

PENGARUH BESARAN SLIP TERHADAP PUTARAN TURBIN DANDAYA OUTPUT YANG DIHASILKAN PADA PROTOTYPE PLTMH DENGAN MENGGUNAKAN TURBIN TURGO

I Gede Rama Riantika¹, I Wayan Arta Wijaya², I Gusti Ngurah Janardana³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Elektro, Universitas Udayana, Jimbaran
e-mail: e-mail:ramariantika98@gmail.com

Article Info

Article History:

Received: August 11, 2023

Revised: October 3, 2023

Accepted: December 3, 2023

Keywords:

Turgo Turbine,
Pulley,
V-belt

ABSTRACT

Pulley transmission is one of the power transfer systems from the mover to the driven. Transmission mostly uses belts (v-belts) and pulleys as a means of transmission to connect generators with water turbines but rarely takes into account the pulley ratio used and the slip factor that arises between the belt and pulley so that the expected rotation is not optimal. Problems exist in the pulley and belt (v-belt) is still difficult to control and it is necessary to test the pulley ratio and the amount of slip that occurs. The purpose of this study is to determine the amount of slip in a turgo turbine. The method used in this research is quantitative descriptive. The results of this study are: The amount of slip on the pulley and v-belt that occurs in the PLTMH prototype using a turgo turbine is very low due to the proper and tight installation of the v-belt, thereby reducing the amount of slip that occurs, the highest slip occurs when the ratio is 2:1 which is equal to 0.133% with a load of 250 Watts, while the lowest slip occurs when the ratio is 1:1 which is equal to 0.008% with a load of 250 Watts.

Informasi Artikel

Kata Kunci:

Turbin Turgo,
Pulley,
V-belt

ABSTRAK

Transmisi *pulley* adalah salah satu sistem pemindahan tenaga dari penggerak ke yang digerakan. Transmisi sebagian besar menggunakan sabuk (v-belt) dan pulley sebagai alat transmisi untuk menghubungkan generator dengan turbin air namun jarang memperhitungkan rasio pulley yang digunakan dan faktor slip yang timbul antara sabuk dan pulley sehingga putaran yang diharapkan tidak maksimal, Permasalahan yang ada pada pulley dan sabuk (v-belt) masih sulit dikendalikan dan perlu dilakukan pengujian terhadap rasio pulley dan besaran slip yang terjadi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui besaran slip pada turbin turgo. Metode yang digunakan dari penelitian ini adalah kuantitatif deskriptif hasil dari penelitian ini adalah Besarnya slip pada pulley dan v-belt yang terjadi pada prototype PLTMH menggunakan turbin turgo ini sangat rendah dikarenakan pemasangan v-belt yang tepat dan kencang sehingga mengurangi besaran slip yang terjadi, slip tertinggi terjadi saat rasio 2:1 yaitu sebesar 0,133% dengan beban 250 Watt, sedangkan slip terendah terjadi saat rasio 1:1 yaitu sebesar 0,008% dengan beban 250 Watt.

Publishing Info

Copyright © 2023 The Author(s). Published by Jurnal Pendidikan Teknik Elektro, Universitas Pendidikan Ganesha, Singaraja, Bali, Indonesia.  This is an open access article licensed under a [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

✉ **Corresponding Author:** (1) I Gede Rama Riantika, (2) Universitas Udayana (3) Teknik Elektro, (4) Denpasar, Bali, Indonesia, (5) Email: e-mail:ramariantika98@gmail.com

1. PENDAHULUAN

PLTMH adalah suatu Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro dengan pembangkit skala kecil yang memakai tenaga dorong air sebagai penggeraknya seperti arus irigasi, sungai atau

air terjun alam dengan cara memanfaatkan tinggi terjunan (head) dan jumlah debit air. Komponen utama yang digunakan untuk menghasilkan listrik pada PLTMH adalah generator, generator yang digunakan adalah generator DC, pemilihan generator DC untuk pembangkit listrik pada PLTMH dengan kapasitas yang kecil lebih relevan dibandingkan menggunakan generator AC.

Transmisi pulley adalah salah satu sistem pemindahan tenaga dari penggerak ke yang digerakan sistem pemindahan tersebut terdiri dari beberapa macam contoh seperti rantai dan sprocket, pulley dan sabuk (v-belt) Generator akan menghasilkan listrik dari putaran turbin yang dihubungkan dengan pulley dan Vbelt (sabuk). Transmisi sebagian besar menggunakan sabuk (v-belt) dan pulley sebagai alat transmisi untuk menghubungkan generator dengan turbin air namun jarang dengan memperhitungkan rasio pulley yang akan digunakan dan adanya faktor slip yang timbul antara sabuk dan pulley sehingga putaran yang diharapkan tidak maksimal.

