

Studi Eksperimental Pengaruh Variasi Kecepatan Putar Pompa Terhadap Performa Turbin Pelton

Shultoni Mahardika^{*1)}, Didik Sugiono^{*2)}, Supardi^{*3)} M.Hamdani Farid^{*4)}

^{*1, 2, 4)}Universitas Qomaruddin, Gresik

^{*3)}Universitas 17 Agustus 1945, Surabaya

Email: didik@uqgresik.ac.id

Abstrak

Ketersediaan sumber energi seperti minyak bumi, gas alam, dan batubara mengalami keterbatasan di alam sehingga ada kecenderungan melonjaknya harga sumber energi khususnya energi listrik. Turbin pelton merupakan Salah satu sumber energi alternatif yang dapat dikembangkan karena dapat merubah energi potensial air menjadi energi kinetik kemudian dari perubahan energi tersebut dapat dimanfaatkan untuk energi mekanik guna menggerakkan turbin pelton. Berdasarkan berbagai penelitian yang telah ada sebelumnya, maka penelitian ini melakukan studi eksperimen untuk mengetahui pengaruh performa pada turbin pelton dengan menggunakan inverter sebagai pengaturan kecepatan frekuensi limiter pada input daya pompa air dengan kecepatan speed 100 %, 80 % dan 50 % sehingga mendapatkan variasi debit aliran dengan menggunakan jumlah sudu 24 pada diameter 300 mm. Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan menyatakan bahwa variasi debit aliran dengan cara mengontrol kecepatan speed atau frekuensi pada pompa dapat berpengaruh terhadap performa turbin pelton dengan daya yang dihasilkan antara lain: daya hidrolik sebesar 6,45 watt, daya mekanik 4,37 watt, daya generator 6,02 watt dan efisiensi turbin 67,75 % terletak pada kecepatan speed atau frekuensi maksimal 100 %.

Kata Kunci: turbin pelton, inverter, flowrate, efisiensi turbin.

Abstract

The availability of energy sources such as petroleum, natural gas, and coal is limited by nature, so there is a tendency for the price of energy sources to rise, especially electrical energy. The Pelton Turbine is an alternative energy source that can be developed because it can convert the potential energy of water into kinetic energy and then the energy changes can be used for mechanical energy to move the pelton turbine. Based on various previous studies, this research conducted an experimental study to determine the effect of performance on the Pelton turbine by using an inverter as a speed limiter frequency setting on the water pump power input with speeds of 100%, 80%, and 50% so as to obtain variations in flow rate, by using a number of 24 blades with a diameter of 300 mm. Based on the results of the analysis and discussion, it is stated that variations in the flow rate by controlling the speed or frequency of the pump can influence the performance of the pelton turbine with the resulting power including hydraulic power of 6.45 watts, mechanical power of 4.37 watts, generator power of 6.02 watts and turbine efficiency of 67.75% at a maximum speed or frequency of 100%.

Keywords: Pelton Turbine, Inverter, Flowrate, Turbine efficiency.

Pendahuluan

Sumber energi minyak bumi, gas alam, dan batubara yang sudah lazim dipergunakan dalam memenuhi kebutuhan akan sumber energi untuk pembangkit energi

listrik. Sedangkan untuk sumber energi air, panas bumi, panas matahari, dan nuklir masih berlangsung inovasi dan pengembangannya. Apabila ketersediaan sumber energi yang dimaksud sebelumnya mengalami keterbatasan di alam maka akan kecenderungan melonjaknya harga sumber energi. Tantangan kedepan bagaimana cara berusaha menjauhkan diri dari ketergantungan terhadap minyak bumi, gas alam, dan batubara.

Indonesia merupakan salah satu wilayah yang memiliki sumber energi air yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi alternatif untuk memenuhi kebutuhan energi listrik yang melonjak tajam. Alternatifnya adalah sumber energi listrik dengan penggerak turbin air, perkembangan turbin air jenis mikrohydro merupakan pengembangan pemanfaatan energi terbarukan yang telah diaplikasikan dengan menghasilkan kapasitas ≤ 100 Kw [Dietzel.F. 1993]. Turbin pelton merupakan salah satu sumber energi alternatif yang dapat dikembangkan karena dapat merubah energi potensial air menjadi energi kinetik kemudian dari perubahan energi tersebut dapat dimanfaatkan untuk energi mekanik untuk menggerakkan turbin pelton.

