



ANALISIS KINERJA TURBIN PROPELLER DENGAN VARIASI BEBAN

Yunaltha Buli Salipadang¹, Corvis L. Rantererung², Salma Salu³

¹Program studi Teknik Mesin
Fakultas Teknik
Universitas Kristen Indonesia Paulus
Makassar.
Email: jb.salipadang151@gmail.com

²Program studi Teknik Mesin
Fakultas Teknik
Universitas Kristen Indonesia
Paulus Makassar.
Email : corvis@ukipaulus.ac.id

²Program studi Teknik Mesin
Fakultas Teknik
Universitas Kristen Indonesia
Paulus Makassar.
Email : salma@ukipaulus.ac.id

ABSTRAK

Turbin propeller merupakan salah satu jenis turbin air yang digunakan untuk pembangkit listrik skala kecil dengan kapasitas air yang rendah dan tinggi air jatuh/head yang rendah. Penelitian ini bertujuan untuk membuat desain prototype dari turbin propeller serta menguji karakteristik turbin propeller dengan memberikan variasi beban. Peralatan yang digunakan adalah mesin las, gerinda, meter dan bahan-bahan yang digunakan adalah turbin propeller, tangki air, pipa PVC, besi, pompa air, lampu kabel dan avometer. Penelitian ini dilakukan dengan menjalankan pompa air untuk mengisi tangki air untuk menggerakkan turbin kemudian daya listrik yang dihasilkan generator turbin diberikan beban bervariasi yakni 20 Watt, 40 Watt, 60 Watt dan 80 Watt. Untuk mengukur tegangan yang dihasilkan saat diberikan beban digunakan voltmeter sedangkan untuk mengetahui berapa tahanan pada beban digunakan avometer. Tegangan tertinggi yang dihasilkan oleh generator turbin dengan tinggi air jatuh 1.85 meter dan daya air sebesar 124.77 Watt yaitu 150 Volt pada beban 20 Watt dan efisiensi sistem tertinggi sebesar 67 % pada beban 60 Watt.

Kata Kunci : Turbin propeller, variasi beban, pembangkit listrik

ABSTRACT

The propeller turbine is one type of water turbine used for small-scale power plants with low water capacity and high low/head water fall. This research aims to design a prototype of a propeller turbine and test the characteristics of a propeller turbine by providing load variations. The equipment used are welding machines, grinders, meters and the materials used are propeller turbines, water tanks, PVC pipes, iron, water pumps, cable lights and avometers. This research was carried out by running a water pump to fill the water tank to move the turbine then the electrical power produced by the turbine generator is given a varied load of 20 Watt, 40 Watt, 60 Watt and 80 Watt. To measure the output generated when given a load, a voltmeter is used while an avometer is used to find out how much resistance to the load is used. The highest voltage produced by a turbine generator with a falling water height of 1.85 meters and



water power of 124.77 Watts, namely 150 Volts at a load of 20 Watts and the highest system efficiency of 67% at a load of 60 Watts.

Keywords: *Propeller turbines, load variations, power plants*

I. PENDAHULUAN

Pada umumnya Kurikulum yang diberlakukan pada jurusan Teknik Mesin saat ini adalah kurikulum berbasis kompetensi. Salah satu mata kuliah inti Teknik Mesin adalah Turbin Air. Turbin air adalah salah satu materi kuliah Konversi Energi pada kurikulum Teknik Mesin serta banyak digunakan di pedesaan sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hydro (PLTMH). Turbin Propeller merupakan jenis turbin air yang mampu beroperasi pada debit air dan head yang rendah.

Menurut Abdul Azis Hosein, Lily M, 2013 bahwa jenis turbin digunakan harus sesuai dengan dengan kondisi tempat dimana turbin ditempatkan dan juga perlu dikaji terhadap tipe turbin yang efektifitas dan efisiensinya tinggi. Selama ini Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) banyak menggunakan Turbin Propeller, karena manufaktur yang cukup mudah, memiliki konstruksi, pengoperasian dan pemeliharaan yang sederhana dan relative murah dan mampu beroperasi dengan efisien dan efektif yang tinggi pada variasi head (1 – 200 m) dan variasi debit (0,3 – 9 m³/s), karena satu kali pancaran air (*water jet*) dari nossel dua kali menabrak atau menumbuk sudu turbin.

J.De. Andrea 2011, menyatakan bahwa Turbin *Propeller*, adalah merupakan turbin air pembangkit tenaga listrik dengan poros vertical dilengkapi dengan sudu-sudu vertikal sehingga membentuk silinder sudu dan ditempatkan pada lorong silinder sudu yang tertutup, yang terhubung pada pipa pesat ujung hilir. Sudu-sudu diputar oleh aliran air yang memancar ke luar dari pipa pesat yang berfungsi untuk memutar dinamo pembangkit tenaga listrik. Turbin *Propeller* akan memberikan unjuk kerja optimal pada kondisi debit aliran tidak terlalu besar tetapi tinggi terjun tinggi.

Kondisi yang ada sekarang adalah bahwa energi memainkan peran yang sangat penting dalam berbagai sektor kehidupan dan merupakan kebutuhan dasar manusia. Hampir semua bidang kegiatan termasuk diantaranya industri, rumah tangga, transportasi, jasa dan lain-lain.yang tidak dapat dipisahkan dengan sektor energi listrik. Pada rumah tangga energi listrik berfungsi untuk penerangan, memasak, pemanas, pendingin dan kegiatan lainnya. Hasil studi yang telah dilakukan bahwa masih ada 95 % desa terpencil yang belum dialiri listrik, potensi energy air sangat besar dan layak sebagai sumber energy pembangkit listrik mikro hidro .



Berdasarkan kondisi tersebut dengan tinggi jatuh air yang rendah, maka dapat optimal sebagai pembangkit listrik adalah turbin Propeller. Turbin Propeller sangat baik digunakan sebagai pembangkit listrik mikro hidro karena dapat beroperasi secara optimal pada head yang sangat rendah di daerah terpencil dan tertinggal.

II. BAHAN DAN METODE

A. Waktu dan Tempat

Penelitian disain dan pengujian akan dilaksanakan pada Januari – Juni 2019 dengan cakupan kegiatan antara lain berupa perancangan desain alat dan pengujian alat. Proses penelitian ini dilaksanakan pada Kampus Universitas Kristen Indonesia Paulus Makassar. Hasil dari penelitian ini merupakan data-data hasil perancangan dan pengujian alat. Untuk proses perhitungan data yang diperoleh seperti besarnya daya yang dihasilkan generator turbin serta efisiensi sistem dari setiap beban lampu yang dibeikan yang diperoleh dari referensi berupa buku dan jurnal.

B. Desain Penelitian

Penelitian yang dilakukan mencakup pembuatan alat uji, pengambilan data seperti Tegangan Listrik (V), Kuat arus (I), Debit air (Q), Daya yang tersedia (P_{in}), Daya yang dihasilkan generator (P_{out}) dan efisiensi sistem (η_s) untuk setiap beban lampu yang diberikan. Bahan-bahan yang digunakan yakni turbin propeller, tangki air, tower tangki air dengan tinggi 2 m, pipa PVC, lampu, kabel, fitting, pompa air, stopwath dan avometer.

C. Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan cara mengisi tangki air yang didalamnya telah terpasang turbin propeller sesuai dengan batasan yang telah ditentukan. Kemudian debit air dihitung dengan cara menentukan volume air pada tangki dan menghitung waktu yang dibutuhkan untuk mengalir dengan menggunakan stopwath.

Proses pengambilan data menggunakan alat ukur yang terdiri dari pengambilan data kuat arus listrik dan tegangan listrik yang dihasilkan dengan menggunakan avometer untuk setiap beban lampu yang diberikan yakni 20, 40, 60, dan 80 Watt.

D. Metode Analisa Data

Metode analisa data yang dilakukan adalah dengan menggunakan persamaan-persamaan daya potensial air dan daya listrik yang dihasilkan oleh generator turbin. Menurut Abdul Azis Hosein, Lily M, 2013 bahwa susunan sudu-sudu turbin propeller



membentuk silinder dan ditempatkan pada lorong silinder sudu yang tertutup. Sudu-sudu yang berbentuk seperti baling-baling kapal diputar oleh aliran air yang membentuk pusaran untuk memutar generator yang menghasilkan energy listrik . Turbin propeller dapat bekerja optimal pada debit air yang rendah dan tinggi air jatuh yang rendah.

Abdul Azis Hosein, Lily M, 2013 menyatakan bahwa pancaran air masuk ke turbin dan mengenai sudu sehingga terjadi konversi energi kinetik menjadi energi mekanis. Air mengalir keluar membentuk sudu dan memberikan energinya (lebih rendah dibanding saat masuk) kemudian meninggalkan turbin.

Ada banyak tipe turbin yang digunakan untuk PLTMH dan dipilih berdasarkan penggunaannya di lapangan serta tinggi vertikal air (umumnya diistilahkan “head”) yang dapat menjalankannya. Turbin propeller kecil (pico propeller turbine) dapat digunakan untuk head rendah (1 – 6 m), debit 100 – 700 liter/detik dengan kapasitas 0,1 – 30 kW. Turbin ini memiliki sudu penggerak (*runner*) beberapa bilah tetap, seperti baling baling kapal. Air melewati *runner* dan menggerakkan bilah bilah tersebut.

Dalam penelitian ini perhitungan dilakukan berdasarkan parameter yang sudah ditentukan yaitu :

$$P_{in} = Q \times H \times g \times \rho \quad (1)$$

Keterangan :

- P_{in} = Daya yang tersedia (Watt)
- H = Tinggi air jatuh (m)
- g = percepatan gravitasi (m/s^2)
- Q = debit air (m^3/s)
- ρ = massa jenis air (kg/m^3)

Efisiensi turbin propeller rata-rata berkisar 65% – 90% . Di samping itu umur turbin propeller panjang, disebabkan komponen-komponennya yang relatif tahan aus dan kecil kemungkinan untuk terjadi kavitasi yang dapat merusak kinerja turbin.

Untuk mengetahui besarnya daya yang dihasilkan oleh generator turbin pada setiap beban yang diberikan maka, digunakan persamaan :



$$P_{out} = I \times V \quad (2)$$

Keterangan :

P_{out} = daya yang dihasilkan turbin (Watt)

I = Kuat Arus Listrik (Ampere)

V = Tegangan Listrik (Volt)

Untuk menghitung efisiensi sistem digunakan persamaan :

$$\eta_s = \frac{P_{beban}}{P_{air}} \times 100 \% \quad (3)$$

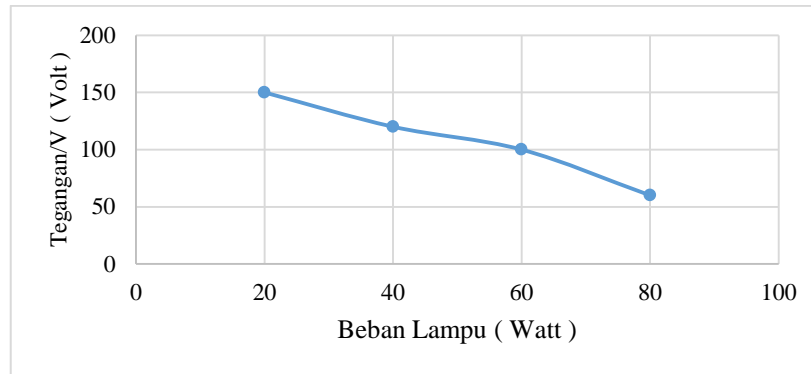
III. HASIL

Untuk menganalisis data dari hasil pengujian, maka hasil yang diperoleh dibuat dalam bentuk tabel dan grafik hasil perhitungan dengan uraian sebagai berikut:

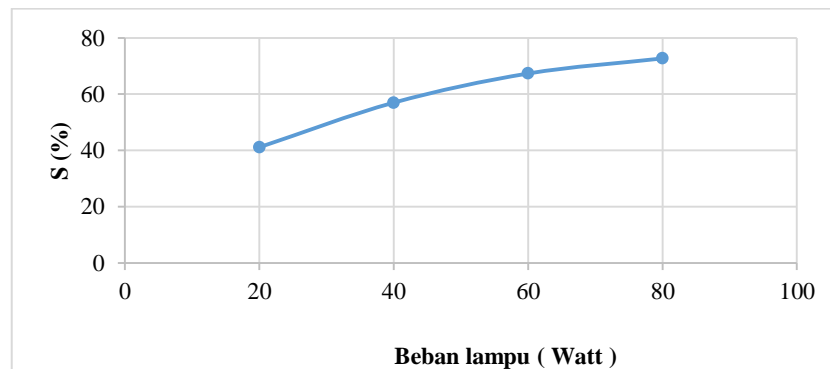
Berdasarkan hasil pengujian dan pengambilan data yang dilakukan didapatkan debit air $Q = 6.87 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$ dengan daya tersedia $P_{in} = 124.77 \text{ Watt}$ pada tinggi air jatuh $h = 1.85 \text{ meter}$. Untuk tegangan listrik $V = 150, 120, 100 \text{ dan } 60 \text{ Volt}$. Kuat arus yang dihasilkan $I = 0.34, 0.59, 0.84 \text{ dan } 1.51 \text{ Ampere}$. Daya yang dihasilkan generator $P_{out} = 51, 71.08, 84.01 \text{ dan } 90.71 \text{ Watt}$ dengan efisiensi sistem = 41.11, 56.97, 67.33 dan 72.70 %.

Dari grafik 1 grafik hubungan antara beban dengan tegangan yang dihasilkan generator dapat diketahui bahwa semakin besar beban yang diberikan maka tegangan yang dihasilkan generator akan semakin kecil. Untuk turbin propeller sendiri tegangan maksimum yang dapat dihasilkan generator sebesar 150 Volt untuk daya air sebesar 103.08 Watt dan tinggi air jatuh 1.85 m dengan beban maksimum 80 Watt.

Berdasarkan grafik 2 dapat dilihat bahwa turbin propeller dengan tinggi air jatuh 1.85 meter dan debit air $6.87 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$ serta daya air sebesar 124.77 Watt dapat diketahui bahwa beban lampu dan efisiensi sistem itu berbanding lurus dimana semakin besar beban yang diberikan maka efisiensi atau pemanfaatan daya yang dihasilkan turbin semakin besar pula. Dari hasil penelitian ini sendiri beban efisiensi maksimum yang dihasilkan pada beban 80 Watt yakni sebesar 72.70 %.



Gambar 1. Grafik hubungan Beban Lampu (Watt) vs Tegangan Listrik/V (Volt)



Gambar 2. Grafik hubungan antara beban lampu dengan efisiensi sistem

IV. PEMBAHASAN

Penelitian ini memberikan informasi bahwa turbin propeller mampu beroperasi pada tinggi air jatuh yang rendah dan kapasitas air yang kecil dimana tinggi air jatuh/head pada penelitian ini yakni 1.85 meter dengan debit air $6.87 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$. Variasi beban yang diberikan yakni 20, 40, 60 dan 80 Watt memberikan informasi tentang tegangan, kuat arus serta daya yang dihasilkan turbin untuk setiap beban yang diberikan. Dari referensi yang ada turbin propeller ini mempunyai efisiensi 60-90 % untuk tinggi air jatuh 1-6 meter. Data yang diperoleh dalam penelitian ini menunjukkan efisiensi rata-rata untuk setiap beban yang diberikan yaitu 60.4 %.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari penelitian yang dilakukan, penulis berhasil membuat desain dan merancang alat uji dengan sistem protable turbin propeller yang dilakukan di Kampus UKI Paulus



Makassar. Dari pengambilan data dan perhitungan yang dilakukan dengan memberikan variasi beban diperoleh hasil sebagai berikut. Beban lampu 20 Watt menghasilkan tegangan 150 Volt, kuat arus 0.34 Ampere, dan Efisiensi sistem 41.11 %. Beban lampu 40 Watt menghasilkan tegangan 120 Volt, kuat arus 0.59 Ampere, dan Efisiensi sistem 56.97 %. Beban lampu 60 Watt menghasilkan tegangan 100 Volt, kuat arus 0.84 Ampere, dan Efisiensi sistem 67.33 %. Beban lampu 80 Watt menghasilkan tegangan 60 Volt, kuat arus 1.51 Ampere, dan Efisiensi sistem 72.20 %. Adapun saran yang ingin penulis sampaikan yaitu : Sebaiknya teliti dalam pengambilan data dan melibatkan orang lain untuk membantu agar diperoleh data-data yang akurat. Dalam pengambilan data agar memperhatikan debit air yang dibutuhkan agar data yang dibutuhkan lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hosein, Abdul Azis dan Lily M, 2013.”*Design Of Micro Hydro Electrical Power At Brang Rea River In West Sumbawa Of Indonesia*” dalam : International Journal of Applied Technology in Enviromental Sanitation, Volume 1(177-183), Agustus 2013, 2088- 3218
- [2] Budin, Cluade. 1824. *Des turbin hydraliques ou mesin rotatoris a grande vitesse*.dalam : memo.Saint-Etienne, Perancis
- [3] Paish, Olivier 2012. “*Small Hydro Power : Technology and Current Status*” dalam : *International Journal , Renewable & Sustainable Energy Reviews*, Elsevier 6 (537-556)
- [4] Fukutomi, Junichiro dan Rei Nakamura, 2005. “*Performance and Internal Flow of Propeller Turbine*” dalam : JMSE International Journal series B, Volume 48 (4)
- [5] Garg, Arpit dan Saurabh Sangai,2013.”*Review Of Optimal Selection Of Turbines For Hydroelectric Projects*” dalam : International Journal of Emerging Technology and Advance Engineering, Volume 3 (424-430), ISSN.2250-2459. ISO 9001: 2008 Certified Journal.
- [6] Andrea, Je. De., 2012. ”*Hidropower Opportunities In The Water Industry*”, dalam : International Journal of Enviromental Sciences, Volume 1 No. 3 (392-402), 0976-4402