Pengaruh Sudut Sudu Keluar Turbin Terhadap Efisiensi Sistem Pada Turbin Cross-Flow

Irfan Yopi Riyanto[1], Mustafa[1], Sudarno[3]
[1]Mahasiswa Program Studi Teknik Mesin, Universitas Merdeka Madiun
[2,3] Program Studi Teknik Mesin, Universitas Merdeka Madiun
e-mail: irfanyopi22@gmail.com

ABSTRACT

Today the development of energy is directly proportional to the development of population growth, industrial development, and technological progress. Indonesia's natural conditions are very rich in the potential of water that can be used as electricity generation. Optimizing the utilization of water resources is used to fulfill energy. One economical alternative to building small-scale hydroelectric power plants is to use pumps as turbines. An important problem in optimizing turbines is that turbine performance will change if there is a change in the turbine blade angle. In this study will test experimentally to determine the performance of turbine power, generator output power and pump efficiency as a turbine produced by the turbine blade by modifying the exit angle of the impeller blade. The purpose of this study was to determine the effect of variations in the exit angle of the turbine impeller blades that differ on turbine power, generator power and efficiency at the pump as a turbine. In this test using 3 specimens consisting of variations in the blade angle 30/45, 30/55 and 30/75. Specimens are made of composite specimens to be lighter and resistant to pressure. In the test installation, the framework is used at 3 meters water level and 25%, 50%, 75% and 100% valve openings.

keywords*: pump as turbine, blade exit angle, turbine power, generator power, turbine efficiency*

ABSTRAK

Dewasa ini perkembangan energi berbanding lurus dengan perkembangan pertumbuhan penduduk, perkembangan industri, dan kemajuan teknologi. Kondisi alam Indonesia sangat kaya akan potensi air yang dapat dimanfaatkan sebagai pembangkit listrik. Optimalisasi pemanfaatan sumber daya air tersebut digunakan untuk pemenuhan energi. Salah satu alternatif yang ekonomis untuk membangun pembangkit listrik tenaga air skala kecil adalah dengan menggunakan pompa sebagai turbin. Masalah penting dalam mengoptimalkan turbin adalah kinerja turbin akan berubah jika ada perubahan pada lekuk sudu turbin. Pada penelitian ini akan menguji secara eksperimental untuk mengetahui kinerja daya mekanis turbin, daya keluaran generator dan efisiensi pompa sebagai turbin yang dihasilkan oleh sudu turbin dengan memodifikasi sudut keluar sudu impeller. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui pengaruh variasi sudut keluar sudu impeller turbin yang berbeda terhadap daya turbin, daya generator dan efisiensi pada pompa sebagai turbin. Pada pengujian ini menggunakan 3 spesimen yang terdiri dari variasi sudut sudu 30/45, 30/55 dan 30/75. Spesimen benda uji dibuat dari bahan komposit agar lebih ringan dan tahan terhadap tekanan. Pada instalasi pengujian digunakan kerangka dibuat pada ketinggian air jatuh 3 meter dan bukaan katup 25%, 50%, 75% dan 100%.

Kata kunci: pompa sebagai turbin, sudut keluar sudu, daya turbin, daya generator, efisiensi turbin

PENDAHULUAN

Indonesia mempunyai potensi sumber daya air yang melimpah. Air terjun dan sungai menyimpan energi yang dapat dimanfaatkan sebagai tenaga pembangkit listrik. Dengan latar belakang krisis energi listrik dan kebutuhan energi yang terus meningkat, maka potensi sumber daya yang ada harus dimanfaatkan semaksimal mungkin. Kebutuhan manusia akan energi listrik akan terus meningkat, baik untuk penerangan, alat bantu kerja, hingga hiburan. Indonesia sampai saat ini masih mengandalkan bahan bakar fosil sebagai sumber pembangkit energi listrik. Padahal bahan bakar fosil adalah sumber energi yang tak terbarukan, selain itu pembakaran adalah sumber polusi dan penyebab pemanasan global.

