

SOSIALISASI DAN PELATIHAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO UNTUK MASYARAKAT DAERAH PELOSOK DAN PERTANIAN

Yuni Hermawan¹, Alfredo Bayu Satriya², Santoso Mulyadi¹, Dwi Djumhariyanto¹, Mochamad Trifiananto¹, M Dimiyati Nashrullah¹, Intan Hardiatama¹, Rahma Rei Sakura¹, Hary Sutjahjono¹, Dedi Dwilaksana¹, Ririn Endah Badriani³, M Arief Hidayat⁴

¹ Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Jember

² Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jember

³ Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jember

⁴ Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Jember

e-mail: yunikaka@unej.ac.id

ABSTRAK

Pada saat ini dunia sedang mengalami 'krisis energi' dan khususnya Indonesia mengalami krisis energi listrik secara nasional. Listrik merupakan salah satu kebutuhan hidup manusia yang primer, sehingga diperlukan suatu instalasi pembangkit tenaga listrik yang efisien. Salah satu sumber energi alternatif tersebut adalah pembangkit listrik tenaga mikrohidro PLTMH. Pada pengabdian ini difokus untuk memberdayakan masyarakat desa Jambewangi yang mengalami krisis energi karena daerah tersebut belum terjangkau PLN, sehingga dengan adanya kegiatan pengabdian masyarakat ini akan dihadirkan teknologi pembangkit listrik bersumber potensi energi yang ada. Tujuan dari kegiatan ini adalah menciptakan desa yang mandiri energi dengan cara pembuatan pembangkit listrik tenaga mikro hidro PLTMH berkapasitas 4500 W dan bersumber dari generator listrik yang digerakkan oleh turbin air. Hasil dari kegiatan ini penyelesaian krisis energi yang dialami masyarakat desa pelosok pertanian dengan menghadirkan sentuhan teknologi PLTMH yang dapat bekerja secara optimal berdasarkan potensi alam yang ada. Perbaikan saluran air menuju bak penampungan dan naik-turunnya tegangan yang sering merusak komponen kelistrikan menjadi masalah utama mitra. Untuk itu perlu dilakukan perbaikan saluran dan pembuatan mesin penstabil tegangan sehingga masalah utama mitra segera teratasi dengan baik. Dengan ketinggian air jatuh 3 m dan pemakaian turbin air dengan jumlah sudu 4 buah telah menghasilkan listrik 3000 W, sehingga pembangkit listrik tenaga mikro hidro PLTMH ini dapat bekerja secara maksimal.

Kata kunci: daerah pertanian, turbin air dan Mikrohidro.

PENDAHULUAN

Pemanfaatan potensi sumber daya alam berupa air sangat potensial untuk membangkitkan sebuah energi terbarukan berupa energi listrik. Melihat kondisi geografis di Indonesia yang kaya akan sumber daya air, maka sangat potensial digunakan turbin air sebagai bahan penghasil energi listrik (Deny, A.S., 2008). Turbin pelton merupakan salah satu jenis turbin air yang prinsip kerjanya memanfaatkan energi potensial air menjadi energi listrik tenaga air (*hydropower*). Prinsip kerja turbin pelton adalah mengkonversi daya fluida dari air menjadi daya poros untuk digunakan memutar generator listrik, dimana energi

potensial air disemprotkan ke bucket untuk dirubah menjadi energi mekanik yang digunakan untuk memutar poros generator. Turbin Pelton mempunyai beberapa keuntungan antara lain efisiensi turbin yang relatif stabil pada berbagai perubahan debit aliran (Fitri, J., 2005).. Turbin pelton cocok dipakai untuk tinggi jatuh air (*Head*) yang tinggi dan debit aliran yang kecil (Dietzel, F., 1996).

Energi listrik dewasa ini telah menjadi kebutuhan pokok bagi masyarakat kota dan desa, baik disektor perumahan maupun disektor industri. Bahkan tidak hanya itu, energi listrik telah menjadi penggerak pertumbuhan ekonomi baik didesa ataupun

dikota. Sehingga guna meningkatkan pertumbuhan ekonomi masyarakat, pasokan listrik sudah seharusnya menjangkau seluruh wilayah hingga ke pelosok pedesaan (Bachtiar, C., 2005). Namun hal ini belum dapat dipenuhi oleh PLN. Masih banyak daerah terpencil yang belum mendapatkan pasokan energi listrik. Untuk itu perlu dicarikan sumber energi alternative selain dari PLN. Beberapa alternative untuk memenuhi kebutuhan listrik tersebut adalah dengan menggunakan mesin diesel atau generator diesel tetapi penggunaan mesin diesel saat ini sangat tidak menguntungkan karena membutuhkan biaya yang mahal. Alternative yang sangat mungkin dalam hal ini adalah pembangkit listrik tenaga air mikrohidro (Nechleba, M., 2001).. Pembangkit listrik ini memiliki konstruksi yang sederhana dan murah dalam perawatan (Fitri, J., 2001). Jenis pembangkit ini juga telah banyak dibangun dinegara-negara amerika latin, asia dan afrika untuk memasuk kebutuhan listrik didaerah pelosok pedesaan (Smith., Morgan, S., 1930).

Pembangkit listrik tenaga mikrohidro meskipun sederhana dalam konstruksi seringkali tidak dapat memenuhi kebutuhan energi listrik secara optimal. Hal-hal yang dapat menyebabkan ketidakefektifan tersebut diantaranya adalah ketidaktepatan dalam peramalan debit air, pemilihan sudu turbin yang tidak sesuai, serta salah dalam perhitungan tinggi air jatuh (Paish, Oliver., 2002). Contoh yang dapat diambil dalam hal ini adalah pembangkit listrik tenaga mikrohidro yang terdapat di Desa Sumber Rejo kecamatan Sempu Banyuwangi dengan tinggi jatuh air sebesar 5 meter dan debit aliran sebesar 250 liter/detik dapat menggerakkan generator listrik untuk kebutuhan masyarakat sekitar. Pembangkit listrik tenaga mikrohidro tersebut hanya mampu menghasilkan daya listrik sebesar 2.84% dari yang seharusnya. Luaran daya teoritis yang diharapkan adalah sebesar 4500 watt. Sementara luaran yang dihasilkan hanya sebesar 900 watt. Ini sangat tidak mencukupi kebutuhan masyarakat dusun Sumber Rejo. Di desa Sumber Rejo kecamatan Sempu Banyuwangi merupakan wilayah terpencil dibawah kaki gunung Raung sehingga PLN tidak bisa menjangkau daerah tersebut. Desa Sumber Rejo terdapat 2 buah RW dan 4 RT.

dengan luas wilayah 25.47 km² dan dihuni sekitar 150 orang atau 35 kepala keluarga.

Luaran listrik tenaga mikrohidro yang ada sebesar 900 watt tersebut, hanya dapat dipergunakan untuk menerangi lampu luar mosholla dan sebagian penerangan jalan. Sehingga sebagian besar masyarakat masih mengandalkan lampu minyak tanah sebagai penerangan. Kebutuhan listrik yang lain diluar penerangan tentu saja tidak dapat dipenuhi. Padahal jika luaran daya listrik yang dihasilkan dapat mencapai sekitar 75% atau sekitar 4500 watt, maka masing-masing keluarga akan mendapat pasokan listrik sebesar 150 watt. Ini tentunya sudah cukup memenuhi kebutuhan penerangan di malam hari serta menjalankan beberapa peralatan listrik sederhana. Melalui pengabdian ini diharapkan kebutuhan dasar listrik masyarakat Desa Sumber Rejo kecamatan Sempu Banyuwangi dapat terpenuhi sehingga masyarakat dapat tetap beraktivitas pada malam hari tanpa harus mengeluarkan biaya untuk membeli minyak tanah sebagai bahan bakar lampu. Selain itu sumber informasi dari luar seperti dari televisi dan radio dapat masuk dan akan menambah wawasan mereka yang pada akhirnya menggugah mereka untuk maju dan berkembang.

METODOLOGI

Untuk menghasilkan daya luaran turbin yang maksimal dilakukan beberapa tahapan proses yaitu:

Perbaikan saluran dan waduk

Supaya daya luaran dai turbin maksimal maka diperlukan perbaikan terhadap saluran dan waduk penampung air. Pada saluran ini banyak terjadi kebocoran karena tidak dilakukan perawatan berkala oleh pemiliknya. Perbaikan saluran air dengan perincian: panjang 25 m. Lebar 1.5 m dan tinggi 1 m. Pada kegiatan pengabdian ini akan dilakukan penambalan terhadap saluran dan waduk yang mengalami kebocoran agar didapatkan debit air yang maksimal.

