

Variasi Diameter Nozzle Dan Tekanan Air Terhadap Daya Dan Efisiensi Turbin Pelton

[Nozzle diameter and water pressure variations on Pelton turbine power and efficiency]

Vicky Iswidiyanto ¹⁾, Dr. A'Rasy Fahrudin, S.T., M.T.²⁾

¹⁾Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

*Email Penulis Korespondensi: fahrudin@umsida.ac.id

Abstract. *Microhydro is the term used to install an electric generator that uses hydropower. The requirements for water that can be used as a source of energy to produce electricity are that it has a certain movement capacity and height and installation. The greater the movement capacity or installation height, the greater the power that can be used to produce electric power. The basic principle of microhydro is to utilize the potential energy possessed by the movement of water at a certain height from the location where the electric generator is installed. Microhydro design requires two things, namely water flow and fall height (head) to produce usable power. In this research, a winding type water turbine was used, this turbine was chosen because it is suitable for use with small flow heads. Before implementation, it is necessary to test with a prototype to find out how many revolutions are obtained. The aim of the research is to determine variations in nozzle diameter and water pressure on turbine power and efficiency.*

Keywords – Microhydro; Nozzle; Efficiency

Abstrak. *Mikrohidro adalah sebutan yang dipakai untuk instalasi generator listrik yang memakai tenaga air. Situasi air yang dapat digunakan selaku pangkal energi, penghasil listrik merupakan mempunyai kapasitas gerakan serta ketinggian khusus serta instalasi. Terus menjadi besar kapasitas gerakan ataupun ketinggiannya dari instalasi hingga terus menjadi besar tenaga yang dapat digunakan buat menciptakan tenaga listrik. Prinsip bawah mikrohidro merupakan menggunakan tenaga potensial yang dipunyai oleh gerakan air pada jarak ketinggian khusus dari tempat instalasi generator listrik. Suatu desain mikrohidro membutuhkan 2 perihal ialah, debit air serta ketinggian jatuh (head) berguna untuk menciptakan daya yang bisa digunakan. Pada riset ini memakai turbin air dengan jenis lilitan, diseleksi turbin itu sebab sesuai diaplikasikan di flow head yang kecil. Saat sebelum diaplikasikan butuh terdapatnya pengetesan dengan prototipe agar mengenali seberapa besar jumlah putaran yang diperoleh. Tujuan dari riset itu digunakan untuk mengenali pengaruh variasi diameter nozzle dan tekanan air terhadap daya dan efisiensi turbin.*

Kata Kunci – Mikrohidro; Nozzle; Efisiensi

I. PENDAHULUAN

Mikrohidro merupakan sebutan yang dipakai buat instalasi generator listrik yang memakai tenaga air. Situasi air yang dapat digunakan selaku pangkal energi, penghasil listrik merupakan mempunyai kapasitas gerakan serta ketinggian khusus serta instalasi [1]. Terus menjadi besar kapasitas gerakan ataupun ketinggiannya dari instalasi hingga terus menjadi besar tenaga yang dapat digunakan buat menciptakan tenaga listrik. Mikrohidro umumnya dibangun menggunakan sumber air aliran kecil, seperti sungai atau aliran air buatan, untuk menghasilkan energi listrik secara bersih dan berkelanjutan. Sistem mikrohidro ini terdiri dari saluran air, turbin hidro, generator listrik, dan sistem kontrol yang bekerja bersama untuk mengubah energi kinetik air menjadi energi listrik [2]. Saluran air mengarahkan aliran air menuju turbin hidro, di mana energi kinetik air diterjemahkan menjadi putaran mekanis. Mikrohidro pula diketahui selaku white resources dengan alih bahasa leluasa dapat dibilang “tenaga putih”.

