



Pengaruh *Nozzle* Dan Pengaruh Variasi *Nozzle* Terhadap *Mini Turbine*

Michael Hanry¹, Steven Darmawan², M. Sobron Y. Lubis³

¹²³Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tarumanagara

DOI: 10.31004/jutin.v6i1.16805

• Corresponding author:

[[Michael.515160043@stu.untar.ac.id]

Article Info

Abstrak

Kata kunci:
Desain, Nozzle,
Aliran Udara,
Optimasi,
Kinerja

Pemanfaatan energi hidrokinetik melalui turbin air merupakan salah satu solusi yang menjanjikan dalam menghasilkan energi listrik terbarukan. Turbin air memainkan peran penting dalam mengubah energi kinetik air menjadi energi mekanik yang dapat digunakan untuk menggerakkan generator listrik. Dalam penelitian ini, difokuskan pada perancangan nozzle yang optimal pada turbin air untuk meningkatkan kinerja energi hidrokinetik. Tujuan utama penelitian ini adalah untuk merancang dan menganalisis nozzle yang efisien untuk turbin air. Nozzle memiliki fungsi penting dalam mengarahkan aliran air secara efisien dan meningkatkan kecepatan aliran pada turbin air. Dalam perancangan nozzle, berbagai parameter seperti bentuk nozzle, diameter, sudut, dan panjang nozzle diperhitungkan untuk mencapai performa yang optimal. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa perancangan nozzle yang optimal dapat signifikan meningkatkan kinerja energi hidrokinetik pada turbin air. Desain nozzle yang efisien dapat meningkatkan kecepatan aliran air, sehingga menghasilkan peningkatan daya yang dihasilkan oleh turbin. Selain itu, penggunaan algoritma genetika dalam optimasi desain nozzle membantu dalam mendapatkan desain yang optimal secara efisien.

Abstract

Keywords:
Design,
nozzle,
airflow,
optimization,
performance

Utilizing hydrokinetic energy through water turbines is a promising solution for generating renewable electricity. Water turbines play a crucial role in converting the kinetic energy of water into mechanical energy that can be used to drive electrical generators. This research focuses on the optimal design of a nozzle for water turbines to enhance the performance of hydrokinetic energy. The main objective of this study is to design and analyze an efficient nozzle for water turbines. The nozzle has a critical function in directing the flow of water efficiently and increasing the flow velocity into the water turbine. In the nozzle design, various parameters such as nozzle shape, diameter, angle, and length are considered to achieve optimal performance. The results of this research demonstrate that an optimal nozzle design can significantly enhance the performance of hydrokinetic energy in water turbines. An efficient nozzle design can increase the flow velocity, thereby resulting in increased power output from the turbine. Moreover, the use of genetic algorithms in optimizing the nozzle design aids in efficiently obtaining an optimal design.

1. PENDAHULUAN

Dalam kemajuan teknologi sekarang ini, banyak dibuat peralatan-peralatan inovatif dan tepat guna (Yadnya, 2022) (Budi Santoso et al., 2022). Salah satu contoh dalam teknik mesin, terutama dalam bidang konversi energi dan pemanfaatan alam sebagai sumber energi. Diantaranya adalah pemanfaatan air yang bisa digunakan untuk menghasilkan tenaga listrik. Alat tersebut adalah berupa turbin yang digerakkan oleh air yang disambungkan oleh generator sebagai konverter. Dalam konvensionalnya pada zaman dahulu, air juga dimanfaatkan untuk pembangkit tenaga listrik yaitu untuk menggerakkan generator pembangkit digunakan sebuah kincir air, tetapi sekarang ini kincir air sudah ditinggalkan dan digunakanlah turbin air. Dalam suatu sistem PLTA (Pembangkit Listrik Tenaga Air), turbin air merupakan salah satu peralatan utama selain generator. Turbin air adalah alat untuk menkonversi energi air menjadi energi putar. Energi putar ini diubah menjadi energi listrik oleh generator. Umumnya, turbin digunakan untuk membangkitkan energi listrik, sedangkan kincir untuk pemanfaatan energi mekanik tersebut dikonversi menjadi energi listrik (Fibriyanti, 2022).

