



TECHNOMA Vol. 7, No. 2, 2024

Rancang Bangun Turbin Air Pelton Skala Laboratorium untuk Pemanfaatan Energi Mikrohidro

Moh Azizi Hakim^{1*}, Fahmi Quadratullah², Erik Heriyana³, Sony Sukmara⁴, Ari Eko⁵, Sidik Susilo⁶, Mus'ab Sahrim⁷

^{1,2,3,4,5} Fakultas teknologi dan informatika universitas matlaulanwar banten

⁶Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

⁷Universiti Sains Islam Malaysia

Email: *zeehakim@gmail.com

Abstrak. Energi mikrohidro merupakan salah satu sumber energi terbarukan yang potensial untuk daerah dengan aliran air dan beda tinggi terbatas. Penelitian ini bertujuan merancang turbin Pelton skala laboratorium sebagai media pembelajaran dan prototipe awal pemanfaatan energi air. Metode penelitian meliputi perancangan runner, pemilihan diameter nozzle, perhitungan daya hidrolik, perhitungan daya poros, serta pengujian rancangan pada beberapa variasi diameter nozzle. Parameter yang dianalisis meliputi debit air, putaran runner, torsi, daya poros, dan efisiensi turbin. Hasil rancangan menunjukkan bahwa diameter nozzle 8 mm menghasilkan efisiensi tertinggi sebesar 39% dengan putaran 760 rpm. Diameter nozzle yang terlalu kecil menghasilkan debit terbatas, sedangkan diameter terlalu besar menurunkan kecepatan jet dan efisiensi konversi energi. Rancangan ini dapat digunakan sebagai dasar pengembangan trainer turbin air dan prototipe mikrohidro sederhana.

Kata kunci: turbin Pelton; mikrohidro; nozzle; daya poros; efisiensi

1 Pendahuluan

Energi air merupakan sumber energi terbarukan yang dapat dimanfaatkan untuk pembangkitan listrik skala kecil [1][2]. Pada daerah tertentu, aliran air dengan beda tinggi dapat diubah menjadi energi mekanik melalui turbin. Turbin Pelton sesuai untuk kondisi head relatif tinggi dan debit kecil, sehingga banyak digunakan sebagai konsep dasar dalam pembelajaran energi mikrohidro [3].

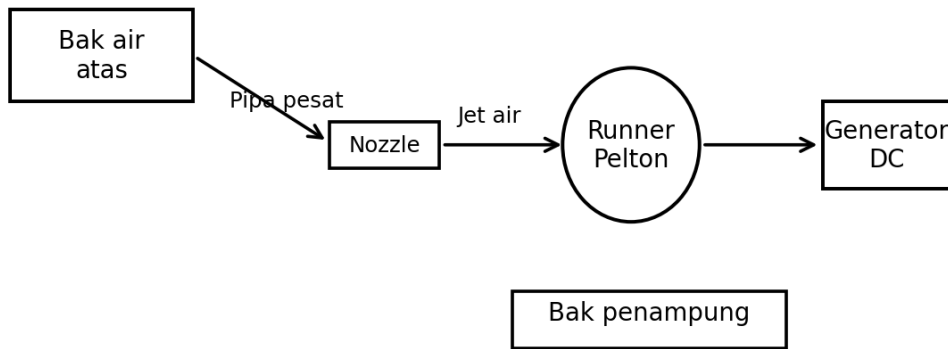
Rancang bangun turbin Pelton skala laboratorium penting untuk memberikan pemahaman praktis tentang konversi energi hidrolik menjadi energi mekanik [4][5]. Komponen utama turbin Pelton meliputi nozzle, runner, sudu, poros, rumah turbin, dan generator. Salah satu variabel penting dalam kinerja turbin adalah diameter nozzle karena menentukan debit dan kecepatan pancaran air [6].

Penelitian ini bertujuan merancang dan menganalisis turbin Pelton skala laboratorium dengan variasi diameter nozzle. Evaluasi dilakukan berdasarkan daya hidrolik, daya poros, putaran runner, dan efisiensi konversi energi [7].

