

MEMANFAATKAN IRIGASI SEBAGAI SUMBER ENERGI LISTRIK MIKROHIDRO DI SINGOSAREN WUKIRSARI IMOIRI BANTUL JOGJAKARTA

Muhammad Suyanto

Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri
Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta
Jl. Kalisahak 28 Kompleks Balapan Yogyakarta
Email : myanto@akprind.ac.id

Abstract

The development of contemporary technology provides a variety of environmental impacts, both positive and negative. This is a logical consequence of every development of life for people both in rural and urban areas, through the Tri Dharma Perguruan Tinggi, a teacher can do community service. In order for universities to deal directly with the community through the practice of science and technology, community service activities should be undertaken. Community Service Program (Abdimas) is not only done by lecturers, but also by students through Real Work Lecture (KKN). The devotion to the community who carried out taking the tofik Utilizing Irrigation As a Source of Micro hydro Energy in Singosaren Wukirsari Imogiri Bantul Jogjakarta.

Along with human nature that wants to always change and dynamic, hence since the invention of electric current until now, the source of electricity become a basic requirement for human in fulfilling and supporting the necessity of life, so that electricity play a very important role in technological development and development of the present to the future. With the presence of microhydro generator in Wukirsari village will add positive impact to the community, if the night through mikrohidro can be used as a means of public street lighting so that the security and anxiety during the day is reduced and to increase the income of the village of the formation of carpentry group by utilizing the carpentry tools require electricity from microhydro.

Keywords: *KKN, students, mikrohidro, Energi, Wukirsari*

Pendahuluan

Analisis Situasi

Pelaksanaan Tri Dharma PT oleh dosen melalui pengabdian masyarakat yang dibantu masiswa, dimaksudkan untuk memberi bekal kemampuan mahasiswa Institut Sains & Teknologi AKPRIND Jogjakarta dalam pendekatan kepada masyarakat dan membentuk sikap serta perilaku, senantiasa peka terhadap persoalan yang dihadapi masyarakat. KKN merupakan kegiatan intrakurikuler yang memadukan pelaksanaan Tri Dharma Perguruan Tinggi untuk memberikan bekal kepada mahasiswa berupa pengalaman belajar dan pemberdayaan masyarakat. Oleh karena itu dalam abdimas ini perlu dilakukan identifikasi masalah yang dihadapi oleh masyarakat di Singosaren

Wukirsari bagaimana, Memanfaatkan Irigasi Sebagai Sumber Energi Listrik Mikrohidro yang ada di dusun tersebut.

Identifikasi Masalah Mengingat permasalahan dari kondisi diatas, bahwa dengan luas areal persawahan yang cukup luas maka dapat diidentifikasi bahwa desa tersebut banyak yang berprofesi sebagai Petani 35%, PNS 20%, Buruh 45%. Sehingga pendapatan masyarakat hanya dari pertanian yang rata-rata sebagai petani tahunan. Oleh karena itu dengan adanya upaya kerjasama diadakannya pemanfaatan irigasi sebagai pembangkit tenaga listrik mikrohidro, dapat membantu mengurangi biaya pengeluaran energi listrik yang sudah ada, sehingga dengan adanya pembangkit tersebut banyak manfaatnya bagi masyarakat di desa ini, jadi secara ekonomi sangat menguntungkan. Kalau dilihat dari 45% buruh, maka dapat dibentuk kelompok keahlian dalam pertukangan maupun seni dibidang pertukangan baik bahan dari kayu maupun besi dalam memanfaatkan listrik dari pembangkit mikrohidro sebagai sarana tersebut, dalam hal ini akan menambah pendapatan daerah dan mengurangi pengangguran. Disamping itu pengamanan masalah aliran listrik yang mengenai tubuh manusia harus diperhatikan sebab tubuh manusia merupakan penghantar/kunduktor listrik yang baik, karena itu kontak langsung dengan sumber arus listrik dapat berakibat fatal. Arus listrik yang mengalir dalam tubuh manusia akan menghasilkan panas yang dapat membakar dan merusak jaringan tubuh manusia. Meskipun luka bakar listrik tampak ringan, tetapi kemungkinan telah terjadi kerusakan organ dalam yang serius, terutama pada jantung, otot atau otak.