Pada sistem kerja kincir air, tidak semua energi yang dihasilkan oleh air dapat digunakan seluruhnya untuk menggerakkan sebuah kincir (Prabawa et al., 2016). Selain itu, nozzle dan tekanan air yang berperan menciptakan energi, dapat mempengaruhi kecepatan air dan energi air yang akan digunakan untuk menggerakkan kincir.

Hal ini yang mendasari diperlukannya penelitian yang mengungkap seberapa besar kemampuan sebuah kincir menerima energi yang dihasilkan oleh air. Sehingga dapat diterangkan mengapa diameter ukuran nozzle pendorong dapat berpengaruh terhadap daya dan efisiensi yang dihasilkan pada kincir air sudu datar.

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk memahami proses design nozzle menggunakan software inventor. Serta menganalisa penggunaan ukuran nozzle dengan berbagai variasi diameter

2. METODE

Pada perancangan ini langkah-langkah yang digunakan sebagai berikut, yaitu dengan mencari gaya dorong dari tekanan air yang akan mendorong turbin untuk berputar, lalu membuat gambar skema Mini Square Generator, serta menghitung diagram derajat kebebasan sehingga dapat mencari nilai gaya yang dikeluarkan oleh setiap link serta dapat mengetahui dimensi dari panjang kerangka yang dibutuhkan, termasuk gaya yang dihasilkan oleh generator. Setelah mengetahui besar nilai gaya yang diberikan oleh generator, kita perlu menyesuaikan kecepatan putar generator dengan spesifikasi generator yang dimiliki yaitu, 3000 r/min dengan nilai kecepatan putar yang didapatkan. Setelah itu menghitung daya yang dihasilkan melalui kecepatan putar pada generator yang akan menghasilkan energi listrik menuju lampu LED.

Tabel 1 Spesifikasi dan Parameter Perancangan

Spesifikasi	Parameter
Berat Turbin	480 gram
Sudut Turbin	0 ⁰
Tinggi Turbin	3 cm
Jumlah <i>Blade</i> Turbin	6 buah <i>blade</i>
Diameter Turbin	20 cm



Gambar 1 Mini Square Generator

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di laboratorium Teknik Mesin Universitas Tarumanagara. Adapun jadwal penelitian disampaikan pada tabel time schedule sebagai berikut :

3. PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan untuk membandingkan peforma mini square generator dengan menggunakan tiga jenis nozzle yang memiliki variasi diameter yang berbeda-beda. Data yang diperoleh pada penelitian ini adalah kecepatan aliran fluida, debit aliran massa, dan tekanan aliran fluida.

Berdasarkan hasil pengukuran yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

Debit Air yang dihasilkan pompa sebesar 2.8lt/menit

$$Q = (2.8 \text{ Liter}) / (60 \text{ detik}) \times (0,001 \text{ m}^3) / \text{Liter}$$

$$= 0,00004676 \text{ m}^3/\text{s}$$



Gambar 2 Debit yang dihasilkan

Ketinggian (h) yang dihasilkan dari 3 variasi nozzle :



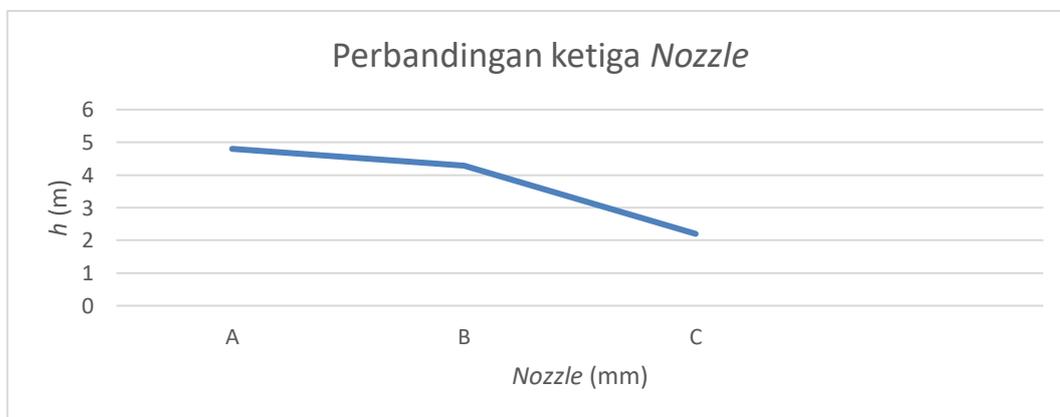
Gambar 3 Pengukuran Panjang Pancoran Air melalui nozzle