2 Metode penelitian

Metode penelitian menggunakan pendekatan rancang bangun dan pengujian rancangan. Sistem terdiri dari bak air atas, pipa pesat, nozzle, runner Pelton, poros, dan generator DC kecil. Variasi diameter nozzle yang dianalisis adalah 6, 8, 10, dan 12 mm. Data pengujian rancangan meliputi debit air, putaran runner, torsi, dan daya keluaran.

Skema Turbin Pelton Skala Laboratorium



Gambar 1. Skema Turbin Pelton Skala Laboratorium

Tabel 1. Spesifikasi Rancangan Turbin Pelton

No	Komponen	Spesifikasi	Keterangan
1	Runner	Diameter 120 mm	Aluminium/acrylic
2	Jumlah sudu	16 buah	Sudu mangkuk
3	Head rancangan	3 m	Skala laboratorium
4	Nozzle	6-12 mm	Variasi pengujian
5	Generator	DC mini	Beban lampu/resistor

2.1 Formulasi Matematika

Daya hidrolik dihitung dari debit, massa jenis air, gravitasi, dan head. Daya poros dihitung dari torsi dan putaran runner. Efisiensi turbin dihitung dari perbandingan daya poros terhadap daya hidrolik.

$$P_h = \rho \times g \times Q \times H \quad (1)$$

$$P_s = 2\pi \times N \times T / 60 \quad (2)$$

$$\eta_t = P_s / P_h \times 100\% \quad (3)$$

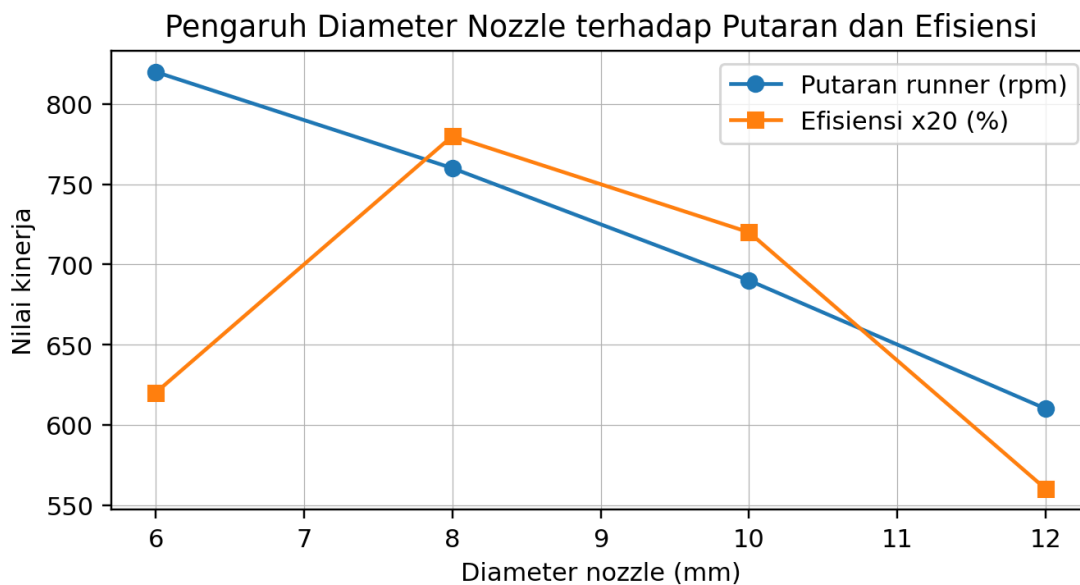
Keterangan: P_h adalah daya hidrolik, ρ adalah massa jenis air, g adalah percepatan gravitasi, Q adalah debit air, H adalah head, P_s adalah daya poros, N adalah putaran runner, T adalah torsi, dan η_t adalah efisiensi turbin.