Dibilang begitu sebab instalasi generator listrik semacam ini memakai pangkal energi yang sudah diadakan oleh alam serta ramah area. Sesuatu realitas kalau alam mempunyai air turun ataupun tipe yang lain yang jadi tempat air mengalir. Dengan teknologi saat ini hingga tenaga gerakan air hendak dibentuk bisa diganti jadi tenaga listrik. Profit murah dari generator listrik daya mikrohidro bisa dicapai apabila diiringi dengan pemrograman yang matang. Serta dengan mengaitkan kedudukan warga setempat dengan cara aktif, semenjak dini pembangunan cetak biru serta berintegrasi bagus dari petugas maupun masyarakat desanya [3]. Prinsip bawah mikrohidro merupakan menggunakan tenaga potensial yang dipunyai oleh gerakan air pada jarak ketinggian khusus dari tempat instalasi generator listrik. Suatu desain mikrohidro membutuhkan 2 perihal ialah, debit air serta ketinggian jatuh (head) buat menciptakan daya yang bisa digunakan [4].

Generator tenaga air adalah suatu perangkat berputar yang mengekstrak energi dari aliran fluida. Penemuan turbin air dapat ditelusuri kembali ke awal abad ke-19 oleh Claude Bourdin. Istilah "turbin" berasal dari bahasa Latin yang berarti berputar atau vortex, mencirikan pergerakan berputar atau pusaran air dalam mesin ini. Hasil rancang bangun dan uji performa turbin air tipe Kaplan dalam skala mikrohidro, dengan mempertimbangkan perhitungan tinggi dan kapasitas aliran air di kolam ikan Lemjiantek, menunjukkan nilai tinggi sebesar 1,6 meter dan debit air sekitar 0,0224 meter kubik per detik. Oleh karena itu, turbin air yang paling sesuai sebagai penggerak pada prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) di Lemjiantek adalah Turbin Kaplan [5]. Daya air yang tersedia di kolam mencapai 805,046 Watt. Berdasarkan desain turbin Kaplan, dihasilkan putaran spesifik turbin sekitar 249,372 rpm, dengan diameter luar roda turbin 10,70 cm, diameter dalam roda turbin 3,56 cm, dan tinggi sudu pengarah 3 cm. Turbin air ini menghasilkan daya indikasi sebesar 351,590 Watt, dengan torsi mencapai 6,711 N.m. Daya efektif turbin air mencapai 280,964 Watt, sementara efisiensi turbin mencapai 79% [6]. Dalam eksperimen ini, turbin air berjenis spiral digunakan sebagai objek penelitian. Pemilihan turbin ini dipotensialkan karena sesuai untuk penerapan pada kondisi aliran air dengan head yang rendah. Sebelum penerapannya, perlu dilakukan uji coba menggunakan prototipe untuk menilai jumlah putaran yang dihasilkan. Penelitian ini bertujuan untuk memahami dampak variasi diameter nozzle dan tekanan air terhadap daya dan efisiensi turbin [7].

Dari latar belakang diatas dapat diidentifikasi masalah yang akan dibahas bagaimana pengaruh variasi diameter nozzle dan tekanan air terhadap daya dan efisiensi turbin pelton [8]. Dalam penelitian ini, terdapat beberapa tujuan yang telah diuraikan, yaitu: untuk menilai dampak variasi diameter nozzle terhadap kinerja daya dan efisiensi turbin Pelton, dan untuk mengetahui pengaruh variasi tekanan air terhadap daya dan efisiensi turbin Pelton.

Menurut Ahmadi dan Supriyono (2006:89) analisa merupakan pencarian peluang maupun tantangan ataupun pangkal. Analisa pula mengaitkan jalan keluar sesuatu totalitas ke dalam bagian-bagian buat mengenali watak, guna serta silih berhubungan antar bagian itu. Analisa amat dibutuhkan ataupun berarti sebab watak dari area amat energik serta berganti dengan cepat.

