Jurnal Hasil Penelitian LPPM *Untag* Surabaya
Januari 2018, Vol. 03, No. 01, hal 27- 31
jurnal.untag-sby.ac.id/index.php/jhp17

E-ISSN : 2502-8308
P-ISSN : 2579-7980

Analisis Performansi Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Air Jenis Turbin Pelton Dengan Variasi Bukaan Katup Dan Beban Lampu Menggunakan Inverter

Hery Irawan[1], Syamsuri [2], Rahmad Q[3]
[1]Jurusan Teknik Mesin, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Jl. Arif Rahman Hakim 100 Surabaya.
heryirawan494@gmail.com

Abstract

Energy crisis engulfing the world recently has become people's concern in finding new energy sources which are cheaper and available in the large numbers. The alternative is energy source to drive a turbine. In this case, water will gradually change its potential energy to be kinetic energy which then becomes mechanic energy to move turbine shaft. In this way, the yielded power source can drive other tools needed such as generator which produces electric current. The turbine used in the research was pelton turbine with inverter. The comparison of various lamp power i.e.3,5,9, and 12 watts was analyzed. The data collection was conducted on variables of water capacity, voltage, electric curent, electric power, and hydraulic power. The highest electric power 1.761 watts happened on the lamp power 9 watts and valve opening 90^0. This lamp had maximum values of capacity (Q) 1.565x10^{-3} m^3/s, voltage 0,2 V, electric current 7,87 A, electric power 1.761 watt, and hydraulic power 7.571 watts.

Keywords: *pelton turbine, valve-opening, dynamo, nozzle, turbine spin, inverter.*

Pendahuluan

Kebutuhan listrik dewasa ini kian meningkat, berbagai upaya terus dilakukan baik mencari potensi baru atau pun dengan mengembangkanteknologinya. Mengingat sumber energi yang digunakan untuk pembangkit energi listrik sebagian besar berasal dari bahan bakar fosil seperti minyak, gas dan batu bara maka ketergantungan terhadap bahan bakar fosil mengakibatkan menipisnya cadangan sumber energi tersebut. Faktor inilah yang menjadi tantangan tersendiri untuk menjauhkan diri dari ketergantungan terhadap minyak bumi,gas alam, dan batubara.

Berdasarkan Ceri Steward Poea dkk (2013), Syamsul Kamal dan Prajitno (2013), Bono dan Indarto (2008) bahwa permasalahan ketergantungan dgn energi fosil dikurangi dengan melakukan suatu upaya mencari alternatif energi lain yakni energi air. Salah satunya adalah pembangkit listrik tenaga air menggunakan turbin pelton. Turbin pelton merupakan salah satu jenis turbin air yang prinsip kerjanya memanfaatkan energi potensial air sebagai energi listrik tenaga air. Prinsip kerja turbin pelton adalah memanfaatkan daya fluida dari air untuk menghasilkan daya poros. Putaran poros turbin ini akan diubah oleh generator menjadi tenaga listrik.

Penelitian ini didasari penelitian sebelumnya oleh Didik S (2014), penulis mencoba meningkatkan putaran yang dihasilkan turbin dengan bantuan inverter , sehingga dapat menyalakan beban lampu. Untuk penelitian kali ini adalah analisis performansi sistem pembangkit listrik tenaga air jenis turbin pelton dengan variasi bukaan katup dan beban lampu mengunakan inverter.

Kajian Literatur

Turbin Air

Turbin air adalah turbin yang menggunakan fluida kerja air. Air mengalir dari tempat tinggi ke tempat rendah. Dalam hal tersebut air memiliki energi potensial. Dalam proses aliran di dalam pipa energi potensial berangsur-angsur berubah menjadi energi kinetik. Di dalam turbin, energi kinetik air diubah menjadi energi mekanis, di mana air memutar roda turbin (Sularso dan Haruo, 1983).

Prinsip Kerja Turbin Air

Pada roda turbin terdapat sudu, yaitu suatu konstruksi lempengan dengan bentuk dan penampang tertentu, air sebagai fluida kerja mengalir melalui ruangan diantara sudu tersebut, dengan demikian roda turbin akan dapat berputar dan pada sudu akan ada gaya yang bekerja. Gaya tersebut akan terjadi karena ada perubahan momentum dari fluida kerja air yang mengalir diantara sudu-sudunya. Sudu hendaknya dibentuk sedemikian rupa sehingga dapat terjadi perubahan momentum pada fluida kerja air tersebut (Wiranto, 1997)