Di negara-negara maju, sumber energi terbarukan yang ramah lingkungan sudah menggeser penggunaan bahan bakar fosil. Salah satu sumber energi listrik yang terbarukan dan ramah lingkungan adalah tenaga air. Indonesia memiliki potensi besar untuk mengembangkan Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) maupun Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH), karena kondisi topografi Indonesia yang berbukit dan bergunung serta banyak sungai mengalir. Membangun PLTMH lebih mudah dari pada PLTA, dengan PLTMH daerah di dekat aliran sungai akan dapat mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar fosil, menghemat biaya listrik, atau menciptakan daerah yang mandiri energi. PLTMH menggunakan turbin air sebagai alat untuk mengubah energi aliran air menjadi energi putaran poros. Ada berbagai jenis turbin air, yang paling mudah diaplikasikan secara langsung adalah jenis *cross flow*. Karena jenis turbin ini bisa langsung berputar jika dicelupkan kedalam aliran air tanpa harus membuat bendungan. Hal ini akan mendukung penggunaan untuk daerah terpencil, karena tidak memerlukan pembangunan dengan material yang mahal. Tetapi turbin crossflow memiliki efisiensi yang rendah. Salah satu cara untuk meningkatkan efisiensi turbin adalah dengan pemasangan bertingkat, yang saat ini masih sebatas pada turbin uap. Selain itu jumlah sudu pada turbin juga mempengaruhi efisiensi turbin.

Adapun yang menjadi tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui hasil yang terbaik dari variasi sudut sudu keluar dan bukaan katup terhadap efisiensi sistem pada turbin *cross flow*.

TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian terdahulu mengenai turbin cross flow antara lain adalah sebagai berikut :

Mardiatno (2011) meneliti tentang turbin aliran silang terbuka dengan kapasitas aliran 10 liter/detik dan head 3 meter. Dari hasil penelitian pada debit 10 liter/detik dihasilkan daya output maksimal sebesar 37,84 Watt dan efisiensi total terbesar 13,1% pada putaran turbin 425 rpm. Pada debit 14,1 liter/detik dan head 6 meter didapatkan daya output maksimal sebesar 173,8 Watt dan efisiensi total terbesar 21,29% pada putaran turbin 865 rpm.

Mafruddin (2017) meneliti tentang pengaruh bukaan *guide vane* terhadap kinerja turbin pikohidro tipe *cross-flow*, dengan variasi bukaan 20%, 40%, 60% dan 80%. Hasil penelitian menunjukkan pengaruh bukaan *guide vane* terhadap kinerja turbin *Cross-flow*. Efisiensi turbin tertinggi didapat pada bukaan *guide vane* 80% sebesar 40%, untuk bukaan 60% efisiensi turbin 39%, untuk bukaan 40% efisiensi turbin 37% dan bukaan 20 efisiensi turbin 35%.

F. A. Putra (2018) menganalisa pengaruh sudut sudu dan debit aliran terhadap kinerja turbin kaplan, untuk menghasilkan rancangan turbin kaplan dengan sudut sudu 30°, 45°, and 55° dan discharge alirannya. Dari hasil pengujian putaran turbin paling tinggi pada sudut 55^o dengan putaran 637,5 rpm dan discharge aliran 0,0004 m^3/detik. Karena pada sudut 55^o sudu menerima aliran air maksimum, maka tekanan air pada sudu berada pada kondisi maksimum dan putaran turbin meningkat. Dari data pengujian didapat daya dan efisiensi terbesar dari turbin tercapai pada sudut 30^o yaitu 0,926 Watt dengan efisiensi 20,8%.

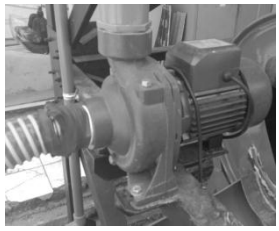
METODE

Bahan

a. Resin sebagai bahan untuk membuat sudu.
b. Tangki reservoir untuk menampung air yang akan dialirkan ke turbin
c. Bahan-bahan lain untuk intalasi penelitian seperti : kerangka, menara, pipa pvc dan kerangka dudukan turbin
d. Tangki penampung bawah, berfungsi sebagai penampung air yang keluar dari turbin yang akan dipompa lagi ke tangki reservoir.
e. Bahan tambahan lain seperti : cat, amplas, mur, baut dan lain-lain.

Alat penelitian

a. Pompa, menaikkan air dari penampung bawah tangki atas.