II. METODE

Pertama-tama, langkah awal dalam pembuatan alat membuat piringan runner sesuai dengan ukuran yang telah ditetapkan [9]. Langkah kedua melibatkan pembuatan cetakan untuk sudu sebelum proses pembuatan sudu itu dimulai. Setelah menyelesaikan piringan runner dan sudu, sudu-sudu tersebut dipasang mengelilingi piringan dengan menggunakan dua baut untuk setiap sudu. Selanjutnya, dipasangkan pada poros dan poros diberi stopper agar menghindari slip. Setelah itu, konstruksi rumah turbin dilakukan, di mana dalam rumah tersebut, sebuah nozzle dipasang untuk meningkatkan tekanan air yang disempatkan. Turbin pelton dengan 12 sudu, dengan as atau shaft diameter 15 mm panjang 20 cm serta pulley. Sudu dari bahan plastik dan runner atau hub dari plat tebal 3 mm, shaft diameter 15 mm sesuai dengan plat runner dan sudu lebar 6 cm.

Energi potensial yang akan berjalan dari turbin akan terjadi pada air terjun atau aliran sungai. Penelitian ini pada energi air diambil dari kran air, kemudian alir tersebut dialirkan ke turbin dengan melalui selang. Variabel yang diukur berupa variabel bebas dan variabel terikat [10]. Variable bebas adalah pengaruh variasi diameter nozzle yaitu 0,1 0,2 0,3 mm, sedangkan variabel terikat adalah torsi, daya, efisiensi, variasi tekanan, serta mencari rumus dan data torsi dan daya.

Langkah – langkah pengambilan data, yaitu; alat-alat yang perlu disiapkan, kran dibuka atau dihidupkan, putaran arus dengan nozzle diameter 0,1 diukur untuk mencari daya dan efisiensi, kran ditutup, nozzle dengan diameter 0,1 diganti dengan nozzle berdiameter 0,2, putaran arus dengan nozzle diameter 0,2 diukur untuk mencari daya dan efisiensi, kran ditutup, nozzle dengan diameter 0,2 diganti dengan nozzle berdiameter 0,3, putaran arus dengan nozzle diameter 0,3 diukur untuk mencari daya dan efisiensi, dan kran dimatikan. Setelah data diambil, langkah berikutnya pengolahan data, yang dilakukan dengan langkah-langkah berikut; daya yang dihasilkan oleh turbin dihitung, efisiensi dihitung, grafik daya vs rpm dibuat, dan grafik efisiensi vs rpm dibuat [11].

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

Data yang dihasilkan diperoleh data pada penelitian variasi diameter nozzle dan variasi tekanan air terhadap daya dan efisiensi diperoleh data sebagai berikut :

Tabel 1 Putaran generator yang dihasilkan. (rpm)

Diameter Nozzle (Inchi)	0,1	0,2	0,3
Bukaan full	684,4	480,8	359,8
Bukaan $\frac{3}{4}$	409,4	361,2	241,3

Bukaan ½	250,8	200,2	161,4
----------	-------	-------	-------

Tabel 2 Beban yang dihasilkan. (kg)

Diameter Nozzle (Inchi)	0,1	0,2	0,3
Bukaan full	0,1	0,1	0,1
Bukaan ¾	0,09	0,09	0,08
Bukaan ½	0,08	0,08	0,07

Tabel 3 Gaya yang dihasilkan $F=m.g$ (N)

Diameter Nozzle (Inchi)	0,1	0,2	0,3
Bukaan full	0,98	0,82	0,78
Bukaan ¾	0,96	0,81	0,7
Bukaan ½	0,92	0,77	0,68

Tabel 4 Torsi yang dihasilkan $T=F.I$ (N.m)