Jenis-jenis Turbin

Pengelompokkan jenis turbin dapat didasarkan dari cara kerjanya, konstruksinya (susunanporos dan pemasukkan air) dan kecepatan spesifiknya.

a. **Jenis turbin menurut cara kerjanya**

1. Turbin aksi atau turbin impuls adalah turbin yang berputar karena adanya gaya impuls dari air. Yang termasuk kedalam turbin jenis ini yaitu turbin pelton.
2. Pada turbin reaksi air masuk kedalam jaringan dalam keadaan bertekanan dan kemudian mengalir ke sudu. Yang termasuk kedalam jenis ini adalah turbin francis dan kaplan.

b. Jenis turbin berdasarkan susunan poros

1. Turbin poros horisontal, yang termasuk turbin jenis ini adalah turbin propeller dan turbin pelton.
2. Turbin poros vertikal, yang termasuk turbin jenis ini adalah turbin crossflow, francis dan kaplan

Daya Turbin

Daya turbin air ditentukan oleh besarnya debit air dan tinggi jatuh air (head) serta efisiensi dari turbin air tersebut

Debit Air

Debit air merupakan hal yang sangat menentukan dalam perencanaan turbin air, karena daya yang dihasilkan oleh turbin sangat tergantung pada debit air yang tersedia.

Dimensi Utama Turbin Pelton

Standarisasi untuk penentuan suatu turbin pelton telah ditetapkan. Jadi untuk perancangan turbin pelton ini, cukup mengetahui dimensi dari diameter nosel (d) dan diameter lingkaran tusuk (Dlt)

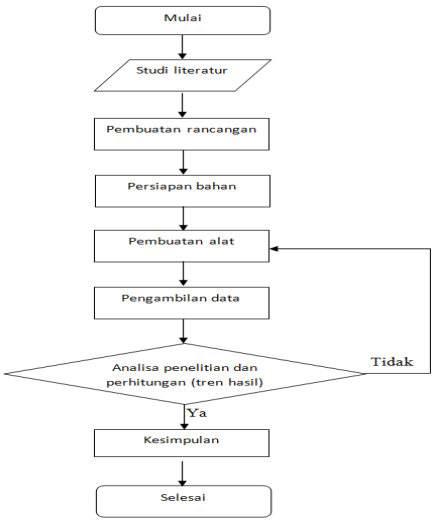
Inverter

Inverter adalah rangkaian elektronika daya yang di gunakan untuk mengkonversikan tegangan searah (DC) ke suatu tegangan bolak-balik (AC).Fungsi lain alat ini adalah dapat merubah putaran dari motor listrik.

Metode

Penelitian awal yang dilakukan yaitu mencari data pengaruh bukaan katup terhadap performansi turbin pelton dan performansi turbin pelton apabila dibebani lampu. Untuk mengatahui langkah–langkah dalam peneilitian ini bisa dilihat pada diagram alir penelitian.

A. Diagram Alir.

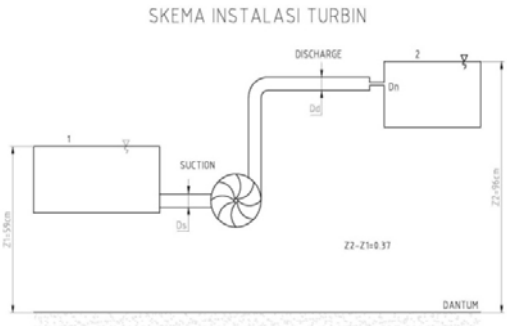


B. Turbin Pelton

Gambar 3.1. Turbin Pleton.Keterangan gambar :

1. Pompa sentrifugal
2. Pompa suction
3. Pipa discharge
4. Manometer
5. Discharge supply valve
6. Beban (lampu)
7. V-noth dan bak penampungan
8. Sudu turbin

C. Skema instalasi turbin



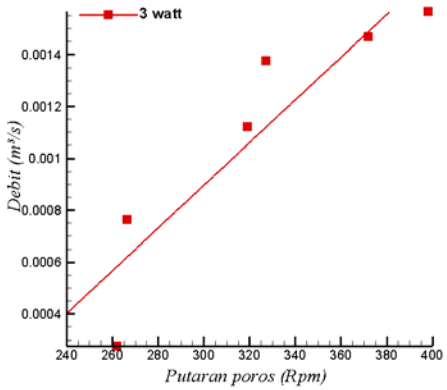
Gambar 3.2: Skema Instalasi Turbin.