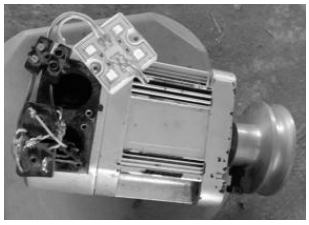
Gambar 1. Pompa Jet Pump.

b. Turbin, menghasilkan daya penggerak dari aliran air, untuk menggerakkan generator.



Gambar 2. Pompa NS-50 sebagai turbin

c. Generator, untuk membangkitkan daya listrik (arus dan tegangan).



Gambar 3. Generator

d. Tachometer untuk mengukur putaran.



Gambar 4. Tachometer

e. Timbangan digital untuk pengujian torsi yang dihasilkan turbin.



Gambar 5. Timbangan Digital

f. Multitester, untuk mengukur tegangan listrik dan kuat arus listrik yang dihasilkan dari generator.

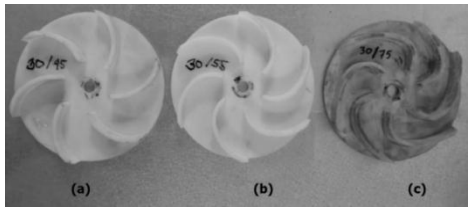


Gambar 6. Multitester

g. Bendungan V-Notch, untuk mengukur debit aliran air.
h. Stop watch dan alat bantu lainnya

Spesimen Penelitian

Spesimen penelitian dapat dilihat seperti pada gambar 7.



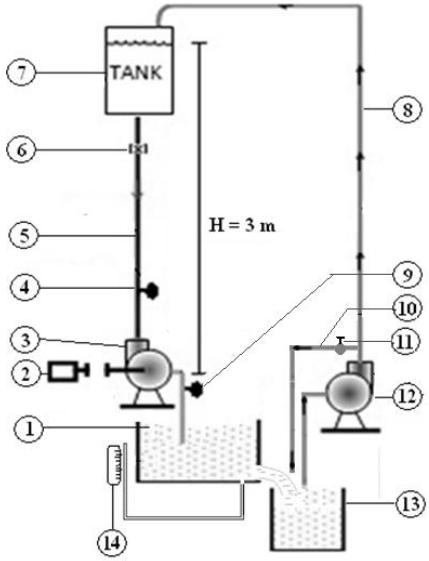
Gambar 7. Spesimen sudu dengan variasi sudut keluar.

Keterangan :

(a) Variasi sudut sudu 30/45
(b) Variasi sudut sudu 30/55
(c) Variasi sudut sudu 30/75

Skema Alat Penelitian

Skema peralatan yang akan digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat seperti pada gambar 8.



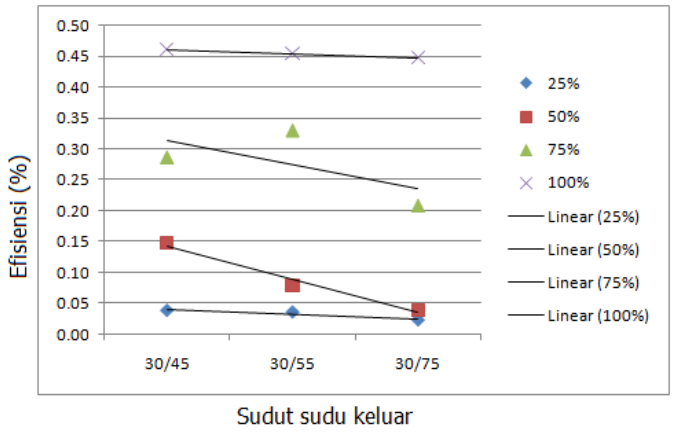
ISSN xxxx-yyyyy
ISSN (print): 2686-0023
ISSN (online): 2685-6875

Gambar 8. Skema Instalasi Sistem Turbin dan Generator.