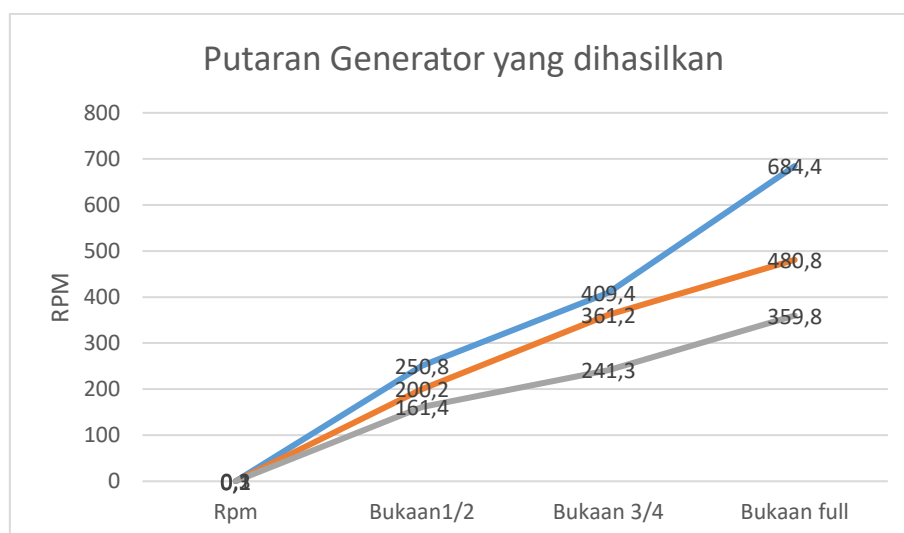
Diameter Nozzle (Inchi)	0,1	0,2	0,3
Bukaan full	0,098	0,096	0,092
Bukaan ¾	0,088	0,081	0,077
Bukaan ½	0,078	0,075	0,068

Tabel 5 Power yang dihasilkan. (Watt)

Diameter Nozzle (Inchi)	0,1	0,2	0,3
Bukaan full	7,02	2,89	2,31
Bukaan ¾	2,26	1,83	1,16
Bukaan ½	1,22	0,94	0,68

B. Pembahasan

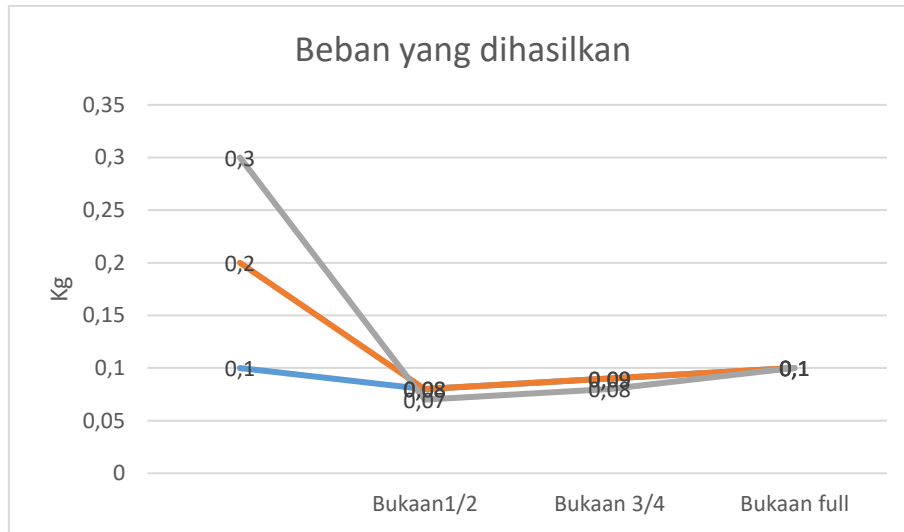
Dari tabel di atas dapat dihasilkan grafik hubungan antar daya dengan putaran.



