

PERANCANGAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA PIKO HIDRO MENGGUNAKAN ALIRAN AIR BENDUNG SUNGAI TIPE TURBIN AIR TUB

Achmad Rizal Tajuddin¹, Arif Kurniawan, ST., MT.²

Program Studi Teknik Mesin S-1 Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Nasional Malang

Email : rizaltajud@gmail.com¹, arif_kurniawan@lecturer.itn.ac.id²

Jl. Raya Karanglo KM. 2 Malang (Jawa Timur) Abstract

ABSTRACTK

Kemajuan teknologi di zaman sekarang yang semakin meningkat dan berkembang pesat, membuat kebutuhan energi menjadi meningkat pula, menjadikan energi salah satu unsur yang penting dalam kemajuan teknologi pada suatu negara atau suatu daerah. Maka diperlukan pemanfaatan energi dengan tepat guna untuk mengembangkan teknologi saat ini. Setiap manusia membutuhkan energi listrik untuk keperluan sehari-hari, seperti penerangan, memasak, mencuci, dan sebagainya. Sebagian besar energi listrik di dunia yang digunakan masih mengandalkan pembangkit listrik tenaga fosil yaitu batu bara, gas alam dan minyak bumi yang jumlahnya terbatas jika digunakan terus menerus akan habis sementara kebutuhan energi listrik semakin menambah. Ketersediaan tenaga fosil setiap negara sudah mulai berkurang, sehingga harga fosil akan naik dan mempengaruhi harga energi listrik juga. Karena itu diperlukan upaya bagaimana untuk mengatasi permasalahan tersebut. Di Indonesia sendiri memiliki salah satu sumber daya yang bisa menggantikan energi fosil salah satunya adalah pemanfaatan energi air, sedangkan Indonesia adalah negara yang beriklim tropis dengan curah hujan yang tinggi, kondisi yang bergunung gunung dan memiliki aliran sungai yang berpotensi bisa dikembangkan untuk pembangkit tenaga listrik. Perancangan turbin air tub menggunakan aliran bendung sungai bisa digunakan dengan merancang turbin menggunakan bahan pvc untuk meringankan beban, rangka penyangga turbin terbuat dari kayu, jumlah bilah sudu 14 biji dengan kemiringan bilah sudu 45^o terhadap garis vertikal, kemudian aliran bendung sungai yang dipancarkan keturbin melalui pipa pvc berukuran 2 dim yang disambung pipa ukuran ½ dim dari ketinggian 2,5 meter ke head turbin dan menghasilkan debit air 0,338 m³/det. Daya turbin yang dihasilkan pada turbin air tub menggunakan aliran bendung sungai yaitu pada sudut pembukaan katup 90^o sebesar 1,453 watt ketika diberi beban 0,450 kg dengan putaran poros 105 Rpm. Daya listrik yang dihasilkan yaitu 2,934 watt pada sudut pembukaan katup 90^o tanpa beban dengan putaran poros 147 Rpm dan Efisiensi

turbin turbin air tub ini dapat mencapai nilai 17,54 % pada sudut pembukaan katup 90^o saat torsi 0,1323 kg.r dengan putaran poros 105 Rpm.

Kata Kunci : PIKO HIDRO, Turbin, Tub, Sudu.

PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi di zaman sekarang yang semakin meningkat dan berkembang pesat, membuat kebutuhan energi menjadi meningkat pula, maka diperlukan pemanfaatan energi dengan tepat guna untuk mengembangkan teknologi saat ini. Sebagian besar energi listrik di dunia yang digunakan masih mengandalkan pembangkit listrik tenaga fosil yaitu batu bara, gas alam dan minyak bumi yang jumlahnya terbatas jika digunakan terus menerus akan habis sementara kebutuhan energi listrik semakin menambah. Ketersediaan tenaga fosil setiap negara sudah mulai berkurang, sehingga harga fosil akan naik dan mempengaruhi harga energi listrik juga. Karena itu diperlukan upaya bagaimana untuk mengatasi permasalahan tersebut. Di Indonesia sendiri memiliki salah satu sumber daya yang bisa menggantikan energi fosil salah satunya adalah pemanfaatan energi air, sedangkan Indonesia adalah negara yang beriklim tropis dengan curah hujan yang tinggi, kondisi yang bergunung gunung dan memiliki aliran sungai yang berpotensi bisa dikembangkan untuk pembangkit tenaga listrik.