Justifikasi menentukan permasalahan, untuk mengantisipasi masa mendatang, masalah mahalnya biaya berlangganan dan biaya instalasi listrik makin meningkat, hal ini di sesuai dengan peraturan PUIL (Peraturan Umum Instalasi Listrik) bahwa instalasi listrik baik pada rumah tangga maupun industri harus mengikuti peraturan PUIL. Rendahnya tingkat keamanan pada instalasi listrik tersebut dapat berakibat fatal misalnya menyebabkan kebakaran akibat hubung singkat (*korsleting*) ataupun menyebabkan kematian seseorang yang tersengat arus listrik.

Suatu inovasi teknologi diperlukan untuk mengatasi hal tersebut yaitu dengan membuat suatu pembangkit listrik yang dapat memberikan penyediaan sumber energi secara gratis, tanpa harus menunggu penyaluran daripihak PLN. Permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah :

- a. Bagaimana menciptakan suatu ketersediaan sumber energi listrik secara gratis setiap saat tanpa aliran dari PLN, sehingga sangat mengurangi ketergantungan terhadap PLN.
- b. Bagaimana agar waktu dapat dimanfaatkan seefisien mungkin, oleh karang taruna untuk beraktifitas, dengan sarana tersedianya pembangkit energi listrik. Dalam arti dapat menyerap pengangguran dengan memberdayakan potensi SDM pertukangan yang ada.
- c. Bagaimana membangun sebuah sistem yang produktif, sebagai upaya meningkatkan pendapatan perekonomian daerah melalui pemanfaatan peralatan pertukangan di siang hari.

Permasalahan yang diutamakan, mengingat penduduk dusun Singosaren Desa Wukirsari, mayoritas adalah petani padi sawah tahunan maka peningkatan perekonomian masyarakatnya, dianggap belum maksimal. Oleh karena itu Mitra berupaya dari pihak kelurahan sangat antusias dan sangat mendukung akan direncankannya sebuah pengabdian masyarakat, dari Perguruan Tinggi Institut Sains &

Teknologi AKPRIND berupa penerapan Teknologi pembangkit Mikrohidro yang memanfaatkan aliran Irigasi yang terdapat di desa setempat.

Metode pendekatan yang kami tawarkan adalah dengan program Pemanfaatan Irigasi Sebagai Pembangkit Listrik Mikrohidro Untuk Menunjang Peningkatan Perekonomian Masyarakat Singosaren Desa Wukirsari Imogiri Bantul Jogjakarta.

Oleh karena itu dari masyarakat melalui teknisi yang telah dilatih sebagai pengelola nantinya dapat berupaya menjaga dan meningkatkan daya keluaran pembangkit listrik sebagaimana yang diharapkan. Pemanfaatan dari pembangkit nantinya dapat dinikmati, oleh masyarakat setempat sebagai sarana penerangan jalan pada malam hari tanpa harus mengambil listrik dari aliran PLN walaupun belum maksimal secara keseluruhan. Sumber energi yang dihasilkan oleh pembangkit dengan memanfaatkan aliran sungai, PLTMH ini merupakan sebuah alternatif yang menggunakan teknologi sederhana. Sebenarnya dengan memanfaatkan energi air melalui, aliran irigasi dari sungai dengan pembangkit kecil atau mikrohidro sudah dapat dipakai untuk sarana penerangan jalan-jalan di desa. Dengan bermodalkan generator murah buatan Cina dan turbin sederhana dari drum-drum bekas yang ditempatkan dalam sebuah power house, listrik bisa dihasilkan. Jalur distribusi pun hanya mengandalkan kabel-kabel yang direntangkan langsung disepanjang jalan desa. Hasilnya Meskipun lampu agak redup-byar namun cukup untuk mengusir kegelapan saat malam hari. Sehingga dengan demikian, jika upaya nanti dapat terjangkau dalam peningkatan daya keluaran pembangkit, masyarakat akan memanfaatkan sebagai sarana produksi. Namun demikian masyarakat tetap dihindari, untuk selalu berhati-hati dalam pemanfaatan masalah kelistrikan, terutama dalam hal bahaya akan listrik.

