



Pemasangan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro untuk Pembebanan Umum pada Pondok Pesantren Mahfilud Duror II (PPMD), Desa Suger Kidul, Kecamatan Jelbuk, Kabupaten Jember

Widjonarko , Triwahju Hardianto, Andi Setiawan
Universitas Jember

 widjonarko.teknik@unej.ac.id

 <https://doi.org/10.31603/ce.4406>

Abstrak

Energi listrik adalah sumber energi yang saat ini menjadi sumber energi pokok bagi manusia. Hal ini disebabkan karena hampir setiap perangkat elektronik membutuhkan sumber energi listrik untuk dapat bekerja. Terlebih lagi untuk menunjang aktivitas belajar dan pengoperasian perangkat mengajar modern yang sangat bergantung pada ketersediaan tenaga listrik. Masalah ini kemudian muncul pada salah satu institusi pendidikan di Jember, tepatnya di Pondok Pesantren Mahfilud Duror II (PPMD). Pada institusi pendidikan tersebut, ketersediaan listrik sering mengalami pemadaman setiap harinya dengan waktu pemadaman mencapai 3 jam dalam sehari. Sehingga aktivitas belajar mengajar menjadi terganggu dan tidak berjalan secara optimal. Terlebih lagi, di dalam PPMD tersebut, terdapat dua sekolah dan asrama. Dua sekolah tersebut adalah SMP dan SMK yang pasti membutuhkan listrik pada saat praktikum. Tidak hanya itu saja, masalah lain yang timbul adalah biaya penggunaan listrik juga sangat besar untuk lingkungan pemasukan pesantren apabila seluruh beban dipasangkan pada perangkat jala-jala kelistrikan yang ada (sambungan listrik PLN). Oleh karena itu, dengan melihat beberapa permasalahan tersebut, perlu adanya perwujudan dari kemandirian energi guna membantu PPMD keluar dari dua masalah tersebut. Yaitu bagaimana membangun sebuah sumber energi yang bersifat kontinu dan mampu mereduksi biaya penggunaan listrik pada PPMD. Pada program yang telah dilakukan oleh tim dari Fakultas Teknik, Universitas Jember, dibuatlah sebuah Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) sebagai solusi atas permasalahan tersebut. Dengan melihat potensi yang ada, dibangunlah PLTMH dengan jenis turbin *crossflow*. Dari hasil *comissioning* menunjukkan bahwa pembangunan PLTMH telah sesuai standar dan dapat digunakan secara langsung oleh PPMD. Dengan adanya hal ini, tentu dapat membantu PPMD untuk mengatasi permasalahan pemadaman listrik serta pembengkakan biaya penggunaan listrik.

Kata Kunci: Energi baru dan terbarukan, Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro, Pondok pesantren

1. Pendahuluan

Energi listrik dapat dikatakan sebagai salah satu kebutuhan pokok yang bersifat dasar karena hampir semua perangkat listrik yang ada pada saat ini, membutuhkan energi listrik. Bahkan mulai dari perangkat kecil seperti radio, telepon seluler, lampu penerangan sampai dengan perangkat besar seperti penanak nasi, mesin giling dan lain sebagainya. Disamping itu, perangkat – perangkat produktif yang digunakan manusia juga pada era ini bergantung dengan energi listrik. Jadi energi listrik benar – benar hal yang tidak dapat dilepaskan dari kehidupan manusia (Widjonarko et al., 2020).

