Rancang Bangun Model Turbin Crossflow sebagai Penggerak Mula Generator Listrik Memanfaatkan Potensi Pikohidro

Ilyas Rochani, Sahid,
Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Semarang
Jl. Prof. Sudarto, SH Tembalang Semarang Fax.(024) 7472396
E-mail : shda@plasa.com

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah menghasilkan turbin crossflow yang dapat digunakan sebagai penggerak mula generator listrik memanfaatkan potensi pikohidro. Perancangan komponen turbin crossflow didasarkan pada hasil studi kelayakan teknis. Perakitan komponen-komponen turbin akan menghasilkan prototype turbin crossflow. Turbin crossflow yang sudah dirakit dipasang bersama dengan komponen alat uji sehingga menghasilkan sebuah model atau simulasi pembangkit listrik tenaga pikohidro (PLTPH). Model PLTPH berfungsi untuk menguji kinerja turbin pada berbagai potensi air dan putaran turbin. Langkah selanjutnya adalah uji kinerja turbin crossflow. Hasil uji ini akan dijadikan acuan dalam operasional PLTPH di lokasi. Prototype hasil rancangan turbin crosssflow mempunyai dimensi antara lain Diameter luar: 0,1164 m; Diameter dalam: 0,0768 m; Panjang runner: 0,09 m; Jumlah sudu: 12 buah; Jari-jari sudu: 0,019 m. Hasil uji pada putaran konstan, turbin mikro aliran silang dengan jumlah sudu 16 memiliki efisiensi optimum turbin sebesar 48,44 % pada debit 0,0036 m^3/s sedangkan untuk turbin mikro aliran silang dengan jumlah sudu 10,12 dan 14 belum mencapai titik optimum. Namun tren terbaik dimiliki oleh sudu 14. Efisiensi maksimal pada turbin mikro aliran silang dengan jumlah sudu 10,12 dan 14 adalah sebesar 45,36 %, 44,43 % dan 45,46 % masing-masing pada debit 0,00368 m^3/s, 0,0039 m^3/s, 0,00388 m^3/s.

Kata kunci: Promasan, Turbin crossflow, kinerja turbin, efisiensi.

\

PENDAHULUAN

Dusun Candi Prumasan, Desa Ngesrepbalong, Kecamatan Limbangan, Kabupaten Kendal dihuni oleh 18 KK atau sekitar 45 orang. Penduduknya berprofesi sebagai Petani buah dan sayur dan Buruh atau Pekerja di PT. Perkebunan Teh yang berada di sekitar dusun. Pendapatan mereka pun masih dirasa kurang untuk memenuhi kebutuhan hidup sehari-hari dikarenakan pendapatan yang mereka terima tidak stabil. Pada waktu panen, Petani di Dusun Candi Prumasan, Desa Ngesrepbalong, Kecamatan Limbangan, Kabupaten Kendal hanya mendapatkan Rp. 40.000,00 – Rp. 50.000,00 per hari. Padahal panen tersebut hanya terjadi beberapa bulan sekali untuk panen buah dan sayur. Bisa di katakan rata-rata tiap bulan pendapatan penduduk Dusun Candi Prumasan, Desa pan tempat mereka tinggal dan berteduh dari panas dan hujan pun tidak layak untuk diNgesrepbalong, Kecamatan Limbangan, Kabupaten Kendal sekitar Rp. 600.000,00 per bulan. Pa tempati, akan tetapi mereka tidak dapat berbuat banyak akan kekurangan tersebut karena faktor ekonomi mereka yang lemah.

Dusun Candi Prumasan, Desa Ngesrepbalong, Kecamatan Limbangan, Kabupaten Kendal belum teraliri listrik dari PT. PLN Persero, Sehingga untuk memenuhi kebutuhan listrik tersebut didapat dari energi listrik yang dihasilkan genset. Pengoperasian genset pun hanya dilakukan pada waktu-waktu tertentu, yaitu pada jam 18.00 s.d. 21.00. Selama jangka waktu tersebut genset membutuhkan 4 liter bensin sebagai bahan bakar. Dengan harga Rp. 6.000,00 per liter bensin, maka untuk memenuhi kebutuhan listrik tersebut Penduduk mengeluarkan Rp. 24.000,00. Sehingga apabila tiap malam dioperasikan, maka dalam satu bulan pengoperasian genset tersebut memerlukan biaya Rp. 720.000,00. Berdasarkan perhitungan tersebut, pengoperasian genset pun tidak dilakukan setiap malam. Hanya pada malam-malam tertentu seperti akhir pekan yang digunakan untuk penerangan pendaki Gunung Ungaran yang singgah di Dusun mereka.