Dengan demikian masyarakat diharapkan mengerti akan bahaya yang mungkin terjadi akibat dari pengaruh aliran listrik yang setiap saat digunakan.

Dengan adanya kerja sama antara desa dan Perguruan Tinggi sebagai mitra kerja, mudah-mudahan dapat bermanfaat bagi masyarakat setempat lebih-lebih dalam pengelolaan pembangkit listrik yang ada, dan menjadikan pegangan atau pengetahuan dalam pemakaian energi listrik sesuai dengan aturan yang diberlakukan maupun tata cara penggunaan energi listrik pada umumnya.

Metode Pelaksanaan

Kegiatan KKN diawali dengan observasi kebutuhan yang diinginkan masyarakat terutama kebutuhan anak-anak dan remaja. Dengan melakukan observasi lapangan ini, mahasiswa dapat menentukan dan merancang program KKN yang tepat guna serta dapat mengembangkan ide program KKN yang sudah ada agar lebih baik, dan membuat inovasi ide baru yang belum ada sebelumnya. Selain itu, mahasiswa dapat bersilaturahmi dengan bertamu dan berbincang-bincang secara langsung dengan warga sekitar atau pelaku usaha. Adanya interaksi dengan masyarakat sekitar serta pengamatan langsung, mahasiswa akan dapat memahami secara lebih mendalam tentang indikasi permasalahan di lingkungan KKN tersebut yang berbasis sains dan teknologi

Dari permasalahan diatas solusi yang kami tawarkan, kami berharap permasalahan tentang pemanfaatan irigasi sebagai pembangkit mikro dan hasilnya dapat dipakai sebagai sarana produktif dibidang pertukangan dan kepentingan pertanian juga memungkinkan, tidak kalah pentingnya sebagai penerangan jalan umum sehingga tidak merugikan masyarakat dari segi pemakaian daya dari aliran listrik PLN yang dipunyai warga setempat.

Rencana Kerja Dan Jadwal Pelaksanaan Potensi Tenaga Aliran Air Sungai

Dalam PLTMH yang memanfaatkan potensi aliran sungai, sebagai upaya untuk dapat dikonversikan menjadi tenaga listrik. Mula – mula potensi tenaga air dikonversikan menjadi tenaga mekanik dalam turbin/kincir air. Kemudian turbin air memutar generator dan kemudian membangkitkan tenaga listrik. Hal tersebut diperlihatkan pada Gambar 1. Proses konversi energi dari aliran sungai ke power house digambarkan secara skematis bagaimana potensi tenaga air, yaitu sejumlah air yang terletak pada ketinggian tertentu diubah menjadi tenaga mekanik dalam turbin-air. Dengan adanya PLTMH kolam tandon (*reservoir*), air sungai dialihkan dengan cara menggunakan bendungan yang dibangun, agar terjadi penimbunan air sehingga terjadi kolam tandon. Selanjutnya air kolam tandon dialirkan ke bendungan. penimbunan air terlebih dahulu dalam kolam tando, maka pada musim hujan dimana debit air sungai besarnya melebihi kapasitas penyaluran air bangunan air PLTMH, air dapat ditampung dalam kolam tandon.

