

PERANCANGAN DAN PENGUJIAN POMPA SEBAGAI TURBIN UNTUK PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA AIR

Fadjrin Cahyani Sangadji La Ada¹, Asral²

Laboratorium Konversi Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Riau

Fadjrin_cahyani4153@Student.unri.ac.id, asral_2008@yahoo.com

Abstract

A pump as a turbine is a pump that is converted from a motor-driven pump to bring water, becomes driven by falling water and then turns the impeller and transformed it into a mechanical energy. Basically the Working Principle of the Pump as a Turbine is a pump that is in a state of being sedated by water at a certain height. The water will rotate the impeller, then the impeller is then passed to a generator that converts it to mechanical energy. Testing and designing the pump as a turbine aims to analyze the method of manufacture and processes for pumps designed by students. In Riau Province itself no one has used a pump as a replacement for turbines to generate electricity. Pump design as a turbine consists of searching the value of the initial variable, calculation and design. From testing the pump as a turbine that has been designed, the data shows that the largest potential hydro power is 3169 watts and potential pump power is 5003 watts. From the potential power that has been obtained it is known that the design of the pump as a turbine is feasible to use as a power plant.

Keywords : Pump, Turbine, Picohydro,

1. Pendahuluan

Dalam membangun pembangkit listrik perlu dipelajari teknik-teknik yang terkait secara terperinci dan bertahap untuk mengurangi biaya produksi dan dampak terhadap lingkungan. Pembangkit listrik dengan bahan bakar fosil yang selama ini digunakan menghasilkan energi besar tetapi memiliki kelemahan yaitu dari biaya yang tinggi dan deplesi cepat serta dampak terhadap lingkungan yang sangat merugikan. Untuk menangani masalah tersebut, negara-negara maju menggunakan sumber daya dari energi terbarukan, salah satu contohnya adalah pembangkit listrik tenaga air.

Pompa sentrifugal yang dialihfungsikan menjadi turbin bisa digunakan sebagai alternative untuk menghasilkan daya pada pembangkit listrik tenaga air kecil dan mikro [1].

Pada tahun 1962, Child mempresentasikan metode prediksi PAT berdasarkan efisiensi pompa [2]. Pendekatan yang sama dilakukan juga dilakukan oleh McClaskey and Lundquist pada tahun 1976 serta Lueneburg dan Nelson pada tahun 1985 [3]. Sharma menyatakan bahwa BEP dari kebanyakan PAT berada pada 2% dari BEP Pompa [4]. Grover dan Height mengajukan metode prediksi PAT berdasarkan pada kecepatan spesifik mode turbin atau kecepatan spesifik mode pompa. Metode dari Grover bisa digunakan pada kecepatan spesifik mode turbin kisaran 10 dan 50 [5].

Keunggulan dari Pompa sebagai turbin adalah:

- 1) Modal lebih sedikit jika dibandingkan dengan turbin konvensional.
- 2) Menggunakan produk standar dan terbukti dari lapangan, Konstruksi walaupun sederhana tapi tangguh.
- 3) Ketersediaan suku cadang ditambah dengan kemudahan perawatan.
- 4) Efisiensi tinggi (sampai 86%)
- 5) Pasokan energi 24 jam
- 6) *Return on investment* periode pendek, bila dibandingkan dengan metode yang lain.

Pembangkit *picohydro* merupakan pembangkit listrik yang menghasilkan keluaran daya listrik tidak lebih dari 5 KW . Pembangkit ini memiliki beberapa keunggulan, seperti :

- 1) Biaya pembuatannya relatif murah.
- 2) Bahan-bahan pembuatannya mudah ditemukan di pasaran.
- 3) Ramah lingkungan karena tidak menggunakan bahan bakar fosil.
- 4) Pembangunannya dapat dipadukan dengan pembangunan jaringan irigasi.
- 5) Tidak membutuhkan perawatan yang rumit dan dapat digunakan cukup lama.
- 6) Ukurannya yang kecil, cocok digunakan untuk daerah pedesaan yang belum terjangkau jaringan aliran listrik PLN.

Pembangkit listrik tenaga air skala piko pada prinsipnya memanfaatkan beda ketinggian dan jumlah debit air yang kecil seperti yang terdapat pada aliran air saluran irigasi, anak sungai atau air terjun. Aliran air ini akan memutar poros turbin sehingga menghasilkan energi mekanik. Energi ini selanjutnya menggerakkan *generator* dan kemudian menghasilkan listrik.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang pompa sebagai turbin dan melakukan pengujian pompa sebagai turbin hasil rancangan untuk mendapatkan prestasi serta analisa hasil akhir.