Gambar 1. Rumah salah satu Warga dusun Candi Prumasan

Gambar 2. Genset yang dipakai Warga dusun Candi Prumasan

Gambar 3. Potensi pikohidro di dusun Candi Prumasan

Penduduk Dusun Candi Prumasan, Desa Ngesrepbalong, Kecamatan Limbangan, Kabupaten Kendal menyadari akan adanya potensi air di wilayah mereka yang dapat digunakan sebagai sumber energi dimana sumber energi tersebut dapat digunakan untuk membangkitkan tenaga listrik. Akan tetapi Sumber Daya Manusia yang ada di wilayah tersebut belum mampu mengoptimalkan potensi sumber energi yang tersedia. Berdasarkan hal itulah penelitian rekayasa turbin crossflow sebagai penggerak generator listrik memanfaatkan potensi pikohidro dusun Candi Prumasan sangat perlu dilakukan.

Michell dan Banki, tahun 1920, mengembangkan turbin tekanan sama yang cocok untuk tinggi jatuh air lebih rendah, yang dikenal dengan turbin aliran silang atau *Crossflow* (Bellis, 2002). Salah satu keistimewaan turbin aliran silang adalah masih bisa digunakan pada tinggi jatuh 1 m dengan kapasitasnya antara 0,02 m^3/dt sampai dengan $7m^3/dt$ (Dietzel,1995). Di Indonesia turbin crossflow biasa digunakan sebagai penggerak mula pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMh).

Turbin crossflow skala mikro dibuat oleh Sahid dan Gatot (2004), digunakan untuk membangkitkan tenaga 1 kW. Turbin ini masih memiliki efisiensi rendah 30 %. Mengacu pada penelitian tersebut beberapa optimasi kemudian dilakukan untuk meningkatkan efisiensi turbin crossflow.

Tahun 2006, Sahid dan Gatot mengkaji optimasi jumlah sudu pada turbin crossflow. Hasil penelitian menunjukkan efisiensi maksimum diperoleh pada jumlah sudu 16 sebesar 50, 1% sehingga ada peningkatan 20,1 % dibandingkan turbin sebelumnya.

Kajian eksperimental terhadap sudut sudu keluaran turbin crossflow juga dilakukan oleh Gatot dkk. (2006). Turbin crossflow dengan sudut keluaran 30^0 menghasilkan efisiensi terbaik sebesar 72 %. Turbin ini kemudian digunakan sebagai penggerak mula pada PLTMh (skala lab.).

Gatot dkk. (2007) meneliti tentang pengaruh sudut sudu pengarah aliran jet terhadap kinerja turbin crossflow. Hasil penelitian menunjukkan turbin crossflow

dengan sudut sudu pengarah 16^0 memberikan hasil yang optimum.

Berdasarkan hasil-hasil penelitian yang sudah dilakukan tersebut, maka dapat disimpulakan bahwa unjuk kerja turbin crossflow dipengaruhi oleh beberapa parameter antara lain jumlah sudu, sudut sudu jalan, dan sudut sudu pengarah. Kajian terhadap parameter-parameter tersebut sesuai dengan potensi di lokasi perlu dilakukan sehingga pada saat dioperasikan, turbin crossflow bekerja pada kondisi optimum.

METODE PENELITIAN

Penelitian diawali dengan Studi kelayakan teknis untuk menentukan potensi head dan debit netto yang tersedia di lokasi dusun Candi Prumasan. Pengukuran dilakukan beberapa kali pada musim kemarau. Perancangan komponen turbin crossflow didasarkan pada hasil studi kelayakan teknis. Hasil perancangan berupa dimensi turbin yang cocok untuk potensi di lokasi. Hasil rancangan diwujudkan melalui proses pengerjaan mesin. Material yang digunakan antara lain adalah pipa stainless steel untuk pembuatan sudu-sudu dan piringan turbin, poros dari baja, biring dan rumahnya, serta rumah turbin yang dilengkapi sudu pengarah dan nosel dibuat dari lembaran baja dan Fiber. Komponen alat uji turbin crosflow yang terdiri dari pompa air, generator listrik, dan instalasi pipa didisain berdasarkan rancangan turbin crossflow. Perakitan komponen-komponen turbin akan menghasilkan prototype turbin crossflow. Turbin crossflow yang sudah dirakit dipasang bersama dengan komponen alat uji sehingga menghasilkan sebuah model atau simulasi pembangkit listrik tenaga pikohidro (PLTPH). Model PLTPH berfungsi untuk menguji kinerja turbin pada berbagai potensi air dan putaran turbin. Langkah selanjutnya adalah uji kinerja turbin crossflow. Uji yang dilakukan meliputi uji karakteristik turbin yang dilakukan terhadap runner turbin. Hasil uji berupa grafik karakteristik turbin. Parameter yang diukur dalam pengujian adalah beda tekanan pada orificemeter, tekanan pada nosel, putaran dan torsi poros turbin, serta tegangan dan arus listrik keluaran generator. Parameter yang ditentukan dan merupakan variabel dalam penelitian ini adalah head, debit aliran, dan putaran. data hasil pengujian diolah untuk mendapatkan debit aliran air, daya kinetik pancaran air dari nosel, daya poros dan hidrolik turbin, efisiensi turbin. Hasil pengolahan kemudian dipajangkan dalam bentuk grafik karakteristik turbin mikro aliran silang. Berdasarkan grafik karakteristik tersebut dapat ditentukan kondisi optimum yang meliputi head, debit, dan putaran turbin. Hasil uji ini akan dijadikan acuan dalam operasional PLTPH di lokasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Rancangan Nosel dan Runner