METODE

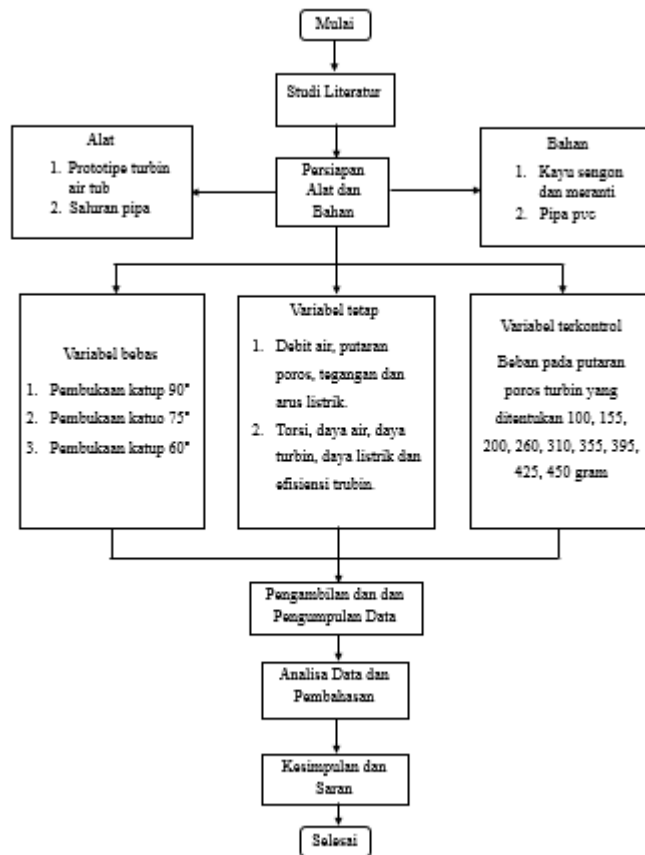
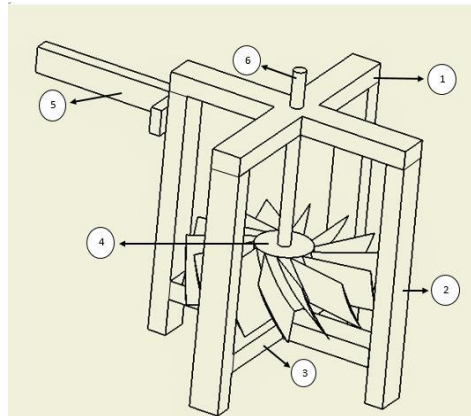


Diagram alir merupakan sebuah susunan jenis diagram yang mewakili algoritme, alir kerja, atau proses penelitian, yang menampilkan langkah-langkah dalam bentuk simbol-simbol grafis, dan urutannya dihubungkan dengan panah. Diagram alir ini mewakili ilustrasi atau pengambaran penyelesaian masalah.

Beberapa tahapan dari langkah-langkah sebuah proses disusun agar menjadi lebih sederhana sehingga mudah dipahami.

PERSIAPAN ALAT DAN BAHAN



1. Dudukan atas as sudu turbin

Terbuat dari kayu sengon yang berbentuk + dan berlubang dibagian tengahnya untuk dudukan atas as turbin.

2. Kaki dudukan sudu turbin

Terbuat dari kayu meranti untuk penyangga dudukan sudu turbin.

3. Dudukan bawah as sudu turbin

Terbuat dari kayu sengon yang berbentuk + dan berlubang dibagian tengahnya untuk dudukan bawah as turbin.

4. Sudu turbin

Terbuat dari pipa pvc dengan tipe sudu turbin tub dengan jumlah bilah sudu 14 biji.

5. Dudukan prony brake

Terbuat dari kayu sengon untuk tempat alat ukur prony brake. fuel sytem high pressure common rail pada unit excavator Komatsu PC200-8 . Bahan yang digunakan dalam proses eksperimental ini adalah sebagai berikut :

A. Bahan

Bahan utama yang dipakai pada proses penilitan eksperimental ini adalah sebagai berikut :

Bahan bakar Biodiesel

Metode penelitian

metode penelitian yang digunakan adalah melakukan pengamatan dan pengambilan data untuk memperoleh data masukan lainnya sebagai refrensi yang dibutuhkan supaya bisa menyelesaikan permasalahan yang dihadapi saat penelitian ini, mencari studi literatur untuk melakukan desain rancangan dan pembuatan, kemudian dilakukan percobaan terhadap turbin air tub untuk mengetahui performanya.

