

PEMANFAATAN PIPA ELBOW SEBAGAI SUDU TURBIN IMPULS

Laode Musa¹, Jamal², Joy Sitayani³, Lovejuwantri Batu Pagallaran⁴

^{1,2}Dosen Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Ujung Pandang

^{3,4}Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Ujung Pandang
sitayanij@gmail.com, lovejuwantribp@gmail.com

ABSTRAK

Air merupakan salah satu sumber daya alam terbarukan yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi pada pembangkit tenaga listrik. Maka dari itu diperlukan suatu alat yang dapat dimanfaatkan untuk mengkonversikan energi air tersebut menjadi energi listrik, salah satunya adalah turbin. Turbin merupakan suatu alat yang memanfaatkan energi aliran fluida menjadi energi mekanik kemudian dikonversikan menjadi energi listrik. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang suatu model turbin pelton dengan menggunakan sudu turbin dari pipa elbow 90° dengan memvariasikan diameter sudu turbin. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi literatur, metode perancangan, metode pembuatan, metode pengujian, dan metode analisis data. Berdasarkan hasil pengujian pada percobaan tanpa beban untuk diameter sudu turbin ½ inci menghasilkan putaran sebesar 640 rpm, untuk diameter sudu turbin ¾ inci menghasilkan putaran sebesar 573 rpm, dan untuk diameter sudu turbin 1 inci menghasilkan putaran sebesar 550 rpm. Sedangkan pada pengujian putaran turbin berbeban untuk diameter sudu ½ inci diperoleh putaran antara 228 rpm – 279 rpm, daya listrik maksimum 1,756 watt dengan efisiensi sistem 37,91%, untuk diameter sudu ¾ inci diperoleh putaran antara 243 rpm – 300 rpm, daya listrik maksimum 2,765 watt dengan efisiensi sistem 62,10%, dan untuk diameter sudu 1 inci diperoleh putaran antara 236 rpm – 350 rpm, daya listrik maksimum 2,692 watt dengan efisiensi sistem 60,45%.

Kata Kunci: Turbin Impuls, Diameter Sudu

ABSTRACT

Water is one of the renewable natural resources that can be used as an energy source in power plants. Therefore we need a tool that can be used to convert the water energy into electrical energy, one of which is a turbine. Turbine is a device that utilizes fluid flow energy into mechanical energy which is then converted into electrical energy. The purpose of this study was to design a Pelton turbine model using turbine blades from a 90° elbow pipe by varying the diameter of the turbine blades. The methods used in this research are literature studies, design methods, manufacturing methods, testing methods, and data analysis methods. Based on the test results in the no-load experiment, for a ½ inch turbine blade diameter it produces a rotation of 640 rpm, for a ¾ inch turbine blade diameter it produces a rotation of 573 rpm, and for a 1 inch turbine blade diameter it produces a rotation of 550 rpm. Whereas in the turbine rotation test with a load of ½ inch blade diameter obtained rotation between 228 rpm - 279 rpm, maximum electric power 1.756 watts with a system efficiency of 37.91%, for ¾ inch blade diameter obtained rotation between 243 rpm - 300 rpm, maximum electric power 2,765 watts with a system efficiency of 62.10%, and for a 1-inch blade diameter, rotation between 236 – 350 rpm is obtained, maximum electric power is 2,692 watts with a system efficiency of 60.45%.

Keyword: Pelton turbine, Blade Diameter

I. PENDAHULUAN

Kebutuhan energi merupakan sesuatu yang tidak dapat terpisahkan dari kehidupan manusia saat ini. Namun ketersediaan energi yang ada sangat terbatas jumlahnya, untuk itu pemanfaatan sumber daya energi yang bersifat terbarukan menjadi suatu alternatif yang harus dikembangkan guna memenuhi kebutuhan energi masyarakat. Energi listrik dapat dihasilkan oleh beberapa tenaga pembangkit yaitu pembangkit tenaga air, pembangkit tenaga panas bumi, pembangkit tenaga angin, pembangkit tenaga surya serta pembangkit tenaga reaktor nuklir