Gambar 4.2.1 Grafik Putaran Generator yang dihasilkan

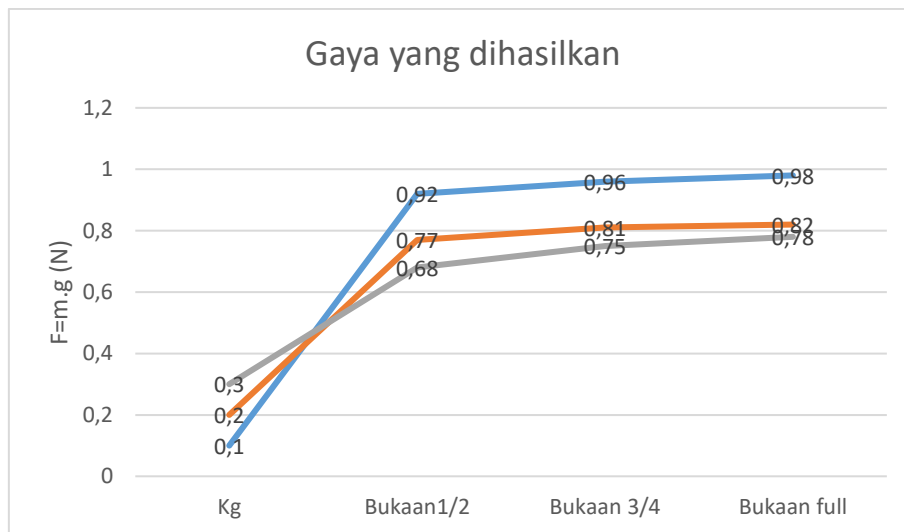
Daya maksimal yang tercapai oleh nozzle dengan diameter 0,1 inchi adalah 684,4 rpm. Nozzle dengan diameter 0,2 inchi menghasilkan daya maksimal sebesar 480,8 rpm, sedangkan nosel berdiameter 0,3 inchi menghasilkan daya maksimal sebesar 250,8 rpm. Dari data yang tersaji dalam Gambar 4.1, dapat diperhatikan bahwa terjadi penurunan

daya yang dihasilkan oleh turbin Pelton saat terjadi variasi ukuran diameter nosel, terutama pada generator dengan nosel berdiameter 0,1 inci.



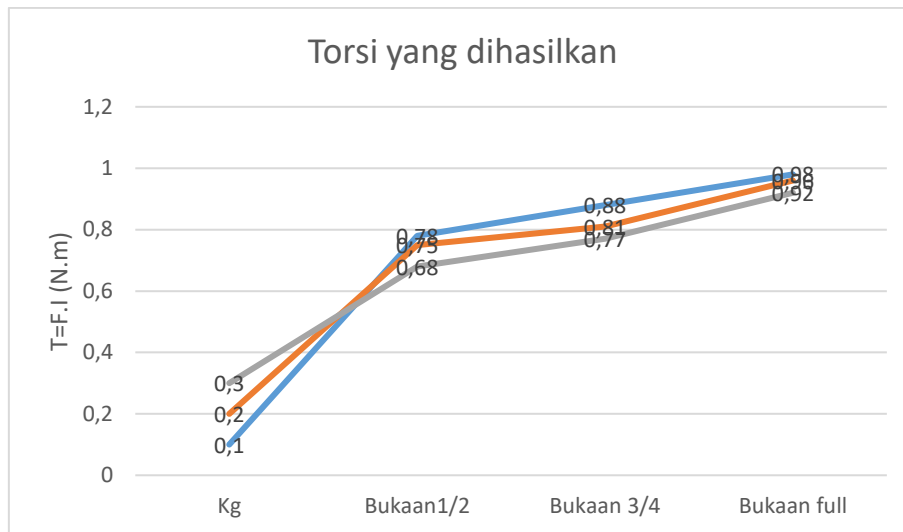
Gambar 4.2.2 Grafik Beban yang dihasilkan.

Diameter 0,1 dihasilkan Beban maksimal nosel adalah 0,3 sedangkan untuk nosel yang berdiameter 0,2 inci menghasilkan beban maksimal sebesar 0,2 dan nosel berdiameter 0,1 menghasilkan beban maksimal sebesar 0,1. Perbedaan ini diakibatkan saat pengereman putaran generator, dengan kecepatan generator saat pancar air menggunakan nozzle ukuran 0,1 inci akan dihasilkan beban lebih besar.



