

KAJI EKSPERIMENTAL KINERJA TURBIN AIR HASIL MODIFIKASI POMPA SENTRIFUGAL UNTUK PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO

Gatot Suwoto

Program Studi Teknik Konversi Energi, Politeknik Negeri Semarang
Jl. Prof. Sudarto, SH Tembalang Semarang Fax.(024) 7472396
E-mail : gatsuw@gmail.com

Abstrak

Tujuan utama penelitian ini adalah mengkaji kinerja turbin air hasil modifikasi pompa sentrifugal untuk pembangkit listrik tenaga mikrohidro. Tahap awal penelitian adalah menyiapkan pompa sentrifugal yang akan dimodifikasi, mengukur impeler dan lebar saluran rumah pompa yang akan dimodifikasi sebagai patokan ukuran runner turbin yang akan dibuat. Merubah sudut sudu impeler, ketirusan shock drat As impeller diperpendek agar tidak ada celah air dan memperbesar lebar impeler agar seluruh air akan menumbuk runner turbin. Agar perubahan ukuran lebar runner tidak menimbulkan perubahan debit maka jumlah sudu runner turbin diperbanyak.yang awalnya sudunya berjumlah 6 diperbanyak menjadi 16 sudu. Tahap selanjutnya adalah uji karakteristik turbin.. Uji dilakukan pada instalasi pengujian turbin air (rig uji turbin). Parameter yang diukur adalah debit dan head untuk menghitung daya input turbin serta putaran turbin dan torsi yang bekerja pada poros turbin untuk menghitung daya output turbin. Berdasarkan pada hasil pengujian, turbin air hasil modifikasi pompa sentrifugal untuk pembangkit listrik tenaga mikrohidro, daya output turbin maksimum yang dihasilkan adalah 144,876 watt dengan putaran turbin 1315 rpm yang dioperasikan pada debit 0,0034 m³/det ,head 23 m dan mnghasilkan efisiensi turbin 21,98 %

Kata kunci: Turbin Air, Hasil Modifikasi Pompa Sentrifugal, Karakteristik Turbin.

PENDAHULUAN

Energi listrik yang disediakan oleh Perusahaan Listrik Negara (PLN), masih belum dirasakan secara menyeluruh oleh masyarakat terutama masyarakat pedesaan yang jauh dari jangkauan jaringan listrik. Desa diseluruh nusantara yang sudah terjangkau jaringan listrik sampai tahun 2006 baru mencapai 47 % (Sutisno, 2007). Sisanya adalah daerah pelosok yang belum terjangkau jaringan listrik. Beberapa desa yang belum terjangkau jaringan listrik memiliki potensi mikrohidro yang belum dimanfaatkan, potensi mikrohidro di Indonesia yang telah dimanfaatkan kurang lebih 64 MW sedangkan potensinya diperkirakan sebesar 460 MW (Zulkarnain dkk, 2004). Sumber energi mikrohidro dapat dimanfaatkan dengan cara mengubah energi tersebut kedalam bentuk energi mekanik. Energi mekanik kemudian digunakan untuk menggerakkan beban seperti generator listrik, pompa dan lain lain. Alat yang dapat digunakan untuk mengubah energi potensial air menjadi energi mekanik dikenal denan turbin air. Kendala yang dihadapi masyarakat untuk memanfaatkan potensi mikrohidro adalah tidak tersedianya turbin air sekala mikro dipasaran. Sementara pengetahuan masyarakat tentang teknologi turbin air sangat rendah.. Untuk mengatasi hal tersebut diperlukan pemikiran alternatif yaitu mencari alat yang mudah didapatkan dan terjual bebas dipasaran untuk dimodifikasi menjadi turbin air. Pompa sentrifugal secara geometris memiliki kemiripan dengan turbin air namun prinsip kerjanya berkebalikan.. Penelitian ini dimaksudkan untuk mengkaji kinerja turbin air hasil modifikasi dari pompa sentrifugal untuk pembangkit listrik tenaga mikrohidro. Diharapkan hasil kajian ini dapat menjadi alternatif kelangkaan turbin air dipasaran sekaligus mendorong pemanfaatan energi mikrohidro yang lebih baik.