Dilihat dari keadaan geografis daerah-daerah di Indonesia yang memiliki potensi air yang memadai untuk perkembangan pembangkitan tenaga listrik maka sangat dibutuhkan juga ide-ide dalam menciptakan alat pembangkit listrik yang dapat dijadikan acuan oleh masyarakat serta dapat dimanfaatkan dalam skala besar terkhusus masyarakat pelosok yang minim pengetahuan akan sistem pembangkit sederhana. Adapun jenis turbin yang digunakan pada pembangkit listrik tenaga air terdiri dari dua macam yakni turbin impuls dan turbin reaksi.

Turbin impuls adalah turbin air dengan prinsip kerja mengubah energi air menjadi energi kinetik untuk memutar turbin. Energi potensial air diubah menjadi energi kinetik pada nosel. Air yang keluar dari nosel mempunyai kecepatan tinggi dan diarahkan menabrak sudu turbin yang akan mengakibatkan perubahan momentum sehingga terjadi putaran pada poros turbin, seperti turbin pelton dan turbin crossflow. Turbin reaksi adalah turbin air dengan prinsip kerja mengubah seluruh energi air yang tersedia menjadi energi puntir dalam bentuk putaran, seperti turbin francis dan turbin kaplan.

Ketersediaan sumber daya alam yang melimpah di Indonesia haruslah juga didukung dengan pengembangan sumber daya manusia yang harus ditingkatkan guna menciptakan kemajuan teknologi terkhusus dalam bidang pembangkitan listrik. Adanya pengetahuan yang cukup maka dapat dipastikan bahwa pembuatan turbin yang selama ini terkesan sulit dimata masyarakat umum dapat diatasi dengan menggunakan bahan yang mudah didapat dipasaran.

Penelitian turbin pelton telah dilakukan oleh Ferdinandus Balu Zei (2016) yang meneliti karakteristik daya dari turbin pelton dengan variasi bentuk sudu dengan menggunakan pipa elbow 90° dengan diameter ½ dan ¾ inci. Keistimewaan dari penelitian ini terdapat pada pemanfaatan pipa elbow sebagai sudu-sudu turbin. Sudu-sudu yang terbuat dari pipa elbow dapat dipasang pada piringan dan membentuk runner turbin.

Penelitian turbin pelton masih sangat perlu untuk dilanjutkan guna mendapatkan berbagai jenis, bentuk, dan model turbin pelton agar dapat dimanfaatkan dengan baik untuk memperoleh kinerja yang lebih optimal.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Turbin Impuls

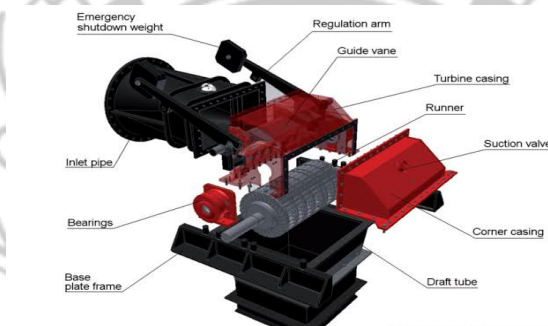
Turbin impuls pada prinsipnya semua energi potensial air pada turbin ini diubah menjadi energi kinetis sebelum air masuk/ menyentuh sudu-sudu *runner* oleh alat pengubah energi potensial menjadi kecepatan yang disebut nosel, yang termasuk jenis turbin ini adalah turbin pelton dan turbin cross-flow.

- a) Turbin Pelton merupakan turbin impuls yang prinsip kerjanya mengubah energi potensial air menjadi energi kinetik dalam bentuk pancaran air yang keluar dari mulut nosel diterima oleh sudu-sudu turbin sehingga turbin dapat berputar.