Namun demikian, tidak semua masyarakat dapat menikmati energi listrik ini. Hal ini disebabkan selain karena permasalahan ekonomi, permasalahan geografis juga memaksa pendistribusian energi listrik tidak merata. Terlebih lagi pada area yang terisolasi dan jauh dari pusat aliran distribusi listrik utama. Alhasil, karena jauhnya akses, maka listrik akan sulit disalurkan karena kendala terhadap lingkungan alam sekitar (Widjonarko et al., 2020). Salah satu solusi untuk mengatasi hal ini adalah dengan memanfaatkan beberapa sumber energi yang didapat dari lingkungan sekitar. Teknologi ini dikenal dengan istilah pemanfaatan energi baru dan terbarukan. Beberapa diantaranya adalah pembangkit listrik tenaga (PLT) surya, angin, mikrohidro, biogas dan masih banyak lagi. Energi baru dan terbarukan ini pada saat ini memang menjadi fokus pengembangan dan pengimplementasian. Energi yang bersih, sumber energi yang tidak terbatas dan melimpah, dapat bersifat mandiri dalam pembangkitan energi adalah beberapa alasan kenapa sumber energi baru dan terbarukan banyak diminati (Kenfack et al., 2009). Bahkan bidang ilmu ini, mulai diajarkan di bangku perkuliahan dengan pembahasan yang mendekati pada ilmu praktisnya. Tujuannya adalah agar pengembangan energi terbarukan dapat segera teralisasi oleh para akademisi untuk pemberdayaan masyarakat (Kementrian Energi dan Sumber Daya Mineral, 2019; Purwanto, 2017). Baik dalam kegunaannya untuk mengatasi problematika kelangkaan distribusi energi listrik atau untuk kemandirian energi agar ketergantungan terhadap bahan bakar fosil berkurang dan dapat menekan biaya kelistrikan secara signifikan. Salah satunya adalah pemanfaatan energi baru dan terbarukan untuk kemandirian energi di lembaga pendidikan seperti pondok pesantren ataupun sekolah.

Pada kegiatan masyarakat yang dilakukan oleh tim ini, difokuskan pada aktivitas pembangunan sebuah pembangkit listrik energi baru dan terbarukan di salah satu Pondok Pesantren Mahfilud Duror II (PPMD) yang terletak di Dusun Krajan, Kelurahan Suger Kidul, Kecamatan Jelbuk, Kabupaten Jember, tepatnya adalah pembangunan listrik berbasis mikrohidro. Institusi pendidikan ini dipilih karena pada Ponpes (Pondok pesantren) ini memiliki 1000 santri yang dimana didalamnya terdiri dari santri SMP dan SMK. Selama ini, Ponpes masih bergantung dengan listrik yang didapatkan oleh sambungan langsung melalui distribusi jaringan listrik PLN dengan daya listrik 4400VA yang merupakan gabungan dari 2 meteran listrik 2200VA. Untuk biaya yang dikeluarkan sangatlah besar tiap bulannya, yaitu Rp. 3.000.000- Rp. 4.000.000. Sehingga apabila dibandingkan dengan keseluruhan biaya pengeluaran, biaya listrik termasuk menjadi salah satu komponen yang sangat besar dibandingkan dengan komponen lainnya. Oleh karena itu, hal ini tentu menjadi perhatian khusus karena biaya pemasukan Ponpes tidaklah terlalu besar. Sedangkan gerusan pengeluaran biaya penggunaan listrik kian meningkat, mengingat santri yang bergabung pun mulai bertambah tiap tahunnya. Selain itu setiap hari, listrik pada wilayah ini, hampir selalu padam selama 3 jam. Tentunya hal ini sangat mengganggu aktivitas belajar dan mengajar di Ponpes ini.

Dengan melihat potensi yang ada yang terdapat pada lingkungan alam Ponpes, tim kami menemukan bahwa terdapat sumber air berupa sungai yang sangat menjanjikan (Khan & Badshah, 2014) untuk dibuat sebuah pembangkit listrik tenaga mikrohidro. Asumsi pada saat survey pertama kali adalah listrik yang dihasilkan dapat mencapai sekitar 4800 Watt, atau setara 57600 KWh. Jika kemudian diuangkan, maka akan membantu Ponpes sebesar Rp. 34.560.000,- pertahunnya. Dengan melihat potensi yang besar tersebut, maka tim, melakukan pembangunan mikrohidro di wilayah sungai tersebut yang kemudian dialirkan menuju Ponpes. Tipe turbin yang digunakan adalah

turbin *crossflow* mengingat ketinggian air yang rendah namun memiliki debit yang besar (Alexander & Giddens, 2008; Chattha et al., 2010; Davis, 2010). Untuk tahap pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) pertama, akan direalisasikan dengan daya 4000VAC. Program pengabdian yang kami lakukan sekaligus merupakan *pilot project* untuk pengembangan energi baru dan terbarukan di wilayah Jember, khususnya untuk tujuan kemandirian energi.