2. Metode

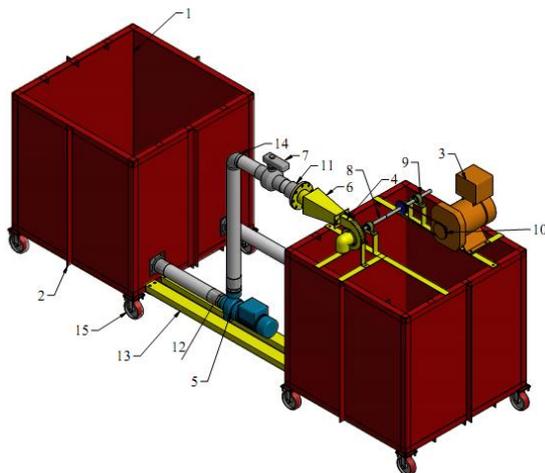
Penelitian ini terdiri atas dua metode, yang pertama metode perancangan. Dalam melakukan perancangan, terdiri dari 5 tahap yaitu:

- 1) perancangan poros dan pasak [6]
- 2) perancangan pompa sentrifugal [7]
- 3) perancangan *pulley* dan *belt* [6]
- 4) perancangan *bearing* [6]
- 5) perancangan sistem aliran air

Dari perancangan, diketahui jenis poros, pasak, *pulley*, *bearing*, *belt* dan sistem yang akan digunakan. Pada perancangan pompa sentrifugal didapat dimensi keseluruhan dari volute dan impeller, yang akan dilakukan penggambaran teknik secara 2dimensi dan 3dimensi menggunakan software autodesk inventor.

Kategori kedua adalah metode eksperimental atau pengujian. Pengujian dilakukan untuk mengetahui performa dari alat uji yang telah dirancang.

Alat uji hasil rancangan dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1 pembangkit listrik pikohidro

Keterangan:

- | | |
|--------------------------------|----------------------------|
| 1. Tangki Air | 9. <i>House Bearing</i> 1" |
| 2. Rangka Tangki | 10. <i>Pulley</i> |
| 3. <i>Generator</i> | 11. <i>Flange PVC</i> 4" |
| 4. <i>Pompa sebagai turbin</i> | 12. <i>Socket PVC</i> 4" |
| 5. Pompa air | 13. Dudukan pompa air |

- | | |
|--------------------|-------------------------|
| 6. <i>Reducer</i> | 14. <i>Elbow PVC</i> 4" |
| 7. <i>Valve</i> 4" | 15. Roda 8" |
| 8. <i>Shaft</i> 1" | |

Adapun alat ukur yang digunakan pada pengujian ini adalah

1. Tachometer (untuk mengukur kecepatan putaran turbin dan generator).
2. Multimeter (untuk mengukur tegangan listrik pada generator).
3. Tang ampere (untuk mengukur kuat arus).
4. Manometer dan mistar ukur (untuk mengukur ketinggian air tangki).

Adapun data yang diambil pada saat pengujian adalah:

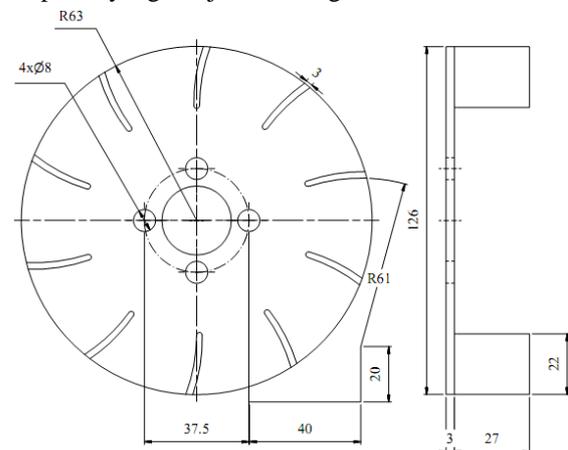
1. Kecepatan putaran turbin dan generator (rpm)
2. Kuat arus (A)
3. Tegangan listrik pada generator (V)
4. Ketinggian kenaikan air pada tangki (mm)