Gambar 1. Turbin Pelton

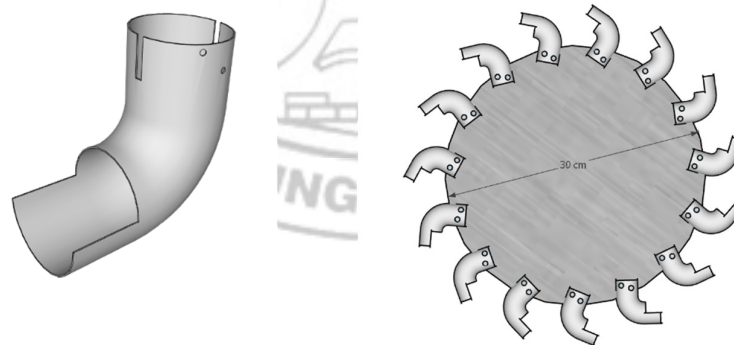
- b) Turbin Cross-Flow merupakan turbin radial bertekanan kecil dengan injeksi tangensial dari putaran sudu turbin yang memiliki poros horizontal dengan prinsip kerja memanfaatkan pipa pengarah aliran yang bertujuan untuk memutar turbin dengan aliran air yang diatur untuk menabrak sudu turbin.



Gambar 2. Turbin Cross-Flow

III. METODE PENELITIAN

3.1 Desain Perancangan

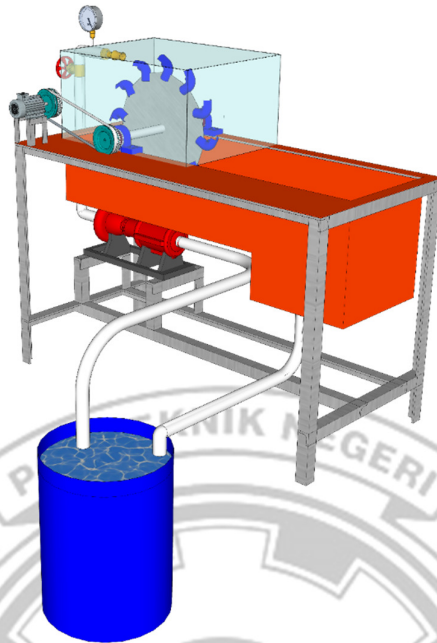


(a)

(b)