Pada fungsi sabuk dan pulley terjadi masalah salah satunya slip apabila pulley pada poros berputar berdasarkan kecepatan pada pulley motor melalui sabuk dan kemudian mengalami penurunan kecepatan pada saat diberinya beban pada poros tersebut, maka hal ini dinamakan slip yang terjadi karena perubahan beban yang dialami poros tersebut. Jika slip terjadi pada sistem pembangkit PLTMH maka akan berdampak pada penurunan daya atau putaran sehingga hasil yang diproduksi akan menurun, akibatnya terjadi kerugian produksi dan pemeliharaan akan semakin bertambah (FX Damar Pristadi, 2011). Permasalahan yang ada pada pulley dan sabuk (v-belt) masih sulit dikendalikan dan perlu dilakukan pengujian terhadap rasio pulley dan besaran slip yang terjadi, namun dilapangan pengujian parameter tersebut sulit dilakukan. Oleh karena itu perlu dibuatkan sebuah prototype PLTMH menggunakan turbin turgo dengan skala kecil dan percobaan agar dapat melakukan pengujian untuk memperoleh hasil output yang maksimum pada turbin turgo. Pada penelitian ini akan membahas suatu topik mengenai pengaruh rasio pulley dan besarnya slip terhadap beban maksimal yang dihasilkan oleh turbin sehingga dapat dilihat kecepatan putaran turbin, putaran generator, tegangan, arus, daya, dan efisiensi yang dihasilkan pada prototipe pembangkit listrik tenaga mikrohidro dengan menggunakan turbin turgo yang nantinya akan berguna untuk membangun sebuah PLTMH menggunakan turbin turgo dengan potensi yang terdapat di lokasi pembangunan PLTMH tersebut.

Pada penelitian Raditya, Jasa, Wijaya (2021), dengan judul Analisis Pengaruh Penambahan Gearbox Pada Turbin Archimedes Screw Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH). Pada penelitian ini membahas pengaruh penambahan gearbox pada turbin Archimedes screw terhadap nilai output pada generator seperti arus listrik, tegangan, efisiensi, dan torsi. Dalam pembangkit listrik yang bertenaga mikro hidro ini menggunakan turbin Archimedes screw yang memiliki jumlah sudu sebanyak 9 buah dengan memiliki sudut 24° dan memiliki ketebalan sudu sebesar 0,25 cm. pada gearbox yang digunakan menggunakan tipe spur gear yang memiliki total rasio sebesar 4 : 9. Hasil penelitian yang dijalankan pada jalur irigasi di Desa Munggu, Kecamatan Mengwi, Kabupaten Badung, mendapatkan hasil putaran tertinggi yaitu 160,7 rpm pada turbin, 882,4 pada gearbox dan 1013, 8 rpm pada generator. Tegangan dan arus tertinggi yang dihasilkan oleh generator sebesar 11,15 volt dan 0,66 ampere. Torsi yang didapatkan sebesar 0,45 Nm dan efisiensi tertinggi didapatkan sebesar 0,00638 %.

Pada penelitian Artha (2022), dengan judul Rancang Bangun Prototype PLTMH Menggunakan Turbin Turgo sebagai Modul Pratikum di Laboratorium Konversi Energi Progran Setudi Teknik Elektro Falkutas Teknik Universitas Udayana terdapat kekurangan salah satu terdapat kekurangan belum di adakan penelitian pulley terhadap Prototype PLTMH turbin turgo. Hasil dari penelitian tersebut menggunakan rasio 2.1. Dalam pembangkit listrik yang bertenaga mikro hidro ini menggunakan turbin turgo yang memiliki jumlah sudu sebanyak 18 buah dengan