Partisipasi Mitra Dalam Pelaksanaan Program

Partisipasi mitra dalam pelaksanaan program yang akan diselenggarakan bersama, sangat merespon sekali, jika dilihat dari diskusi yang telah dilakukan. Mitra dimana desa yang akan diterapkan pembangkit mikrohidro dengan aliran irigasi yang cukup deras mereka bersedia melakukan gotong royong sebagai upaya terealisasinya sebuah pembangkit yang direncanakan.

1. Turut serta dalam melakukan pengambilan data awal dalam melihat kapasitas irigasi dan survai awal dilapangan terlihat membantu pelaksanaan.
2. Bersedia melaksanakan dalam pembuatan turbin air bersekala kecil.
3. Menyediakan tenaga tukang batu maupun las secara bergantian dalam pelaksanaan pembuatan turbin.

Kelayakan Perguruan Tinggi

Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta adalah salah satu perguruan tinggi yang ada di wilayah DIY, yang berdiri pada tanggal 28 Agustus 1972 yang diselenggarakan oleh Yayasan Pembina Potensi Pembangunan yang disingkat YPPP. Telah berpengalaman selama 37 tahun mencetak lulusan profesional dalam bidang ilmu keteknikan. Alumninya sudah tersebar diseluruh Indonesia.

Di Jogjakarta hanya sedikit perguruan tinggi yang mengkhususkan pendidikannya pada disiplin ilmu teknik, antara lain IST AKPRIND. Sehingga sangat berkopoten dalam pengembangan teknologi tepat guna untuk pemberdayaan masyarakat berdasarkan disiplin ilmu yang dianut.

Untuk proses penelitian dan pendidikan, IST AKPRIND didukung dengan beberapa Laboratorium sebagai penunjang dengan peralatan yang memadai dan fasilitas pendukung lainnya. Adapun Laboratorium yang dimiliki antara lain adalah: Laboratorium Elektronika Dasar; Laboratorium Elektronika Lanjut; Laboratorium Elektronika Digital; Laboratorium Dasar Teknik Elektro; Laboratorium Teknik Tenaga Listrik; Laboratorium Instalasi Listrik; Laboratorium Kendali/PLC dan Laboratorium Perawatan dan Perbaikan

Prestasi yang pernah diraih oleh mahasiswa, dosen sebagai tenaga pengajar, maupun instansi pun sudah cukup banyak, dari tingkat daerah, tingkat Wilayah sampai tingkat nasional sehingga kelayakan perguruan tinggi tidak perlu diragukan lagi.

Pembimbing KKN adalah staf pengajar aktif di IST AKPRIND dengan disiplin Ilmu Teknik Elektro, sehingga sesuai dengan permasalahan pada masyarakat Singosaren Wukirsari, dari sisi pengalaman pengabdian masyarakat, pembimbing adalah sudah banyak pengalaman dalam bidang Tridarma Perguruan Tinggi dan sudah mengabdikan dirinya selama 25 tahun lebih sebagai dosen di IST AKPRIND, mengindikasikan bahwa sebagai dosen pembimbing KKN tidak diragukan lagi, begitu pula disetiap penyelenggaraan KKN di sekitar Propinsi DIY dan penyelenggaraan pelayanan masyarakat lain yang dilakukan secara berkala pada setiap tahun berdasarkan bidang keilmuannya, sebagai Pembimbing mahasiswa melakukan kegiatan praktek baik di dalam maupun diluar kampus sesuai dengan peserta KKN maupun PKN di Industri.

Gambaran Umum Studi

Potensi Energi Air

Air merupakan sumber energi yang murah dan relatif mudah didapat, karena pada air tersimpan energi potensial (pada air jatuh) dan energi kinetik (pada air mengalir). Tenaga air (Hydropower) adalah energi yang diperoleh dari air yang mengalir. Energi yang dimiliki air dapat dimanfaatkan dan digunakan dalam wujud energi mekanis maupun energi listrik. Pemanfaatan energi air banyak dilakukan dengan menggunakan kincir air atau turbin air yang memanfaatkan adanya suatu air terjun atau aliran air di sungai. Sejak awal abad 18 kincir air banyak dimanfaatkan sebagai penggerak penggilingan gandum, penggergajian kayu dan mesin tekstil.