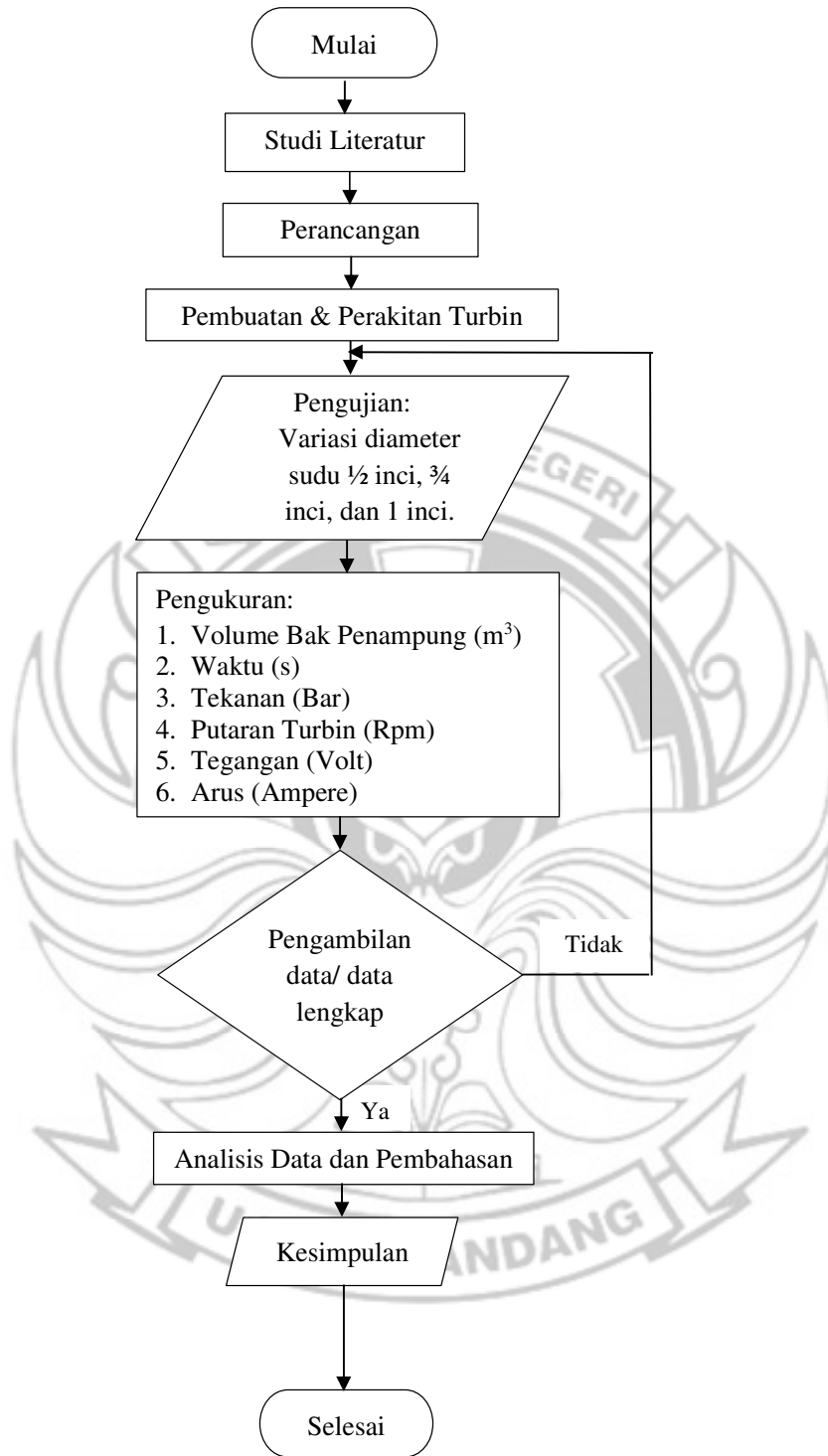
Gambar 3. (a) Potongan Sudu Turbin, (b) Perakitan Turbin Pelton

Sudu turbin yang dirancang berbahan dasar pipa galvanis elbow 90°. Adapun diameter sudu yang akan digunakan adalah ½ inci, ¾ inci, dan 1 inci. Penelitian ini mula-mula dilakukan perakitan turbin yakni memasang sudu turbin dari pipa elbow berjumlah 15 buah pada plat potongan bundar dengan diameter 30 cm.



Gambar 4. Instalasi Penelitian 3 Dimensi

Adapun sistem ini terdiri dari: bak penampung, pompa, nosel, turbin, dan generator. Prinsip kerja dari sistem uji ini yaitu air dari penampung akan dialirkan ke nosel menggunakan pompa. Air akan disemprotkan oleh nosel untuk menabrak sudu-sudu turbin sehingga turbin akan berputar. Kemudian poros turbin akan dihubungkan ke generator untuk membangkitkan listrik. Air yang keluar dari sudu-sudu turbin akan kembali ke bak penampung.