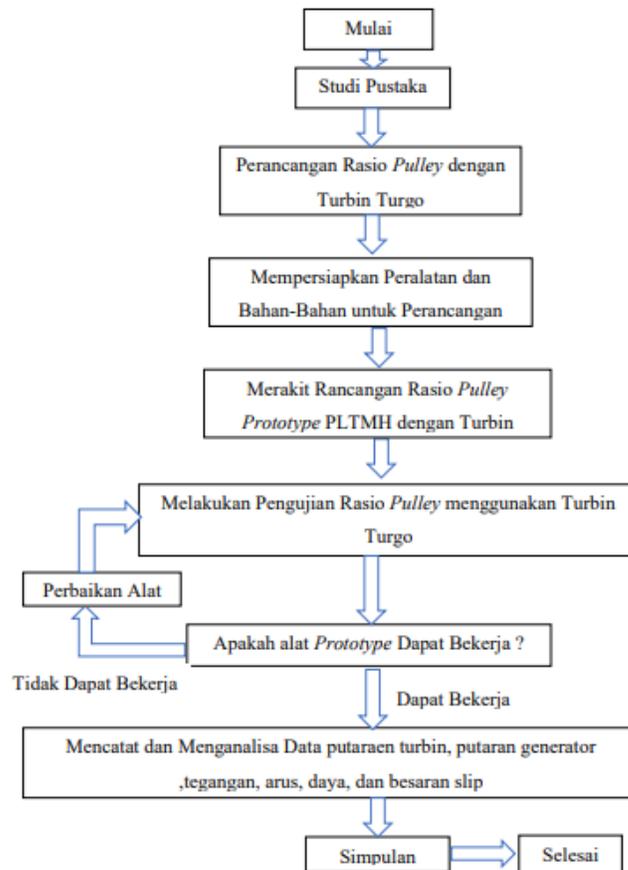
memiliki sudut 70° , tekanan air 21 psi dan debit air 0,0045 m/s. Berdasarkan penelitian tersebut didapatkan hasil putaran turbin 782,8 rpm (sebelum dikopel generator) 565,4 rpm (sesudah dikopel generator), putaran generator 1062,4 rpm (sebelum dikopel beban) 850,2 rpm (sesudah dikopel beban) dan tegangan 36,126 V (beban 0W) 8,296 V (beban 260W). Arus dan daya tertinggi yang dihasilkan oleh generator sebesar 0,876 A dan 7,268 W. Torsi yang didapatkan sebesar 0,1228 Nm dan efisiensi tertinggi didapatkan sebesar 1,099 %.

Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya belum dilakukan penelitian mengenai analisis kinerja turbin Turgo dengan menggunakan variasi rasio pulley dan v-belt, pada penelitian ini memiliki perbedaan mengenai turbin turgo dengan turbin Archimedes screw pada penelitian sebelumnya, terdapat pada penggunaan gearbox pada Turbin Archimedes screw sedangkan pada Turbin Turgo menggunakan variasi rasio pulley dan v-belt. Variasi rasio pulley dan v-belt ini sangat berpengaruh untuk menghasilkan nilai kecepatan putar turbin yang maksimum. Berdasarkan permasalahan diatas maka dalam penelitian ini perlu membuat sebuah prototype turbin Turgo dan menganalisis pengaruh rasio pulley dan v-belt pada kecepatan putar turbin dan daya output pada pembangkit listrik tenaga mikro hidro menggunakan jenis turbin Turgo. Adapun tujuan dari penelitian ini Untuk mengetahui dan menganalisis pengaruh besaran slip terhadap daya output yang dihasilkan pada prototype PLTMH dengan menggunakan turbin turgo.

2. METODE

Penelitian ini menggunakan sistem eksperimen. Pengumpulan data penelitian ini menggunakan metode observasi dan kepustakaan. Metode pengumpulan data berdasarkan observasi dilakukan dengan pengamatan dari hasil eksperimen serta pengujian secara langsung terhadap parameter – parameter dalam bentuk teori turbin turgo dalam Pengaruh Variasi Rasio Pulley dan Besaran Slip terhadap Putaran Turbin dan Daya *Output* yang dihasilkan Pada Prototype PLTMH dengan Menggunakan Turbin Turgo. Sedangkan metode kepustakaan dengan cara studi literatur yaitu dengan mempelajari beberapa kepustakaan yang mendukung penelitian ini. Data yang telah diperoleh lalu di analisis menggunakan analisis statistik deskriptif. Secara sistematis tahapan-tahapan penelitian ini dapat dilihat pada *flowchart* gambar 1.