Adapun variabel yang diubah adalah

1. Debit air, dengan cara memvariasikan bukaan katup.
2. Jumlah beban, dengan menggunakan 6 buah lampu 5 watt.

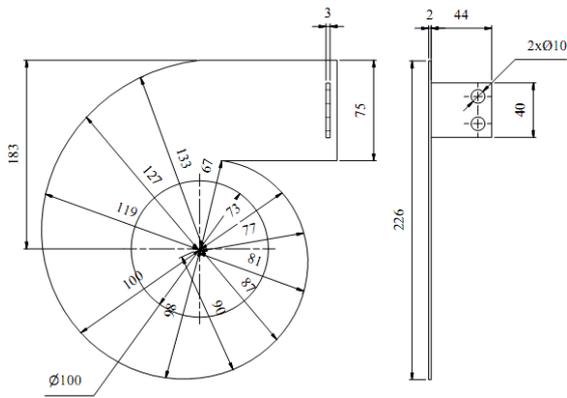
3. Hasil dan Pembahasan

Dari perancangan yang dilakukan, didapat dimensi pompa sentrifugal. Yang pertama adalah impeller yang ditunjukkan oleh gambar 2.

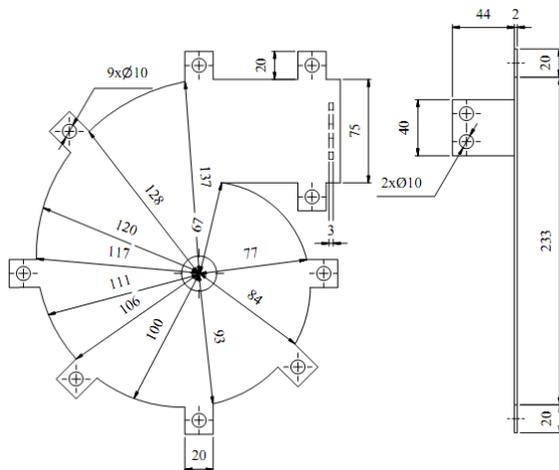


Gambar 2 impeller pompa sentrifugal

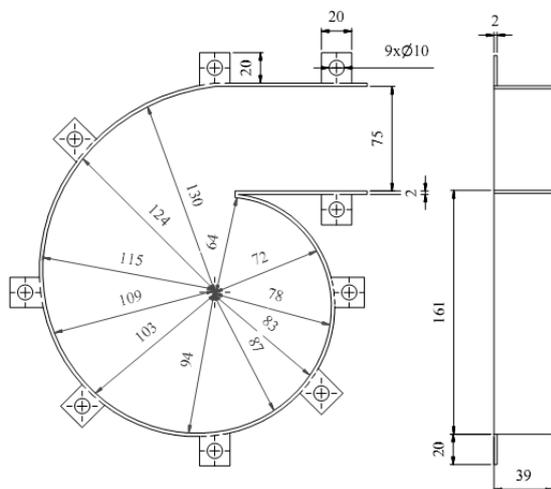
Kemudian volute impeller yang terdiri atas tiga bagian yaitu casing volute depan, casing volute belakang dan selimut volute yang secara berurutan ditunjukkan oleh gambar 3 s/d 5.



Gambar 3 casing volute depan



Gambar 4 casing volute belakang



Gambar 5 selimut volute

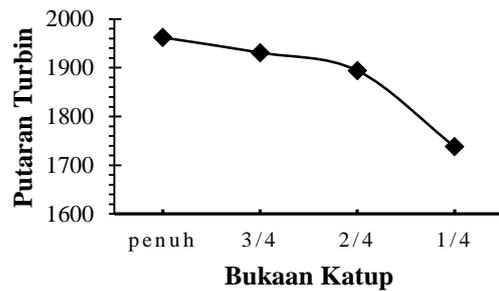
Komponen pendukung adalah

- 1) Poros 25 mm
- 2) Pasak 8x7x20mm
- 3) Pulley 4 in dan 3 in
- 4) Sabuk 315^{+25mm}/_{-20mm}
- 5) Bearing 205

Berdasarkan data yang telah didapat dari pengujian, didapat 3 jenis hasil yaitu:

1. Putaran turbin versus debit aliran

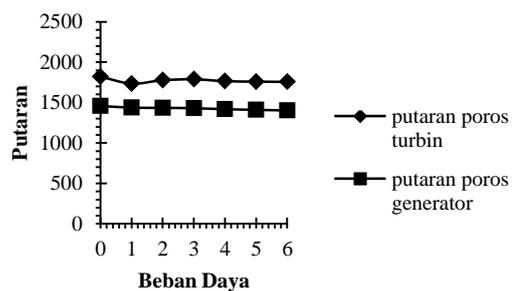
Pada pengujian tanpa beban, dari grafik pada gambar 6 Menunjukkan bahwa dari bukaan penuh hingga 2/4 putaran poros menunjukkan penurunan yang tidak drastis dengan perbedaan ± 25 rpm, tetapi jika katup dibuka 1/4 putaran poros menurun drastis hingga perbedaan antara bukaan 2/4 hingga ke bukaan 1/4 menunjukkan perbedaan ± 150 rpm. Hal ini terjadi karena adanya perbedaan yang signifikan pada debit aliran tiap bukaan. Dari bukaan penuh hingga 2/4 debit aliran berkurang ± 0.00005 m³/s tiap bukaan. Ketika di bukaan 1/4 debit aliran berkurang hingga ± 0.001 m³/s.



Gambar 6 putaran turbin versus debit aliran

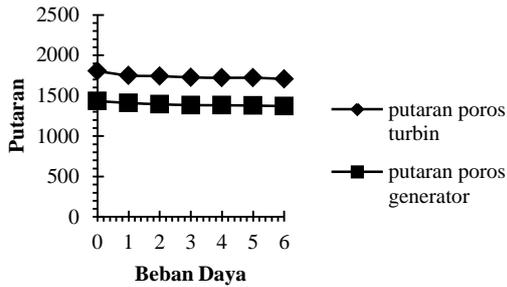
2. Putaran versus beban daya tiap bukaan

Pada pengujian dengan beban bukaan penuh, dari grafik pada gambar 7 menunjukkan bahwa putaran turbin berkurang tidak terlalu signifikan, masih dalam ± 1700 rpm, walaupun dari beban 1 lampu 5W, terdapat penurunan yang kentara. Hal ini dikarenakan pada pengujian dengan beban, pada uji pertama tidak dibebankan lampu 5 W, ketika uji kedua, pembebanan terjadi sehingga putaran turbin sedikit berkurang. Sedangkan putaran generator tiap beban kurang lebih konstan pada 1400 rpm.



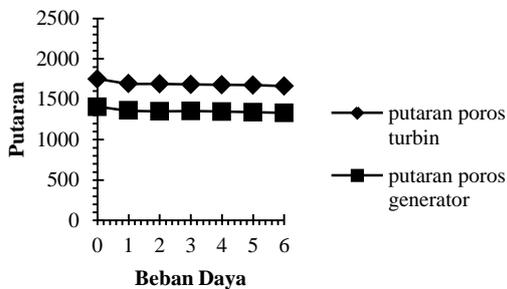
Gambar 7 putaran versus beban daya bukaan penuh

Pada pengujian dengan beban bukaan 3/4, dari grafik pada gambar 8 menunjukkan bahwa putaran turbin berkurang secara perlahan dari ± 1800 rpm menuju ± 1700 rpm. Sedangkan putaran generator tiap beban kurang lebih konstan pada 1400 rpm.



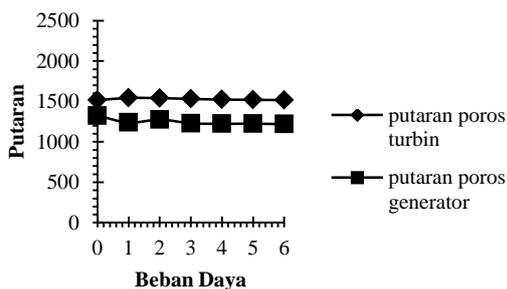
Gambar 8 putaran versus beban daya bukaan 3/4

Pada pengujian dengan beban bukaan 2/4, dari grafik pada gambar 9 menunjukkan bahwa putaran turbin berkurang secara perlahan dari ±1800 rpm menuju ±1700 rpm. Sedangkan putaran generator tiap beban berkurang dari ± 1400 rpm hingga ± 1300 rpm.