Gambar 5. Diagram Alir Penelitian

3.2 Langkah-langkah Pengujian Alat

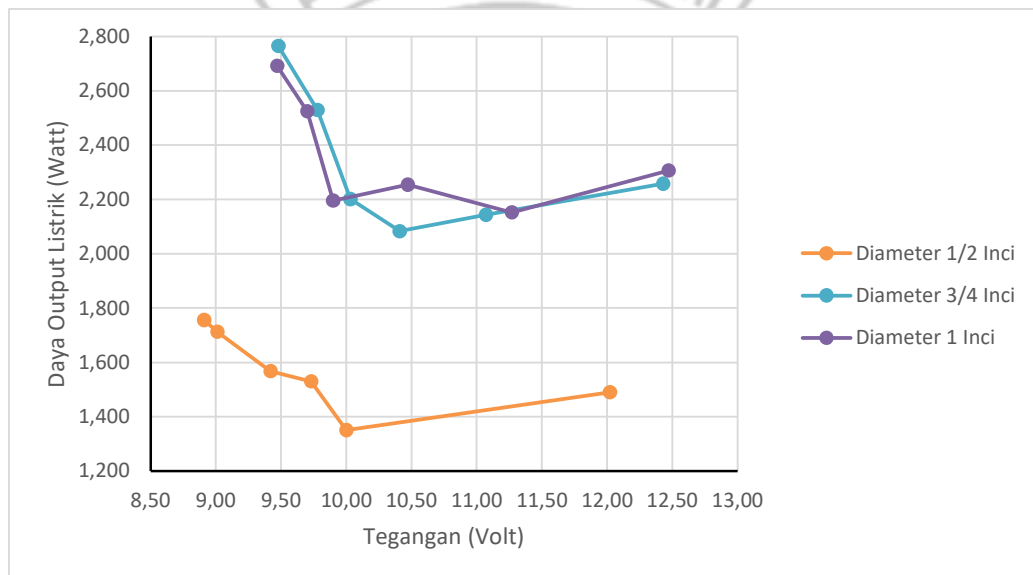
Adapun langkah-langkah pengujian alat yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Persiapan alat.

2. Gunakan turbin pelton dengan diameter sudu $\frac{1}{2}$ inci dengan jumlah sudu turbin yakni 15 buah.
3. On-kan saklar pompa.
4. Ukur volume (V) dan waktu (t) aliran air.
5. Ukur putaran turbin (N).
6. Sambungkan sistem dengan generator.
7. Berikan beban listrik secara bervariasi.
8. Ukur putaran turbin (N), tegangan listrik (V), dan arus listrik (I).
9. Off-kan saklar pompa
10. Ganti turbin pelton dengan diameter sudu yang berbeda.
11. Ulangi langkah 3-8.
12. Selesai.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

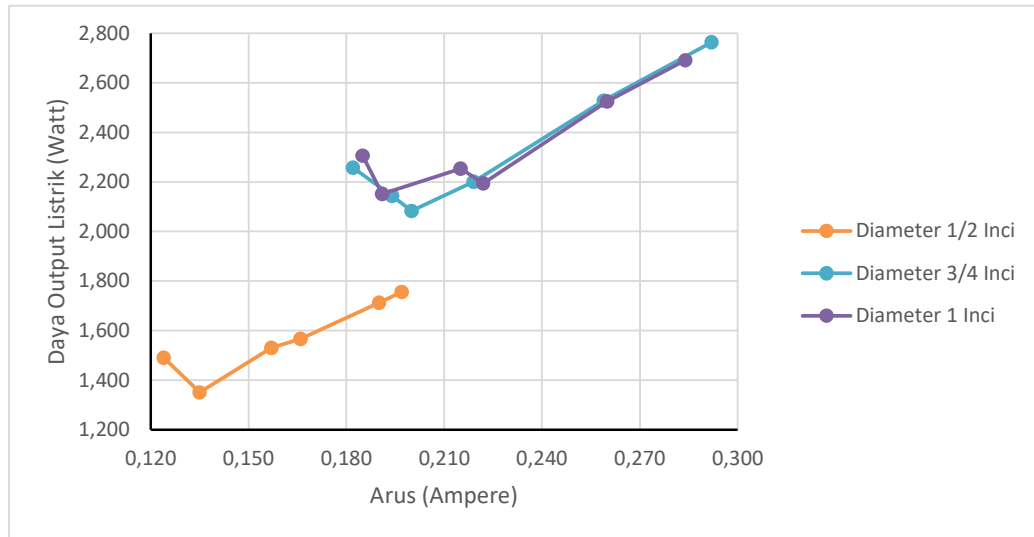
4.1 Hubungan Daya Output Listrik terhadap Tegangan



