesain Mikrohidro. Hal ini berarti penerapan teknologi Mikrohidro bisa dilakukan di desa Surokonto Wetan.
3. Pada pengukuran debit air pada posisi ke-3 memiliki kemiringan yang tajam, sehingga bisa diterapkan model kincir air tipe breast shot wheel yang cocok sesuai potensi lokal.
4. Penerapan teknologi Mikrohidro bisa memanfaatkan 3 buah kincir air pada ketiga lokasi aliran air tersebut. Atau juga bisa dengan membuat tambahan bangunan sipil (headrace, forebay, penstock, spillway, trashrack, dan rumah daya) jika akan menggunakan turbin pelton sebagai penggerak mekaniknya.

Saran

1. Pemerintah diharapkan bisa berperan aktif dalam meningkatkan akses kebutuhan air dan penerangan jalan bagi masyarakat, salah satu cara adalah dengan membangun teknologi turbin angin.

2. Ada tiga titik pengukuran potensi air di desa Surokonto Wetan, sehingga banyak potensi air yang bisa dibangun mikrohidro untuk kedepannya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Politeknik Negeri Semarang yang telah memberikan dukungan dana kegiatan pengabdian kepada masyarakat unggulan prodi tahun 2019 ini dengan nomor kontrak: 533/PL4.7.4.2/LT/2019

DAFTAR PUSTAKA

- Bellis. 2002. *Lester Allan Pelton-Water Turbines and the Beginnings of Hydroelectricity*. Inventors Journal. <http://Inventors.abuot.com/gi/dynamic/offsite.htm>
- Dietzel F. 1993. *Turbin Pompa dan Kompresor*. Erlangga. Jakarta
- Edi Wibowo, Fitroh Amalia, Nadhir Yusmalina, Riza Muhamad N Z. 2007. *Pompa sentrifugal dengan penggerak turbin air tipe Aksial untuk keperluan irigasi*. Polines. Semarang
- Gatot S., Bono. 2005. *Rancang bangun turbin savonius untuk menggerakkan pompa lobe*. Jurnal Eksergi. Vol 1 nomor 2. hal 60-66. ISSN 0216-8685
- Gatot S., Bono, Yusuf DH. 2007. *Optimasi Turbin Crossflow Terhadap Variasi Sudut Sudu pengarah untuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidr*. Jurnal Eksergi. Vol 3 nomor 1 hal 22-28. ISSN 0216-8685.
- Gatot S., Sahid, Yusuf DH. 2007. *Optimasi Turbin Crossflow Terhadap Variasi Sudut Sudu outlet untuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro*. Jurnal Eksergi Vol 3 nomor 1 hal 9-16. ISSN 0216-8685
- Prabowo A, A Hendriadi, Novi S, Hari G, dan Affifudin. 2003. *Metode Perbaikan Disain Pompa Sentrifugal Diterapkan Untuk Pompa Buatan Lokal*. Temu Ilmiah Pengembangan Mekanisasi Pertanian. Bogor, 16 Desember 2003
- Sahid, Suwoto G. 2004. *Rancang Bangun Turbin Mikro Aliran Silang untu Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro*. Proseding Seminar Nasional Hasil-hasil Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat. Politeknik negeri Semarang, Semarang
- Sahid, Gatot S. 2006. *Peningkatan kinerja melalui optimasi jumlah sudu pada turbin crossflow untuk PLTMh*. Rekayasa mesin vol III nomor 3. hal 133-144. ISSN 1411-6863
- Yusuf DH. 2008. *Unjukkerja Turbin Angin Nibe 3-sudu Menggunakan Pompa Sudu Luncur untuk Pengambilan Air*, Jurnal Eksergi. Vol 4 nomor 2. hal 52-60. ISSN 0216-8685