

OPTIMASI TURBIN AIR CROSSFLOW DENGAN MENGGUNAKAN METODE TAGUCHI

Fina Andika Frida Astuti⁽¹⁾, Arif Rochman Fachudin⁽²⁾

⁽¹⁾ fina.andika@gmail.com, ⁽²⁾ arifrochman.f@polinema.ac.id

^(1,2) Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Malang

Ringkasan

Kebutuhan energi saat ini adalah sangat besar, sedangkan penggunaan energi yang sebagian besar menggunakan minyak bumi dan batu bara, tidak diimbangi dengan kesediaan sumber energinya. Untuk itu perlu dilakukan penelitian tentang energi alternatif dalam rangka penyediaan ketahanan energi kedepan. Salah satu alternatif energi adalah energi air, yaitu menggunakan turbin air. Pada penelitian sebelumnya, turbin air crossflow memberikan peningkatan kinerja menghasilkan daya listrik yang signifikan. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kondisi optimum parameter desain terhadap daya listrik pada desain turbin air crossflow. Metodologi Taguchi digunakan sebagai metode optimasi. Jumlah sudu, sudut sudu dan debit air ditetapkan sebagai parameter desain. Daya listrik yang dihasilkan diamati sebagai kriteria desain. Hasil dari analisis metode taguchi dalam penelitian ini adalah, desain yang optimum dari turbin air yaitu pada sudu dengan jumlah 10 sudu, sudut sudu 1000 dan debit pada 0,005 m³/s

Kata Kunci : turbin air crossflow, optimasi desain, daya listrik

1. PENDAHULUAN

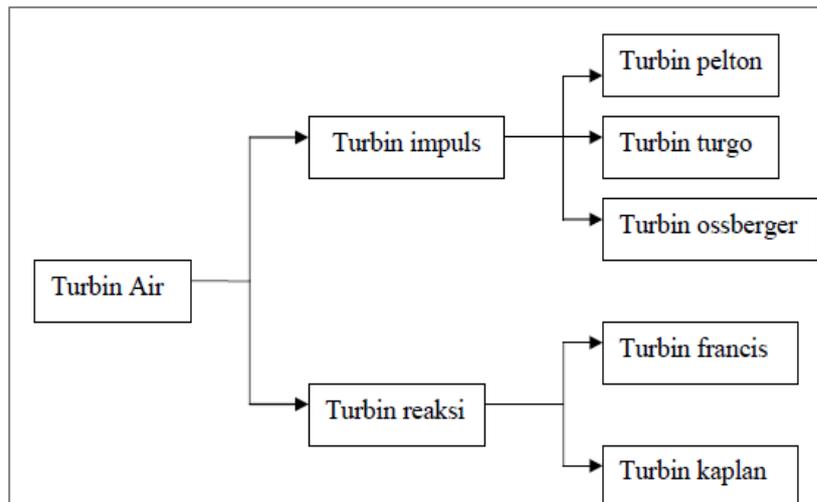
Kebutuhan energi listrik sangat besar dan terus meningkat yaitu dengan peningkatan sebesar sebesar 6.9% per tahun. Energi yang dikonsumsi masyarakat sebagian besar menggunakan energi yang diproduksi PLTU yang berbahan dasar batu bara dan minyak bum. Peningkatan kebutuhan energi tersebut tidak diimbangi ketersediaan energi fosil sebagai sumber energi primer pembangkit tenaga listrik yang terus menerus menurun (Fachrudin et al., 2017).

Untuk memenuhi kebutuhan listrik, diperlukan energi yang ramah terhadap lingkungan dengan mengusahakan kombinasi antara energi tak terbarukan ke energi baru terbarukan (Purwono, 2017). Salah satu sumber energi terbarukan adalah energi air. Dengan pemanfaatan turbin air, Energi air dirubah menjadi energi mekanik dan selanjutnya bisa menghasilkan listrik melalui generator (Septiadi, 2019). Kincir angin selain ramah lingkungan.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan desain yang optimum turbin air crossflow dalam menghasilkan daya listrik dengan menggunakan metode taguchi.