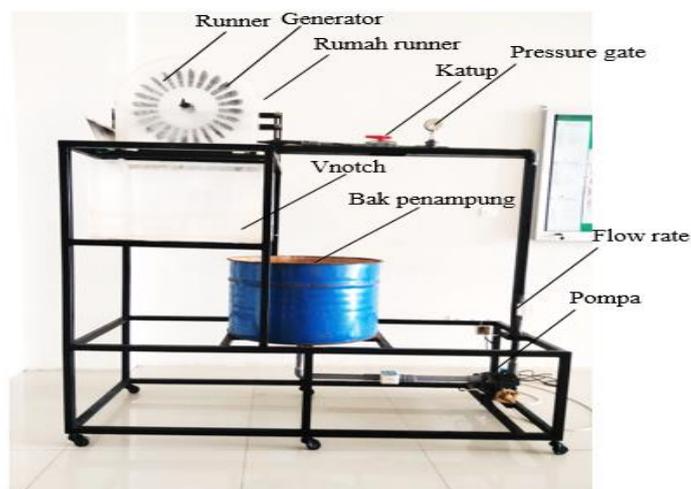
Para peneliti mengatakan perkembangan turbin pelton dari beberapa penelitian sebelumnya dapat ditemukan indikator performa turbin dipengaruhi beberapa karakteristik. Pada penelitian yang telah dilakukan oleh Irawan, D. (2014), dengan menggunakan variasi debit aliran turbin pelton memiliki pengaruh terhadap unjuk kerja turbin. Penelitian Haris Purnama Sigit, dkk. (2018) berfokus pada variasi bukaan katup 45° dan 60° pada diameter runner 220 mm dan sudu 18 buah, dimana performa turbin pelton menunjukkan, pada bukaan katup 60° putaran turbin semakin tinggi disebabkan peningkatan debit aliran air sehingga daya hidrolis air untuk menghantam sudu maksima.

Selanjutnya penelitian yang dilakukan Didik S. dkk. (2022) tentang pengaruh variasi jumlah sudu dan bukaan katub. Dalam penelitiannya menyatakan bahwa variasi jumlah sudu dan bukaan katub berpengaruh terhadap unjuk kerja turbin pelton, yang mana jumlah sudu terbanyak dan bukaan katub maksimum menghasilkan energi listrik yang optimal. Mohammad Ulinuha dkk. (2017) meneliti performa turbin pelton dengan mengatur jarak semprot nozel dan variasi bukaan katub menunjukkan pengaruh terhadap kecepatan pancaran air yang mengenai sudu disebabkan kapasitas debit air yang dihasilkan, pada jarak semprot pendek dan bukaan penuh 90° dapat menghasilkan nilai efisiensi tertinggi, nilai hidrolis power, daya turbin, dan torsi sebesar.

Berdasarkan berbagai penelitian yang tersebut sebelumnya, maka penelitian ini melakukan studi eksperimen untuk mengetahui pengaruh performa pada turbin pelton dengan menggunakan inverter sebagai pengaturan kecepatan frekuensi limiter pada input daya pompa air dengan kecepatan speed 100%, 80% dan 50% sehingga mendapatkan variasi debit aliran dan jumlah sudu 24 pada diameter 300 mm yang ditunjukkan pada gambar 2.b.

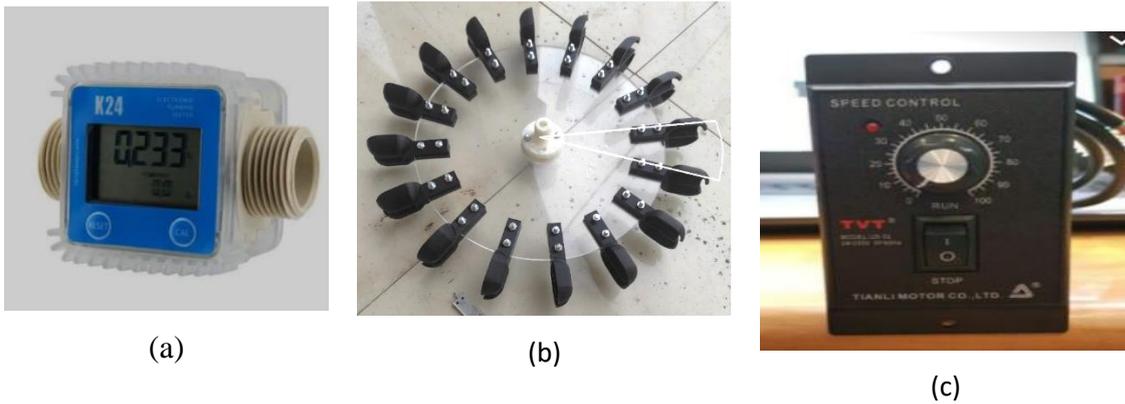
Metode

Metode penelitian menggunakan metode eksperimen di laboratorium jurusan teknik mesin Universitas Qomaruddin, dengan studi eksperimen lapangan (*Real experimental research*) dengan perancangan alat seperti dibawah ini:



Gambar 1. Simulator turbin pelton

Selanjutnya Untuk mengetahui parameter kinerja dari *simulator turbin pelton* maka diperlukan formula perhitungan data pengujian. Sebelumnya parameter-parameter diukur terlebih dahulu, kemudian proses perhitungan data penelitian, antara lain kapasitas debit air dengan menggunakan *Flow meter* seperti gambar dibawah ini:



Gambar 2.a.Flow meter, b.Runner turbin dan c.Inventer

Daya hidrolik merupakan daya yang ditimbulkan aliran suatu fluida (air) yang mengakibatkan keadaan tertentu, dengan persamaan:

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

Daya mekanik merupakan daya kecepatan putaran pada poros turbin yang diakibatkan kecepatan pancaran air yang mengenai sudu. Persamaan daya mekanik sebagai berikut:

$$P = T \omega \dots\dots\dots(2)$$

Daya listrik adalah keluaran generator AC sinkron berbentuk tegangan dan arus bolak-balik yang mengalir pada beban. Persamaan yang dapat digunakan:

$$P_g = V I \cos\phi \dots\dots\dots(3)$$

Efisiensi turbin merupakan pembagi efisiensi hidrolik dan efisiensi mekanik, dengan persamaan:

$$\eta_{\text{turbin}} = \frac{P_t}{P_h} \times 100\% \dots\dots\dots(4)$$

Prosedur pengambilan data *simulator turbin pelton* dengan variasi debit aliran dengan meliputi; (1) Pengaturan inventer dengan komposisi kecepatan speed 100%,80% dan 50%,(1) Mengukur debit aliran dengan menggunakan *Flowmeter*, (2) Pengukuran tekanan air menggunakan manometer, (3) pengukuran Revolution per menit (Rpm) menggunakan tachometer,(4) pengukuran tegangan dan arus listrik menggunakan multimeter dan head turbin sebagai data pembahasan berikutnya.

Hasil dan Pembahasan

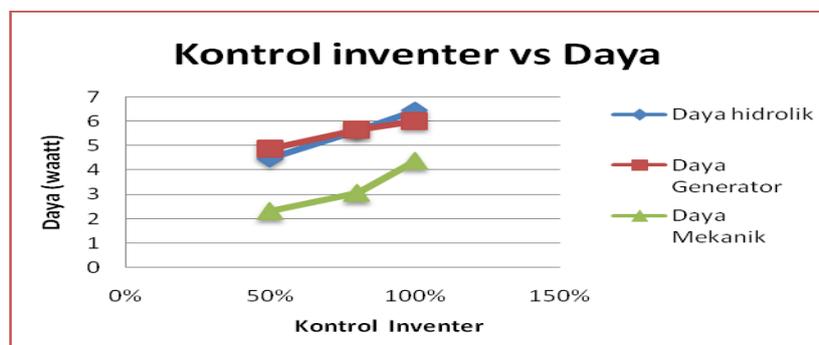
Performa turbin air pelton dapat dipengaruhi besar dan kecilnya debit aliran air, dimana penelitian ini melakukan kontrol variasi kecepatan frekuensi pada inventer yang terhubung pada pompa, sehingga berdampak pada kapasitas air yang dihasilkan, semakin besar debit yang diberikan akan menaikkan daya suatu turbin. Dari hasil dan pengolahan data penelitian, maka diperoleh suatu analisa perhitungan dimana hasil performa turbin air pelton dapat dipengaruhi oleh pengendalian debit aliran dengan menggunakan *inverter*

Proses analisa data penelitian dilakukan setelah melakukan perhitungan data maka diperoleh hasil data pada tabel dibawah ini:

Tabel 1. Hasil Data Perhitungan Pengujian Kecepatan Pompa

Pengaturan inventer	Kecepatan sudut (rad/s)	Torsi (N.m)	Daya hidrolik (watt)	Daya mekanik (watt)	Daya generayor (watt)	Efisiensi turbin (%)
100%	45	0,097	6,45	4,37	6,02	67,75
80%	40	0,076	5,62	3,04	5,65	54,10
50%	33	0,066	4,48	2,31	4,87	48,61