Penelitian ini dilaksanakan di bendung sungai didesa bunut kidul, asrikaton, kecamatan pakis, Kab. Malang. Tempat penelitian ini dipilih karena memiliki potensi sumber daya energi air yang belum dimanfaatkan untuk pembangkit listrik tenaga air.

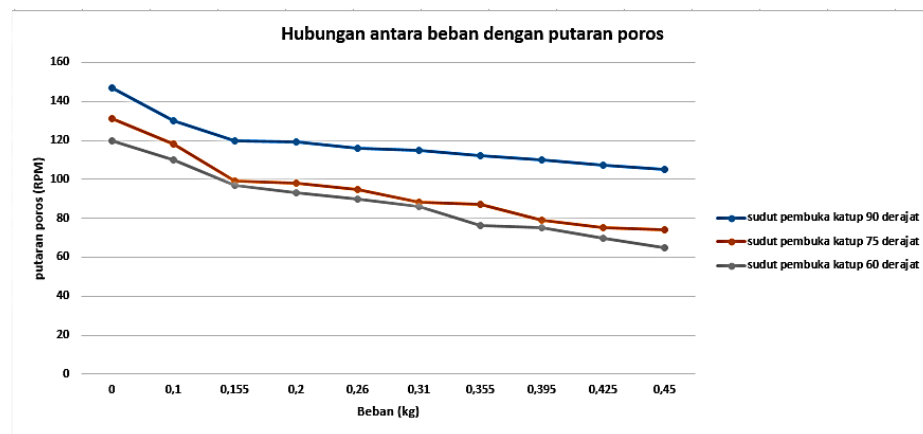
3.8. Tempat penelitian dan perancangan

penelitian dilakukan di bendung sungai desa Bunut kidul, Asrikaton, Kec. Pakis, Kab. Malang, Provinsi Jawa Timur. Dan perancangan alat uji dibuat dirumah penulis.

3.9. Waktu penelitian

Waktu penelitian dimulai dari tanggal 20 maret sampai 31 mei 2023 dan pengambilan data dilakukan pada tanggal 1 juni dan 4 juni 2023.

HASIL DAN PEMBAHASAN

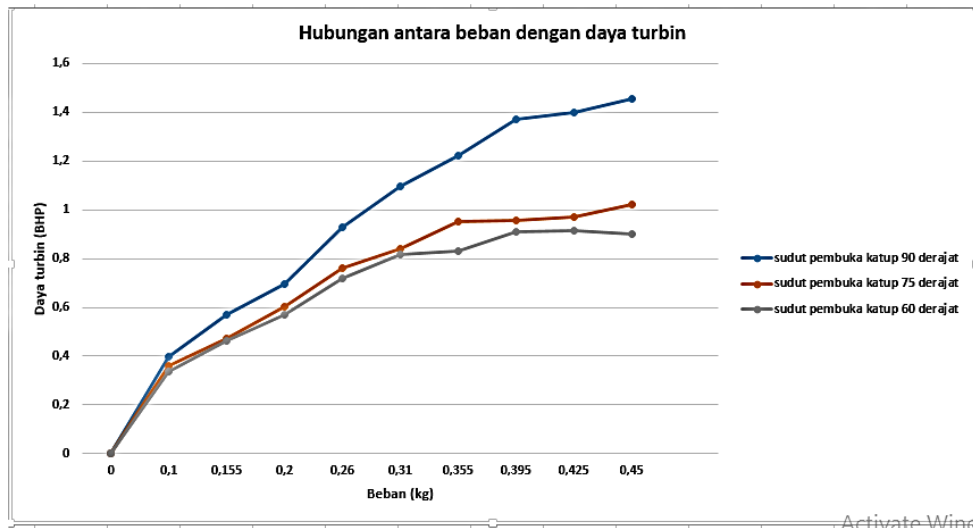


hubungan antara beban dengan putaran poros di dapat nilai antara sudut pembukaan katup 90o dengan 75o lebih menurun dibandingkan nilai antara sudut pembukaan katup 75o dengan 60o dikarenakan waktu pengambilan data nilai sudut pembukaan katup 75o volume air sungai menurun yang disebabkan faktor alam.