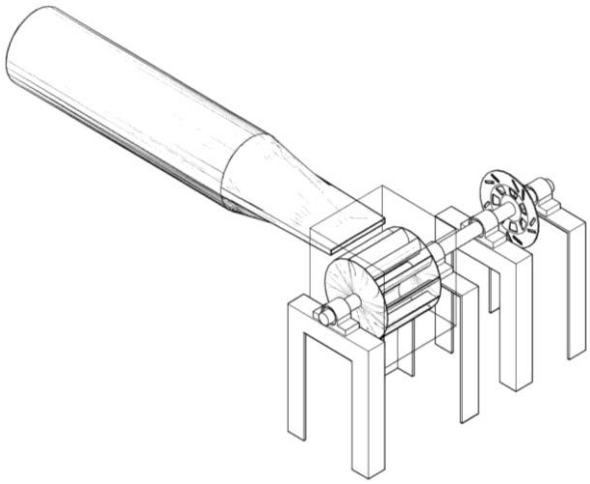
Pada Pembuatan turbin *crossflow* ini dilakukan pemilihan desaign terbaik untuk mewujudkan pembuatan alat yang dinginkan sesuai dengan data yang telah diperoleh pada saat pengukuran dan survei lapangan sehingga diperoleh optimasi dan karakteristik turbin *crossflow* yang akan dibuat. Perancangan awal dimulai dari kebutuhan dan kelengkapan alat uji sebagai pendukung dan proses awal pengujian agar diperoleh karakteristik turbin *crossflow* yang sesuai dengan target semula.

Hasil survey potensi di lapangan adalah Debit (Q) sebesar 0,015 m^3/det dan Tinggi jatuh air (*Head*) yang didapat pada pengukuran langsung di lapangan adalah sebesar 20 meter. Sesuai dengan karakteristik turbin *crossflow*, maka sudut sudu pengarah (α) menggunakan sudut 16º. Bahan yang digunakan untuk pembuatan turbin *cross flow* adalah nikel pertimbangan :

1. Dengan memakai nikel 8 tidak mudah korosi sehingga ketika pemasangan di air tidak mempengaruhi karakteristik turbin.
2. Masa pemakaian alat lebih lama daripada bahan yang lainnya. Bahan tahan banting sehingga kuat dalam menahan beban yang besar.

Selanjunya rancangan turbin dan hasil instalasi dapat dilihat pada Gambar 4. Prototype hasil rancangan turbin crosssflow mempunyai dimensi antara lain Diameter

luar: 0,1164 m; Diameter dalam: 0,0768 m; Panjang runner: 0,09 m; Jumlah sudu: 12 buah; Jari-jari sudu: 0,019 m.



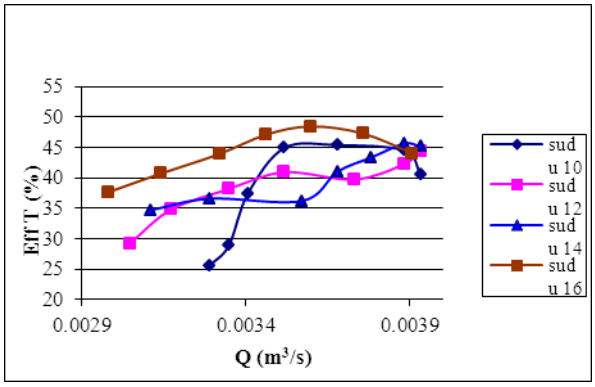
Gambar 4. Rancangan turbin crossflow

Gambar 5. Hasil rakitan instalasi uji turbin crossflow

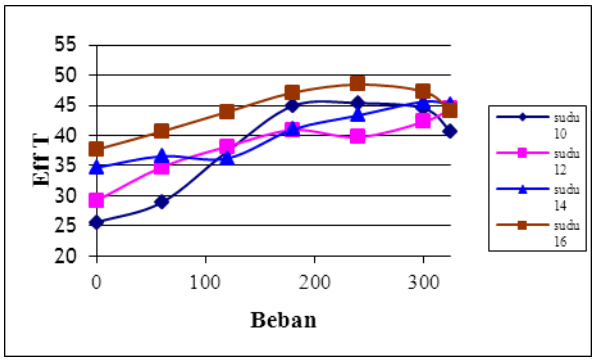
Karakteristik Turbin

Gambar 6, trend kurva masing-masing jumlah sudu menunjukkan bahwa semakin naik posisi beban maka efisiensi turbin cenderung naik. Efisiensi turbin pada variasi beban terbaik adalah pada turbin dengan jumlah sudu 16. Efisiensi turbin pada posisi beban tertinggi adalah 48,44 % yaitu pada turbin dengan jumlah sudu 16 pada debit 0,0036 m^3/s. Efisiensi terendah adalah pada turbin dengan sudu 10 yaitu sebesar 25,60 % pada debit 0,00329 m^3/s.

Jika melihat trend kurva dari turbin dengan sudu 10 maka dapat dikatakan bahwa efisiensi optimum telah dicapai pada efisiensi sebesar 45,36 % dengan debit 0,00368 m^3/s, dimana setelah titik optimum tersebut efisiensi turbin semakin turun. Sedangkan untuk turbin dengan jumlah sudu 12 dan 14 trend kurvanya masih belum mencapai titik optimum, dimana trend kurvanya masih akan cenderung naik.



Gambar 6. Efisiensi turbin



Gambar 7. Efisiensi turbin terhadap variasi beban.

KESIMPULAN

1. Prototype hasil rancangan turbin crosssflow mempunyai dimensi antara lain Diameter luar: 0,1164 m; Diameter dalam: 0,0768 m; Panjang runner: 0,09 m; Jumlah sudu: 12 buah; Jari-jari sudu: 0,019 m.
2. Hasil uji pada putaran konstan, turbin mikro aliran silang dengan jumlah sudu 16 memiliki efisiensi optimum turbin sebesar 48,44 % pada debit 0,0036 m^3/s sedangkan untuk turbin mikro aliran silang dengan jumlah sudu 10,12 dan 14 belum mencapai titik optimum. Namun tren terbaik dimiliki oleh sudu 14. Efisiensi maksimal pada turbin mikro aliran silang dengan jumlah sudu 10,12 dan 14 adalah sebesar 45,36 %, 44,43 %

dan 45,46 % masing-masing pada debit 0,00368 m^3/s, 0,0039 m^3/s, 0,00388 m^3/s.

DAFTAR PUSTAKA

Bellis, 2002, ***Lester Allan Pelton-Water Turbines and the Beginnings of Hydroelectricity***, Inventors Journal, http://Inventors.abuot.com/gi/ dynamic/offsite.htm

Dietzel, F., 1993, ***Turbin Pompa dan Kompresor***, Erlangga, Jakarta

Gatot S., Bono, Yusuf DH. 2007. ***Optimasi Turbin Crossflow Terhadap Variasi Sudut Sudu pengarah untuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidr.*** Jurnal Eksergi. Vol 3 nomor 1 hal 22-28. ISSN 0216-8685.

Gatot S., Sahid, Yusuf DH. 2006. ***Optimasi Turbin Crossflow Terhadap Variasi Sudut Sudu outlet untuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro.*** Jurnal Eksergi Vol 3 nomor 1 hal 9-16. ISSN 0216-8685

Indonesia China Business Council, 2002, ***Buku Pedoman Hidro Kecil untuk Skala Besar,*** Indonesia China Business Council

Sahid, Suwoto G. 2004. ***Rancang Bangun Turbin Mikro Aliran Silang untu Sistem Pembagkit Listrik Tenaga Mikrohidro.*** Proseding Seminar Nasional Hasil-hasil Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat. Politeknik negeri Semarang, Semarang

Sahid, Gatot S. 2006. *Peningkatan kinerja melalui optimasi jumlah sudu pada turbin crossflow untuk PLTMh.* Rekayasa mesin vol III nomor 3. hal 133-144. ISSN 1411-6863