Gambar 4 Pengukuran Panjang Pancoran air melalui nozzle

Tabel 2 Data ketinggian ketiga Nozzle

Nozzle	<i>h</i>
A (1,5mm)	4,8 m
B (2mm)	4,28 m
C (2,5mm)	2,2 m



Gambar 5 Grafik Perbandingan ketiga Nozzle berdasarkan ketinggian

Berdasarkan dari grafik diatas dapat dilihat bahwa semakin besar ukuran diameter nozzle, maka panjang atau jauh air yang akan ditembakkan.

Maka, berdasarkan hasil yang didapat diatas dapat dihitung:

$$C0 = 0.98\sqrt{2gH_e}$$

Dimana

C_0 = Kecepatan pancoran (m/s)

G = gravitasi (m/s^2)

H_e = Head (m)

$Ph = \rho \cdot g \cdot Q \cdot h$

Dimana

Ph = Daya Hidrolis (Watt)

G = Gravitasi (m/s^2)

Q = Debit Air (m^3/s)

H = ketinggian (m)

Nozzle A :

$C_0 = 0,98\sqrt{2gH_e}$

$= 0,98\sqrt{(2 \cdot 9,8m/s^2 \cdot 4,8) m}$

$= 9,505 m/s$

Daya hidrolis yang dapat dihasilkan:

$Ph = \rho \cdot g \cdot Q \cdot h$

$= 1000 \cdot 9,8 m/s^2 \cdot 0,00004676 m^3/s \cdot 4,8m$

$= 2.199 Watt$

Nozzle B :

$C_0 = 0,98\sqrt{2gH_e}$

$= 0,98\sqrt{(2 \cdot 9,8m/s^2 \cdot 4,28m)}$

$= 8,97 m/s$

Daya hidrolis yang dapat dihasilkan:

$Ph = \rho \cdot g \cdot Q \cdot h$

$= 1000 \cdot 9,8 m/s^2 \cdot 0,00004676 m^3/s \cdot 4,28m$

$= 1,96 Watt$

Nozzle C :

$C_0 = 0,98\sqrt{2gH_e}$

$= 0,98\sqrt{(2 \cdot 9,8m/s^2 \cdot 2,2m)}$

$= 6,43 m/s$

Daya hidrolis yang dapat dihasilkan:

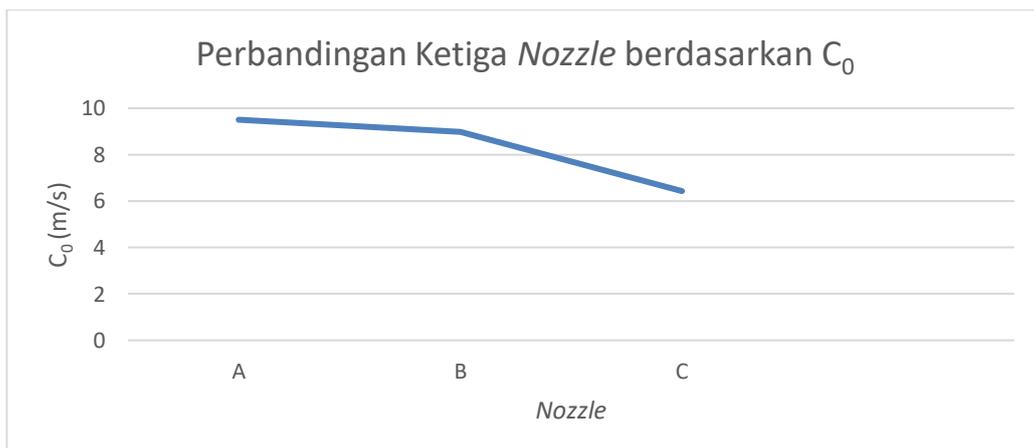
$Ph = \rho \cdot g \cdot Q \cdot h$

$= 1000 \cdot 9,8 m/s^2 \cdot 0,00004676 m^3/s \cdot 2,2m$

$= 1,00814 Watt$

Tabel 3 Perbandingan Ketiga Nozzle berdasarkan C_0

Nozzle	C_0 (m/s)
A (1,5mm)	9,505
B (2mm)	8,97
C (2,5mm)	6,43

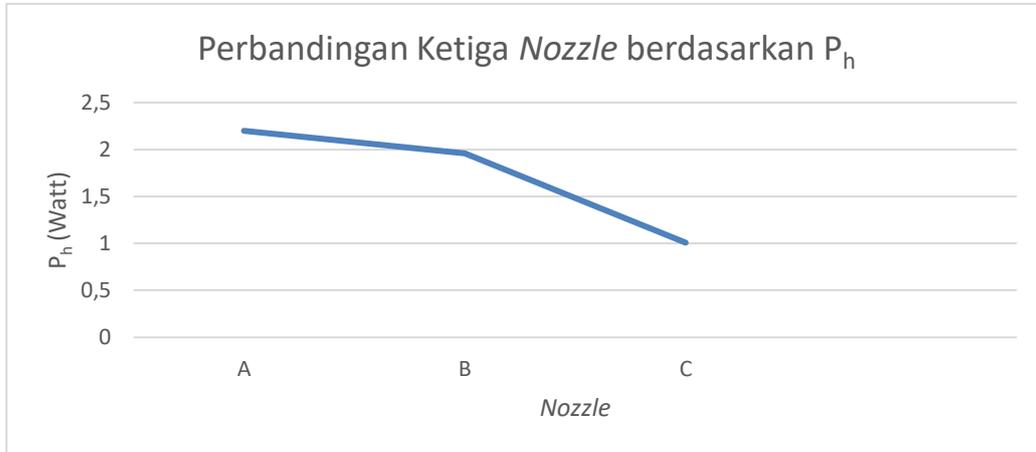


Gambar 6 Grafik Perbandingan Ketiga Nozzle berdasarkan C_0

Berdasarkan dari grafik diatas dapat dilihat bahwa semakin besar ukuran diameter nozzle, maka rendah kecepatan pancoran air yang akan dihasilkan.

Tabel 4 Perbandingan Ketiga Nozzle berdasarkan Ph

Nozzle	Ph (Watt)
A (1,5mm)	2,199
B (2mm)	1,96
C (2,5mm)	1,00814



Gambar 7 Grafik Perbandingan Ketiga Nozzle berdasarkan Ph

Berdasarkan dari grafik diatas dapat dilihat bahwa semakin besar ukuran diameter nozzle, maka kecil Daya yang akan dihasilkan

Perhitungan yang akan dihitung menggunakan konsep dan cara turbin Banki dikarenakan jenis mini square generator ini paling mendekati dengan konsep dan cara kerja turbin Banki.

$$U = (\pi \cdot D \cdot N) / (60)$$

Dimana :

U = kecepatan keliling (m/s)

D = Diameter Sudu Turbin (m)

N = putaran poros (rpm)

Maka dapat dihitung:

$$U = (\pi \cdot D \cdot N) / (60)$$

$$U = (3,14 \cdot 0,2m \cdot 3000rpm) / (60)$$

$$U = 31,4 \text{ m/s}$$

Dapat diketahui bahwa kecepatan keliling yang dapat dilakukan oleh turbin sebesar 31,4 m/s