Pada sudut pembukaan katup 60° menghasilkan putaran poros terkecil di semua titik pembebanan. Hal ini dikarenakan pada saat penutupan katup 60° menghasilkan debit dan kecepatan aliran fluida paling kecil sehingga putaran poros lebih kecil dari pembukaan katup lainnya, maka pada penutupan katup 60° menghasilkan putaran poros yang kecil setiap titiknya. Sedangkan pada pembukaan katup 90° putaran poros semakin menurun secara bertahap ketika diberi beban dan putaran porosnya lebih kecil di setiap titik pembebanan. Hal ini terjadi karena pembukaan katup mempengaruhi jumlah debit dan kecepatan aliran fluida, semakin besar sudut pembukaan 41

katup semakin besar debit dan kecepatan aliran fluida yang melewatinya sehingga putaran poros akan menurun seiring penambahan beban. Semakin kecil sudut pembukaan katup semakin menurun

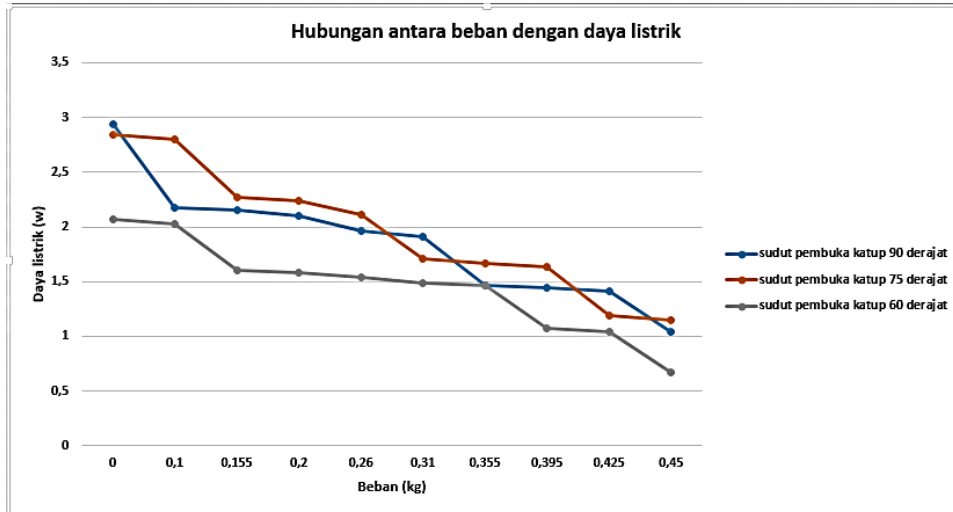
pula debit dan kecepatan aliran fluidanya karena debit dan kecepatan aliran mempengaruhi putaran poros dan beban pengereman.



. Dari grafik 4.2 hubungan antara beban dengan daya turbin di atas di dapat daya tertinggi yang di hasilkan turbin pada pembukaan katup 90° yaitu 1,453 Watt di saat beban 0,450 kg. Pada pembukaan katup 75° daya tertinggi 1,021 Watt saat beban 0,450 kg dan pada penutupan katup 60° daya tertinggi 0,899 Watt saat beban 0,450 kg. Hal ini dikarenakan semakin besar sudut pembukaan katup semakin besar pula saluran yang akan di lewati fluida maka debit yang mengalir menjadi lebih besar serta kecepatan aliran fluida lebih besar pula. Kecepatan aliran fuida berhubungan dengan daya turbin, bila kecepatan aliran fluida semakin tinggi maka daya turbin akan semakin tinggi pula.