Adapun proses atau langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui output yang dihasilkan dan mendapatkan presentase slip pada rasio pulley yang berbeda sehingga memperoleh data dari alat uji. Pertama mempersiapkan alat dan bahayang akan digunakan pada saat penelitian. Kedua rangkai prototype PLTMH menggunakan turbin turgo. Ketiga pasang Pulley pada ass penghubung turbin dengan rasio 1 : 1. Keempat sambungan v-belt antara pulley turbin dan pulley generator. Kelima hidupkan mesin pompa air sehingga alat prototype menggunakan turbin turgo bisa bergerak dan mengasilkan listrik. Keenam ukur putaran rpm pulley turbin 1:1 menggunakan alat ukur tachometer. Ketujuh ukur putaran rpm pulley generator 1:1 menggunakan alat ukur tachometer. Kedelapan ukur tegangan yang dihasilkan generator menggunakan AVO meter. Kesembilan setelah pengukuran tegangan dan rpm selesai ganti ukuran rasio pulley dan v-belt. Kesepuluh pasang Pulley pada ass penghubung turbin dengan variasi rasio 1:1, 2:1 dan 4:1. Kesebelas ulangi langkah 3 sampai 8.



Gambar 1 *Flowchart* alur penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Putaran rasio pulley yang di hasilkan alat uji dengan menggunakan putaran turbin dan putaran generator, yaitu putaran pulley penggerak sebagai n_1 dan putaran pulley yang digerakan sebagai n_2 dengan hasil uji n_1 dan n_2 tanpa beban. Untuk mendapatkan rasio pulley

(i) maka menggunakan persamaan 1.1 sebagai berikut:

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{753,72}{722,64} = 1,04 \text{ (rasio pulley 1: 1)}$$

$$\frac{718,22}{1380,875} = 0,52 \text{ (rasio pulley 2: 1)}$$

$$\frac{592,74}{2249,04} = 0,23 \text{ (rasio pulley 4: 1)}$$

Putaran Pulley Aktual (n_A), dari hasil pengujian secara langsung dengan menggunakan alat ukur tachometer yang telah dilakukan pada prototype PLTMH menggunakan turbin turgo

dapat dilihat pada tabel 1 dan 2. Putaran Pulley Teoritis (n_T), dilakukan agar hasil pengujian yang dilakukan secara langsung berdasarkan analisa teoritis mendapatkan selisih perbandingan, nilai hasil secara teoritis berdasarkan dari hasil pengujian putaran pulley yang diukur secara langsung (aktual), yaitu mengacu pada persamaan 1.2

$$n_i = \frac{n_1}{i} = \frac{752,8}{1,04} = 721,76 \text{ rpm (putaran pulley teoritis 1:1)}$$

Dari perhitungan pengujian pulley penggerak diatas berdasarkan rasio yang ditetapkan maka didapatkan putaran teoritis sebagai berikut:

Tabel 1 Perhitungan Putaran Pulley Teoritis

Beban Lampu (Watt)	Teoritis	Teoritis	Teoritis
	Rasio Pulley1:1	Rasio Pulley2:1	Rasio Pulley4:1
0	722,64	1380,88	2249,04
60	721,76	1409,83	1853,67
120	727,43	1336,96	1703,04
180	725,36	1336,31	1622,30
250	726,14	1325,08	1563,41

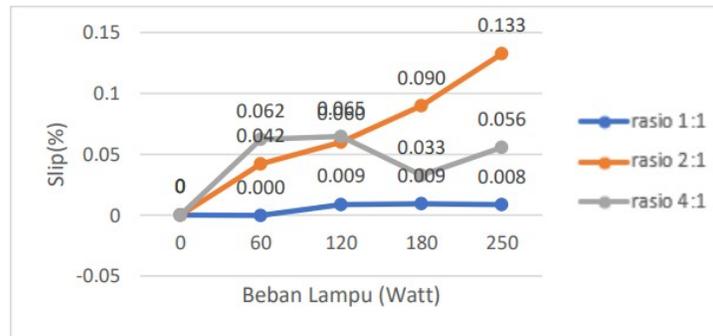
Dari hasil pengujian yang dilakukan secara langsung (aktual) dengan perototype PLTMH Menggunakan turbin turgo dengan teoritis memiliki sedikit perbandingan, sehingga dapat menentukan besaran slip yang terjadi antara v-belt dan pulley dengan mengacu padapersamaan 1.3, sebagai berikut:

$$\% \text{ slip} = \frac{n_T - n_A}{n_T} \cdot 100\%$$

$$\% \text{ slip} = \frac{727,43 - 721}{727,43} \cdot 100\% = 0,009\%$$

Tabel 2 Perhitungan Slip

Beban Lampu (Watt)	(%) Slip	(%) Slip	(%) Slip
	Rasio Pulley1:1	Rasio Pulley2:1	Rasio Pulley4:1
0	0	0	0
60	0,000	0,042	0,062
120	0,009	0,060	0,065
180	0,009	0,090	0,033
250	0,008	0,133	0,056