Gambar 9 putaran versus beban daya bukaan 2/4

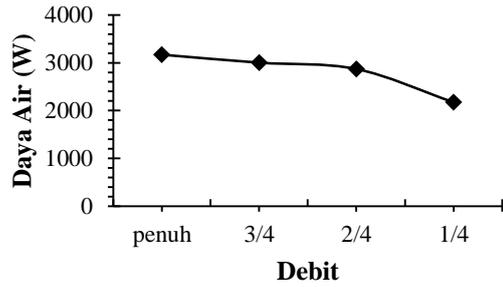
Pada pengujian dengan beban bukaan 1/4, dari grafik pada gambar 10 menunjukkan bahwa putaran turbin konstan pada ±1500 rpm. Sedangkan putaran generator tiap beban mengalami naik dan turun sebelum konstan pada beban 3 lampu 5 W.



Gambar 10 putaran versus beban daya bukaan 1/4

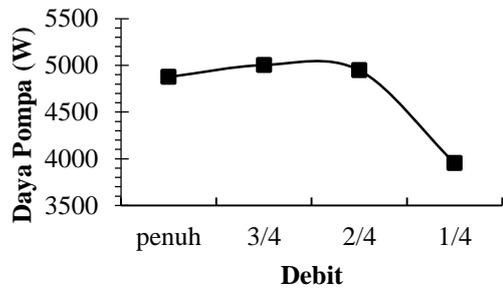
3. Daya vs debit

Dari grafik yang ditunjukkan gambar 11 menunjukkan bahwa daya potensial air mengalami penurunan yang cukup linier. Dimana pada debit penuh hingga 2/4 berada pada nilai ± 3000 watt. Sedangkan pada debit aliran 1/4 nilai debitnya menurun drastis hingga pada angka 2174 watt.



Gambar 11 daya air versus debit

Dari hasil pengujian yang ditampilkan oleh grafik pada gambar 12 menunjukkan bahwa pompa sentrifugal hasil rancangan mengalami kenaikan pada bukaan katup 3/4 sebelum menurun hingga berada di titik terendah pada bukaan 1/4. Daya tertinggi yang dihasilkan pada bukaan 3/4 mencapai 5003 Watt. sedangkan daya terendah dihasilkan pada bukaan 1/4 yaitu 3953 watt.



Gambar 12 daya pompa versus debit

4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian, dapat disimpulkan bahwa:

1. Perancangan pompa sebagai turbin, bisa digunakan untuk pembuatan pompa yang menggantikan material dan proses produksi yang di gunakan. Perancangan pompa sebagai turbin memiliki 4 tahap yakni perancangan disk impeller, perancangan diagram alir kecepatan, perancangan sudu-sudu impeller dan perancangan volute.
2. pengujian pada pompa sebagai turbin, menunjukkan bahwa prestasi- prestasi yang dimiliki hampir mendekati prestasi pompa konvensional. Hal ini dilihat dari debit aliran, rugi-rugi aliran, dan kemampuan pompa sebagai turbin yang bisa menghidupkan 6 buah lampu dengan beban masing-masing 5 watt.
3. Dari hasil pengujian pompa sebagai turbin, dapat diamati bahwa pompa sebagai turbin hasil rancangan sanggup menghasilkan listrik dengan daya potensial air mencapai 3169 watt dan daya pompa mencapai 5003 watt.

Daftar Pustaka

- [1] Bogdanovic-Jovanovic, Jasmina B, Milenkovic, Dragica R, Svrkota, Dragan R, Bogdanovic, Bozigar dan Spasic, Zivan T.2014.Pumps used As Turbines, Power Recover, Energy Efficiency, CFD Analysis.*Thermal Science* Vol.18 no.3:1029-1040.
- [2] Childs, S.M. *Convert pumps to turbines and recover HP*. Hydro Carbon Process. Pet. Refin. 1962, 41, 173–174.
- [3] McClaskey, B.M.; Lundquist, J.A. *Can You Justify Hydraulic Turbines?* Hydrocarb. Process. 1976, 55, 163–166
- [4] Sharma, K. *Small Hydroelectric Project-Use of Centrifugal Pumps as Turbines*; Technical Report; Kirloskar Electric Co.: Bangalore, India, 1985.
- [5] Grover, K.M. *Conversion of Pumps to Turbines*; GSA Inter Corp.: Katonah, NY, USA, 1980.
- [6] Sularso dan Suga, K.2004.*Dasar Perancangan dan Pemilihan Elemen Mesin*. Jakarta:Pt.Pradnya Paramita.
- [7] Harahap,Zulkifli,Trans.1990.*Pompa Dan Blower Sentrifugal*.Oleh Austin H. Church.Jakarta:Erlangga.