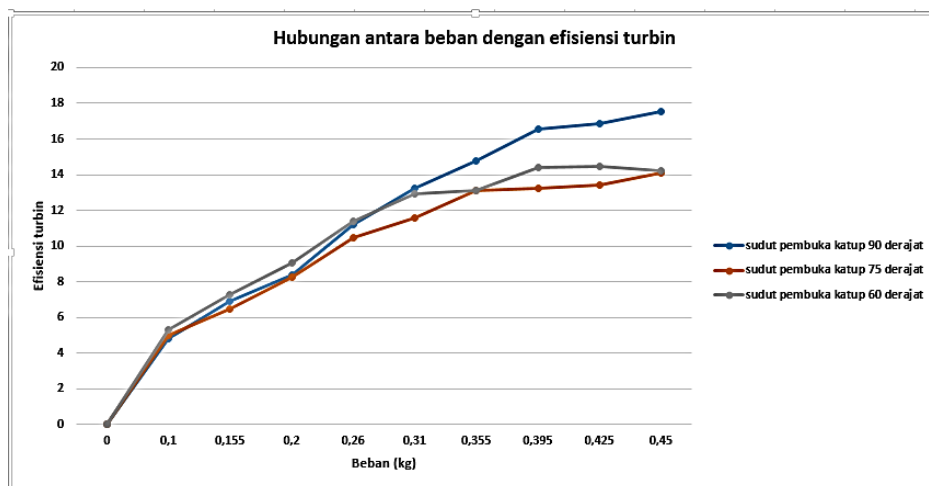
Perbandingan pada penelitian terdahulu tentang “Rancang Dan Analisa Kinerja Yang Di Hasilkan Kincir Air Arus Bawah Dengan Sudu Berbentuk Pelton” (Muhammad Tohir, 2016). Daya tertinggi yang di hasilkan turbin pada penutupan katup 100° yaitu 4,3018 Watt saat beban 0,6 kg, sedangkan pada penutupan katup 50°, 70°. Pada penutupan katup 70° daya tertinggi 2,6376 43

Watt saat beban 0,7 kg dan pada penutupan katup 50° daya tertinggi 2,4806 Watt saat beban 0,6 kg.



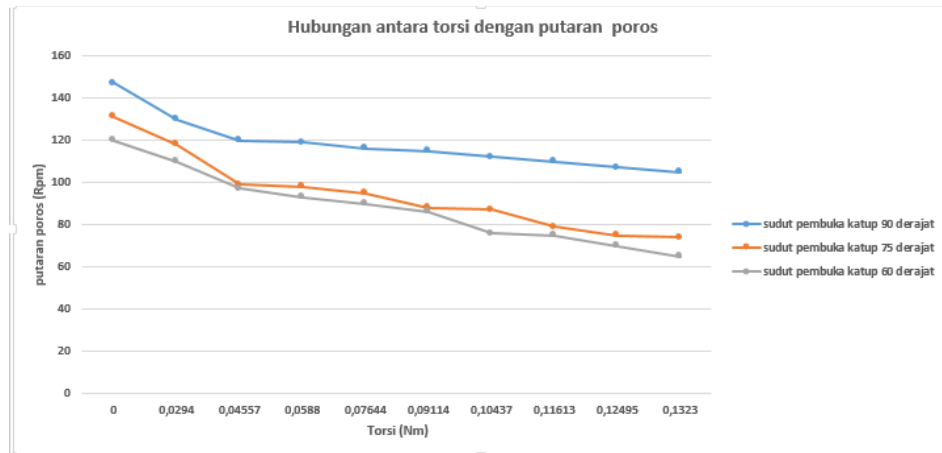
hubungan antara beban dengan daya listrik, daya listrik terbesar 2,934 watt dihasilkan dari putaran poros 147 Rpm dengan pembukaan katup 90o dan tanpa beban dan daya listrik yang dihasilkan dari pembukaan katup 75o sebesar 2,838 watt dari putaran poros 131 Rpm dengan tanpa beban. Sedangkan daya listrik terkecil 0,672 watt dihasilkan dari putaran poros 65 Rpm dengan pembukaan katup 60o dengan beban 0,450 kg.

Menurut (Erik Gas Ekaputra, 2022) Tegangan berbanding terbalik dengan daya beban pada sebuah generator. Apabila daya bebannya besar maka tegangan yang dihasilkan generator akan mengecil. Hal ini dapat dijelaskan berdasarkan Hukum Ohm, mengecilnya tegangan pada generator berbanding lurus dengan besaran arus yang mengalir tapi berbanding terbalik dengan beban yang diberikan. Dari penjelasan di atas maka penelitian ini terbukti kebenarannya.