Gambar 2 Grafik Perubahan Variasi Rasio Pulley dan V-belt Terhadap Slip (Sumber Dokumentasi Rancangan)

Berdasarkan gambar 2 dapat dilihat bahwa slip tertinggi terjadi saat rasio 2:1 yaitu sebesar 0,133% dengan beban 250 Watt, sedangkan slip terendah terjadi saat rasio 1:1 yaitu sebesar 0,008% dengan beban 250 Watt. Berdasarkan grafik diatas, maka slip yang terjadi pada prototype PLTMH menggunakan turbin turgo dengan variasi rasio pulley 1:1, 2:1 dan 4:1 sangat rendah. Tujuan pengukuran putaran turbin, slip dan daya untuk mengetahui berapa perbandingan putaran turbin, bsraran slip dan daya. Alat yang digunakan untuk pengukuran putaran turbin adalah tachometer yang ditempelkan pada rotor tubin. Dari perbandingan putaran turbin, putaran generator, besaran slip, dan daya maka didapatkan perbandingan sebagai berikut:

Tabel 3 Perbandingan Putaran Generator, Daya dan Slip

Rasio Pulley	Slip (%)	Putaran Generator (rpm)		Tegangan (Volt)		Arus (Ampere)		Daya (Watt)	
		Teoritis	Pengukuran	Teoritis	Pengukuran	Teoritis	Pengukuran	Teoritis	Pengukuran
1:01	0.008	726.14	716.38	5.954	5.874	0	0	0	0
2:01	0.43	1325.08	1149.42	10.917	9.47	1.68543	1.46200	16	13.8451
4:01	0.056	1563.41	1476.22	11.813	11.154	3.53727	3.34000	39	37.2544

Berdasarkan tabel 3 yang merupakan hasil dari pengukuran dan perhitungan yang dilakukan secara berulang pengukuran setiap parameter dan dirata-ratakan agar memperoleh hasil yang lebih akurat karena uji coba yang dilakukan data berubah - ubah karena tekananair yang tidak stabil. Maka berdasarkan data perhitungan teori dan data hasil pengukuran didapatkan bahwa pengaruh slip pada rasio pelley 1.1 menyebabkan penurunan pada putaran generator sebesar 9,76 rpm , pada tegangan sebesar 0,080 Volt, namun pada arus dan daya tidak terjadi penurunan di karenakan putaran generator tidak mencukupi untuk membangkitkan generator. pada rasio pulley 2:1 menyebabkan penurunan pada putaran generator sebesar 175,66 rpm pada tegangan sebesar 1.447 Volt, arus sebesar 0,223 Ampere, dan daya sebesar 2,116 Watt. Pada rasio pulley 4:1 menyebabkan penurunan padaputaran generator sebesar 87,19 rpm pada tenggan sebesar 0,659 Volt ,arus sebesar 0,197 Ampere, dan daya sebesar 2.200 Watt.

Berdasarkan hasil analisa pengukuran dan perhitungan yang sudah dilakukan menunjukan bahwa variasi rasio pulley dan v-belt sangat berpengaruh terhadap output yang dihasilkan prototype PLTMH menggunakan turbin turgo. Seiring bertambah besarnya rasio pulley dan v-belt hal ini mempengaruhi semakin tinggi kecepatan pada putaran generator sehingga menghasilkan output yang lebih maksimal. Hal ini terjadi karena rasio 4:1 memiliki 1kali putaran pada turbin dan 4 kali pada putaran generator sehingga membuat kecepatan pada

generator pada rasio 1:4 yang didapatkan kecepatan rpm tertinggi dibandingkan dengan 1:1 dan 2:1. Berdasarkan hasil penelitian prototype pltmh menggunakan turbin turgo mendapatkan hasil putaran turbin tertinggi pada rasio pulley 1:1 beban lampu 120 Watt sebesar 758,72 rpm dan terendah pada rasio pulley 4:1 dengan beban lampu 250 Watt sebesar 412,04 rpm. Putaran generator tertinggi pada rasio pulley 4:1 dengan beban 60 Watt sebesar 1738,3 rpm dan terendah terjadi pada rasio pulley 1:1 dengan beban 180 Watt sebesar 718,6 rpm. Tegangan tertinggi pada rasio pulley 4:1 pada beban 60 watt sebesar 13,852 Volt dan tegangan terendah pada rasio pulley 1:1 sebesar 5,844 volt. Arus tertinggi terjadi pada rasio pulley 4:1 dengan beban 250 watt sebesar 3,34 ampere dan yang terendah pada rasio pulley 1:1 sebesar 0,01 ampere. Daya tertinggi pada rasio pulley 4:1 dengan beban 250 watt sebesar 37,25438 watt dan daya terendah pada rasio pulley 1:1 dengan beban 60 watt sebesar 0,05844 watt. Efisiensi tertinggi terjadi pada saat rasio 4:1 dengan beban 250 Watt sebesar 5,63 % , sedangkan efisiensi terendah terjadi pada rasio 1:1 sebesar 0,009 % . Torsi tertinggi terjadi saat rasio 4:1 yaitu sebesar 0,8638 Nm, sedangkan torsi terendah terjadi saat rasio 1:1 yaitu sebesar 0,00074 Nm.