Gambar 6. Grafik Hubungan Daya Output Listrik terhadap Tegangan

Berdasarkan gambar 6, dapat dilihat bahwa semakin besar tegangan yang dihasilkan, maka daya output listrik cenderung mengalami penurunan. Adapun trend grafik yang berwarna hijau menunjukkan turbin dengan diameter sudu $\frac{1}{2}$ inci, trend grafik yang berwarna biru menunjukkan turbin dengan diameter sudu $\frac{3}{4}$ inci, dan trend grafik yang berwarna kuning menunjukkan turbin dengan diameter sudu 1 inci. Pada turbin diameter sudu $\frac{1}{2}$ inci, apabila dipasang 1 bohlam diperoleh tegangan sebesar 12,02 volt dan daya output listrik sebesar 1,490 watt, apabila dipasang 6 bohlam diperoleh tegangan sebesar 8,91 volt dan daya output listrik sebesar 1,756 watt. Untuk turbin diameter sudu $\frac{3}{4}$ inci, apabila dipasang 1 bohlam diperoleh tegangan sebesar 12,43 volt dan daya output listrik sebesar 2,258 watt, apabila dipasang 6 bohlam diperoleh tegangan sebesar 9,48 volt dan daya output listrik sebesar 2,765 watt. Untuk turbin diameter sudu 1 inci, apabila dipasang 1 bohlam diperoleh tegangan sebesar 12,47 volt daya output listrik sebesar 2,306 watt, apabila dipasang 6 bohlam diperoleh tegangan sebesar 9,47 volt dan daya output listrik sebesar 2,692 watt.

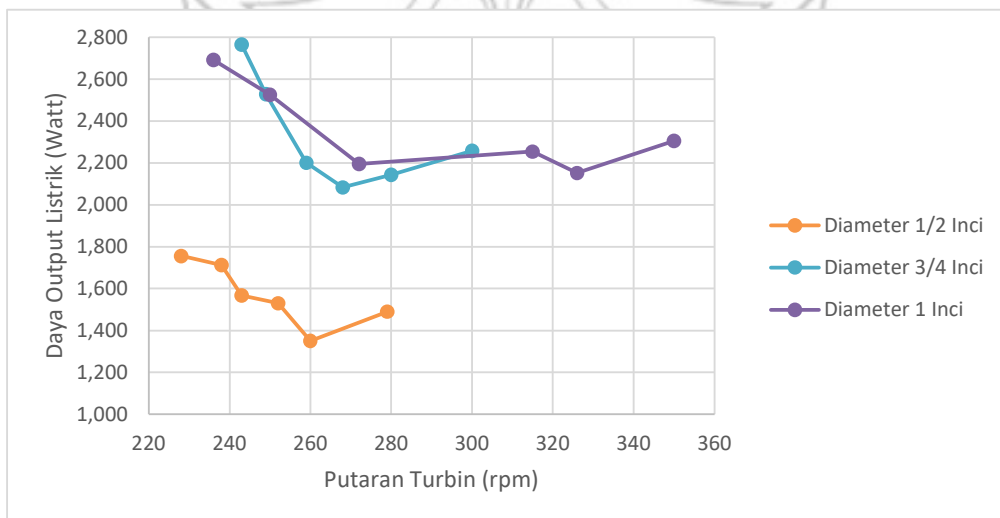
4.2 Hubungan Daya Output terhadap Arus



Gambar 7. Grafik Hubungan Daya Output Listrik terhadap Arus

Berdasarkan gambar 7, dapat dilihat bahwa semakin besar arus yang dihasilkan, maka daya output listrik cenderung mengalami kenaikan. Untuk turbin diameter sudu $\frac{1}{2}$ inci, apabila dipasang 1 bohlam diperoleh arus sebesar 0,124 ampere dan daya output listrik sebesar 1,490 watt, apabila dipasang 6 bohlam diperoleh arus sebesar 0,197 ampere dan daya output listrik sebesar 1,756 watt. Untuk turbin diameter sudu $\frac{3}{4}$ inci, apabila dipasang 1 bohlam diperoleh arus sebesar 0,182 ampere dan daya output listrik sebesar 2,258 watt, apabila dipasang 6 bohlam diperoleh arus sebesar 0,292 ampere dan daya output listrik sebesar 2,765 watt. Untuk turbin diameter sudu 1 inci, apabila dipasang 1 bohlam diperoleh arus sebesar 0,185 ampere dan daya output listrik sebesar 2,306 watt, apabila dipasang 6 bohlam diperoleh arus sebesar 0,284 ampere dan daya output listrik sebesar 2,692 watt.