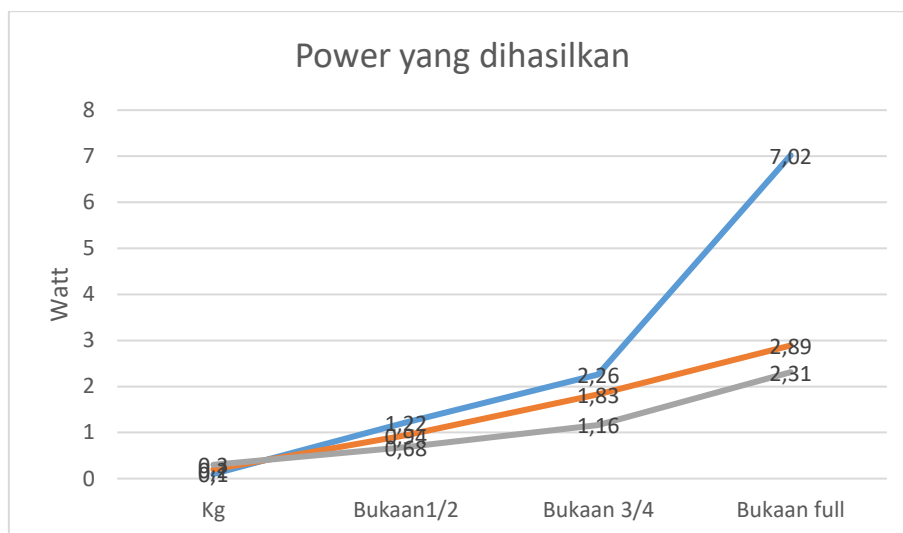
Gambar 4.2.3 Grafik Gaya yang dihasilkan.

Turbin pelton dengan menggunakan nozzle ukuran 0,1 inci memiliki gaya yang lebih besar yaitu memiliki gaya 0,98 sedangkan untuk nozzle ukuran 0,2 memiliki gaya maksimum 0,82 dan untuk nosel berukuran 0,3 inci memiliki gaya lebih kecil yaitu 0,78. Perubahan pada pergantian nosel mengakibatkan turunnya nilai gaya.



Gambar 4.2.4 Grafik Torsi yang dihasilkan.

Turbin pelton dengan menggunakan nozzle ukuran 0,1 inci menghasilkan torsi lebih besar yaitu 0,098 sedangkan untuk nozzle ukuran 0,2 menghasilkan torsi maksimum 0,096 dan untuk nosel berukuran 0,3 inci menghasilkan torsi lebih kecil yaitu 0,092. Perubahan pada pergantian nosel mengakibatkan turunnya hasil torsi.



Gambar 4.2.5 Grafik Power yang dihasilkan

Power maksimal yang diperoleh oleh nosel berdiameter 0,1 inci adalah sebesar 7,02. Nosel berdiameter 0,2 inci menghasilkan power maksimal sebesar 2,89, sedangkan nosel berdiameter 0,3 inci menghasilkan power maksimal sebesar 2,31. Dari Gambar 4.1, dapat diamati bahwa power terbesar tercapai oleh turbin Pelton yang menggunakan nosel berukuran 0,1 inci.

IV. KESIMPULAN

Dari hasil serta data yang diperoleh saat menggunakan turbin Pelton dan mengamati perubahan diameter nosel serta tekanan air, daya dan efisiensi, dapat diambil beberapa kesimpulan. Turbin Pelton menggunakan sudu berukuran 0,1 inci yang menghasilkan tekanan air 13,4 dan menghasilkan daya 7,02 watt. Turbin ini mempunyai nilai efisiensi sebesar 21,1%. Turbin Pelton yang menggunakan sudu berukuran 0,2 inci dapat menghasilkan tekanan air 9,42 dan menghasilkan daya 2,89 watt. Turbin ini mempunyai nilai efisiensi sebesar 19,4%. Turbin Pelton menggunakan impeller berukuran 0,3 inci yang mampu menghasilkan tekanan air 7,75 dan menghasilkan daya 2,31 watt.