LANDASAN TEORI

Turbin francis adalah sebuah turbin aliran kedalam yang mempunyai aliran radial pada sisi masukan maupun pada sisi keluaranya. Jenis turbin ini paling banyak digunakan karena menghasilkan daya tinggi, cocok dioperasikan pada tinggi jatuh air menengah. Semua hubungan untuk menentukan berbagai sudut dan karakteristik lain yang digunakan dalam turbin aliran kedalam, juga dapat diterapkan untuk turbin francis.

Daya Hidrolik

Daya hidrolik adalah daya yang dimiliki oleh air yang mengalir dari tempat yang tinggi ke tempat yang rendah, dirumuskan pada persamaan 1 :

$$Ph_T = \rho g Q H \dots\dots\dots (1)$$

dimana Ph adalah daya hidrolik (Watt), massa jenis air (kg/m^3), Q adalah debit air (m^3/s) dan H adalah tinggi jatuh air (m)

Daya Mekanik

Daya mekanik adalah daya yang dihasilkan pada poros turbin dapat dicari dengan persamaan 2

$$P_m = \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{60} T \dots\dots\dots (2)$$

dimana: P_m = Daya mekanik (Watt), T = Torsi (Nm), $\pi = 3.14$ dan n = kecepatan putar (rpm)

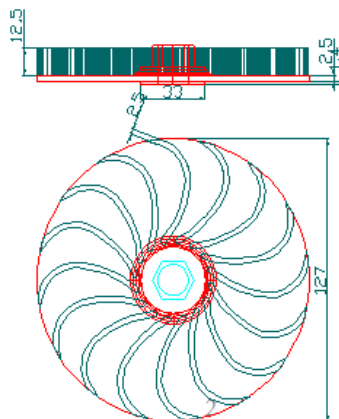
Efisiensi Turbin (η_t)

Efisiensi turbin merupakan perbandingan daya mekanik yang di hasilkan oleh turbin dengan daya hidrolik yang di gunakan untuk menggerakkan turbin, dapat dihitung dengan persamaan 3.

$$\eta_t = \frac{P_m}{P_h} \times 100\% \dots\dots\dots (3)$$

METODOLOGI PENELITIAN

Proses perancangan dalam pembuatan sistem pembangkit listrik tenaga mikrohidro dengan menggunakan pompa sentrifugal yang difungsikan sebagai turbin air dilakukan dengan modifikasi jumlah sudu dan sudut sudu. Jumlah sudu dimodifikasi menjadi 16 sudu dan sudut sudu pada posisi dalam dimodifikasi 35° dan sudut sudu di sisi luar menjadi 30° .

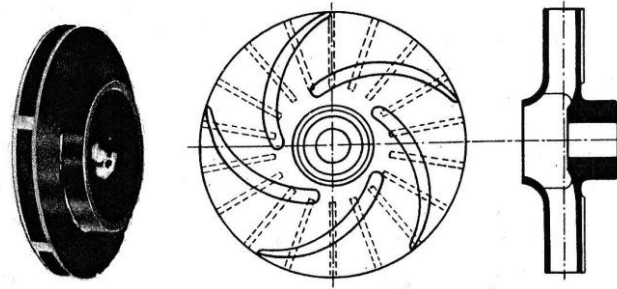


Gambar 1 Rancangan Runner Turbin

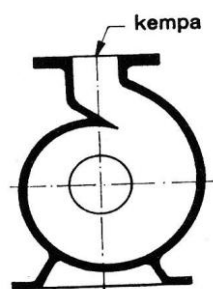
Langkah yang dilakukan :

Mengukur impeler dan lebar saluran rumah pompa yang akan dimodifikasi sebagai patokan ukuran runner turbin yang akan dibuat. Mengubah sudut sudu runner pada bagian masukan 30° dan pada bagian keluaran 35° , ketirusan shock drat poros diperpendek dan lebar impeler diperbesar, jumlah sudu diperbanyak menjadi 16. Spesifikasi pompa yang akan dimodifikasi sebagai berikut : head maksimum pompa 22 m, debit maksimum 90 liter/menit, putaran pompa 1500 rpm

dan daya listrik yang dibutuhkan 175 wat. Impeler yang dimodifikasi menjadi runner turbin air adalah jenis tertutup dan rumah pompa yang digunakan sebagai rumah turbin adalah tipe siput.