Pembuatan Mesin Penstabil Tegangan

Stabilizer untuk listrik dengan ketelitian tinggi yang bekerja secara otomatis, dirancang berdasarkan prinsip pengaturan tegangan listrik yang berlaku menurut aturan kelistrikan (Paish, Oliver., 2002). Suku

cadang utama dan komponennya merupakan barang banyak dipasaran. Automatic Voltage Regulator (AVR) mempunyai ciri-ciri sebagai berikut:

- ketelitian yang tinggi
- pemakaian daya listrik yang kecil
- bentuk / ukuran kecil
- Ringan

AVR digunakan untuk keperluan penstabilan tegangan yang naik turun sangat cocok untuk keperluan PLTMH kemudian output tegangan disalurkan untuk keperluan rumah tangga semisal: televisi, radio, lampu, dan lain-lain. Menyediakan tegangan listrik yang stabil untuk seluruh peralatan dan perlengkapan listrik yang membutuhkan tegangan listrik yang stabil. Disamping itu AVR juga dapat menyediakan tegangan listrik yang stabil dengan tegangan input antara 110 – 300 volt dan didapatkan tegangan output sebesar 220 volt sehingga sangat aman untuk pemakaian peralatan listrik dirumah tangga. (Paish, Oliver., 2002).

Tahapan Sosialisasi Kegiatan

Setelah alat pembangkit listrik tenaga mikrohidro selesai di desain dan di fabrikasi, maka diadakan uji lapang dengan uji performa. Uji performa dilapangan adalah untuk mendapatkan data yang aktual untuk keseluruhan kerja mesin, keakuratan, kapasitas kerja dan kemampuan beradaptasi dalam medan/lapangan. Setelah itu dievaluasi apakah performa alat pembangkit ini sudah optimal atau masih perlu perbaikan.

Setelah alat pembangkit ini berjalan dengan baik (dapat menghasilkan daya luaran yang optimal), maka kegiatan selanjutnya adalah melakukan sosialisasi dengan masyarakat Desa Sumber Rejo tentang fungsi, manfaat serta perawatannya sehingga diharapkan alat pembangkit ini dapat bertahan dalam jangka waktu yang lama.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Turbin air yang baik adalah turbin yang mampu menghasilkan kerja yang optimal dengan penggunaan energi yang minimal (effisiensi tinggi). Bagaimana cara merancang dimensi utama turbin pelton yang baik dengan menghasilkan output yang maksimal. Pada kegiatan pengabdian ini dimaksudkan untuk menghasilkan mesin turbin air dan generator listrik dengan

komponen utama dan komponen pendukung turbin pelton untuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH). Desa Sumber Rejo tereletak pada posisi yang cukup sulit untuk dilalui jalur PLN sehingga sampai saat ini belum ada pasokan listrik dari PLN. Untuk memenuhi kebutuhan akan energi listrik, masyarakat dusun Sumber Rejo mengupayakan sendiri sumber energi listrik dalam bentuk pembangkit listrik tenaga mikrohidro. Dengan mengandalkan semangat gotong royong serta bantuan dari desa lain akhirnya pembangkit listrik tenaga mikrohidro dapat diwujudkan. Tapi dikarenakan kemampuan teknis yang sangat terbatas, hasil luaran daya dari pembangkit listrik tenaga mikrohidro tersebut masih jauh dari harapan. Daya listrik yang dihasilkan adalah sekitar 142 watt. Hal ini tentunya sangat tidak mencukupi kebutuhan listrik untuk satu dusun Sumber Rejo yang terdiri atas 15 kepala keluarga.

1. Permasalahan tersebut dapat diatasi dengan terbuatnya mesin penstabil tegangan Automatic Voltage Regulator (AVR). Maslah utama PLTMH naik-turunnya tegangan bisa distabilkan dengan AVR sehingga keluaran tegangan stabil sebesar 220 volt.
2. Tidak terjadi kebocoran air sepanjang saluran masuk dan waduk penampungan sehingga didapatkan debit masuk turbin konstan sebesar 250 liter/detik.
3. Pemasangan kabel jalur distribusi listrik dari PLTMH menuju pemakai / konsumen dengan mekanisme pendistribusian arus listrik yang sederhana dan dapat diterima warga.

Dengan adanya kegiatan pengabdian ini maka permasalahan utama kelompok masyarakat desa Sumberrejo Sempu Banyuwangi mengenai kelistrikan segera dapat teratasi. Beberapa kegiatan yang telah dilakukan adalah:

1. Pertemuan dengan ketua kelompok masyarakat desa Sumberrejo Sempu, hal yang didiskusikan adalah permasalahan yang dihadapi tentang kelistrikan yaitu: penstabilan tegangan, kebocoran air sepanjang saluran masuk dan pendistribusian kelistrikan kepada warga. Berdasarkan kesepakatan antara mitra yang diwakili oleh mitra dengan

tim pelaksana kegiatan maka bantuan yang diberikan berupa: mesin penstabil tegangan *Automatic Voltage Regulator* AVR, perbaikan kebocoran sepanjang saluran masuk dan pendistribusian arus listrik kepada warga sehingga permasalahan utama mitra segera dapat teratasi.



Gambar 1. Tenaga dari turbin penggerak dan sumber listrik generatornya.