2. Metode

Dalam realisasi pembuatan *mikrohidro* pada PPMD, dibagi menjadi beberapa tahap. Tahap - tahap tersebut memang harus dibagi karena pekerjaan pembuatan *mikrohidro* tidak dapat langsung direalisasikan tanpa adanya tahap pendahulu. Diantara tahap tersebut ialah survei lapangan dan diskusi dengan Ponpes serta beberapa perangkat desa, pembuatan infrastruktur, pemasangan *mikrohidro* dan *comissioning*. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Alur diagram pengimplementasian

3. Hasil dan Pembahasan

Sesuai dengan langkah teknis yang telah dijabarkan pada seksi sebelumnya, maka pelaksanaan dari program pemberdayaan tersebut mulai dilakukan. Pelaksanaan akan disesuaikan sesuai dengan langkah-langkah yang ada agar dapat diawasi dan dievaluasi, sehingga dapat meminimalisir kesalahan desain. Untuk penjelasan hasil dan pembahasan akan dijabarkan kedalam beberapa poin langkah teknis.

3.1. Survei

Proses pertama adalah melakukan survei kepada Ponpes Mahfilud Duror II (PPMD) dan bertemu dengan perangkat desa. Pada tahap ini, dilakukanlah pendiskusian terkait hal-hal yang berkaitan dengan potensi sungai yang ada serta beban kelistrikan yang ada di Ponpes tersebut. Dengan memetakan berapa beban yang digunakan serta pola penggunaan beban pada Ponpes tersebut, maka akan ditetapkan jumlah daya yang akan dibangun pada PLTMH di Suger. Setelah itu, adalah penggalian potensi dengan cara melakukan kunjungan khusus ketempat dimana Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) akan dibangun. Pada saat kunjungan, tim didampingi oleh perangkat desa serta beberapa tokoh di Ponpes untuk mengunjungi potensi sungai yang akan dimanfaatkan sebagai sumber *mikrohidro* ini. Survei ini meliputi pemeriksaan debit air dan kandungan air, pengecekan calon tempat bendungan, dan pengecekan calon tempat

peletakan *mikrohidro*. Tujuan dari survei yang kedua ini adalah untuk menentukan desain dari infrastruktur yang dibangun serta jenis turbin *mikrohidro* yang akan digunakan agar dapat bekerja menghasilkan energi listrik yang maksimal sesuai kondisi yang ada. Sesuai dengan potensi yang digali, untuk posisi dari PLTMH sendiri lumayan dekat dengan jalan umum provinsi. Untuk lebih jelas denah dari posisi PLTMH ini dapat dilihat pada [Gambar 2](#).



[Gambar 2](#). Denah posisi PLTMH UNEJ

Sedangkan untuk pengujian debit air, aliran air dan kandungan air, dilakukan pada salah satu bendungan air yang sudah ada sebelumnya. Dari data yang didapat menunjukkan bahwa debit air, laju deras air memiliki potensi yang cukup baik. Namun yang menjadi masalah adalah kandungan material berupa pasir termasuk dalam kategori banyak sehingga perlu dibuat sebuah bangunan untuk menjebak pasir sehingga tidak akan menghambat aliran pada saat air dilajukan menuju turbin mikrohidro. Untuk proses pengukuran dapat dilihat pada [Gambar 3](#).