Besarnya tenaga air yang tersedia dari suatu sumber air bergantung pada besarnya head dan debit air. Dalam hubungan dengan reservoir air maka head adalah beda ketinggian antara muka air pada reservoir (bendungan) dengan muka air keluar dari kincir air/turbin air. Total energi yang tersedia dari suatu reservoir air adalah merupakan energi potensial air yaitu :

$$E = mgh$$

dimana m: adalah massa air (kg);

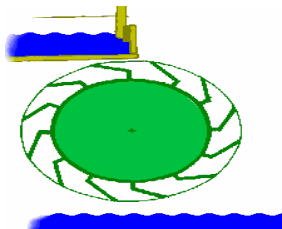
h : adalah head (m);

g : adalah percepatan gravitasi

Klasifikasi Kincir Air

Kincir air merupakan sarana untuk merubah energi air menjadi energi mekanik berupa putaran pada poros kincir. Ada beberapa tipe kincir air yaitu : Kincir Air *Overshot*; Kincir Air *Undershot*; Kincir Air *Breastshot*

Kincir Air *Overshot*



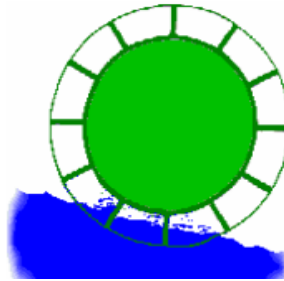
Gambar 1. Kincir air *overshot*

Kincir air *overshot* bekerja bila air yang mengalir jatuh ke dalam bagian sudu-sudu sisi bagian atas, dan karena gaya berat air roda kincir berputar. Kincir air *overshot* adalah kincir air yang paling banyak digunakan dibandingkan dengan jenis kincir air yang lain.

Sedangkan kerugian karena aliran air berasal dari atas maka biasanya *reservoir* air atau bendungan air, memerlukan investasi yang lebih banyak, tidak dapat diterapkan untuk mesin putaran tinggi, membutuhkan ruang yang lebih luas untuk penempatan, Daya yang dihasilkan relatif kecil.

Kincir Air *Undershot*

Kincir air *undershot* bekerja bila air yang mengalir, menghantam dinding sudu yang terletak pada bagian bawah dari kincir air. Kincir air tipe *undershot* tidak mempunyai tambahan keuntungan dari head. Tipe ini cocok dipasang pada perairan dangkal pada daerah yang rata. Tipe ini disebut juga dengan "Vitruvian". Disini aliran air berlawanan dengan arah sudu yang memutar kincir.



Gambar 2. Kincir air *undershot*

Adapun keuntungan menggunakan kincir air *undershot* adalah konstruksi lebih sederhana, lebih ekonomis, mudah untuk dipindahkan. Sedangkan kerugiannya adalah efisiensi kecil, daya yang dihasilkan relatif kecil.

Pembahasan

Pelaksanaan KKN

Sebelum melaksanakan kegiatan kuliah kerja nyata (KKN) terlebih dahulu diadakan pembekalan materi kuliah kerja nyata yang dikoordinasi lembaga Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat IST AKPRIND. Adapun maksud dari kegiatan ini adalah memberi gambaran kepada mahasiswa tentang bagaimana caranya bermasyarakat khususnya dilokasi masing-masing yang telah ditentukan oleh panitia sehingga mahasiswa lebih dapat mempersiapkan diri. Kegiatan pembekalan kuliah kerja nyata (KKN) meliputi pemberian materi mengenai bagaimana menemukan jati diri, bagaimana menjadi guru yang professional dan penjelasan mengenai tata cara pelaksanaan kuliah kerja nyata (KKN) sampai dengan penyusunan laporan kuliah kerja nyata (KKN).