Untuk menghitung jumlah blade yang dibutuhkan pada mini square generator dapat digunakan rumus:

$$Z = (\pi \cdot D) / (t)$$

Dimana

Z = jumlah blade turbin

D = Diameter turbin

t = jarak antar sudu turbin

Maka dapat dihitung:

$$Z = (\pi \cdot D) / (t)$$

$$Z = (\pi \cdot 0,2m) / (0,034 \text{ m})$$

$$Z = 18 \text{ buah blade}$$

Dari perhitungan diatas dapat diketahui seharusnya dalam perancang setidaknya harus minimal merancang 18 buah blade.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil simulasi, kesimpulan yang dapat diambil dari mini square generator dengan tiga variasi nozzle (1.5mm, 2mm, 2.5mm) adalah sebagai berikut: pertama, semakin kecil nozzle, semakin jauh jangkauannya. Nozzle dengan diameter 1.5mm menghasilkan jarak 4.8m, sementara nozzle dengan diameter 2.5mm menghasilkan jarak 2.2m. Kedua, daya maksimal yang dihasilkan oleh nozzle terhadap turbin rendah karena pompa memiliki tenaga kecil. Nozzle dengan diameter 1.5mm menghasilkan daya 2,199 Watt, sedangkan nozzle dengan diameter 2.5mm menghasilkan daya 1,00814 Watt. Ketiga, kecepatan keliling turbin dipengaruhi oleh tenaga pompa (31.4 m/s). Semakin besar tenaga atau tekanan pada pompa, semakin cepat kecepatan keliling turbin. Keempat, sudu turbin memerlukan setidaknya 18 bilah agar dapat berputar dengan baik. Kelima, posisi pompa mempengaruhi tekanan air yang ditembakkan dari nozzle

5. SARAN

Setelah penulis mengadakan penelitian, maka ada beberapa saran yang ingin penulis kemukakan agar aplikasi berjalan maksimal, berupa Saran berisi hal-hal baru atau hal-hal yang diperoleh penulis yang dapat memperbaiki atau mengembangkan esensi dari pembahasan. Hal umum yang dituliskan adalah pengembangan selanjutnya, saran perbaikan Proyek Akhir. Dalam pembuatan aplikasi ini masih banyak sekali kekurangan, oleh karena itu diperlukan adanya pengembangan yang lebih lanjut. Dari beberapa pengujian yang telah dilakukan, ada beberapa saran yang dapat peneliti sampaikan, antara lain sebagai berikut:

- a. Bentuk blade seharusnya berbentuk seperti sendok, agar dapat mempermudah gerakan turbin.
- b. Pompa yang digunakan harus lebih besar, agar dapat menambah tekanan untuk menggerakkan turbin.
- c. Letak penampang turbin terlalu rendah, mengakibatkan kurangnya udara atau ruang untuk turbin dapat bergerak