[Gambar 3](#). Proses pengukuran debit air, laju air dan kandungan air

3.2. Pembangunan infrastruktur

Langkah selanjutnya adalah melakukan pembuatan bendungan, jalur air dan penjebak pasir. Tujuan dari pembendungan air ini adalah untuk mengarahkan aliran air yang berasal dari muara sungai, menuju satu titik berupa pipa air yang mengarah pada bak penyaring air sebagaimana yang ditunjukkan pada [Gambar 4](#). Dengan mengarahkan air pada satu pipa, maka aliran air akan semakin deras. Di samping itu debit air juga bertambah seiring dengan luas pipa yang digunakan. Desain dari ukuran pipa yang digunakan telah disesuaikan dengan perhitungan yang dilakukan sehingga diputuskan digunakanlah tiga pipa ukuran besar. Bendungan dan aliran air yang mengalir pada pipa di desain untuk melajukan air dengan kecepatan air tertentu dan debit tertentu. Sehingga ketika terjadi banjir karena hujan atau karena muara sungai dibuka, maka air dapat tetap melaju bebas keluar bendungan (meluap), dan tidak khawatir masuk kedalam aliran air yang mengarah pada mikrohidro.

Selain itu pada pembangunan bendungan, air tidak serta merta langsung dialirkan menuju turbin air. Hal ini dapat sangat berbahaya karena air yang telah diperiksa ternyata banyak mengandung pasir kecil. Oleh karena itu dibuatlah bak penampung air untuk mengendapkan pasir dari air yang pangkal dari penampung air ini, melaju menuju turbin mikrohidro secara langsung sebagaimana ditunjukkan pada [Gambar 5](#).



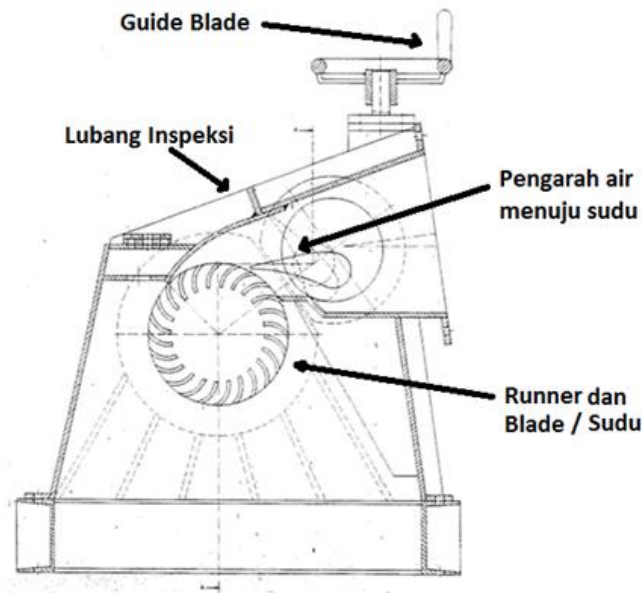
Gambar 4. Pembuatan intake bendungan



Gambar 5. Pembuatan Saluran Air dan Bak Penyaring Air

3.3. Instalasi mikrohidro dan mekanik

Setelah infrastruktur untuk PLT Mikrohidro selesai, selanjutnya adalah melakukan instalasi mikrohidro dan juga fungsi mekaniknya. Pada tahap ini, mikrohidro akan dipasang dan diatur agar kinerja dari mikrohidro dapat optimal. Pengaturan tersebut dilakukan dengan mengatur desain dari turbin yang digunakan, serta beberapa bagian mekanik lainnya seperti pengarah laju air (*guide blade*) dan penyesuaian sudu turbin. Dikarenakan karakteristik dari laju air setelah survei pada aliran sungai adalah memiliki ciri debit besar dan tinggi jatuh yang rendah, maka jenis turbin yang cocok adalah turbin model *crossflow*. Untuk model turbin yang digunakan, dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Skema turbin mikrohidro model *crossflow*