Keterangan data properties laboratorium :

1. Kran buka penuh
2. Sudut V-nocth = 30°
3. Tekanan manometer (P_2) 0,55 kg/cm^2
4. Diameter pipa discharge 0,05 m
5. Bahan pipa riged pvc
6. Koefisien gesek 0,016
7. Panjang pipa 2,5 m
8. Suhu ruangan 29-30 °C
9. Losser mayor $\frac{L}{D} = \frac{2,5}{0,05}$
10. Losser minor = 1. gate valve 8
    2. elbow : 2(30)
    3. entrance : $\frac{1,5}{1,5}$

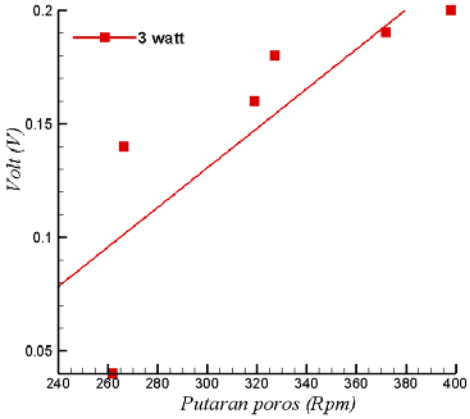
Hasil dan Pembahasan

Analisa dengan beban lampu 3 watt



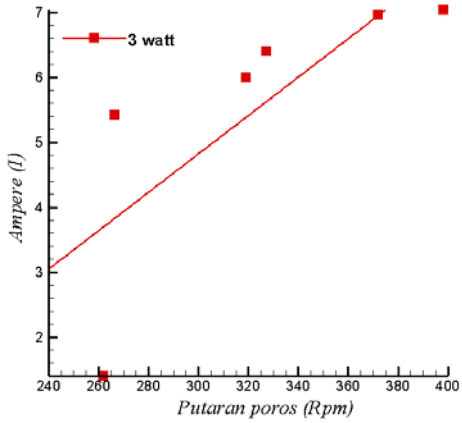
Gambar 4.1: Hubungan antara putaran poros terhadap debit beban lampu 3 watt

Pada gambar 4 terlihat bahwa semakin besarnya debit,maka putaran poros yang dihasilkan juga bertambah besar. Hal ini disebabkan karena kecepatan semburan yang dihasilkan semkain besar menghasilkan debit yang semakin banyak pula,dengan luas penampang yang sama hal ini sesuai dengan teori tentang daya turbin yakni Daya hidrolis = ρ . g . H . Q sementara daya poros itu T . ω jika daya hidrolis sama dengan daya poros atau Ph = ρ. G . H . Q = P poros = T . ω yang mana ρ . g . H . Q = T . ω artinya bak Q besar maka ω juga besar. Dalam arti jika debit semakin besar maka putaran poros juga besar



Gambar 4.2: Hubungan antara putaran poros terhadap voltase dengan beban lampu 3 watt

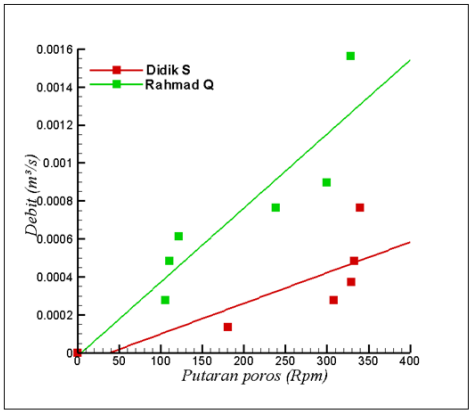
Gambar 5 di atas adalah hubungan antra putaran poros turbin terhadap tegangan listrik yang dihasilkan. Pada gambar tersebut terlihat bahwa ketika rpm meningkat maka volt yang dihasilkan juga meningkat,fenomena ini disebabkan karena terjadi perubahan energi kinetik air menjadi energi listrik yang dihasilkan turbin pelton. Semaki besar rpm semakin besar pula volt yang dihasilkan. Energi listrik yang dihasilkan tergantung dari besaranya putaran poros generator listrik yang dihasilkan. Hal ini memiliki kesamaan hasil dari peneliti sebelumnya oleh Hamidi dkk (2006) dan Didik Sugiono (2014).



Gambar 4.3:Hubungan antara putaran poros terhadap arus (ampere) dengan beban lampu 3 watt

Gambar 6 ini merupakan gambar hubungan antara Rpm terhadap arus listrik yang terjadi dalam gambar tersebut terlihat bahwa, semakin tinggi Rpm maka arus lingtrik yang di hasilkan semakin besar juga,hal ini di sebabkan karena terjadi perubahan energi kinetic air menjadi energy listrik yang dihasilkan oleh turbin pelton.Energi listrik yang terjadi semakin besar karena terjadi peningkatan besarya energy kinetik. Hal ini juga sesuai teori daya hidraulik dari air P = ρ . g . H.Q, sementara daya listrik P = V . I. Jikalau Q nya besar artiya rpm juga besar dan bila daya hidrolik besar maka daya listriknya juga besar dalam hal ini arus listrik juga besar.