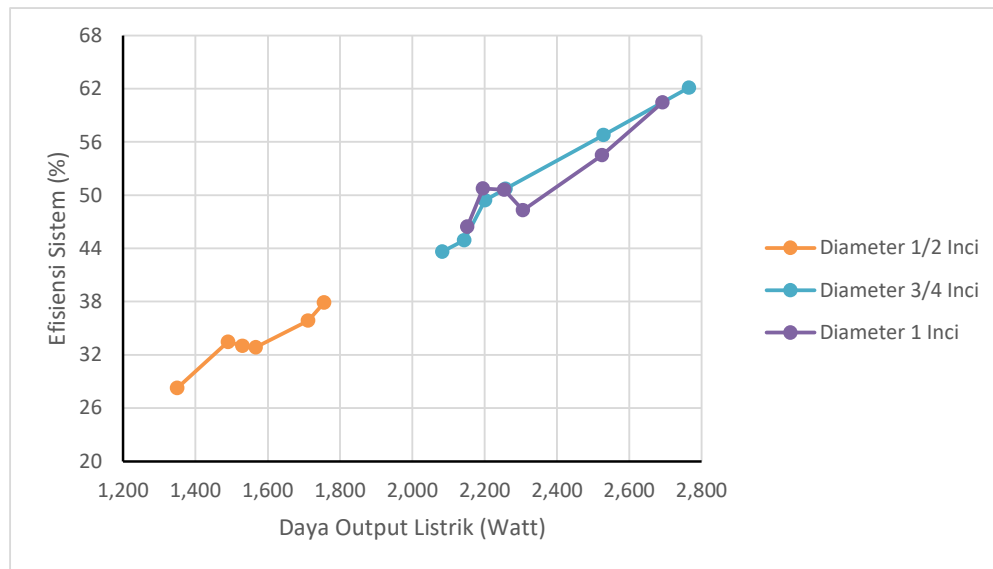
4.3 Hubungan Daya Output Listrik terhadap Putaran Turbin



Gambar 8. Grafik Hubungan Daya Output Listrik terhadap Putaran Turbin

Berdasarkan gambar 8, dapat dilihat bahwa semakin besar putaran turbin, maka daya output listrik cenderung mengalami penurunan. Untuk turbin diameter sudu $\frac{1}{2}$ inci, diperoleh daya output listrik tertinggi yaitu 1,756 watt pada putaran turbin sebesar 228 rpm. Untuk turbin diameter sudu $\frac{3}{4}$ inci, diperoleh daya output listrik tertinggi yaitu 2,765 watt pada putaran turbin sebesar 243 rpm. Untuk turbin diameter sudu 1 inci, diperoleh daya output listrik tertinggi yaitu 2,692 watt pada putaran turbin sebesar 236 rpm.