Sedangkan karena ada penyesuaian dengan daya yang dibutuhkan oleh beban dari mikrohidro, yaitu perangkat yang terdapat pada Pompa, maka dipilihlah *Allience Motor* dengan Tipe A-Y3A-112M-4 B3. Motor tipe ini memiliki daya untuk satu motornya 4 kw dengan tegangan kerja 220/380 V dan berputar pada kecepatan nominal 1435 RPM. Untuk pemasangan mikrohidro dan instalasi mekaniknya, dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Pemasangan Mikrohidro dan Instalasi Mekanik

3.4. Instalasi elektronik dan *comissioning*

Setelah proses pemasangan turbin *mikrohidro* dan pengaturan mekanik selesai, maka langkah selanjutnya adalah melakukan instalasi kelistrikan dan *comissioning* akhir. Fungsi dari tahap ini adalah untuk membuat sebuah perangkat elektronik yang berfungsi sebagai pengaman antara *mikrohidro* dengan beban yang terdapat pada Pompes. Sehingga apabila terjadi permasalahan seperti terjadi arus pendek pada salah satu bagian dari fungsi kelistrikannya, baik pada Pompes ataupun pada pembangkit sendiri, maka akan aman dan tidak sampai membuat rusak salah satu komponen pada rangkaian listrik ini. Pemasangan ini meliputi perangkaian saklar pengaman berupa *mini circuit breaker* (MCB), serta pemasangan *dummy load* yang berfungsi untuk menjaga kestabilan keluaran tegangan pada mikrohidro. Untuk proses ini dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Merangkai rangkaian elektronik pada mikrohidro dan *comissioning* kelistrikan

Sedangkan untuk *comissioning* kelistrikan adalah tahap dimana *mikrohidro* dijalankan layaknya kerja biasa. Pada saat *mikrohidro* bekerja, maka segala aspek seperti keamanan, keluaran *mikrohidro*, kondisi jalur air akan diawasi dan diuji untuk melihat kesiapan *mikrohidro*. Untuk proses dapat dilihat pada Gambar 9. dimana tim melakukan pengujian pada tegangan keluaran *mikrohidro*. Dari hasil yang didapatkan menunjukkan

bahwa tegangan berada pada 232 VAC pada keluaran dari *mikrohidro* secara langsung. Artinya tegangan keluaran mikrohidro melebihi standar beban yang disarankan, yaitu 232 VAC. Namun hal ini tidak menjadi masalah, karena *mikrohidro* sudah dipasang dengan *dummy load* pada rangkaian elektroniknya sehingga pada saat diberikan beban pada peralatan Pompa, tegangan menjadi 225.6. Hal ini sudah sesuai dengan standart kelistrikan yang dibolehkan yaitu tidak boleh kurang dan lebih dari 5% dari 220VAC. Apabila dihitung maka tegangan tidak boleh kurang dari 209 VAC atau tidak boleh lebih dari 231 VAC. Untuk dokumentasi hasil *comissioning* kelistrikan dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 9. Hasil pengukuran kelistrikan keluaran *mikrohidro*



Gambar 10. Hasil pengukuran *comissioning* kelistrikan

Dengan hasil *comissioning* tersebut maka dapat dikatakan bahwa *mikrohidro* dapat digunakan untuk penggunaan beban keseharian pada Pompa. Disamping itu pada saat pengujian, semua perangkat sudah sesuai dengan standart dan diberikan label aman oleh *comissioner* kelistrikan. Namun karena keterbatasan pembangkit yang tidak mencapai 4400 VAC, dan juga karena pada saat program berjalan cuaca masuk kedalam musim panas sehingga hanya mampu menghasilkan energi 2000VAC saja, maka

mikrohidro hanya akan menyalakan bagian tertentu dari beban yang terdapat pada PPMD secara keseluruhan.