6. DAFTAR PUSTAKA

- Bahri, A., 2017. Merancang dan Mengimplementasikan Modul Praktikum Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro di Jurusan Teknik Elektro dan Komputer Universitas Udayana Majalah Ilmiah Teknologi Elektro, Vol. 16, (Mei – Agustus) : 43- 47
- Sarosing, T., Thomas, A.Mekel, A.,N. 2017. Desain dan Pembuatan Trubin Ulir Archimedes Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikro.ISSN 2447-2097. Vol. 3 2017 : 159-169.
- Saefudin, E., Kristyadi, T., Rifki,M., Arifin,S. 2017 Turbin Screw untuk Pembangkit Listrik Skala Mikrohidro Ramah Lingkungan. Jurnal Rekayasa Hijau, Vol. 1 (Oktober) 2017 : 223-244.
- Rorres,C. 2000. The Trun Of The Screw : Optimal Design Of AN Archimedes Screw. Journal of Hydraulic Engineering,Vol. 126 (Januari) : 72-80.
- Juliana, I., P., Weking, A., I., Jasa, L. 2018 Pengaruh Sudut Kemiringan Head Turbin Ulir dan Daya Putar Turbin Ulir dan Daya Output Pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro. Majalah Ilmiah Teknologi Elektro, Vol. 17, No. 3, (September – Desember) 2018 : 393- 400
- Syahputra, M.T. 2017. Rancang Bangun Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro Dengan Menggunakan Turbin Ulir. e-ISSN 22527036, Vol. 2 (Juni) : 16 – 22.
- Havendri, A., Arnif,I. 2010. Kaji Eksperimental Penentuan Sudut Ulir Optimum Pada Turbin Ulir Untuk Data PerencanaanTurbin Ulir Pada Pusat Listrik Tenaga MikroHidro (PLTMH) Dengan Head Rendah. Seminar Tahunan Tekni kMesin (SNTTM), Vol. 9 (Oktober) : 273-277.
- Setiarso, M., A., Widiyanto, W., Purnomo, S., N. 2017. Potensi Tenaga Listrik dan Penggunaan Turbin Ulir Untuk Pembangkit Skla Kecil di Saluran Irigasi Banjar cahyana.p-ISSN1858-3075, Vol. 1 : 19-27.
- Widnyana, I., G., Weking, A., I., Jasa, L. Analisa Pengaruh Tekanan Air Terhadap Kinerja PLTMH dengan Menggunakan Turbin Archimedes Screw. Majalah Ilmiah Teknologi Elektro, Vol. 17, No. 3, (September – Desember) 2018 : 1-10
- Wie,S.D.,AgungA.I. 2018. Perencanaan Dan Implementasi Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH). JurnalTeknik Elektro,Vol.7 (Januari) : 31-36.
- Santoso, Joko. (2013). "Prinsip Dasar Perancangan Turbin Gas: Nozzle." Erlangga.
- Kuntjoro, Hermanto. (2015). "Nozzle: Teori dan Aplikasinya dalam Rekayasa Mesin." Andi Offset.
- Kartadinata, Sunaryo. (2010). "Prinsip-Prinsip Dasar Turbin Gas: Nozzle dan Komponen Penghasil Tenaga." Erlangga
- Syukri Himran. 2017. "Teori dan Dasar Perencanaan Turbin Air".Yogyakarta
- Djiteng Marsuadi. 2005. "Pembangkitan Energi Listrik. Erlangga". Jakarta

- Astro, R. B., Doa, H., & Hendro, H. (2020). Fisika Kontekstual Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro. *ORBITA: Jurnal Kajian, Inovasi Dan Aplikasi Pendidikan Fisika*, 6(1), 142–149.
- Budi Santoso, A., Moeins, A., & Sunaryo, W. (2022). Effect Of The Application Of Information And Communication Technology On Improving Innovation. *Journal Of World Science*, 1(5), 241–249. <https://doi.org/10.58344/jws.v1i5.35>
- Fibriyanti, B. (2022). Penerapan Algoritma K-Means Untuk Menentukan Prioritas Penerimaan Bantuan PKH. *Jurnal Teknologi Terkini*, 2(12).
- Muhajirin, M., & Ashari, A. (2018). Perancangan Sistem Pengukur Detak Jantung Menggunakan Arduino Dengan Tampilan Personal Computer. *Inspiration: Jurnal Teknologi Informasi Dan Komunikasi*, 8(1), 31–41.
- Prabawa, H. P., Mugisidi, D., & Heriyani, O. (2016). Pengaruh Variasi Ukuran Diameter Nozzle terhadap Daya dan Efisiensi Kincir Air Sudu Datar. *Prosiding Semnastek*.
- Saleh, A. S., & Bahariawan, A. (2018). *Buku ajar energi dan elektrifikasi pertanian*. Deepublish.
- Yadnya, I. D. G. S. A. (2022). Pengaruh Implementasi Virtual Account dan E-Payment terhadap Kinerja Manajemen Kas pada Satuan Kerja (Studi pada Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi). *Jurnal Impresi Indonesia*, 1(5), 555–561. <https://doi.org/10.58344/jii.v1i5.70>