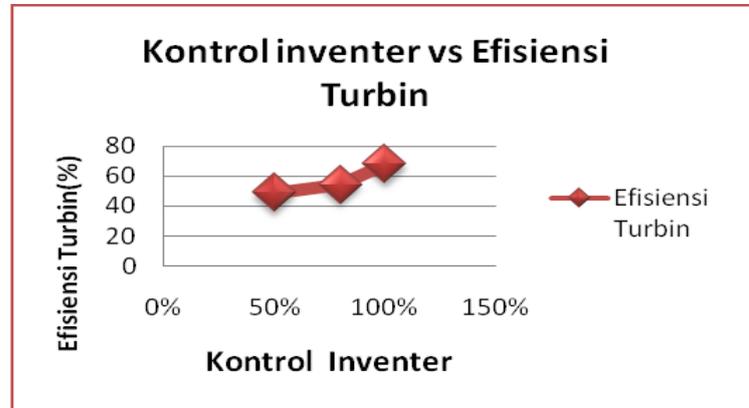
Berdasarkan data hasil perhitungan yang tercantum pada tabel 1 menunjukkan pengaturan inventer untuk mengkondisikan kecepatan pompa pada masing-masing prosentase posisi, membuktikan bahwa pengaruh besar kecilnya debit aliran terjadi peningkatan daya dan efisiensi kerja turbin, disebabkan debit aliran akan memiliki dampak pada kecepatan pancaran air untuk menghantam sudu yang keluar dari nosel, ini selaras dengan penelitian Anugrah Zikri, (2022), Didik S.dkk,(2022).



Gambar 4. Hubungan kontrol konverter dengan setiap daya

Dari gambar 4 merupakan analisa data dengan grafik pada setiap daya yang dihasilkan dengan kontrol inventer, kemudian dapat digambarkan bahwa pengaruh

kontrol inventer yang digunakan terhadap besar kecilnya aliran fluida memiliki dampak pada setiap daya kecepatan putar dan kecepatan pancaran air yang dihasilkan simulator turbin pelton, hal ini ada keselarasan penelitian Nasrul. (2016),



Gambar 5. Hubungan kontrol inventer dengan Efisiensi Turbin

Selanjutnya gambar 5 adalah efisiensi turbin dari ketiga kontrol kecepatan speed inventer (frekuensi) pada masing masing prosentase posisi menunjukkan semakin besar maka debit aliran fluida yang dihasilkan semakin banyak sehingga memiliki kecepatan pancaran air tinggi saat menghantam sudu dengan nilai efisiensi turbin 67,75% terletak pada posisi pengaturan 100%.

Simpulan dan Saran

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan pada penelitian ini, maka dapat disimpulkan bahwa variasi debit aliran dengan cara mengontrol kecepatan speed atau frekuensi pada pompa dapat berpengaruh terhadap performa turbin pelton. Hal ini dapat ditunjukkan pada tabel 1 serta gambar 1 dan 2, dimana daya yang dihasilkan antara lain: daya hidrolis sebesar 6,45 watt, daya mekanik 4,37 watt, daya generator 6,02 watt dan efisiensi turbin 67,75 % terletak pada kecepatan speed atau frekuensi maksimal 100%.

Saran peneliti untuk penelitian selanjutnya perlu diperhatikan pada penambahan variasi jumlah sudu dan dimensi runner yang berbeda sehingga dapat mengetahui lebih jauh bagaimana performa turbin pelton bila sudu dan dimensi runner divariasikan.

Daftar Pustaka

- Anugrah Zikri. (2022). “Analisa pengaruh jarak semprot nozzle dan variasi bukaan katub pengatur debit air terhadap unjuk kerja turbin pelton , Tugas Akhir Program studi Teknik Mesin , Fakultas Teknik, Universitas Islam Riau.
- Didik S.dkk. (2022). Analisa Performa Turbin Air Pelton Terhadap Variasi Jumlah sudu dan bukaan katub pada beban lampu,jurnal Mekanik , Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya Volume 8 No. 1 (2022).
- Dietzel. F.,(1993). “Turbin pompa dan kompresor, Erlangga Jakarta
- Haris Purnama Sidik, Gunarto, & Eko Sarwono. (2018). Analisis Peningkatan Efisiensi Daya Pada Sudu Turbin Jenis Pelton Skala Laboratorium.
- Irawan, D. (2014). Prototype Turbin Pelton Sebagai Energi Alternatif Mikrohidro Di Lampung.
- Mohammad Ulinuha dkk. (2017) . Pengaruh variasi jumlah sudu terhadap daya listrik yang dihasilkan pada turbin turbin pelton , Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Islam Malang. Indonesia
- Nasrul. (2016).“*Studi Analisis Pengaruh Debit Air Terhadap Daya yang dihasilkan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) diKecamatan IV Nagari Bayang Utara,*” Jural Ilmiah Poli Rekayasa,vol. 11, no. 2, p. 53, 2016, doi: 10.30630/jipr.11.2.27.