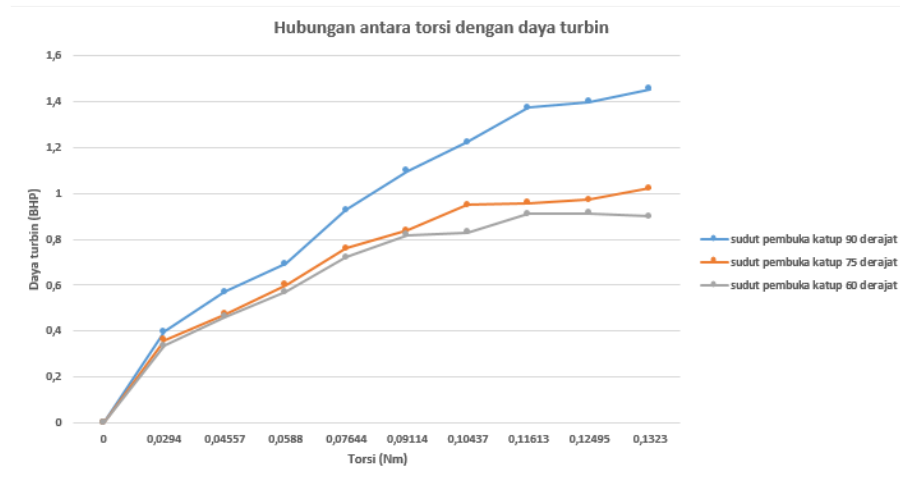
hubungan antara beban dengan efisiensi turbin, Efisiensi dari turbin ini 17,54 % dengan pembukaan katup 90o ketika diberi beban 0,450 kg dan pada pembukaan katup 75o menghasilkan efisiensi turbin 14,07 ketika diberi beban 0,450 kg, sedangkan efisiensi terkecilnya 4,81 % dengan pembukaan katup 90o ketika diberi beban 0,1 kg. Efisiensi berhubungan dengan daya turbin berbanding terbalik dengan beban, jadi semakin tinggi daya turbin semakin tinggi pula efisiensi turbin. Hal ini dikarenakan pembebanan mempengaruhi

efisiensi turbin semakin besar beban semakin besar pula daya pengereman yang membuat efisiensi meningkat.



hubungan torsi dengan putaran poros. Putaran poros terbesar ketika tidak ada beban, sekitar 147 Rpm pada pembukaan katup 90 dan pada pembukaan katup 75 menghasilkan putaran poros 131 rpm ketika tidak ada beban, sedangkan putaran terkecil sekitar 65 Rpm pada pembukaan katup 60 dengan beban 0,450 kg dan torsi 0,1323 Nm. Putaran poros mengalami penurunan, semakin tinggi beban, maka semakin tinggi torsi. Beban yang semakin tinggi ini menghambat putaran poros karena semakin besar daya pengereman yang terjadi pada poros. Jadi semakin meningkat torsi maka putaran poros akan semakin menurun.

Perbandingan pada penelitian terdahulu tentang “Rancang Dan Analisa Kinerja Yang Di Hasilkan Kincir Air Arus Bawah Dengan Sudu Berbentuk Pelton” (Muhammad Tohir, 2016). Nilai putaran poros turbin yang semakin menurun saat torsi meningkat. Turbin dengan sudut penutupan katup 50°, 70°, dan 100° sama-sama mengalami penurunan. Putaran poros mengalami 46 penurunan, semakin tinggi beban, maka semakin tinggi torsi. Beban yang semakin tinggi ini menghambat putaran poros karena semakin besar daya pengereman yang terjadi pada poros. Jadi semakin meningkat torsi maka putaran poros akan semakin menurun.



hubungan antara torsi dengan daya turbin, nilai daya turbin terbesar 1,453 Watt ketika pembukaan katup 90 dengan torsi 0,1323 Nm, sedangkan pada penutupan katup 75° dan 60° memiliki daya lebih rendah dari penutupan sudut 90°. Nilai daya turbin pada pembukaan katup 75o yaitu 1,201 Watt dengan torsi 0,1323 Nm dan nilai daya turbin terendah 0,337 Watt ketika pembukaan katup 60o dengan torsi 0,0294 Nm. Untuk mendapat hubungan antara torsi dengan daya turbin pada titik puncak tertinggi dibutuhkan perpaduan nilai keduanya. Hal ini dikarenakan untuk menghitung daya turbin memerlukan nilai torsi dan putaran, apabila terus tinggi dan nilai 47

putaran poros tinggi akan menghasilkan daya poros yang besar. Untuk mendapat hubungan antara torsi dan daya pada titik puncak tertinggi dibutuhkan perpaduan nilai keduanya.