Slip tertinggi terjadi saat rasio 2:1 yaitu sebesar 0,133% dengan beban 250 Watt, sedangkan slip terendah terjadi saat rasio 1:1 yaitu sebesar 0,008% dengan beban 250 Watt. Besarnya slip pada pulley dan v-belt yang terjadi pada prototype PLTMH menggunakan turbin turgo ini sangat rendah dikarenakan pemasangan v-belt yang tepat dan kencang sehingga mengurangi besarnya slip yang terjadi, slip tertinggi terjadi saat rasio 2:1 yaitu sebesar 0,133% dengan beban 250 Watt, sedangkan slip terendah terjadi saat rasio 1:1 yaitu sebesar 0,008% dengan beban 250 Watt.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Besarnya slip pada pulley dan v-belt yang terjadi pada prototype PLTMH menggunakan turbin turgo ini sangat rendah dikarenakan pemasangan v-belt yang tepat dan kencang sehingga mengurangi besaran slip yang terjadi, slip tertinggi terjadi saat rasio 2:1 yaitu sebesar 0,133% dengan beban 250 Watt, sedangkan slip terendah terjadi saat rasio 1:1 yaitu sebesar 0,008% dengan beban 250 Watt. Saran yang dapat diberikan guna mengembangkan penelitian mengenai PLTMH dengan menggunakan turbin turgo yaitu perlunya dilakukan penelitian berikutnya dengan menggunakan sprocket dan rantai terhadap kinerja dari PLTMH.

REFERENSI

- Guwowitzo, F, A dan Heru B, P. "Probabilistic approach: back pressure turbine for geothermal vapor-dominated system." IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Vol. 103. No. 1. IOP Publishing, 2017.
- Amin, A., 2019. Pengaruh Variasi diameter pulley terhadap daya listrik yang dihasilkan pada prototype turbin pelton. Jurnal Teknik Mesin. Vol. 12. No. 1. p.7-12.
- Apriansyah., 2016. Rancang Bangun Sistem Pembangkit Listrik Mikrohidro (PLTMH) pada Pipa Saluran Pembuangan Air Hujan Vertikal. E Proceeding of Engineering : Vol.3, No.1. p. 45-53.
- Bono. dan Suwanti, S., 2019. Variasi Jumlah Sudu Dan Modifikasi Bentuk Nosel Pada Turbin Turgo Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro. Eksergi, 15(2), p.81-92.
- Bono., 2012 Kajian Eksperimental Turbin Turgo Dengan Variasi Sudut Nosel. Jurnal Teknik Energi Vol 8, No. 1, p.6-14

-
- Raditya, I.G.N.A., Jasa, L. and Wijaya, I.W.A., 2021. Analisa Pengaruh Penambahan Gearbox Pada Turbin Archimedes Screw Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTH) Jurnal Spektrum, Vol.8, No.3, p.164- 174.
- Rohman, A. 2009. Studi Perumusan Alternatif Skema Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) untuk Optimalisasi Potensi Energi dan Potensi Wisata Curug Cimahi. Bandung : Institut Teknologi Bandung.
- Siburian, J.D., 2019. Analisa Slip Transmisi Pulley dan v-belt Pada Beban Tertentu Dengan Menggunakan Motor Berdaya Seperempat HP (Doctoral dissertation, Universitas Islam Riau).
- Mahmudi, H., 2021. Analisa Perhitungan Pulley dan V-Belt Pada Sistem Transmisi Mesin Pencacah. Jurnal Mesin. Vol.6, No.1. p. 55-63.
- Fikri.2020. "Karya Ilmiah Terapan Penerapan Program Mable Logic Control (PLC) Sebagai Start-Stop Generator di atas Kabel (SV. Evimeria).