Turbin ini mempunyai nilai efisiensi sebesar 15,7%. Oleh karena itu, semakin kecil diameter nosel maka tekanan air pada turbin akan semakin meningkat dan daya pada turbin akan semakin besar. Daya maksimum turbin

dicapai pada tekanan air 13,4 dan daya 7,02 watt. Beberapa saran untuk penelitian dan pengembangan dapat diberikan melalui studi ini meliputi sambungan pipa dibuat seminimal mungkin, nosel dibuat dengan tingkat kehalusan maksimal sehingga kerugiannya sedikit. Saat membuat dan memasang pola bilah harus lebih presisi agar mendapatkan hasil yang lebih baik. Poros harus terbuat dari bahan yang lebih tahan korosi agar turbin dapat beroperasi dalam waktu lama dan pemasangan poros harus lebih presisi agar putarannya bisa lebih baik dan stabil.

UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam pelaksanaan penelitian ini, penulis menghadapi sejumlah hambatan dan tantangan. Meskipun demikian, berkat bimbingan dan dukungan yang diberikan oleh berbagai pihak, semua kendala tersebut berhasil diatasi. Oleh karena itu, pada kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang turut membantu dalam penyusunan skripsi, baik secara langsung maupun tidak langsung.

REFERENSI

- [1] Ami, F., Red, C., & Damastuti, A. P. (n.d.). Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro. 8–10..
- [2] Artul, A., Asgar, D., Elun, F. S. T., Bab, B., & Basic, V. I. (n.d.). PERENCANAAN TURBIN AIR PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MINI HIDRO 2 X 600 kW.
- [3] Irawan, D. (2014). Prototype Turbin Pelton Sebagai Energi Alternatif Mikrohidro Di Lampung. Turbo : Jurnal Program Studi Teknik Mesin, 3(1), 1–6. <https://doi.org/10.24127/trb.v3i1.17>
- [4] Kusuma, D. D. (2011). Karakteristik unjuk kerja turbin francis pada pembangkit listrik tenaga mikrohidro (pltmh) terhadap perubahan kapasitas aliran. 1.
- [5] Poea, C., Soplanit, G. ., & Rantung, J. (2013). Pembangkit Listrik Di Desa Kali Kecamatan Pineleng Dengan Head 12 Meter. Teknik Mesin, 1–9.
- [6] Rohermanto, A. (2007). Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH). 4(1), 28–36.
- [7] Rompas, P. T. D. (2011). Analisis pembangkit listrik tenaga mikrohidro (PLTMH) pada daerah aliran Sungai Ongkag Mongondow di Desa Muntoi Kabupaten Bolaang Mongondow. Jurnal Penelitian Saintek, 16(2), 160–171.
- [8] Sarjono, S. (2021). Pengaruh Variasi Diameter dan Jarak Nosel Terhadap Daya dan Efisiensi Turbin Pelton. Jurnal Teknologi, 14(2), 180–185. <https://doi.org/10.34151/jurtek.v14i2.3716>.
- [9] State, M. (2012). Faculty of science and technology. May, 1–4.
- [10] Variasi, N., Sudu, J., Performa, T., Spiral, T., Pada, H., & Head, F. (2021). Analisis variasi jumlah sudu terhadap performa turbin spiral horisontal pada flow head rendah. 4(2), 63–72.
- [11] Wedianto, A., Sari, H. L., & H, Y. S. (2016). 269-Article Text-766-1-10-20160609. Jurnal Media Infotama, 12(1), 21–30.
- [12] Syarif, Aida. "Analisis Unjuk Kerja Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Turbin Pelton Sumber Daya Head Potensial." KINETIKA 10.2 (2019): 1-8.
- [13] Saputra, I. G. N., Jasa, L., & Wijaya, I. W. A. (2020). Pengaruh Jumlah Sudu Pada Prototype PLTMH Dengan Menggunakan Turbin Pelton Terhadap Efisiensi Yang Dihasilkan. Jurnal SPEKTRUM Vol, 7(4).
- [14] Pussenarh, Kesatrian Pusedik Arhanud, et al. "Rancang bangun dan uji performansi turbin air jenis kaplan skala mikrohidro." (2018).
- [15] Amin, Amirul. "Pengaruh Variasi diameter pulley terhadap daya listrik yang dihasilkan pada prototype turbin pelton." Jurnal Teknik Mesin 12.01 (2019): 7..

Conflict of Interest:

Statement: The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest