

Design dan Manufacturing Screw Turbin Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Skala Kecil

Anizar Indriani¹, Hendra²

¹Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Bengkulu, Bengkulu, Indonesia

²Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Bengkulu, Bengkulu, Indonesia
Email; aniz_raimin@yahoo.com

Abstrak

Kelangkaan minyak bumi mengakibatkan peralatan atau mesin pengguna bahan bakar minyak bumi mengalami kesulitan dalam mendapatkan pasokan sehingga operasi atau kerja mesin menjadi terganggu dan selain itu harga bahan bakar minyak menjadi mahal. Kelangkaan bahan bakar ini menyebabkan adanya pencarian sumber alternatif baru seperti pemanfaatan sumber tenaga angin, surya, air dan gelombang laut. Sistem pembangkit listrik selama ini banyak menggunakan bahan bakar minyak sebagai sumber penggerak komponen mesinnya seperti turbin dan generator. Selain pembangkit listrik bahan bakar minyak juga banyak digunakan pada bidang otomotif, rumah tangga, dan industri. Keterbatasan pasokan bahan bakar minyak menyebabkan kerja atau penggunaan mesin-mesin menjadi tidak efektif. Hal ini dapat dilihat pada beberapa daerah adanya pemadaman bergilir atau tegangan listrik yang dihasilkan tidak stabil. Dampak yang muncul akibat pemadaman listrik bergilir dan tegangan yang tidak stabil adalah banyak mesin-mesin atau komponen-komponen elektronik yang menggunakan tegangan listrik sebagai sumber tegangan menjadi rusak. Untuk menanggulangi kekurangan pasokan dan ketergantungan pada bahan bakar minyak maka dikembangkan sistem pembangkit listrik mikrohidro, pembangkit listrik tenaga angin dan lainnya. Untuk pembangkit listrik tenaga mikrohidro komponen yang berpengaruh pada performance pembangkitnya adalah turbin. Desain turbin sangat besar pengaruhnya terhadap hasil tegangan yang dihasilkan. Desain turbin yang sudah dikembangkan oleh beberapa tempat adalah desain *screw* turbin karena konstruksi yang sederhana, ramah lingkungan dan dapat dioperasikan pada head yang rendah. Untuk menganalisis pengaruh desain *screw* turbin terhadap performance pembangkit listrik tenaga mikrohidro maka di rancang dan dibuat desain *screw* turbin dengan finite volume method dan selanjutnya proses manufakturnya dibuat dengan beberapa tahapan seperti pemotongan pelat, penarikan dan pengelasan. Selanjutnya di *assembly* dengan komponen lain (generator) agar menghasilkan tenaga listrik dan pengujian desain dan manufaktur *screw* turbin. Dari hasil pengujian dapat dianalisis pengaruh desain *screw* turbin terhadap performan pembangkit listrik tenaga mikrohidro skala kecil.

Keywords: *Screw* Turbin, Generator, Manufaktur, *Finite Volume Method*, Tegangan Listrik

Pendahuluan

Turbin^{[1][2]} merupakan komponen mesin yang dapat menghasilkan energi listrik dengan bantuan generator. Prinsip kerjanya adalah memanfaatkan energi potensial air^{[1][3]} yang diubah menjadi energi kinetik melalui komponen sudu atau impeler. Gerakan sudu atau impeler akan membuat poros penghubung berputar dan menggerakkan generator. Gerak berputar poros akan diubah menjadi energi listrik di generator melalui lilitan magnet atau kumparan yang ada didalam generator. Besarnya energi listrik yang dihasilkan oleh generator tergantung pada putaran yang dihasilkan oleh turbin.

Kinerja turbin dipengaruhi oleh beberapa komponen seperti tinggi jatuh air (head), debit dan jenis turbin yang digunakan (turbin Kaplan, Pelton^[4], *screw* dan lainnya).

Screw turbin^{[1][5][6][7]} termasuk dalam jenis turbin yang menggunakan air sebagai penggerakannya. Air yang masuk ke dalam *screw* turbin akan memutar *screw* menuju bagian luar turbin. Putaran *screw* turbin menyebabkan poros penghubung ikut bergerak berputar. Putaran yang dihasilkan oleh *screw* turbin melalui poros penghubung akan diubah oleh generator menjadi energi listrik. Besarnya putaran yang dihasilkan oleh *screw* turbin selain dipengaruhi oleh tinggi jatuh air dan debit juga dipengaruhi oleh komponen *screw* turbin seperti jumlah sudu *screw*, jarak *screw* dan kemiringan *screw*.

Dalam tulisan ini difokuskan pada desain dan proses manufaktur *screw* turbin agar menghasilkan putaran yang maksimal. Proses desain dimulai dengan pembuatan model menggunakan metode elemen hingga dan manufaktur dilakukan dengan proses pembuatan *screw* turbin meliputi pemotongan,

penarikan dan penyambungan (pengelasan). Dengan mengetahui desain dan proses manufaktur *screw* turbin akan dapat mengestimasi putaran maksimal yang dihasilkan *screw* turbin dan menghemat ongkos produksi.

Metodologi Desain dan Manufaktur *Screw* Turbin

Desain *screw* turbin dibuat dengan metode elemen hingga. Desain *screw* turbin dibuat berdasarkan jumlah sudu *screw* dan jarak antara pitch *screw*. Bentuk dan jumlah sudu *screw* dapat dilihat pada Gambar 1. Dimana pada Gambar 1 terlihat jumlah sudu yang didesain adalah 5, 7 dan 10 sudu *screw*. Pada Gambar 1 ditunjukkan desain model untuk prototipe *screw* turbin.

Saat ini dibuat *screw* turbin mini yang memiliki dimensi poros dudukan *screw* dengan panjang 1,0 m, diameter luar 0,0708 m dan jumlah sudu sebanyak 10 sudu. Jarak antara satu sudu *screw* dengan sudu *screw* lainnya adalah 0,07 m. Panjang total *screw* turbin adalah 1,5 m. Material sudu *screw* dibuat dari plat aluminium dan porosnya dari pipa PVC dengan diameter 0,0208 m. Pada ujung poros *screw* turbin dipasang poros as penghubung ke generator dengan dimensi diameter poros as *screw* turbin adalah 0,0127 m

Untuk prototipe *screw* turbin di buat dengan spesifikasi *screw* turbinnya adalah panjang 1,5 m, diameter luar *screw* turbin 0.6 m dan jarak antara sudu *screw* 0.26 m dan 0,1857 m. Material sudu dan poros adalah steel.

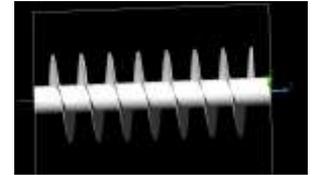
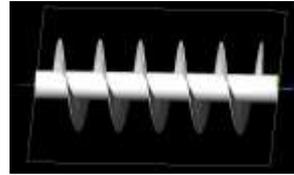
Proses manufaktur *screw* turbin dilakukan dengan menggunakan beberapa proses seperti pemotongan pelat, penarikan dan pengelasan. Proses pembuatan *screw* turbin dan tahap pengerjaannya adalah sebagai berikut:

1. Pembuatan sudu *screw* turbin dengan proses pemotongan pelat aluminium dengan tebal 0,0015 m menjadi bentuk lingkaran dengan diameter luar 0,0708 m dan diameter dalam 0,0208 m (lihat Gambar 2). Setelah dipotong dilakukan penarikan dan pemasangan sudu *screw* turbin pada poros dudukan *screw* turbin (proses keling dan lem).
2. Pipa PVC untuk dudukan sudu *screw* turbin dengan diameter 0,0208 m dan panjang 1,0 m (lihat Gambar 3).
3. Pembuatan dudukan poros as *screw* turbin untuk pemasangan pada bantalan dengan diameter poros as 0,0127 m seperti terlihat pada Gambar 4 dengan proses bubut.
4. Pembuatan konstruksi dudukan *screw* turbin dengan proses pengelasan. Gambar dudukan *screw* turbin dapat dilihat pada Gambar 5.
5. Pemasangan bantalan pada konstruksi dudukan *screw* turbin (lihat Gambar 6).

Alat-alat yang digunakan dalam proses desain *screw*

turbin ini adalah:

1. Mesin potong pelat.
2. Mesin bubut.
3. Mesin las.



a. 5 Sudu *Screw* Turbin b. 7 Sudu *Screw* Turbin

Gambar 1. Bentuk dan Jumlah Sudu *Screw* Turbin

Untuk proses pengujian alat yang digunakan adalah:

1. Model *screw* turbin mini seperti ditunjukkan pada Gambar 6.
2. Tachometer untuk mengukur putaran yang dihasilkan.
3. Stopwatch
4. Busur untuk mengukur kemiringan dudukan *screw* turbin. Kemiringan pemasangan *screw* turbin berdasarkan tinggi bagian atas *screw* turbin yaitu 0.4 m hingga 0.65 m.
5. Mistar untuk mengukur ketinggian jatuh air.



Gambar 2. Sudu *Screw* Turbin



Gambar 3. Dudukan Poros Sudu *Screw* Turbin



Gambar 4. Poros As *Screw* Turbin



Gambar 5. Bantalan *Screw* Turbin



Gambar 6. Konstruksi *Screw* Turbin

Proses pengambilan data adalah:

1. *Screw* turbin dipasang pada ketinggian kemiringan 0,4 m hingga 0.65 m.
2. Air dialirkan dari ketinggian 0,2 m hingga 0,4 m hingga jatuh ke sudu *screw* dan membuat *screw* bergerak secara rotasi.
3. Putaran dari *screw* turbin diukur dengan menggunakan tachometer.

Hasil dan Pembahasan

Hasil desain dan manufaktur *screw* turbin mini dapat dilihat pada Gambar 7. Pada Gambar terlihat posisi pemasangan *screw* turbin dimana pada saat pengujian ketinggian kemiringan *screw* turbin digunakan untuk mendapatkan putaran *screw* turbin. Putaran yang dihasilkan oleh *screw* turbin akan diteruskan ke generator sehingga diperoleh tegangan listrik.

Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 1, dimana pada tabel terlihat bahwa putaran *screw* turbin yang diperoleh akan semakin besar dengan tingginya posisi kemiringan posisi *screw* turbin. Pada Tabel 1 terlihat bahwa putaran tertinggi adalah 166 rpm pada ketinggian kemiringan 0.65 m. untuk ketinggian kemiringan 0.4 m putaran yang diperoleh adalah 47,9 rpm. Hubungan antara ketinggian kemiringan dan putaran *screw* turbin dapat dilihat pada Gambar 8. Dimana pada Gambar 8 terlihat semakin tinggi kemiringan *screw* turbin maka putaran yang dihasilkan juga akan semakin tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi kemiringan posisi *screw* turbin akan diikuti oleh kenaikan putaran. Ketinggian kemiringan akan menyebabkan kontak antara *screw* turbin dan titik jatuh air semakin besar sehingga mendorong *screw* turbin untuk berputar lebih cepat. Pengujian terbalik juga dilakukan untuk melihat perbedaan hasil yang diperoleh. Dari pengujian terbalik diperoleh putaran sebesar 159,6 rpm untuk ketinggian kemiringan 0.65 m. Putaran terendah terdapat pada ketinggian 0.45 m sebesar 133 rpm.



(b) Posisi tampakdepan

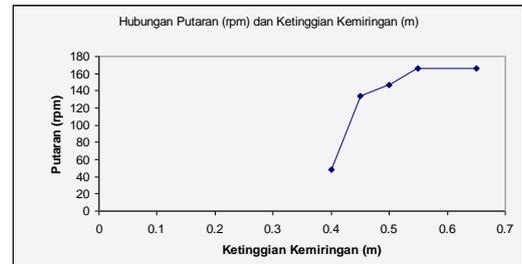


(a) Posisi tampak samping

Gambar 7. Desain dan Manufaktur *Screw* Turbin

Tabel 1. Hasil Pengujian Putaran *Screw* Turbin

No.	Tinggi Kemiringan (m)	Putaran (rpm)
1.	0.4	47.9
2.	0.45	134
3.	0.5	147
4.	0.55	165.9



Gambar 8. Grafik Hubungan antara Ketinggian Kemiringan dan Putaran *Screw* Turbin

Kesimpulan

Dari hasil desain dan manufaktur *screw* turbin dapat diperoleh kesimpulan yaitu bentuk desain *screw* dapat mempengaruhi kinerja *screw* turbin seperti jumlah sudu, jarak sudu dan kemiringannya. Dan dari pengujian didapatkan bahwa putaran akan semakin meningkat dengan adanya kenaikan tinggi kemiringan *screw* turbin.

Ucapan Terimakasih

Penelitian ini disponsori dari dana Penelitian Unggulan BOPTN DIKTI

Referensi

- [1] Kumar, R. K and David Ian, *Hydro Power Generation From Domestic Water Supply System and Development of Dynamic Flow Modeling*, International Journal and Electronics Engineering Research (IJEEER), ISSN 2250-155X, Vol. 2, Issue 3 Sept, 94-105, (2012).
- [2] Damastuti, A. P., *Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro*, WACANA, No. 8/ Mei-Juni (1997).
- [3] Angraini, I., et al., "Pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro dengan Pemanfaatan Potensi Air di Desa Benteng Besi Kabupaten Lebong Propinsi Bengkulu", *Jurnal Amplifier*, Vol. 2 No.1, (2012).
- [4] Gudukeya, L. And Madanhire, I., *Efficiency Improvement of Pelton Wheel and Cross Flow*

Turbines in Micro-Hydro Power Plants: Case Study,
International Journal of Engineering and Computer
Science ISSN: 2319-7242, Vol. 2 Issue 2, February
(2013), PP. 416-432.

[5] Havendry,A., ”Perancangan dan Realisasi Model
Prototipe Turbin Air Type *Screw* (Archimedean
Turbine) untuk Pembangkit Listrik Tenaga
Mikrohidro dengan Head Rendah di Indonesia”,
TeknikA, Vol.2, No. 31, Tahun XVI, Hal.1-7,
(2009).

[6] Muller, G., *Simplified Theory of Archimedean
Screws*, Journal of Hydraulic Research, Vol. 47, No.
5, pp. 666-669, doi: 10.3826 /jhr.2009, 3475, (2009).

[7] Rorres, C., *The Turn of The Screw: Optimal
Design of An Archimedes Screw*, Journal of
Hydraulic Engineering, January, pp. 72-80, (2000).