2. Pembuatan mesin penstabil tegangan *Automatic Voltage Regulator* (AVR) dengan spesifikasi sebagai berikut:
 - Daya luaran maksimum 3000 watt.
 - Arus listrik 1 phase .
 - Dimensi 50 x 50 x 7 cm.
 - Dapat dioperasikan oleh 1 orang.
 - Konstruksi plat esser tebal 2 mm.



Gambar 2. Penstabil tegangan model SVC5000VA Matsunaga

Prinsip kerja AVR: komponen *Automatic Voltage Regulator* (AVR) terdiri

dari: kontaktor, rangkaian pengatur tegangan PCB Control, IC pembanding dan IN Pembesar, dan Motor Penggerak (servo). Seluruh rangkaian merupakan lingkaran kontrol yang bekerja secara terus menerus. Pada saat tegangan input dan beban berubah, rangkaian pengatur tegangan akan mengambil data dari tegangan input dan membandingkannya dengan tegangan yang ditetapkan (Smith., Morgan, S., 1930). dan kemudian menstabilkannya. Sinyal output akan mengontrol motor penggerak untuk menggerakkan/memutar Carbon Brush, kemudian akan menyesuaikan tegangan dengan petunjuk yang telah ditetapkan sehingga menghasilkan tegangan output yang stabil (Warnick C.C., 1984)..

KESIMPULAN

Dari kegiatan pengabdian ini dapat disimpulkan bahwa:

1. Pembuatan mesin penstabil tegangan AVR telah dilaksanakan dengan baik sesuai dengan rencana semula dengan kapasitas output 3500 watt. Permasalahan utama mitra mengenai naik turunnya tegangan sudah dapat teratasi dengan kehadiran mesin ini.
2. Perbaikan saluran air masuk dan waduk penampung yang mengalami kebocoran telah dilaksanakan perbaikan sehingga tidak terjadi kebocoran dan didapatkan debit air maksimal 250 liter/detik. Sistem pendistribusian listrik dari sumber tenaga ke pemakai/konsumen telah dilaksanakan sepanjang 100 m.
3. Penyuluhan tentang pemakaian listrik yang benar telah dilaksanakan, Secara umum mikrohidro telah bekerja secara optimal karena telah dilakukan perbaikan saluran waduk dan stabilisasi tegangan luaran.

UCAPAN TERIMA KASIH

Karya Pengabdian ini dibiayai oleh Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (LP2M) - Universitas Jember, sehingga kegiatan pengabdian ini dapat terlaksana dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

Abbort, I.H., (1959). *Theory of Wing Section Including a Summary of Airfoil Data*. New York: Dover Publication, Inc.

- Bachtiar, C., (2005). *Perancangan Sudu-sudu Turbin Propeller pada Simulator Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH)*. Surabaya: Teknik Mesin FTI-ITS.
- Carvill, J., (1993). *Mechanical Engineer's Data Handbook*. Oxford: Butterworth Heinemann.
- Deny, A.S., (2008), *Perancangan Turbin Kaplan Bertitik Berat pada Dimensi Komponen Utama Turbin*. Surabaya: Teknik Mesin FTI-ITS.
- Dietzel, F., (1996). *Turbin Pompa dan Kompresor*. Alih bahasa Dakso Sriyono. Jakarta: Erlangga.
- Dixon S.L., (1998). *Fluid Mechanics, Thermodynamics of Turbomachinery*. fourth edition. Oxford: Reed Educational and Professional Publishing, Ltd.
- Duetschman, A.D., (1975). *Machine Design: Theory and Practice*. New York: Macmillan Publishing, Co, Inc.
- Fitri, J., (2005). *Perencanaan Elemen Mesin dan Tansmisi Perpindahan Daya pada Simulator Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Jenis Turbin Propeller*. Surabaya: Teknik Mesin FTI-ITS.
- Fox, R.W., (2004). *Introduction to fluid Mechanics*. sixth edition. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Nechleba, M., (2001). *Hydraulic Turbines, Their Design and Equipment*. Czechoslovakia: Artia Pragu.
- Oberg, Erick., (2000). *26th Machinery's Handbook*. Industrial Press, Inc.
- Paish, Oliver., (2002). *Small Hydropower: Technology and Current Status*. Hamsphire UK: IT Power, Ltd.
- Patty O.F. (1995). *Tenaga Air*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Smith., Morgan, S., (1930). *Smith-Kaplan: Automaticaly Adjustable Blade Hydraulic Turbines*. Pennsylvania: S Morgan Smith Company.
- Warnick C.C., (1984). *Hydropower Engineering*. New Jersey: Prentice Hall, Inc.
- White, F., (2001). *Fluid Mechanics*. 4th edition. USA: Mc.Graw-Hill Companies.