Gambar 2 impeler pompa



Gambar 3 Rumah Siput

Instalasi Pengujian Turbin Air

Gambar di bawah ini merupakan instalasi pengujian turbin air hasil modifikasi pompa sentrifugal. Komponen utama alat ini adalah pompa sirkulasi yang digunakan untuk menggantikan waduk (bendungan) sebagai potensi tenaga air, dengan spesifikasi pompa sebagai berikut : head tekan =37 m, debit = 200 l/menit, daya = 4 HP, turbin air, dinamometer sebagai alat pengukur torsi, tachometer untuk mengukur kecepatan putar turbin dan bendung V sebagai alat pengukur debit.



Gambar 4 Instalasi Pengujian turbin air

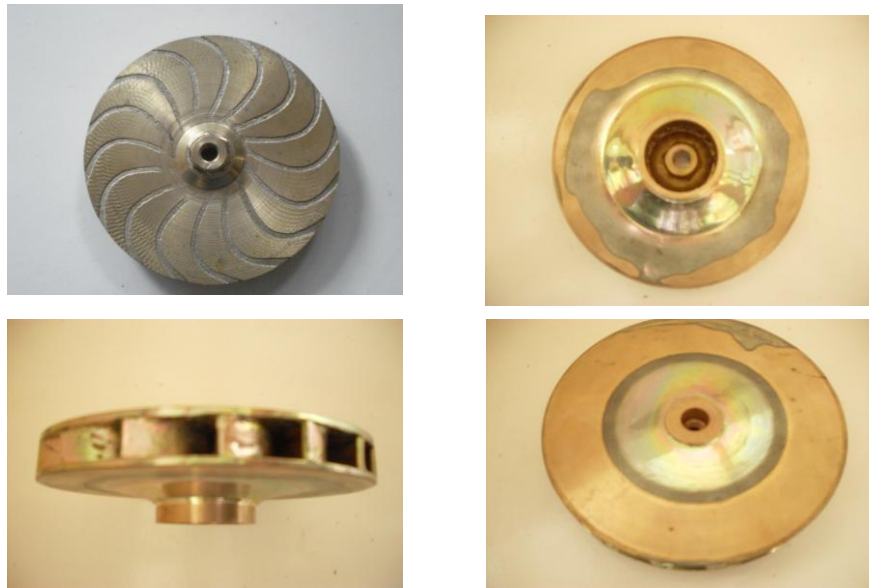
Langkah Pengujian

1. Mempersiapkan semua peralatan yang dibutuhkan dalam pengujian
2. Memeriksa semua alat ukur yang digunakan
3. Membuat rangkaian pengujian
4. Memilih range alat ukur pada ampermeter maupun voltmeter.

5. Menghidupkan pompa.
6. Mengatur bukaan katup disesuaikan dengan head yang diinginkan
7. Mukai pengambilan data dari pembebanan nol sampai pembebanan maksimum , catat head masuk turbin dan keluar turbin, massa beban mekanik, beban lampu, arus dan tegangan listrik keluaran generator.
8. Matikan pompa.

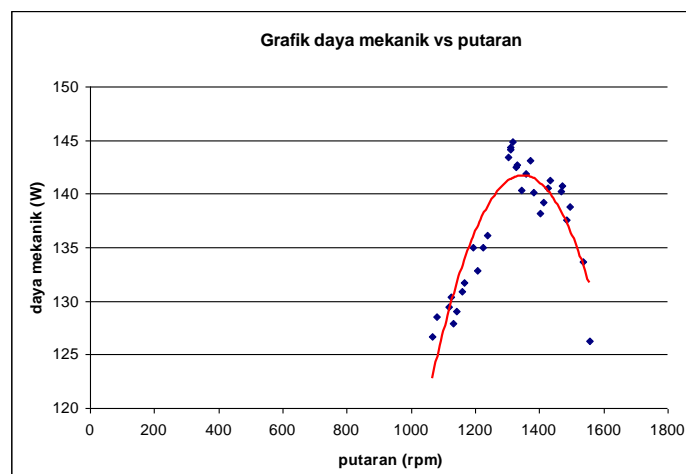
HASIL DAN PEMBAHASAN

Runner turbin hasil modifikasi impeller pompa yang telah dibuat mempunyai spesifikasi sebagai berikut : diameter luar runner 127,5 mm , diameter dalam runner 24 mm, lebar sudu 12,5 mm, jari jari kelengkungan sudu 30 mm dan jumlah sudu 16 buah, sudut sudu pada posisi dalam 35° dan sudut sudu di sisi luar 30° .



