

ANALISA PERBANDINGAN RASIO GEARBOX PADA TRANSMISI TURBIN AIR PIKOHIDRO TIPE UNDERSHOT

Christian Sonny Caturputra (1611108)

Jurusan Teknik Mesin S-1 Institut Teknologi Nasional Malang

Jalan Raya Karanglo Km 2, Tasikmadu, Lowokwaru, Malang, Jawa Timur 65153

Email : sonnychristian2206@gmail.com

Abstrak

Pembangkit Listrik Tenaga Air merupakan salah satu dari energi terbarukan (renewable energy) yang sudah banyak dikembangkan di Indonesia guna menghadapi peningkatan kebutuhan energi listrik. Dengan penggunaan bahan bakar fosil yang semakin lama semakin menipis, maka energi terbarukan sangat dibutuhkan. Energi air sangat cocok untuk menjadi salah satu energi terbarukan yang digunakan di Indonesia. Energi air memanfaatkan energi potensial dari air menjadi energi mekanik dengan memutar turbin yang kemudian akan mengubah energi mekanik menjadi energi listrik melalui generator. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hasil energi listrik dan efisiensi yang dapat dihasilkan oleh turbin dengan menggunakan variasi rasio gearbox. Metode penelitian yang digunakan adalah metode penelitian eksperimental dengan menggunakan variasi rasio. Dengan variasi rasio 1:16, 1:32, dan 1:48 untuk mengetahui seberapa besar pengaruh dari perbandingan terhadap energi listrik yang dihasilkan dan efisiensi yang dihasilkan oleh turbin air pikohidro. Hasil energi listrik dan efisiensi tertinggi terjadi pada variasi rasio 1:48 dengan hasil efisiensi 0,1729% dan energi listrik 1,4033 watt. Sedangkan energi listrik dan efisiensi terendah terjadi pada variasi rasio 1:16 dengan hasil efisiensi 0,1163% dan energi listrik 0,2333 watt. Jadi dapat ditarik kesimpulan bahwa semakin besar variasi rasio yang digunakan pada turbin air maka akan meningkatkan energi listrik dan efisiensi pada turbin air.

Kata kunci : turbin air, variasi rasio, energi listrik, efisiensi, turbin air pikohidro.

Abstract

Hydroelectric Power Plants are one of the renewable energy sources that have seen widespread development in Indonesia in response to the rising demand for electrical energy. With the use of increasingly depleted fossil fuels, renewable energy is urgently needed. Water energy is very suitable for being one of the renewable energies used in Indonesia. Water energy harnesses the potential energy of water into mechanical energy by turning a turbine, which will then convert mechanical energy into electrical energy through a generator. This study aims to determine the results of the electrical energy and efficiency that can be produced by turbines using gearbox ratio variations. The research method used is an experimental research method using ratio variations. with variations in the ratio of 1:16, 1:32, and 1:48 to find out how much influence the comparison has on the electrical energy produced and the efficiency produced by the picohydro water turbine. The highest yield of electrical energy and efficiency occurs in the variation ratio of 1:48, with an efficiency yield of 0.1729% and 1.4033 watts of electrical energy. Meanwhile, the lowest electrical energy and efficiency occur in a ratio variation of 1:16 with an efficiency of 0.1163% and 0.2333 watts of electrical energy. So it can be concluded that the greater the variation in the ratio used in the water turbine, the electrical energy and efficiency of the water turbine will increase.

Keywords: water turbine, ratio variation, electrical energy, efficiency, and picohydro water turbine.

1. PENDAHULUAN

Dewasa ini telah terjadi peningkatan tak terelakkan terhadap konsumsi energi global. Selain itu, pembakaran bahan bakar fosil telah menimbulkan risiko dampak lingkungan dan perubahan iklim. Kedua hal ini membuka prospek yang luas bagi eksploitasi energi terbarukan. Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA), sebagai sumber energi terbarukan, akan memiliki peran penting dimasa depan. PLTA adalah pembangkit listrik dengan menggunakan air sebagai penggerakannya. Air sebagai sumber energi alternatif merupakan salah satu cara untuk mengatasi pasokan energi fosil yang semakin hari semakin berkurang, dikarenakan ketersediaan air di bumi tidak akan pernah habis.

Penelitian internasional menegaskan bahwa emisi gas rumah kaca untuk kasus PLTA secara substansial lebih rendah dibandingkan dengan yang dihasilkan oleh pembakaran bahan bakar fosil. Dari sudut pandang ekonomi, pemanfaatan setengah dari potensi layak energi hidro sudah dapat mengurangi emisi gas rumah kaca sekitar 13%; juga secara substansial dapat mengurangi emisi sulfur dioksida (penyebab utama hujan asam) dan nitrogen oksida (Bostan *et al.*, 2013).

Tenaga air dapat dipanen dalam berbagai cara: aliran pasang surut dapat digunakan untuk menghasilkan daya dengan membangun dan memotong melintasi muara dan melepaskan air secara terkontrol melalui turbin; dam besar akan menahan air yang dapat digunakan untuk menyediakan listrik dalam jumlah besar (Haryanto, 2017).

