

**ANALISIS FINANSIAL DAN EKONOMI PEMBANGKIT
LISTRIK MIKROHIDRO DI BERAPA LOKASI,
PROPINSI JAWA TENGAH, INDONESIA**
*(Financial and Economic Analysis of Microhydro Electricity Plants,
at Some Locations, Central Java Province, Indonesia)*

Oleh/By :

Purwanto

Balai Penelitian Kehutanan Solo
Jl. Jend. Ahmad Yani, Pabelan, Kartasuro

ABSTRACT

Excess demand for electricity has occurred in Indonesia recently. In 2009, supply of electricity was 29,705 MW. Unfortunately, 11.68% of it loss during the distribution or interconnecting process since net supply was 26,235 MW. In contrast, the demand was 30,943 MW or its deficit was 15.22%. In Indonesia, there is abundance of locations where potential energy of water can be utilized for microhydro electricity plants (MEP), especially in the upper area of watershed. MEP is a hydro electricity plant that produces ≤ 100 kW/h electricity (Aprianti, 2009). This study was conducted at the three MEP namely: traditional household electricity power plant (in Karangtengah Village = location 1), medium electricity power plant (Purbasari Village = location 2), and modern electricity power plant (Wanganaji = location 3). Management pattern, cost and benefit of MEP was recorded from key persons as well as secondary data. Key informants and respondents in location 1 were 20 of 21 people who manage household traditional power plants. Key informant and respondents in location 2 were a manager of MEP Purbasari, 3 turbine daily controllers, and 10 consumers, and key informant in location 3 was manager of MEP Wanganaji. Management pattern, financial (Net Present Value, Internal Rate of Return, and Pay Back Period) and economic analysis were conducted. Results of this study are: 1). MEPs Karangtengah are 21 traditional household MEPs for supplying households electricity needs. They have been established since 1993. 2). MEP Purbasari has been managed by Purbasari Village Government for supplying community electricity needs, and 3). MEP Wanganaji has been managed by Rodbatuth Tbolibin Islamic Boarding School for electricity supplying to State Electricity Services. Based on financial analysis: 1). MPEs Karangtengah is not feasible based on financial analysis, 2). MEP Purbasari during 15 years has produced NPV = Rp. 6.562.695.042,-, BCR = 2,73, IRR = 35% and pay back period = 3 years and 4 months and 3). MEP Wanganaji during 15 years has produced NPV = Rp. 2.771.300.000,- and the pay back period = 11 years and 9 months. MEPs Karangtengah and Purbasari have significantly effected to community economic activities, however MEP Wanganaji is not easy to be measured since the electricity is directly supplied to national web electricity interconnecting.

Keyword: Microhydro, electricity plant, financial and economic analysis

ABSTRAK

Permintaan melebihi pasokan listrik terjadi di Indonesia akhir-akhir ini. Pada tahun 2009, pasokan listrik sebesar 29.705 MW. Dari pasokan tersebut yang hilang sebesar 11,68% selama proses distribusi sehingga pasokan bersih 26.235 MW. Di sisi lain permintaannya sebesar 30.943 MW atau mengalami defisit 15,22%. Di Indonesia banyak ditemukan lokasi yang memiliki potensi sumberdaya air yang dapat digunakan untuk pembangkit listrik tenaga mikrohidro (PLTMH), khususnya yang berada di hulu Daerah Aliran Sungai (DAS). PLTMH adalah pembangkit listrik tenaga air yang dapat memproduksi listrik ≤ 100 kWh (Aprianti, 2009). Kajian ini dilakukan di tiga PLTMH yakni: PLTMH tradisional yang dikelola oleh rumah tangga (Desa Karangtengah, lokasi 1), PLTMH medium (Desa Purbasari, lokasi 2), dan PLTMH modern (Wanganaji, lokasi 3). Pola manajemen, biaya dan manfaat dari PLTMH di catat dari survey, informasi tokoh kunci dan data sekunder. Informan kunci dan responden dalam kajian ini, untuk lokasi 1 (Karangtengah) yakni 20 orang dari 21 orang pemilik

PLTMH tradisional, untuk lokasi 2 (Purbasari) yakni pengelola PLTMH, 3 orang pengelola turbin, dan 10 orang konsumen, untuk lokasi 3 (Wanganaji) adalah pengelola PLTMH Wanganaji. Analisis pola manajemen, finansial dan ekonomi dilakukan pada kajian ini. Net Present Value (NPV), Internal Rate of Return (IRR), dan Pay Back Period (PBP) merupakan parameter dalam kajian ini. Hasil kajian sebagai berikut: PLTMH Karangtengah merupakan PLTMH yang dimiliki oleh masing-masing rumah tangga untuk memenuhi kebutuhan listrik mereka sendiri yang mulai dibangun pada tahun 1993, PLTMH Purbasari dikelola oleh Desa dan digunakan untuk memasok kebutuhan listrik warga Desa Purbasari, PLTMH Wanganaji dikelola oleh Pondok Pesantren Rodhathuth Tholibin untuk memasok jaringan interkoneksi Perusahaan Listrik Negara (PLN). Berdasarkan analisis finansial: 1). PLTMH Karangtengah secara finansial tidak layak. 2). PLTMH Desa Purbasari dengan kurun waktu 15 tahun, memberikan NPV = Rp. 6.562.695.042,-, BCR = 2,73, dan IRR = 35% dengan pay back period selama 3 tahun 4 bulan; 3). PLTMH Wanganaji yang memasok interkoneksi PLN Wonosobo dengan investasi Rp. 2.695.700.000,- NPV = Rp. 2.771.300.000,- dengan pengembalian modal (*pay back period*) akan terjadi 11 tahun 9 bulan yaitu pada bulan September tahun 2018. PLTMH Desa Karangtengah dan Desa Purbasari yang secara langsung memasok kebutuhan listrik masyarakat berdampak nyata terhadap perekonomian masyarakat sedangkan PLTMH Wanganaji dampak ekonominya sulit diukur karena hasil listrik digunakan untuk memasok interkoneksi PLN.

Kata kunci: Mikrohidro, PLTMH, analisis finansial and ekonomi

I. PENDAHULUAN

Krisis energi listrik di Indonesia terjadi karena pasokan listrik yang tersedia dengan jumlah pemakaian listrik dan permintaan pemasangan baru oleh pelanggan tidak seimbang. Saat ini, total daya pembangkit di seluruh Indonesia mencapai 29.705 MW, yang terdiri atas Jawa-Bali 22.302 MW, sedangkan luar Jawa-Bali 7.403 MW. Sebanyak 24.856 MW di antaranya merupakan milik PLN dengan komposisi Jawa-Bali 19.283 MW dan luar Jawa-Bali 5.573 MW. Sementara itu, sisanya milik swasta. Kebutuhan listrik untuk industri dan masyarakat sebesar 30.943 MW sehingga terjadi defisit 1.238 MW atau 3,99%. Kondisi tersebut diperparah adanya susut jaringan, yang pada tahun 2007 sebesar 15.920.579.817 kWh atau 11,68% (BPK RI, 2007).

Menurut Syamsuddin (2009), kemampuan PLN untuk memasok kebutuhan listrik Jawa-Bali saat ini sekitar 20.600 MW. Dengan beban puncak sebesar 16.200 MW per Maret 2009, margin pembangkit yang tersisa cuma 4.400 MW, atau sekitar 26-27%. Padahal margin kapasitas idealnya mesti di atas 30%. PLN memprediksi beban puncak semakin meningkat menjadi 17.200 MW pada akhir tahun 2009. Dalam rentang waktu ke depan (setidaknya sampai tahun 2030), kekurangidealan dan defisit pasokan setrum di Indonesia terus berlanjut. Berpijak pada tren pertumbuhan konsumsi listrik dalam dua tahun terakhir yang sekitar 6% setiap tahunnya, diprognoiskan pada tahun 2015 pemakaian setrum nasional sebesar 190,25 miliar kilowatt dan 455,95 miliar kilowatt pada tahun 2030. Apabila tidak ada penambahan kapasitas yang cukup signifikan, cadangan listrik nasional akan semakin tergerus, dan pasokan listrik menjadi tidak seimbang (*excess demand*). Menurut Andrianto (2009), saat ini PLN tengah membangun beberapa pembangkit listrik berbahan bakar non minyak hasil dari penerbitan obligasi yang direncanakan kelar pada tahun 2015. Namun demikian, dari total tambahan pasokan listrik baru tersebut tetap masih di bawah perkiraan konsumsi sebesar 190,25 miliar kilowatt pada tahun 2015 tersebut.

Potensi tenaga air dan gradien sungai yang dapat digunakan untuk pembangkit listrik tenaga air tersebar hampir di seluruh bagian hulu sungai-sungai Indonesia dan diperkirakan

dapat digunakan untuk memproduksi listrik sampai mencapai 75.000 MW, sementara pemanfaatannya baru sekitar 2,5% dari potensi yang ada. Turbin air sebagai alat pengubah energi potensial air menjadi energi *tors*/putar yang dapat dimanfaatkan sebagai penggerak generator, pompa dan peralatan lain. Untuk daerah/lokasi yang mempunyai sumber energi air sangatlah menguntungkan apabila memanfaatkan teknologi turbin air (LIPI, 2009).

Energi potensial air karena debit air yang besar dan gradien sungai yang tinggi, di beberapa tempat, telah dijadikan pembangkit listrik tenaga air (PLTA). Salah satu PLTA adalah Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH). PLTMH adalah pembangkit listrik tenaga air yang menghasilkan listrik kurang dari 100 kilowatt (kW) dan dapat dikerjakan oleh masyarakat secara bergotong royong (Aprianti, 2009). Menurut Permadi dalam Aprianti (2009), pembangunan PLTMH membutuhkan biaya sekitar Rp 15 juta per 1.000 watt. Menurut Andrianto (2009) adanya proyek-proyek PLTMH tersebut merupakan proses liberalisasi pengadaan listrik yang mungkin menjadi salah satu alternatif paling cocok untuk meningkatkan pasokan listrik. Dalam skema ini, sektor privat diberikan ruang untuk menjadi pemain dalam pasar listrik Indonesia.

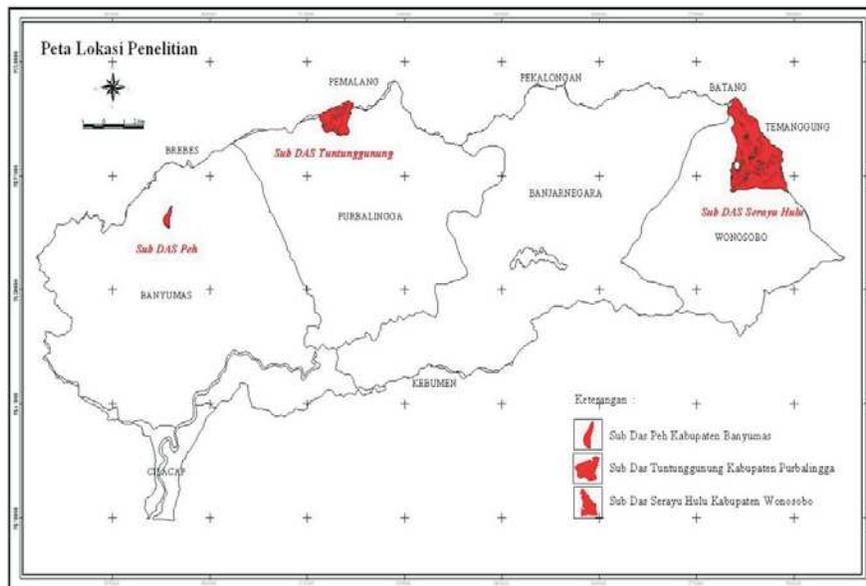
Agar investor tertarik terhadap proyek PLTMH maka diperlukan informasi hasil analisis finansial dan ekonomi pengelolaan PLTMH. Makalah ini menyajikan hasil analisis finansial dan ekonomi, 3 model pengelolaan PLTMH Wanganaji (semimodern), Purbasari (Dikelola Desa) dan Karangtengah (Rumah tangga/konvensional). Kajian ini menjawab pertanyaan penelitian: 1. Bagaimana pengelolaan PLTMH yang dikelola secara tradisional, oleh perangkat desa dan semi modern, dan 2. Bagaimana keuntungan finansial dan ekonomi pengelolaan mikrohidro tersebut? Dari hasil kajian ini diharapkan dapat sebagai informasi para pihak yang ingin membangun PLTMH pada skala kecil (rumah tangga), menengah (untuk kebutuhan Desa), dan modern untuk memasok ke jaringan interkoneksi PLN.

II. METODE KAJIAN

A. Lokasi dan Waktu

Hutan berfungsi untuk mengatur tata air. Pada lokasi yang curah hujan dan gradien sungainya tinggi, hasil air dari hutan dapat digunakan sebagai pembangkit listrik. Hal ini berarti bahwa hutan dapat menghasilkan jasa air.

Beberapa tempat di Jawa Tengah, hasil air dari hutan digunakan untuk pembangkit listrik mikro hidro (PLTMH). Kajian ini dilakukan di tiga lokasi yaitu: 1). Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Konvensional, di Desa Karangtengah, Kecamatan Cilongok, Kabupaten Banyumas, 2). Pembangkit listrik Desa Purbasari, Kecamatan Karangjambu, Kabupaten Purbalingga, dan 3). Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Wanganaji, Desa Blenderan, Kecamatan Mojotengah, Kabupaten Wonosobo (Gambar 1). Lokasi 1 (Karangtengah) dipilih karena masyarakat (21 orang) memanfaatkan jasa air untuk PLTMH yang berasal dari hutan lindung Gunung Slamet Barat, di dalam Sub DAS Peh, air untuk PLTMH lokasi 2 (Desa Purbasari) berasal dari hutan produksi Perum Perhutani dan hutan rakyat, di dalam Sub DAS Tuntunggunung, dan air untuk PLTMH lokasi 3 berasal dari Sungai Serayu yang hulunya berada di kawasan lindung Dieng (Wonosobo dan Banjarnegara). Kajian dilakukan pada bulan November 2009.



Gambar 1. Lokasi kajian finansial dan ekonomi mikrohidro
 Figure 1. Financial and economic analysis of microhidro site

B. Rancangan Penelitian

Kajian ini dirancang berdasarkan tingkat manajemen pengelolaan pembangkit listrik mikrohidro. PLTMH Desa Karangtengah dikelola tradisional oleh dan untuk kebutuhan rumah tangga masing-masing pemilik. PLTMH dikelola semi modern oleh perangkat Desa Purbasari dan digunakan untuk warga masyarakat desa tersebut serta PLTMH Wanganaji dikelola modern oleh Pondok Pesantren Rodlothut Tholibin untuk disambungkan ke jaringan interkoneksi PLN.

C. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan pendekatan metode survey untuk pengelolaan pembangkit listrik mikrohidro di Desa Karangtengah dan pendekatan kualitatif untuk pengelolaan pembangkit listrik Desa Purbasari dan Wanganaji. Responden di Desa Karangtengah adalah pemilik dan pemakai listrik PLTMH konvensional sebanyak 20 orang dari 21 orang pemilik PLTMH. Informan kunci di Desa Purbasari adalah pengelola PLTMH: Kepala Urusan Ekonomi dan Pembangunan Desa Purbasari (1 orang), 3 orang penjaga dan pengelola turbin, dan 10 orang anggota masyarakat pengguna listrik PLTMH, sedangkan untuk PLTMH Wanganaji adalah pengurus koperasi Pondok Pesantren Rodlothut Tholibin sebagai pengelola PLTMH tersebut.

D. Analisis Data

Analisis data untuk menjawab bagaimana pengelolaan PLTMH ketiga lokasi dilakukan dengan *snowball analysis*. Analisis data dimulai pada saat melakukan observasi di masyarakat. Teknik analisisnya dilakukan dengan berusaha melihat sesuatu dan mempresentasikannya berdasarkan pandangan responden (Hutapea dan Suwondo, 1989). Sebelum dianalisis, dilakukan pengujian data (validasi) dengan menggunakan teknik triangulasi: 1). Membandingkan hasil pengamatan dengan hasil wawancara, 2). Membandingkan keadaan dan perspektif seorang responden dengan responden lain yang memiliki pengetahuan, pengalaman, profesi yang berbeda namun diduga memiliki informasi tentang fakta yang ditanyakan dan 3). Membandingkan hasil wawancara dengan data hasil perekaman data, seperti dokumen, hasil penelitian, sejarah yang terkait dengan objek penelitian (Moleong, 1999). Langkah terakhir, data primer maupun sekunder diolah dengan pendekatan kualitatif dan kuantitatif dengan mereduksi data, menyajikan data yang telah disusun, dibuat hasil temuan lapangan dalam bentuk tema-tema yang saling berkaitan satu sama lain dan kemudian ditarik kesimpulan.

Analisis finansial dan ekonomi dilakukan pada kajian ini. *Cashflow analysis* disusun berdasarkan hasil wawancara dengan responden tentang biaya-biaya yang digunakan dalam pengelolaan PLTMH sedangkan benefitnya dihitung dari jumlah listrik yang dihasilkan dari PLTMH yang mereka kelola dan nilai akuntansinya dihasilkan dari kilowatt listrik yang dihasilkan dari 1 unit PLTMH dikalikan dengan harga listrik apabila mereka harus membayar ke Perusahaan Listrik Negara (PLN). Periode penghitungan *cash-flow* kelayakan finansial pembangkit listrik tenaga mikro hidro (PLTMH) di Desa Karang Tengah dan Desa Purbasari selama 15 tahun (2008 - 2023) yang diperkirakan sebagai umur ekonomis untuk PLTMH Purbasari dan 3 x daur untuk PLTMH Desa Karangtengah. Khusus untuk usaha mikrohidro Wanganaji, *cash-flow* diperoleh dari pengelolanya yaitu Pondok Pesantren Rodhotul Thalibin namun yang diperoleh hanya pengelolaan dari tahun 2008 - 2012. Untuk perhitungan tahun-tahun berikutnya diasumsikan bahwa sejak tahun 2012 pendapatan pengelola sudah stabil. Hal ini untuk mengatasi keterbatasan data yang diperoleh.

Analisis kelayakan yang digunakan adalah NPV (*Net Present Value*), IRR (*Internal Rate of Return*) dan BCR (*Benefit Cost Ratio*) (Gray, 1993) dengan rumus sebagai berikut:

$$NPV = \sum_{t=1}^{t=n} \frac{B_t - C_t}{(1 + i)^t}$$

Keterangan :

B_t = Penerimaan kotor pada tahun t

C_t = Biaya kotor usaha tani pada tahun t

n = Umur ekonomis (n = 5 tahun untuk PLTMH Karangtengah, n = 15 tahun untuk PLTMH Purbasari dan Wanganaji)

i = *Discount rate*

$$IRR = i' \frac{NPV'}{(i'' - i')} \frac{1}{NPV' - NPV''}$$

Keterangan :

i' = Nilai percobaan pertama untuk *discount rate*

i'' = Nilai percobaan kedua untuk *discount rate*

NPV' = Nilai percobaan pertama untuk NPV

NPV'' = Nilai percobaan kedua untuk NPV

$$BCR = \frac{(PV) B}{(PV) C}$$

Keterangan :

(PV) B = *Present Value Benefit* (Nilai sekarang pendapatan)

(PV) C = *Present Value Cost* (Nilai sekarang biaya)

Manfaat (*benefit*) yang digunakan dalam kajian ini didasarkan pada *opportunity cost* yaitu nilai uang yang harus dibayar oleh pengguna atau konsumen bila menggunakan listrik dari Perusahaan Listrik Negara (PLN) yaitu berupa biaya penyambungan dan biaya variabel yaitu jumlah *kilo watt hour* (kwh) yang digunakan oleh rumah tangga responden.

Biaya yang dianalisis dalam kajian ini terdiri dari biaya investasi yaitu: 1. biaya investasi yang diperinci berdasarkan lokasi PLTMH yaitu: Wanganaji (pembangunan bendungan, pembelian turbin, dan pembelian *Digital Turbine Controller*), Purbasari (pembangunan bendungan, pembelian turbin, dan membangun jaringan) sedangkan di Desa Karangtengah terdiri dari biaya pembuatan turbin dan bangunan untuk penyangga turbin yang terbuat dari kayu. Biaya variabel terdiri dari biaya upah penjaga turbin, biaya pengadaan lampu. *Discount rate* yang digunakan adalah 11%.

Dampak sosial dan ekonomi merupakan akibat tidak langsung dari adanya PLTMH. Dampak ekonomi tersebut antara lain adanya penambahan jenis usaha di lokasi kajian, serapan tenaga kerja, perilaku positif masyarakat setelah adanya PLTMH seperti jam kerja siswa, arus informasi dari TV, dll.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Model Manajemen Mikrohidro

1. Desa Karangtengah, Kecamatan Cilongok, Kabupaten Banyumas.

PLTMH Desa Karangtengah merupakan PLTMH konvensional yang terdiri dari kincir yang dibuat dari kayu dan turbin kecil yang bahan-bahannya (magnet, koren, kumparan, dll) berasal dari barang bekas motor roda 2. PLTMH Desa Karangtengah mulai

dibangun tahun 1993 yang dipelopori oleh Bapak Sarno. Pak Sarno diinspirasi adanya PLTMH kincir kayu di Desa Karanglewas, Kecamatan Cilongok, Kabupaten Banyumas.

Di Desa Karangtengah saat ini terdapat 21 PLTMH konvensional. Produksi listrik ke 21 PLTMH tersebut dapat dikategorikan "kecil, sedang, dan besar" berdasarkan jumlah magnet yang dipasang dalam turbin.

Berdasarkan wawancara dengan 20 orang responden yang memiliki PLTMH konvensional, 19 orang menyatakan bahwa pengelolaan PLTMH konvensional sangat rumit. Lakher kincir sering rusak akibat korosi oleh air yang diakibatkan oleh percikan air, kumparan sering terbakar, dan lampu harus dinyalakan terus menerus agar kumparan tidak konsleting. Pada musim penghujan kincir sering kebanjiran dan pada musim kemarau kekurangan air sehingga pada musim kemarau hanya dapat menyalakan listrik 1-2 lampu dengan daya 15 watt. Akibat permasalahan-permasalahan itu, 19 dari 20 reponden akan beralih sebagai konsumen PLN apabila jaringan PLN masuk ke Dusun mereka. Berdasarkan permasalahan tersebut diperlukan penyuluhan dalam bentuk demo pembuatan PLTMH konvensional yang dirancang agar *lakher* (kincir dan kipas) dan turbin tidak terkena percikan air sehingga lebih awet yang dilengkapi dengan *stabilizer* dan stop-kontak yang dapat digunakan untuk menghidupkan atau mematikan listrik. Akan lebih baik lagi, bila dapat dibangun PLTMH yang lebih besar, yang pengelolaannya dapat dilakukan oleh kelompok masyarakat namun tetap efisien dalam penggunaan biaya. Dalam hal kelembagaan, apabila PLTMH dapat dibangun lebih besar maka diperlukan lembaga pengelolaan PLTMH yang bertugas mengontrol kerja PLTMH, melakukan perbaikan jaringan, dan menarik iuran anggota.

Seluruh responden (20 orang) mengetahui betapa pentingnya kelestarian hutan lindung Gunung Slamet Barat untuk menjaga keberlangsungan sumber air yang mengalir ke sungai-sungai di Desa Karangtengah. Pengelola hutan lindung di dekat Desa Karangtengah adalah Asper Bagian Kesatuan Pemangkuan Hutan G. Slamet Barat, Kesatuan Pemangkuan Hutan Banyumas Timur. Hubungan masyarakat dengan aparat Perum pehutani cukup baik. Masyarakat dan pegawai perum saling bantu membantu dalam mengamankan hutan lindung tersebut.

2. Desa Purbasari, Kecamatan Karangjambu, Kabupaten Purbalingga.

PLTMH di Desa Purbasari mulai dibangun tahun 1994 namun mengalami masalah pada tahun 2006 karena kawat tembaga pada turbin dicuri orang. Keberadaan PLTMH di Desa tersebut telah merubah pola hidup masyarakat karena sebelum adanya PLTMH, penerangan yang digunakan masyarakat menggunakan minyak tanah sedangkan untuk menyalakan TV, mesyarakat menggunakan acu.

Struktur fisik dari PLTMH terdiri dari: bendungan, saluran air, penstock yang dibuat dari besi dengan diameter 55 cm dan panjang 19 m, rumah turbin (*power house*), dan generator. Generator yang digunakan Pembangunan PLTMH Desa Purbasari yaitu Standford dengan kapasitas 40 kilowatt buatan Jerman.

PLTMH Desa Purbasari merupakan proyek percontohan (*pilot project*) desa mandiri energi dari Departemen Energi dan Sumberdaya Mineral. Pendanaannya melalui Kantor Kelistrikan Desa (Kalisada) Jawa Tengah di Semarang dan yang melakukan pembangunan adalah PLN Purwokerto. Setelah PLTMH beroperasi, di tingkat Desa, dibentuk organisasi yang terdiri dari ketua dan 5 (lima) orang penjaga *power house* untuk mengontrol kerja PLTMH. Setiap ketua organisasi mendapatkan honor Rp 125.000,- per bulan dan kelima penjaga PLTMH mendapatkan honor Rp 90.000,- per bulan.

Pemakai listrik dari PLTMH sebanyak 151 orang. Dari Tahun 1994 - 1998, setiap konsumen listrik membayar Rp. 10.000,- sedangkan sejak tahun 1999 - 2006 setiap konsumen membayar Rp 15.000,-. Dari penerimaan tersebut 90% digunakan untuk biaya pemeliharaan dan 10% disetorkan ke kas Desa Purbasari.

Bagian hulu PLTMH Desa Purbasari adalah pemukiman dan hutan rakyat yang sebagian besar ($\pm 70\%$) ditanami sengon (*Paraseriantbes falcataria*) dan sebagian kecil ($\pm 30\%$) merupakan kawasan hutan lindung yang dikelola oleh Perum Perhutani dengan ditanami pinus (*Pinus merkusii*). Masyarakat kurang mengetahui fungsi hutan sebagai pengatur tata air. Untuk itu penyuluhan tentang pentingnya hutan untuk mengatur tata air perlu diberikan kepada masyarakat agar kelestarian air untuk memasok kebutuhan PLTMH dapat terpenuhi. Masyarakat didorong tetap melestarikan hutan rakyatnya dan menanam lahan kosong sehingga kelestarian sumber daya air tetap terjamin.

3. PLTMH Wanganaji, Desa Blenderan, Kecamatan Mojotengah, Kabupaten Wonosobo

PLTMH Wanganaji dibangun pada tahun 2006. Prakarsa pembangunan PLTMH adalah Koperasi Energi Indonesia (KOPENINDO) dengan bantuan bergulir dari Asian Development Bank (ADB). Lembaga yang terlibat dalam pembangunan PLTMH Wanganaji adalah Asian Development Bank, Direktorat Jendral Listrik dan Pemanfaatan Energi (DJLPE) dan Dinas Pertambangan dan Energi Provinsi Jawa Tengah, Dinas Pertambangan Kabupaten Wonosobo, Kopenindo Jakarta, Koperasi Asrama Perguruan Islam (Koperasi API) Pondok Pesantren Roudlotuth Tholibin. Desain teknis mekanis pembangunan bendungan, panstock, dan turbin dilakukan oleh PT. ENTEC Bandung dan CV. Cihanjuang Inti Teknik Bandung dan pekerjaan Elektrik dilakukan oleh PT. Heksa Prakarsa Teknik dan Renerconcy's Bandung. Pemanfaat listrik dari PLTMH Wanganaji adalah Interkoneksi PT. PLN distribusi Jawa Tengah dan DIY. Untuk selanjutnya pengelola Proyek Pembangunan PLTMH Wanganaji telah ditunjuk oleh Pemerintah Pusat dan Daerah adalah Koperasi API Rodlothuth Tholibin, Dusun Jawar, Desa Blederan, Kecamatan Mojotengah, Kabupaten Wonosobo, Jawa Tengah.

PLTMH Wanganaji dirancang untuk menghasilkan daya sebesar 140 kilowatt, dengan pola operasi pembangkit selama 24 jam per hari, sistem pemanfaatan air *run off river* yang berasal dari saluran irigasi Wanganaji. Debit air yang digunakan 1,42 m³/detik, tinggi bersih 12,6 m, dengan panjang konstruksi sipili 230 m dari *intake - tailrace*, yang akan memproduksi listrik 1,017 MWh/tahun.

Sebagian besar daerah tangkapan (*catchment area*) untuk PLTMH Wanganaji yakni kawasan hutan 46,96%, kebun sayur (46,73%) dan sisanya kebun teh, sawah dan perkampungan. Pengelola PLTMH Wanganaji telah mengetahui betapa pentingnya kelestarian hutan dan lahan di daerah tangkapan air PLTMH Wanganaji untuk kelestarian pasokan air. Pengelola PLTMH bekerjasama dengan Dinas Kehutanan dan Perkebunan Kabupaten Wonosobo membagi-bagikan bibit tanaman untuk penghijauan melalui santri dan orang tua santri serta masyarakat. Dari kegiatan tersebut, diharapkan dapat memperbaiki kondisi catchment PLTMH (DAS Serayu Hulu).

B. Analisis Finansial

1. PLTMH Desa Karangtengah, Kecamatan Cilongok, Kabupaten Banyumas

Manfaat yang diperoleh oleh pemilik sebagai pengguna PLTMH di Desa Kalipondok didekati dengan *opportunity cost* yaitu biaya tetap bulanan dan biaya pemakaian listrik bila konsumen menggunakan listrik PLN sebesar biaya yang diperoleh dari PLTMH. Dalam

analisis ini biaya beban ditetapkan Rp 10.600,- dan biaya pemakaian listrik sebesar Rp 772,- per kwh. Besarnya daya listrik yang dihasilkan sebesar 325 watt yang dapat digunakan untuk menghidupkan 2 (dua) TV yang memerlukan daya masing-masing 65 watt dan 13 lampu neon yang masing-masing memerlukan daya 15 watt.

Biaya yang dikeluarkan dalam pembuatan dan pengelolaan PLTMH terdiri dari pembelian magnet, curen, kebel tembaga,udukan turbin, lakher kincir, lakher kipas, papan untuk pembuatan kincir, as kincir dan as kipas, talang kayu, palang jalan kontrol, paku, kabel, *string belt* besar, *string belt* kecil, biaya pasang dan biaya pemeliharaan (Lampiran 1).

Analisis finansial PLTMH Desa Kalipondok dilakukan dalam kurun waktu 15 tahun yang didasarkan pada umur kincir tertua yang dibangun pada tahun 1994. Berdasarkan analisis finansial sebagai berikut: NPV = - Rp 783,022,- dan BCR = 0.86457. Berdasarkan analisis finansial tersebut menunjukkan bahwa PLTMH di Desa Kalipondok masih kurang menguntungkan apabila masyarakat memiliki kesempatan menggunakan listrik PLN.

Nilai NPV yang negatif tersebut terutama disebabkan adanya kerusakan lakher kincir yang harus diganti setiap 4 bulan sekali. Kerusakan *lakher* tersebut disebabkan oleh korosi yang diakibatkan oleh percikan air. Untuk mengurangi kerugian akibat korosi tersebut maka perlu dilakukan modifikasi PLTMH konvensional tersebut yakni dengan merancang agar lakher dan kumparnya tidak terpercik air sehingga tidak terjadi korosi.

2. PLTMH Desa Purbasari, Kecamatan Karangjambu, Kabupaten Purbalingga

Manfaat (*benefit*) yang diperoleh pengelola PLTMH di Desa Purbasari terdiri dari penerimaan dari biaya tetap pelanggan untuk pembelian dan pemasangan begenser serta penerimaan dari listrik setiap bulan. Biaya pembelian dan pemasangan begenser sebesar Rp 980.000,- per pelanggan. Penerimaan dari pelanggan sebesar Rp 202.881.600,- per tahun dari daya listrik 262.800 kwh dengan harga per kwh Rp 772,-. Daya listrik 262.800 kwh per tahun tersebut dihasilkan dari turbin dengan kapasitas 50 kw dan tingkat efisiensinya sebesar 60%.

Biaya yang digunakan dalam analisis ini terdiri dari: pembelian turbin, pembangunan bendungan dan saluran air, pembangunan jaringan listrik, pembelian dan pemasangan begenser, penggantian bearing turbin yang dilakukan setahun sekali, penggantian *bearing* generator yang dilakukan 2 (dua) kali dalam setahun, penggantian *veltbelt* yang dilakukan 5 tahun sekali, pembelian oli pelumas yang harus diganti setiap 750 jam, dan biaya lain-lain yang diperkirakan $\pm 10\%$ dari biaya variabel setiap tahunnya.

Berdasarkan analisis finansial PLTMH Desa Purbasari dengan kurun waktu 15 tahun, adalah sebagai berikut: NPV = Rp 6.562.695.042,-, BCR = 2,73, dan IRR = 35% dengan *pay back period* selama 3 tahun 4 bulan (Lampiran 2). Dari hasil analisis finansial tersebut dapat disimpulkan bahwa investasi PLTMH di Desa Purbasari dengan nilai investasi Rp 683.344.000,- lebih rasional untuk Desa Mandiri Energi dibanding dengan PLTMH Wanganaji dan Desa Karangtengah.

3. PLTMH Wanganaji, Desa Blenderan, Kecamatan Mojotengah, Kabupaten Wonosobo

Dalam kajian ini tidak diperoleh data detail biaya pembangunan PLTMH Wanganaji. Data biaya investasi diperoleh dari Anonimus (2006) dimana investasi pembangunan PLTMH Wanganaji sebesar Rp 2.695.7000.000,-. Investasi tersebut berasal dari Asian Development Bank, Koperasi Pondok Pesantren, dan Kopenindo yang masing-masing sebesar Rp 1.624.300.000,- (60%), Rp 429.000.000,- (16%) dan Rp 642.400.000,- (24%). Data *cash-flow* yang diperoleh dimulai tahun 2008 dan tidak menyajikan biaya investasi (Tabel 1).

Tabel 1. Proyeksi cash-flow PLTMH Wanganaji (dalam jutaan rupiah)
 Table 1. *Cash-flow of Wanganaji microhydro power plant (in million rupiahs)*

Sumber penerimaan dan pengeluaran (<i>Source of benefit and Cost</i>)	Tahun (<i>Years</i>)				
	2008	2009	2010	2011	2012
Penerimaan (<i>Revenue</i>)					
Penjualan listrik (<i>power sales</i>)	258.9	533.3	549.3	565.8	582.8
<i>CER revenue</i>	-	-	-	-	-
<i>Interest on time deposit</i>	1,5	4.8	6.6	7.8	9.0
<i>Interest on investment</i>	0.4	9.9	20.0	18.9	18.9
Jumlah penerimaan (<i>Total revenue</i>)	260.8	548.0	575.9	592.5	610.7
Pengeluaran (<i>Disbursement</i>)					
Biaya operasi dan Pemeliharaan (O & M)	50.4	105.9	111.2	116.7	122.6
Sewa Tanah (<i>Land rent</i>)	25.9	53.3	54.9	56.6	58.3
Biaya Monitoring & audit (Monitoring & audit exp.)	2.6	5.3	5.5	5.7	5.8
<i>Community Development</i>	4.7	23.8	23.5	22.9	22.9
Pajak (<i>income tax</i>)	0	0.8	10.6	35.2	50.5
Penyusutan (<i>Reinvestment</i>)	20.0	126.3	115.0	115.0	115.0
Jumlah pengeluaran (<i>Total disbursement</i>)	103.5	315.4	320.7	352.1	375.0
Surplus/defisit kas (<i>Cash</i>)	157.3	232.7	255.2	240.5	235.7
Kumulatif surplus/defisit	157.3	390.0	645.2	885.7	1,121.4
Pembagian laba (Profitts distribution)	37.7	192.8	190.4	185.5	185.2
Dana bergulir (<i>Revolving fund</i>) = 60%	22.7	116.2	114.8	111.8	111.6
Koperasi API = 16%	6.0	30.7	30.3	29.5	29.5
Kopenindo = 24%	9.0	46.0	45.4	44.2	44.1
Surplus (defisit) kas netto (<i>Net cash</i>)	119.6	39.8	64.8	55.0	50.5
Kas awal (<i>Cash begining balance</i>)	0	119.6	159.4	224.2	279.2
Kas akhir (<i>Cash ending balance</i>)	119.6	159.4	224.2	279.2	329.7

Sumber (*source*) : Anonimus (2006)

Apabila diasumsikan bahwa *surplus of cash* sudah stabil pada tahun ke 5 (lima) dan seterusnya maka pada tahun ke 2019 diperoleh surplus Rp 2.771.300.000,- atau waktu pengembalian modal (*pay back period*) akan terjadi 11 tahun 9 bulan yaitu pada bulan september tahun 2018.

C. Analisis Ekonomi

1. PLTMH Desa Karangtengah, Kecamatan Cilongok, Kabupaten Banyumas.

Setelah adanya PLTMH konvensional Kalipendok masyarakat dapat memanfaatkan listrik sehingga lokasi tersebut sebagai tempat rekreasi dapat dikunjungi masyarakat sampai malam hari. Terdapat 8 (delapan) warung yang buka sampai malam untuk melayani

pengunjung. Demikian pula anak-anak sekolah dapat memanfaatkan penerangan ini untuk kegiatan belajar.

2. PLTMH Desa Purbasari, Kecamatan Karangjambu, Kabupaten Purbalingga

Pembangunan PLTMH Desa Purbasari pada tahun 1994 telah berdampak positif terhadap perekonomian setempat. Disamping masyarakat dapat memanfaatkan listrik, telah berkembang 1 (satu) pabrik pengolahan kopi dan 2 (dua) bengkel meubel yang menggunakan listrik PLTMH di Desa tersebut. Pabrik pengolahan kopi memperkerjakan 7 orang buruh, sedangkan pabrik meubel masing-masing memperkerjakan 5 orang buruh.

3. PLTMH Wanganaji, Dusun Jawar, Desa Blenderan, Kecamatan Mojotengah, Kabupaten Wonosobo

Dari aspek ekonomi pembangunan PLTMH Wanganaji kurang berpengaruh terhadap perekonomian lokal. Hal ini disebabkan hasil listrik dari PLTMH Wanganaji dihubungkan langsung dengan jaringan interkoneksi PLN Wilayah Wonosobo. Dampak ekonomi yang langsung adalah penyerapan 7 (tujuh) orang tenaga kerja dengan upah Rp. 700.000,- per orang bulan. Dampak lain yang diharapkan yakni dapat terpacunya Koperasi Pondok Pesantren atau Lembaga masyarakat untuk mengelola PLTMH. Potensi debit air dan beda ketinggian sepanjang saluran irigasi Wanganaji merupakan potensi untuk pengembangan PLTMH paralel di sepanjang saluran Wanganaji yang dapat digunakan untuk memasok listrik di Kabupaten Wonosobo.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

PLTMH Karangtengah merupakan PLTMH yang dimiliki oleh masing-masing rumah tangga untuk memenuhi kebutuhan listrik mereka sendiri yang mulai dibangun pada tahun 1993, PLTMH Purbasari dikelola oleh Desa dan digunakan untuk memasok kebutuhan listrik warga Desa Purbasari, PLTMH Wanganaji dikelola oleh Pondok Pesantren Rodhathuth Tholibin untuk memasok jaringan interkoneksi Perusahaan Listrik Negara (PLN). PLTMH Desa Karangtengah dalam kurun waktu pengelolaan 5 tahun, secara finansial tidak layak. PLTMH Desa Purbasari dengan kurun waktu 15 tahun, memberikan NPV = Rp 6.562.695.042,-, BCR = 2,73, dan IRR = 35% dengan *pay back period* selama 3 tahun 4 bulan. Selanjutnya PLTMH Wanganaji yang memasok interkoneksi PLN Wonosobo dengan investasi Rp 2.695.700.000,- menghasilkan NPV = Rp 2.771.300.000,- dengan pengembalian modal (*pay back period*) akan terjadi 11 tahun 9 bulan yaitu pada bulan September tahun 2018.

PLTMH konvensional di Karangtengah secara finansial tidak menguntungkan, sedangkan PLTMH di Purbasari dan Wanganaji secara finansial menguntungkan namun dengan peralatan yang lebih modern mengakibatkan biaya lebih besar dan pengembalian modalnya semakin lama PLTMH yang secara langsung memasok kebutuhan listrik masyarakat berdampak nyata terhadap perekonomian masyarakat.

B. Saran

1. Untuk PLTMH Karangtengah perlu adanya penyuluhan dan demo pembuatan PLTMH yang lebih modern sehingga akan awet dan efektif menghasilkan listrik.

2. Pengembangan PLTMH untuk Desa Mandiri Energi sebaiknya dengan investasi dan teknologi menengah sehingga mampu didanai dengan anggaran desa dan menguntungkan baik secara finansial maupun ekonomi.
3. Air yang digunakan untuk penggerak turbin PLTMH dihasilkan dari kawasan hutan sehingga masyarakat seharusnya turut serta dalam pelestarian hutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Andrianto, J. 2009. Krisis listrik, PLN, dan liberalisasi. Kompasiana Sharing Connecting. Diunduh 21 Januari 2009 (www.Kompas.com).
- Anonimus. 2006. PLTMH (Pembangkit Listrik Tenaga Micro Hidro) API Ponpes Roudlotuth Tholibin. Jawa. Mojotengah. Wonosobo.
- Aprianti, A. 2009. Energi mikrohidro masih jadi andalan. Alpen Pustaka. Diunduh 22 Juni 2009 (<http://www.energi.lipi.go.id>).
- BPK RI. 2007. Hasil Pemeriksaan Subsidi Listrik Tahun 2007. Perusahaan Listrik Negara (Persero). Nomor : 05/Auditama VII/PDPT/06/2008, Tanggal: 2 Juni 2008. Badan Pemeriksa Keuangan Republik Indonesia. Jakarta.
- Gray, C., P. Simanjuntak, LK. Sabur, PFL. Maspaitella, dan RCG. Varley. 1993. Pengantar Evaluasi Proyek. Edisi Kedua. Penerbit Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Hutapea, R. dan K. Suwondo. 1989. Metodologi Penelitian. Fakultas Pascasarjana. Universitas Kristen Satya Wacana. Salatiga.
- LIPI. 2009. PLTMH - Pembangkit listrik tenaga mikrohidro. Diunduh 21 Januari 2010 (<http://www.energi.lipi.go.id>).
- Moleong, L.J. 1999. Metodologi Penelitian Kualitatif. PT. Remaja Rosdakarya. Bandung.
- Nirmalasari, E.N. 2005. Sertifikasi hutan di Jepang: Sampai dimanakah? Jurnal Sertifikasi Ekolabel Edisi III September 2005: 86-88.
- Syamsudin, M. 2009. Mencari solusi krisis listrik. Diunduh 14 April 2009. <http://www.beritaindonesia.co.id/nasional/mencari-solusi-krisis-listrik>

Lampiran 1. Cash Flow Biaya Manfaat Pembangunan dan Pengelolaan Mikrohidro Rumah Tangga di Desa Karangtengah, Cilongok, Kabupaten Banyumas
 Appendix 1. *Cash-flow of Microhydro Electricity Plants Managed by Households in Karangtengah Village, Cilongok Sub District, Banyumas District.*

FENOMENA	Volume	Satuan	Nilai	Tabung Ke														
				0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Pemb Biaya bahan	12 Btu		10600	127200	127200	127200	127200	127200	127200	127200	127200	127200	127200	127200	127200	127200	127200	127200
Listrik	32,5 Watt		0,0772	219,788	219,788	219,788	219,788	219,788	219,788	219,788	219,788	219,788	219,788	219,788	219,788	219,788	219,788	219,788
JUMLAH PENERIMAAN				346,988	346,988	346,988	346,988	346,988	346,988	346,988	346,988	346,988	346,988	346,988	346,988	346,988	346,988	346,988
PENGELUARAN																		
Bahan																		
1. Magnet	3 Buah		75	225	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2. Cawat	1 Buah		5	5	0	0	0	0	0	5000	0	0	0	0	0	0	5000	0
3. Kabel tembaga	9 Cms		157,5	0	0	0	0	0	52000	0	0	0	0	0	0	52000	0	0
4. Dindingan	1 Buah		300	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5. Lakiar linear	1 buah+4 bin		30	120000	120000	120000	120000	120000	120000	120000	120000	120000	120000	120000	120000	120000	120000	120000
6. Lakiar lipas	1 Buah		24	0	0	0	0	24000	0	0	0	0	0	24000	0	0	0	0
7. Pipan	9 Buah		15	135	0	0	0	0	135000	0	0	0	0	0	135000	0	0	0
8. As	2 Buah		10	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9. Taliang kayu	9 Buah		15	135	0	0	0	0	135000	0	0	0	0	0	135000	0	0	0
10. Kayu gabungan	1 Buah		40	0	0	0	0	0	40000	0	0	0	0	0	40000	0	0	0
11. Pelang /bus Kontrol	3 Eng		15	45	0	0	0	0	45000	0	0	0	0	0	45000	0	0	0
12. Palm	3 Kg		11	33	0	0	0	0	33000	0	0	0	0	0	33000	0	0	0
13. Esbel	1 Roll		25	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14. Sring bolt besar	1 Buah		35	0	0	0	0	35000	0	0	0	0	0	0	35000	0	0	0
15. Sring bolt kecil (lipas)	1 Buah		15	0	0	0	0	15000	0	0	0	0	0	0	15000	0	0	0
16. Biaya pasang	2 HOK		30	60	0	0	0	0	60000	0	0	0	0	0	60000	0	0	0
17. Biaya Pemeliharaan	1 klu/bulan		100	100000	100000	100000	100000	100000	100000	100000	100000	100000	100000	100000	100000	100000	100000	100000
JUMLAH PENGELUARAN			1.284.500	210000														
UNTUNG/ Rugi				-937,512	126,988	126,988	126,988	126,988	-373,012	71,988	126,988	102,988	102,988	76,988	-596,012	126,988	47,988	126,988
Diskon faktor (11%)				-103,126	13,969	13,969	13,969	13,969	-41,031	7,919	13,969	11,329	11,329	8,469	-61,781	13,969	5,279	13,969
Kemungkinan Terpakano				-834,385	113,019	113,019	113,019	113,019	-331,981	64,069	113,019	91,659	91,659	68,519	-532,231	113,019	42,709	113,019
Kemungkinan Komistaf				-843,382	-730,363	-617,343	-548,824	-457,165	-789,145	-725,076	-612,057	-520,397	-451,878	-384,109	-271,689	-175,361	-602,342	

Sumber: Diolah dari hasil wawancara dengan pemilik PLTMH Desa Karangtengah