4.4 Hubungan Efisiensi Sistem terhadap Daya Output Listrik



Gambar 9. Grafik Hubungan Efisiensi Sistem terhadap jumlah Bohlam

Berdasarkan gambar 9, dapat dilihat bahwa penambahan jumlah bohlam cenderung akan meningkatkan efisiensi sistem. Untuk turbin diameter sudu $\frac{1}{2}$ inci, diperoleh daya output listrik tertinggi 1,756 watt pada efisiensi 37,91%. Untuk turbin diameter sudu $\frac{3}{4}$ inci diperoleh daya output listrik tertinggi 2,765 watt pada efisiensi 62,10%. Untuk turbin diameter sudu 1 inci, diperoleh daya output listrik tertinggi 2,692 pada efisiensi 60,45%.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian kinerja dan perhitungan data mengenai pemanfaatan pipa elbow sebagai sudu turbin impuls, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- 1) Kinerja dari turbin impuls dengan menggunakan sudu pipa elbow 90° yakni daya output listrik terendah terdapat pada pengujian turbin impuls dengan diameter sudu $\frac{1}{2}$ inci yang bernilai 1,350 Watt, sedangkan daya output tertinggi terdapat pada pengujian turbin impuls dengan diameter sudu $\frac{3}{4}$ Inchi yang bernilai 2,765 Watt. Efisiensi sistem terendah terdapat pada pengujian turbin impuls dengan diameter sudu $\frac{1}{2}$ inci yang bernilai 28,28%, sedangkan efisiensi sistem tertinggi terdapat pada pengujian turbin impuls dengan diameter $\frac{3}{4}$ inci yang bernilai 62,10%;
- 2) Dari hasil pengujian dan analisis data, kinerja turbin impuls terbaik terdapat pada turbin dengan diameter sudu $\frac{3}{4}$ inci dengan efisiensi terbesar yaitu 62,10%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Giri, Rama Setiamanda Hendarto Putra. 2021. Pengaruh Variasi Diameter Nosel Terhadap Efisiensi Turbin Air Pelton. Skripsi. Yogyakarta: Program Studi Teknik Mesin Universitas Sanata Dharma.
- [2] Hasan, Ismail dan A. Ashadi. Z. 2003. Evaluasi Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Air Pada PLTM Sawitto. Skripsi. Makassar: Politeknik Negeri Ujung Pandang.
- [3] Ilham dan Zulkifli Syamsul. 2016. Rancang Bangun Dan Pengujian Kinerja Turbin Roda Air Dengan Memanfaatkan Aliran Irigasi. Skripsi. Makassar: Politeknik Negeri Ujung Pandang.
- [4] Irwan dan Muh. Wahyu Achmad. 2016. Analisis Pengaruh Jumlah Sudu, Diameter Dan Kedalaman Rendaman Terhadap Kinerja Turbin Roda Air. Skripsi. Makassar: Politeknik Negeri Ujung Pandang.
- [5] Iskandar, Achmad Afrizal dan Muh Try Fadel Kahar. 2014. Pembuatan Prototipe Turbin Pelton Dengan Pipa Galvanis Diameter $\frac{1}{2}$ Inchi Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Pikohidro. Skripsi. Makassar: Politeknik Negeri Ujung Pandang.
- [6] Kamal, Samsul 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*, XX (2): 190-198.
- [7] Lukas dkk. 2017. Studi Kinerja Pembangkit Tenaga Air (PLTA) di Daerah Aliran Sungai (DAS) Brantas. *Jurnal Teknik Elektro*, XX (1): 17-23.
- [8] Mafruddin dan Dwi Irawan. 2020. *Turbin Impuls*. Cetakan ke-1, Metro-Lampung: Laduny Alifatama.
- [9] Mochtadin, Azmi Rachman. 2019. Analisa Variasi Diameter Nosel Terhadap Putaran Poros Turbin Pelton Skala Laboratorium. Skripsi. Pontianak: Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Pontianak.
- [10] Muis, Abdul. 2010. Turbin Air Pada PLTA Larona. *Jurnal Ilmiah Matematika dan Terapan*, VII (1): 61-69.
- [11] Niharman dkk. 2021. Analisis Pengaruh Jumlah Sudu Terhadap Efisiensi Turbin Pelton Dengan Tekanan Konstan. *Teknosia*, I (1): 36-42.
- [12] Yani, Ahmad dkk. 2020. Blade Shape Analysis on The Performance of The Pelton Turbine Prototype. *INTEK: Jurnal Penelitian*, VII(1): 50.
- [13] Zei, Ferdinandus Balu. 2016. Karakteristik Daya Turbin Pelton Skala Mikro Dengan Variasi Bentuk Sudu Pipa Elbow 90° Dengan Diameter $\frac{1}{2}$ " Dan $\frac{3}{4}$ ". Skripsi. Jurusan Teknik Universitas Muhammadiyah Jember.