4. Kesimpulan

Dari hasil program pengabdian pada Ponpes Mahfilud Duror II (PPMD) yang terletak di Suger, Jember, pada akhirnya memberikan manfaat pada kemandirian energi listrik pada institusi pendidikan tersebut. Permasalahan seperti pengeluaran penggunaan energi listrik pada PLN, pada akhirnya dapat ditekan dan estimasi pengeluaran berkurang menjadi kurang lebih sekitar Rp. 34.560.000,- tergantung dari kinerja penuh dari *mikrohidro* tersebut. Dengan demikian program mandiri energi yang dilakukan oleh tim telah berhasil. Namun sayangnya, pada program yang dilaksanakan, proses pembangunan *mikrohidro* tidak sampai pada daya keseluruhan pada PPMD. Hal ini berkaitan dengan keterbatasan program yang hanya cukup untuk membangun satu PLTMH saja. Walaupun begitu, pada program pengabdian ini penggunaan *mikrohidro* dapat di aplikasikan pada wilayah yang membutuhkan sistem kelistrikan secara mandiri dan memberikan dampak yang cukup baik bagi PPMD. Sekalipun pada program ini, kondisi air memiliki ketinggian yang rendah, namun dengan debit yang cukup maka *mikrohidro* sudah dapat bekerja untuk menghasilkan energi listrik. Salah satunya adalah dengan memanfaatkan turbin *crossflow*. Hal tersebut terbukti bahwa tegangan keluaran dari PLTMH telah mencapai tegangan standart dengan beban yang terdapat pada Ponpes tersebut. Selanjutnya program ini akan ditingkatkan dengan memberikan program pelatihan untuk perawatan dan perbaikan *mikrohidro* pada peserta didik di Ponpes Mahfilud Duror. Terlebih lagi pada Ponpes tersebut, terdapat SMK dengan jurusan otomotif yang masih memiliki kedekatan dengan topik pembangkitan energi listrik dan mekanikal.

Acknowledgement

Ucapan terimakasih kami sampaikan kepada Lembaga Pengabdian Masyarakat (LPM) Universitas Jember dan Rektor Universitas Jember yang telah mendukung program pengabdian ini baik secara materil ataupun moral.

Daftar Pustaka

- Alexander, K. V., & Giddens, E. P. (2008). Microhydro: Cost-effective, modular systems for low heads. *Renewable Energy*, 33(6), 1379–1391. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2007.06.026>
- Chattha, J. A., Khan, M. S., Wasif, S. T., Ghani, O. A., Zia, M. O., & Hamid, Z. (2010). Design of A Cross Flow Turbine For A Micro-Hydro Power Application. *Proceedings of the ASME 2010 Power Conference*, 1–8.
- Davis, S. L. (2010). *Advance Praise for Serious Microhydro* (Scott L. D). New Society Publisher.
- Kementrian Energi dan Sumber Daya Mineral. (2019). *Panduan Singkat Pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH)*.
- Kenfack, J., Neirac, F. P., Tatietsé, T. T., Mayer, D., Fogue, M., & Lejeune, A. (2009). *Microhydro-PV-hybrid system: Sizing a small hydro-PV-hybrid system for*

- rural electrification in developing countries. *Renewable Energy*, 34(10), 2259–2263. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2008.12.038>
- Khan, M. A., & Badshah, S. (2014). Design and analysis of cross flow turbine for micro hydro power application using sewerage water. *Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology*, 8(7), 821–828. <https://doi.org/10.19026/rjaset.8.1040>
- Purwanto. (2017). *Pembagkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) Sebuah Pililhan: Belajar dari Koperasi Mekar, Subang*. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI).
- Widjonarko, Avian, C., Utomo, S. B., Setiawan, A., & Rudiyanto, B. (2020). A control strategy for hybrid energy source in backbone base transceiver station using artificial neural network: a case study of Penajam, Indonesia. *International Journal of Energy and Environmental Engineering*, June. <https://doi.org/10.1007/s40095-020-00348-y>



This work is licensed under a Creative Commons Attribution Non-Commercial 4.0 International License