Perbandingan dinamo sepeda (lampu led) degan dinamo print baner untuk beban yang sama (lampu 3 watt)



Gambar 4.4: Hubungan antara putaran poros (Rpm) terhadap debit (Q) variasi dinamo yg dipakai

Gambar 7 ini merupakan gambar hubungan antara putaran poros turbin terhadap debit mengunakan dinamo sepeda (Didik S) dan dinamo print banner (Rahmat Q). Gambar ini menunjukan bahwa hasil analisa milik Rahmad Q(2017) menghasilkan kapasitas debit yang lebih tinggi dari pada hasil analisa Didik S (2014). Hal ini disebabkan karena dengan adanya inverter (Rahmat Q ,2017) akan mengurangi gesekan transmisi yang terjadi, sehingga kecepatan semburan yang dihasilkan semakin besar dan menghasilkan debit yang semakin banyak pula.

Pengaruh variasi bukaan katup terhadap daya dan efisiensi pada beban lampu 9 watt

Tabel 4.1.
Data hasil perolehan daya listrik terhadap efisiensi pada beban lampu 9 watt.

Sudut buka katub	Daya Listrik (watt)	Efisiensi (%)
15	0,016	0,98
30	0,310	13,2
45	0,96	32,1
60	1,241	26
75	1,41	22,4
90	1,761	23,2

Tabel 1 merupakan tabel pengaruh bukaan katup terhadap daya listrik dan

efisiensi untuk beban lampu 9 watt. Pada tabel terlihat bahwa dengan semakin besar bukaan katup maka daya listrik dan efisiensi juga semakin besar. Hal ini dikarenakan semakin besar bukaan katub semakin besar pula aliran yang keluar mengenai sudu turbin, sehinga semakin besar pula putaran poros turbin yang otomatis semakin besar pula putaran poros dinamo. Akhirnya, semakin besar pula daya listrik dihasilkan. Begitu juga halnya dengan efisiensi.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, pembahasan dan analisa data-data pada penelitian performa turbin air pelton adalah sebagai berikut:

1. Untuk daya listrik maksimum dari keempat beban lampu 3,5,9 dan 12 watt adalah dimana daya listrik tertinggi diperoleh pada beban lampu 9 watt dan pada buka katub 90° dengan perolehan 1,761 watt.
2. Dengan semakin besar bukaan katup maka semakin besar pula daya listrik yang di hasilkan.

Referensi

Fox dan Mc Donald. 2011. Introduction to Fuild Mechanic, Eight Edition SI Version, John Wiley & Sons,Inc. Singapura

Sularso dan Haruo Tahara. 1983. Pompa & Kompresor, Cetakan Ketujuh, PT Paradya Paramita, Jakarta.

Didik Sugiono. 2014. Analisa Performa Turbin Air Pelton Dengan Sudu Antara 14,16 dan 18 Untuk Menyalakan Lampu, Skripsi Jurusan Teknik Mesin, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya, Surabaya.

Wiranto A dan Kuwahara .1991. Pembangkitan dengan Tenaga Air, Jilid I, PT.Pradja Paramita, Jakarta.

Ceri Steward Poea, G.D. Soplanit dan Jotje Pantung.2013. Perencanaan turbin air mikro hidro jenis pelton untuk pembangkit listrik di desa kali kecamatan pineleng dengan head 12 meter. Universitas Sam Ratulangi, Manado.

Samsul Kamal dan Prajitno.2013.Evaluasi unjuk kerja turbin air pelton terbuat dari kayu dan bambu sebagai pembangkit listrik ramah lingkungan untuk pedesaan, Jurnal Manusia dan Lingkungan, Vol.20, No.2, pp.190-198.

Bono dan Indarto.2008.Karakteritik daya turbin pelton mikro dengan variasi bentuk sudu, Seminar Nasional Aplikasi Sain dan Teknologi, IST AKPRIN, Yogyakarta.

Hamidi,Supandi dan Agus Rohermanto. 2006. Rancang Bangun Model Turbin Pelton Mini Sebagai Media Simulasi/Praktikum Mata Kuliah Konversi Energi dan Mekanika Fluida, Dosen Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Pontianak, Pontianak.