Penerjungan ke lokasi, dimana tim KKN yang didampingi oleh dosen pendamping serta unsur dari LPPM, dilakukan pertemuan dengan aparat desa Wukirsari. Mahasiswa yang mengikuti KKN dan pertemuan dengan aparat desa di kantor Desa Wukirsari

kemudian ditempatkan di Dusun Singosaren. Gambar 1 suasana pertemuan dengan masyarakat Singosaren dan Gambar 2 beserta mahasiswa yang diterjunkan.

Saat dilakukan koordinasi dengan mitra di dusun Singosaren desa Wukirsari dengan santai diskusi Gambar 3. dan berlangsung membicarakan prosedur pelaksanaan potensi energi air yang ada di lokasi pelaksanaan KKN, yang akan dipasang pembangkit mikrohidro adapun potensi kincir yang akan dipasang secara teoritis dapat dipilih, model sebagaincincir air undershod pada Gambar 2. Sedangkan untuk tingkat kepedulian masyarakat didiskusikan lebih lanjut, agar supaya bisa saling menjaga hasil karya yang telah dibuat bersama sama masyarakat di dusun Singosaren Gambar 4.



Gambar 3 Diskusi Dengan Masyarakat Sinkronisasi Pelaksanaan Program



Gambar 4 Penjelasan Tim KKN dusun Singosaren, Wukirsari



Gambar 5. Alairan Sungai Utama di Desa Singosaren Kecamatan Imogiri

Dari hasil dan pembahasan bersama masyarakat di Dusun Singosaren, Wukirsari mogiri Bantul. Sudah dapat diambil kesimpulan untuk model kincir yang akan dipasang Gambar 2, dan lokasi penempatan kincir diperjelas dengan Gambar 5, 6 dan 7.



Gambar 6. Pintu irigasi Utama pada PLTMh



Gambar 7. Lokasi dimana PLTMh dipasang

Pelaksanaan

Tujuan sesuai dengan permasalahan yang telah dibicarakan bersamadengan masyarakat setempat, bahwa, dengan program KKN ini diharapkan dapat memecahkan permasalahan permasalahan yang ada, berdasarkan pada pemanfaatan irigasi sebagai sarana pembangkit mikro, maka masyarakat :

1. Mempunyai ketersediaan Energi Listrik Secara Gratis, sehingga dapat dimanfaatkan sebagai sarana penerangan jalan penghubung antar dusun yang belum terjangkau aliran listrik dari PLN.
2. Dapat memanfaatkan sebagai sarana produktif melalui peralatan tepat guna, hal ini dapat membantu perekonomian desa sehingga semakin menjamin keamanan dan kenyamanan dalam hidup bermasyarakat.

Adapun spesifikasi pembangkit yang direncanakan disesuaikan dengan kapasitas debit air dan kecepatan aliran irigasi, dapat berkapasitas lebih kurang sebesar 1000VA,

Frekuensi 50 Hz, Tegangan output 220 Volt dengan putaran 1500 rpm. Tegangan yang dibangkitkan merupakan tegangan bolak-balik AC 1 fasa.

Manfaat hasil yang dicapai antara lain meningkatnya wawasan kewirausahaan & Keamanan wilayah dusun Singosaren Wukirsari, meningkatnya wawasan pemanfaatan Peralatan pertukangan maupun yang lain, meningkatnya perekonomian juga dapat mendukung pendidikan/belajar dimalam hari, meningkatkan keamanan.

Adapun proses pelaksanaan sesuai dengan prosedur yang telah disepakati sebagaimana diperlihatkan dalam Gambar 8, 9, 10, 11 dan 12. Lokasi dimana mikrohidro ditempatkan.