3 Hasil dan Pembahasan

Tabel 2. Hasil Rancangan Pengujian Variasi Diameter Nozzle

Nozzle (mm)	Debit (L/s)	Putaran (rpm)	Torsi (N.m)	Daya poros (W)	Efisiensi (%)
6	0,32	820	0,18	15,5	31
8	0,46	760	0,27	21,5	39
10	0,58	690	0,29	21,0	36
12	0,72	610	0,26	16,6	28

Diameter nozzle memengaruhi debit dan karakter jet air yang menumbuk sudu Pelton. Nozzle 6 mm menghasilkan putaran tinggi karena jet relatif cepat, tetapi debit yang masuk kecil sehingga daya poros terbatas. Nozzle 8 mm menghasilkan kombinasi debit dan kecepatan jet paling baik, sehingga efisiensi mencapai 39%.



Gambar 2. Pengaruh Diameter Nozzle terhadap Putaran dan Efisiensi Turbin

Pada nozzle 10 mm dan 12 mm, debit meningkat tetapi efisiensi menurun. Kondisi ini dapat terjadi karena pancaran air tidak seluruhnya dikonversi menjadi gaya impuls efektif pada sudu. Selain itu, diameter nozzle terlalu besar dapat menyebabkan jet melebar dan kehilangan sebagian energi karena turbulensi serta percikan.

4 Kesimpulan

Turbin Pelton skala laboratorium berhasil dirancang sebagai media pembelajaran dan prototipe awal sistem mikrohidro. Diameter nozzle 8 mm direkomendasikan karena menghasilkan efisiensi tertinggi sebesar 39% dengan putaran 760 rpm. Pengembangan selanjutnya perlu memperbaiki bentuk sudu, sudut pancaran nozzle, material runner, dan sistem pembebanan generator agar efisiensi dapat ditingkatkan.

5 Daftar pustaka

- [1] M. A. Hakim, E. Heriana, M. A. Hakim, S. Sukmara, and D. Susanto, "Perancangan kendaraan kampus dengan penggerak motor listrik," *Technoma*, vol. 01, no. 02, pp. 60–66, 2022.
- [2] M. A. Hakim, E. Heriana, A. Ekoprianto, S. Sukmara, and D. Susanto, "Analisis Bangun Rangka Mobil," *Technoma*, vol. 02, no. 01, pp. 3–8, 2022.
- [3] M. A. Hakim, E. Heriana, A. Ekoprianto, S. Sukmara, and D. Susanto, "RANCANGAN SISTEM PENGEMUDI JENIS RACK AND," vol. 01, no. 02, 2022.
- [4] A. M. Yunita, A. H. Wibowo, R. Rizky, and N. N. Wardah, "Implementasi Metode SAW Untuk Menentukan Program Bantuan Bedah Rumah Di Kabupaten Pandeglang," *J. Teknol. Dan Sist. Inf. Bisnis*, vol. 5, no. 3, pp. 197–202, 2023, doi: 10.47233/jteksis.v5i3.835.
- [5] J. Jihaduddin, V. A. Prianggita, and R. Rizky, "Implementation of core values for quality assurance strategy at Mathla ' ul Anwar University , Banten," vol. 3, no. June, pp. 1–7, 2024.
- [6] A. Sugiarto, R. Rizky, S. Susilowati, A. M. Yunita, and Z. Hakim, "Metode Weighted Product Pada Sistem Pendukung Keputusan Pemberian Bonus Pegawai Pada CV Bejo Perkasa," *Bianglala Inform.*, vol. 8, no. 2, pp. 100–104, 2020, doi: 10.31294/bi.v8i2.8806.
- [7] A. M. Yunita *et al.*, "IMPLEMENTASI METODE SIMPLE ADDITIVE WEIGHTING UNTUK PENENTUAN KARYAWAN TERBAIK PADA UNIVERSITAS MATHLA ' UL ANWAR," vol. 0, no. 3, pp. 115–123, 2023.