Keterangan :
1. Bak penampung
2. Generator
3. Pompa sebagai turbin
4. Pressure gauge input
5. Pipa input (2")
6. Katup pengatur debit
7. Tangki reservoir
8. Pipa air ke reservoir
9. Pressure gauge output
10. Pipa buang
11, Katup kontrol debit pompa
12. Pompa pengisi reservoir
13. Sumur tandon
14. Pengukur level air

HASIL DAN PEMBAHASAN

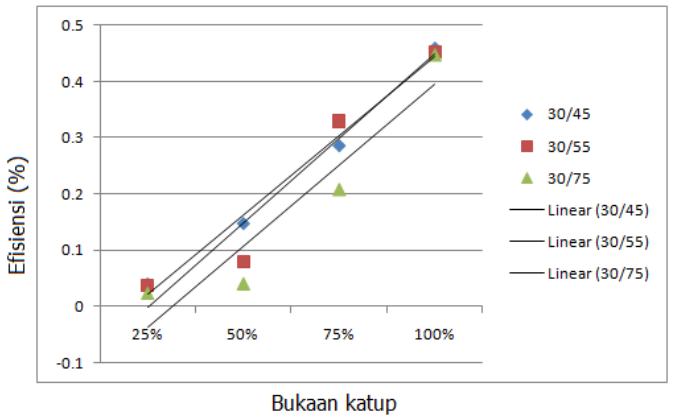
Dari data pengujian dilanjutkan dengan pengolahan data didapatkan hasil sebagai berikut :



Gambar 9. Hubungan antara Sudut sudu dan efisiensi

Dari gambar 9. diketahui bahwa semakin besar sudut keluar sudu, maka efisiensi sistem turbin semakin menurun. Hal ini dikarenakan dengan semakin besar sudut keluar maka tekanan air pada sudu akan berkurang sehingga daya dorong pada sudu menurun. Selanjutnya putaran poros turbin akan menurun, sehingga daya turbin juga turun. Dengan turunnya daya pada turbin maka efisiensi akan menurun pula.

Sebaliknya jika sudut sudu keluar kecil maka bidang yang ditabrak oleh aliran air semakin melengkung ke dalam sehingga hambatan terhadap aliran air semakin besar, akibatnya dorongan air terhadap sudu juga lebih kuat. Dengan dorongan yang kuat maka putaran poros turbin semakin besar dan daya poros turbin juga semakin naik.



Gambar 10. Hubungan antara bukaan katup dan efisiensi

Dari gambar 10. diketahui bahwa untuk semua sudut keluar sudu, semakin besar bukaan katup maka efisiensi sistem turbin semakin meningkat. Hal ini dikarenakan dengan semakin besar bukaan katup maka debit aliran semakin meningkat dan putaran poros turbin juga meningkat. Selanjutnya dengan putaran poros turbin yang meningkat maka daya turbin juga meningkat. Dengan meningkatnya daya pada turbin maka efisiensi akan meningkat pula.

Sebaliknya jika bukaan katup kecil maka kecepatan aliran air menjadi meningkat, tetapi tekanannya menurun. Dengan turunnya tekanan maka daya dorong terhadap sudu berkurang sehingga daya poros turbin menurun dan pada akhirnya efisiensi juga menurun.

KESIMPULAN

- Pengaruh sudut keluar sudu turbin terhadap efisiensi sistem turbin adalah berbanding terbalik, dengan semakin besarnya sudut keluar sudu maka efisiensi menurun, dengan efisiensi optimal yaitu 23,31% (sudut 30/45) dan terkecil 1,79% (sudut 30/75).
- Pengaruh bukaan katup terhadap efisiensi adalah berbanding lurus, dengan semakin meningkatnya bukaan katup maka efisiensi semakin meningkat, dengan efisiensi optimal yaitu 45,35% (bukaan katup 100%) dan terkecil 3,29% (bukaan katup 25%).

DAFTAR PUSTAKA

[1] Mafruddin, Marsuki, *Pengaruh Bukaan Guide Vane Terhadap Kinerja Turbin Pikohidro Tipe Cross-Flow*, 2017.
[2] Mardiatno, *Turbin Aliran Silang Terbuka Untuk Kapasitas Aliran 10 Liter/detik dan Head 3 Meter*, Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta, 2011.
[3] Putra F. A., *Analisa Pengaruh Sudut Sudu Dan Debit Aliran Terhdap Performa Turbin Kaplan*, Publikasi Online Mahasiswa Teknik Mesin Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya Volume 1 No. 1 (2018).