Seluruh kegiatan tersebut akan dilaksanakan selama KKN berlangsung sekitar 3 bulan, dengan capaian target adalah aplikasi Memanfaatkan Irigasi Sebagai Sumber Energi Listrik Mikrohidro di Singosaren Wukirsari Imogiri Bantul Jogjakarta sudah 90% selesai, sehingga bisa segera dilaksanakan kegiatan pelatihan pengelolaan dan maintenance PLTMh dan sosialisasi kepada mitra kegiatan, serta evaluasi program.



Gambar 8 Penempatan pembangkit Mikrohidro



Gambar 9 Pelaksanaan perbaikan pembangkit Mikrohidro



Gambar 10. Pelaksanaan pendampingan bersama masyarakat



Gambar 11. Pembuatan gubuk secara bersama masyarakat



Gambar 12. Pemasangan lampu penerangan jalan bersama masyarakat



Gambar 13. Pemasangan lampu penerangan jalan bersama masyarakat

Simpulan

Program Penerapan IPTEKS yang dilakukan lewat Program KKN di masyarakat, merupakan alternatif solusi yang memfokuskan pada “Memanfaatkan Irigasi Sebagai Sumber Energi Listrik Mikrohidro di Singosaren Wukirsari Imogiri Bantul Jogjakarta.” Untuk Menunjang Peningkatan Perekonomian Masyarakat. Kegiatan ini juga menjadi sarana membina dan meningkatkan kolaborasi mahasiswa, dosen, dan kelompok masyarakat sasaran dalam mengatasi permasalahan di masyarakat. Kegiatan utama program KKN ini meliputi:

- 1). Meningkatkan daya listrik pada Mikrohidro, yang ada saat sekarang belum optimal.
- 2). Pemanfaatan tercapainya peningkatan daya listrik sebagai energy ekstra dan dapat digunakan sebagai sarana pertukangan dan jasa parut kelapa.
- 3). Disamping keperluan kegiatan tersebut, juga sebagai sarana penerangan jalan umum antar dusun.
- 4). Dengan Peningkatan Daya Listrik diharapkan kesejahteraan, keamanan dan peningkatan perekonomian masyarakat makin bertambah.

Saran

Sebaiknya dilakukan pemeliharaan yang kontinyu pada pembangkit mikro ini akan menambah tercapainya penyaluran energi alternatif yang menguntungkan dan hal ini menjadi tanggungjawab pengelola Kelompok Masyarakat dusun Singosaren Wukirsari, sehingga diperlukan adanya ketersediaan SDM sebagai pengelola. Kegiatan pelatihan khusus yang dapat dilaksanakan untuk meningkatkan kemampuan dan menyediakan SMD sebagai teknisi pada PLTMh tersebut.

Daftar Pustaka

- Abdulkadir. Energi. UI Press, Jakarta. 1995.
- Archie W Culp, Jr, 1979, Principle of energy Converting, Mc Graw Hill, Ltd.
- Bernhart G. A. Skrotzky. Power Station Engineering & Economics. McGraw-Hill.
- Djojonegoro,W., 1992, Pengembangan dan penerapan energi baru dan terbarukan, Lokakarya "Bio Mature Unit" (BMU) untuk pengembangan masyarakat pedesaan, BPPT, Jakarta.
- Fritzler,M., 1993, Stichwort-Umweltgiffe, Wilhelm Heyne Verlag, Moenchen, Germany.
- M. M. El Wakil. Power Plant Technology. McGraw-Hill.
- Ramani,K.V., 1992, Rural electrification and rural development, Rural electrification guide book for Asia & Pacific, Bangkok.
- S. S. Penner, et al., 1975. Energy. Addison-Wesley Publishing Co., Inc. London.
- Soetendro,H.,Soedirman,S.,Sudja,N., 1992, Rural Electrification in Indonesia, Rural Electrification Guide book for Asia & the Pacific, Bangkok.
- Zuhail,1995, Policy & Development Programs on Rural Electrification for next 10 years, Ditjen.Listrik & Pengembangan Energi, Departemen Pertambangan dan Energi, Jakarta.