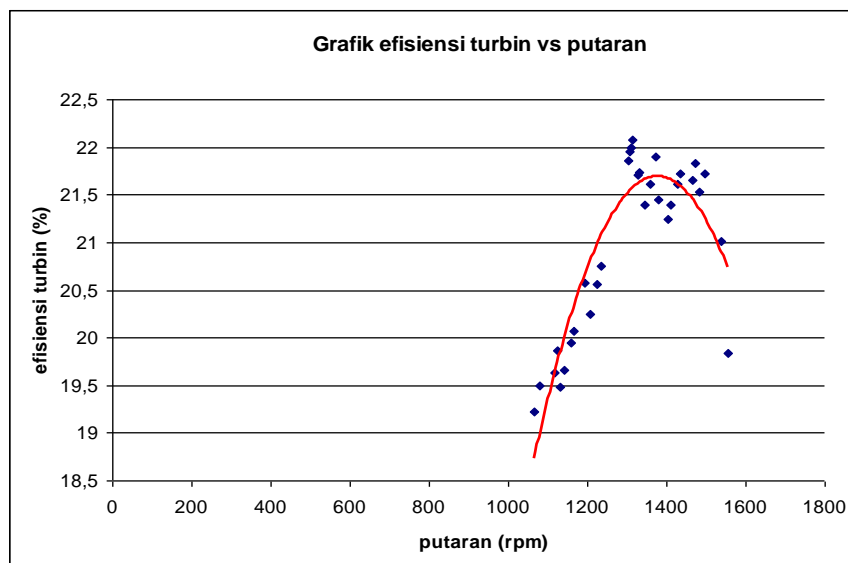
Gambar 5 Runner Turbin Air Dengan *Runner* Berjumlah 16 Sudu

Hasil pengujian karakteristik turbin dapat dilihat pada Gambar 6. Dari hubungan antara daya mekanik dengan putaran pada pengujian karakteristik turbin dengan variasi beban mekanik maksimum yang dihasilkan sebesar 144,876 Watt pada pada putaran 1315 rpm yang dioperasikan pada head (tinggi jatuh air) 23 m.



Gambar 6 Grafik hubungan Daya Mekanik Vs Putaran

Dari Gambar 7 Grafik Hubungan efisiensi turbin vs putaran terlihat bahwa efisiensi turbin terbesar yang dihasilkan 21,93% pada putaran 1315 rpm, dan tinggi jatuh air 23 m.



Gambar 7 Grafik hubungan Efisiensi Turbin Vs Putaran

KESIMPULAN

1. Modifikasi impeller pompa menjadi runner turbin yang telah dibuat mempunyai spesifik dengan diameter luar runner 127,5 mm , diameter dalam runner 24 mm, panjang, lebar sudu 12,5 mm, jari jari kelengkungan sudu 30 mm dan 16 buah sudu, sudut sudu runner turbin pada posisi dalam 35° dan sudut sudu di sisi luar 30°.
2. Daya mekanik turbin yang dihasilkan pada head 23 m adalah 144,876 Watt dengan efisiensi turbin 21,98 % pada putaran 1315 rpm,.

DAFTAR PUSTAKA

- Bono, Gatot Suwoto, Mulyono, 2006. "Rekayasa bentuk sudu turbin pelton Sistem pembangkit listrik Tenaga mikrohidro", Jurnal rekayasa Mesin Vol.3 No.1, hal: 131-136
- Maher P., and N. Smith, 2001, "Pico Hydro for village power", Practical Manual for schemes Up To 5 KW in Hill Areas, Edition 2
- Sularso, Tahara Haruo, 2000, "Pompa dan kompresor", Pradnya paramitha, Jakarta
- Sriyono Dakso, Dietzel Fritz, 1993. "Turbin pompa dan Kompresor" Erlangga, Jakarta
- Sutisna, N. (20/07), "Departemen energi kembangkan sistem mikrohidro", Tempo News Room. <http://www.tempo.co.id/hg/nusa/jawamadura/.brk,20040417-08,id.html>
- Zulkarnain, Sukarno, H., Berlian, A. (2004), "Sistem piko hidro untuk daerah terpencil", Majalah P3TEK, <http://www.p3tek.com/conten publikasi /publikasi 04,htt htm>.