2. TINJAUAN PUSTAKA

PLTA bekerja dengan cara merubah energi potensial menjadi energi mekanik dengan bantuan turbin air dan dari energi mekanik menjadi energi listrik dengan bantuan generator. PLTA memiliki beberapa jenis berdasarkan skala energi listrik yang dibangkitkan. PLTA skala besar memiliki kapasitas lebih dari 100 MW, PLTA skala menengah 10-100 MW, PLTA skala kecil kurang dari 10 MW, PLTA skala mini hidro 1000-100 kW, PLTA skala mikrohidro 5-10 kW dan PLTA skala pikohidro merupakan skala terkecil dalam pembangkit listrik bertenaga air dengan kapasitas kurang dari 5 kW.

PLTA bekerja dengan cara memanfaatkan aliran air yang mengalir ke turbin dan setelah itu air dibuang. Daya (power) yang dihasilkan dapat dihitung berdasarkan rumus berikut :

$$P = \rho \times Q \times h \times g$$

dimana :

P = daya keluaran secara teoritis (watt)

ρ = massa jenis fluida (kg/m^3)

Q = debit air (m^3/s)

h = ketinggian efektif (m)

g = gaya gravitasi (m/s^2).

2.1 TURBIN AIR

Turbin air adalah suatu alat yang dapat menghasilkan energi mekanik berupa putaran poros dengan mengandalkan kecepatan aliran air dari sungai dan memanfaatkan energi kinetik air, energi kinetik air selanjutnya diubah menjadi energi mekanis pada turbin yang digunakan untuk menggerakkan generator sehingga menjadi energi listrik.

2.2 PEMBANGKIT LISTRIK SKALA PIKOHIDRO

Pada umumnya pembangkit listrik skala pikohidro pada prinsipnya memanfaatkan beda ketinggian dan jumlah debit air perdetik yang ada pada aliran air saluran irigasi, sungai atau air terjun. Aliran ini akan memutar poros turbin sehingga menghasilkan energi mekanik. Energi ini kemudian akan menggerakkan generator sehingga akan menghasilkan energi listrik. Pembangkit listrik tenaga air skala pikohidro pada prinsip kerjanya memanfaatkan beda ketinggian dan jumlah dari debit air perdetik yang ada pada aliran sungai. Aliran air ini selanjutnya akan menggerakkan turbin air, lalu turbin akan menggerakkan generator sehingga generator akan menghasilkan energi listrik.

3. METODE PENELITIAN

Untuk mencapai tujuan yang ingin dicapai maka dalam penelitian ini akan digunakan metode penelitian eksperimental yaitu metode yang dapat dipakai untuk menguji hasil dari suatu turbin pikohidro apabila dibuat dengan berbagai variasi sebagai kontrol atau perbandingan hasil. Pada eksperimen ini

pengujian dilakukan dengan variasi yang menggunakan rasio perbandingan 1:16, 1:32, 1:48. Adapun variabel-variabel yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut.

a. Variabel Bebas

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah variasi rasio gearbox (1:16, 1:32, 1:48).

b. Variabel Terikat

Variabel terikat dalam penelitian ini adalah debit air sebagai penggerak utama turbin..

c. Variabel Terkontrol

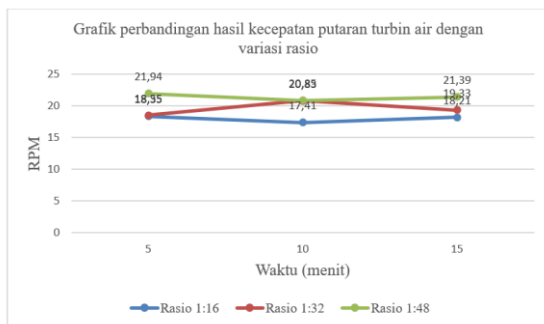
Variabel terkontrol dalam penelitian ini adalah waktu konstan 5 menit, 10 menit, dan 15 menit.

3.1 CARA KERJA PLTPH

Secara umum, turbin air pada pembangkit ini akan diputar oleh air, dimana turbin ini akan terhubung dengan gearbox yang dapat meningkatkan kecepatan masukan yang diberikan turbin untuk di hubungkan dengan generator. Kemudian putaran kunci pada turbin akan menggerakkan generator, sehingga PLTPH akan menghasilkan sumber energi listrik dengan cara merubah energi gerak menjadi energi listrik.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

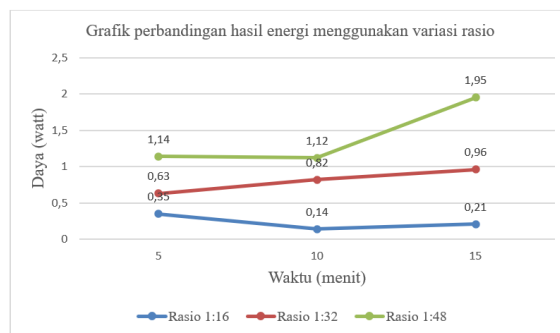
Setelah dilakukan pengujian didapatkan data hasil perbandingan kecepatan turbin air menggunakan variasi rasio berbeda dengan waktu konstan 5 menit, 10 menit, dan 15 menit. Berikut ini merupakan data perbandingan kecepatan yang dihasilkan dari variasi rasio.



Gambar 1. Grafik perbandingan hasil kecepatan putaran turbin air dengan variasi rasio

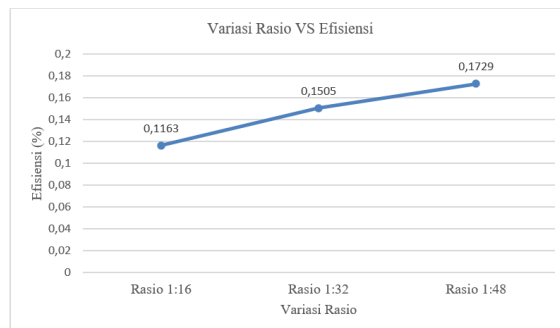
Pada gambar 1. menunjukkan bahwa rasio 1:48 memiliki kecepatan putaran yang paling tinggi, namun setelah 10 menit mengalami penurunan, tetapi kecepatan putaran

kembali naik setelah 15 menit. Kemudian, pada rasio 1:16 merupakan kecepatan putaran yang paling kecil. Rasio 1:16 juga mengalami penurunan setelah 10 menit dan kembali naik setelah 15 menit. Lalu pada rasio 1:32 kecepatan putaran yang di hasilkan mendapatkan peningkatan kecepatan putaran setelah 10 menit, namun setelah 15 menit kecepatan putarannya mengalami penurunan. Kecepatan putaran yang mengalami penurunan pada tiga variasi rasio terjadi akibat slip pada *v-belt* yang menyebabkan kurangnya cengkaman antara *pulley* dan *v-belt* sehingga kecepatan putaran pada turbin mengalami penurunan.



Gambar 2. Grafik perbandingan hasil energi menggunakan variasi rasio

Pada gambar 2. menunjukkan bahwa hasil energi tertinggi dihasilkan oleh variasi rasio 1:48 sebesar 1,95 watt. Kemudian pada rasio 1:16 menghasilkan energi terendah sebesar 0,14 watt.



Gambar 3. Grafik perbandingan variasi rasio vs efisiensi

Pada grafik di atas dihasilkan efisiensi pada turbin dengan rasio 1:16 sebesar 0,1163%, pada turbin dengan rasio 1:32 sebesar 0,1505%,

dan pada turbin dengan rasio 1:48 sebesar 0,1729%. Jadi dengan demikian, semakin besar variasi rasio yang digunakan maka semakin besar efisiensi yang dapat dihasilkan oleh turbin tersebut.

5. KESIMPULAN

Pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa kecepatan putaran turbin tertinggi dengan menggunakan variasi rasio 1:48 sebesar 21,94 rpm, kemudian pada hasil pengujian energi listrik didapatkan data tertinggi pada rasio 1:48 sebesar 1,95 watt, dan pada hasil pengujian efisiensi tertinggi pada rasio 1:48 sebesar 0,1729%.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Amin, Amirul. 2010. *Pengaruh Variasi Diameter Pulley Terhadap Daya Listrik yang dihasilkan pada Prototype Turbin Pelton*. Malang: Teknik Mesin Universitas Islam Malang.
- Chamdareno, P. G., Almanda, D., & Gunawan, H. 2019. *Prototype Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro dengan Memanfaatkan Instalasi Air Bersih*. Jakarta: Universitas Muhammadiyah Jakarta.
- Haryanto, Agus. 2017. *Energi Terbarukan*. Yogyakarta: Innosain.
- Ibrahim, M., Dirja, I., & Naubnome, V. 2020. *Rancang Bangun Prototype PLTPh Sebagai Listrik Penerang*. Karawang: Universitas Singaperbangsa Karawang.
- Prayoga, H. S. 2019. *Rancang Bangun Purwapura Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro Jenis Turbin Turgo*. Yogyakarta: Teknik Elektro Universitas Islam Indonesia.
- Saputra, I. G. N., Jasa, L., & Wijaya, I. W. A. 2020. *Pengaruh Jumlah Sudu pada Prototype PLTMh dengan menggunakan Turbin Pelton terhadap Efisiensi yang dihasilkan*. Bali: Teknik Elektro Universitas Udayana.
- Sitompul, R. 2011. *Teknologi Energi Terbarukan yang Tepat untuk Aplikasi di Masyarakat Perdesaan*. Jakarta: PNPM Mandiri.
- Syafrizal. 2017. *Bagaimana Menentukan Slip pada Transmisi Pulley & V-belt pada Beban Tertentu dengan Menggunakan Motor Berdaya Seperempat Hp*. Purwakarta: Teknik Mesin Politeknik Enjinereng Indorama.
- Utomo, D. 2016. *Variasi Diameter Pulley yang digerakkan pada Mesin Pencacah Cengkeh*. Kediri: Universitas Nusantara Kediri.
- Uyun, A. S., Novianto, B. 2020. *Rancang Bangun Low Head Turbin Piko Hidro*. Jakarta: Universitas Darma Persada.