Perbandingan pada penelitian terdahulu tentang “Rancang Dan Analisa Kinerja Yang Di Hasilkan Kincir Air Arus Bawah Dengan Sudu Berbentuk Pelton” (Muhammad Tohir, 2016). Nilai daya tertinggi pada torsi 0,3 kg.m yaitu 4,3018 watt untuk sudut penutupan katup 100° sedangkan pada penutupan katup 50° dan 70° memiliki daya lebih rendah dari penutupan sudut 100°. Pada torsi tertinggi yaitu 0,35 kg.m..

KESIMPULAN

Dari pengujian yang telah dilakukan pada pembangkit listrik pikohidro dengan turbin air tub menggunakan aliran bendung sungai, maka dapat beberapa kesimpulan, yaitu :

1. Dalam Penelitian ini dengan merancang dan membuat prototipe pembangkit listrik tenaga pikohidro menggunakan aliran bendung sungai tipe turbin air tub, dengan variasi pembukaan katup 90o, 75o dan 60o menghasilkan debit air yang mengalir pada pipa pvc. Pada pembukaan katup 90o menghasilkan debit 0,338 m^3/det , pembukaan katup 75o menghasilkan debit 0,296 m^3/det dan pembukaan katup 60o menghasilkan debit 0,258 m^3/det .
2. Pada pembukaan katup 90o menghasilkan putaran poros 147 Rpm, tegangan 48,9 voltage dan arus 0,06 ampere, pada pembukaan katup 75o menghasilkan putaran poros 131 Rpm, tegangan 47,3 voltage dan arus 0,06 ampere dan pada pembukaan katup 60o menghasilkan putaran poros 120 Rpm, tegangan 41,4 voltage dan arus 0,05 ampere.
3. Daya turbin pada pembukaan katup 90o dengan beban 0,450 kg sebesar 1,453 Watt, daya lisrik 1.041 Watt dan efisiensi turbin 17,54 %, daya turbin pada pembukaan katup 75o dengan beban 0,450 kg sebesar 1,021 Watt, daya lisrik 1,152 Watt dan efisiensi turbin 14,07 % dan daya turbin pada pembukaan katup 60o dengan beban 0,450 kg sebesar 0,899 Watt, daya lisrik 0,672 Watt dan efisiensi turbin 14,22 %,.

DAFTAR PUSTAKA

- Budiartawan, K. A. D. E. K., Suryawan, A. A. A., & Suarda, M. (2017). Pengaruh Variasi Sudut Sudu Segitiga Terhadap Performansi Kincir Air Piko Hidro. *Jurnal Ilmiah Teknik Desain Mekanika*, 6(3), 294-298.
- D. A. H, D. D. Dpt, S. I. C, and T. S. Pitana, "Eksperimental Optimasi Tipe Leluk Sudu Pada Pompa Difungsikan Sebagai Turbin Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Picohidro," *Mekanika*, vol. 15, no. 1, pp. 10–16, 2016.
- Ekaputra, Eri Gas, et al. "Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro untuk Penggerak Pompa Hidroponik." *Jurnal Keteknik Pertanian Tropis dan Biosistem* 10.1 (2022): 37-45.
- Ibrahim, M., Dirja, I., & Naubnome, V. (2020). Rancang Bangun Prototipe PLTPH Sebagai Listrik Penerangan. *Jurnal Energi dan Manufaktur*, 13(2), 63-69.
- Junaidi, A., & Hendri, A. (2014). *Model fisik kincir air sebagai pembangkit listrik* (Doctoral dissertation, Riau University).
- Juliana, I. Putu, Antonius Ibi Weking, and Lie Jasa. "Pengaruh Sudut Kemiringan Head Turbin Ulir dan Daya Putar Turbin Ulir dan Daya Output Pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro." *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro* 17.3 (2018).
- Mohammad Tohir. *Rancang Dan Analisa Kinerja Yang Di Hasilkan Kincir Air Arus Bawah Dengan Sudu Berbentuk Pelton*. Skripsi. Institut Teknologi Nasional Malang, 2016.
- Morong, J. Y. (2016). Rancang Bangun Kincir Air Irigasi Sebagai Pembangkit Listrik di Desa Talawaan (Doctoral dissertation, Politeknik Negeri Manado).
- Morris, Alan S. 2001. *Measurement & Instrumentation Principles*. Butterworth Heinemann, Oxford.