2. KAJIAN PUSTAKA

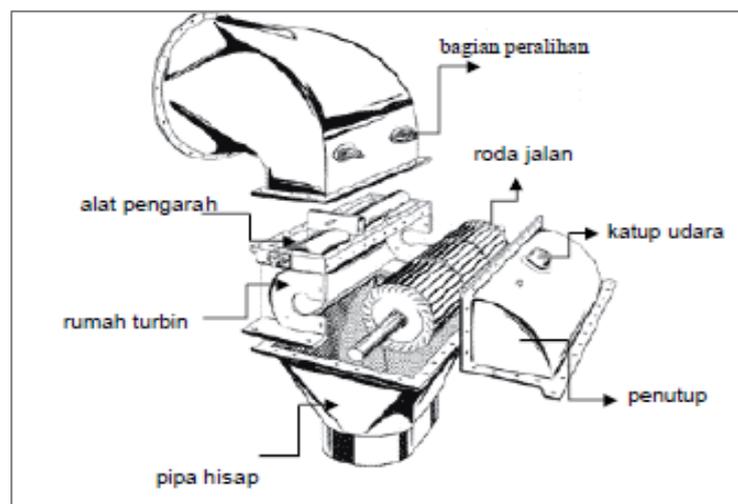
Berdasarkan Gambar 1, klasifikasi turbin air dibedakan menjadi 2 yaitu turbin impuls dan turbin reaksi (Irawan, 2018). Turbin air crossflow termasuk turbin air impuls. Turbin air crossflow ini mempunyai arah aliran yang radial atau tegak lurus dengan sumbu turbin. Turbin ini mempunyai alat pengarah sehingga dengan demikian celah bebas dengan sudu-sudu di sekeliling roda hanya sedikit. Karena itu pada keadaan beban penuh perputarannya roda terjadi sedikit kemacetan kemacetan, yang menimbulkan sedikit tekanan lebih (Simbolon & Kurniawan, 2020).



Gambar 1. Klasifikasi turbin air (Mafruddin & Irawan, 2014)

Turbin air *crossflow* terdiri dari tiga bagian utama yaitu roda jalan, alat pengarah dan rumah turbin (li, n.d.). Dalam aplikasinya turbin air *crossflow* baik sekali digunakan untuk pusat

tenaga air yang kecil dengan daya kurang lebih 750 kW (Solihat et al., 2019). Turbin air *crossflow* ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Turbin air *crossflow*

Penelitian turbin air telah dilakukan oleh (Suswantoro et al., 2021) dengan judul "Analisis Pengaruh Jumlah Sudu Turbin Air Tipe *Crossflow* terhadap *Output* PLTMH". Dalam penelitiannya melakukan variasi jumlah sudu pada turbin *crossflow* (12, 18, dan 24) dengan tinggi air 1,55 m, 1,75 m, dan 1,95 m dan debit air 0,0002346 m/s. Dari penelitian ini dapat ditarik kesimpulan yaitu daya turbin maksimum di peroleh saat menggunakan 24 sudu dan head 1,95 m dengan daya maksimal 0,0734 Watt. (Rohmi, 2021) melakukan penelitian dengan judul "Uji Eksperimental Pengaruh Variasi Sudut Sekat pada Sudu Berpenampang Setengah Lingkaran Terhadap Daya dan Efisiensi Turbin Reaksi *Crossflow*". Dalam penelitian ini memiliki

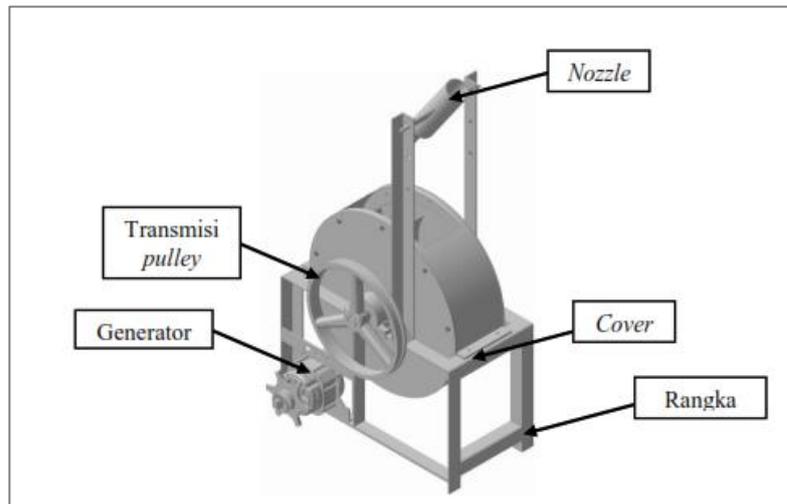
tujuan untuk melakukan penelitian dimana penulis membuat sebuah turbin dengan memberi variasi terhadap sudut sudu. Variasi yang di beri pada sudut sudu yaitu 60 yang digerakkan oleh air dengan debit 9,572 L/s, 11,024 L/s, 14,322 L/s, 16,152 L/s, dan 18,113 L/s. Dari penelitian ini dapat ditarik sebuah kesimpulan, bahwa daya terbesar di dapatkan dengan sudut sudu 75°, 175° dan 90° dengan debit air sebesar 18,113 L/s menghasilkan daya sebesar 4,194 watt

3. METODE PENELITIAN

Penelitian menggunakan sistem rangkaian turbin air *crossflow* skala laboratorium. Skema alat pengujian terlihat pada Gambar 3 dan eksperimentasi pada

Gambar 6. Pengujian menggunakan parameter jumlah sudu yaitu 6 sudu, 10 sudu dan 16 sudu. Sudut sudu yang digunakan 80° , 90° dan

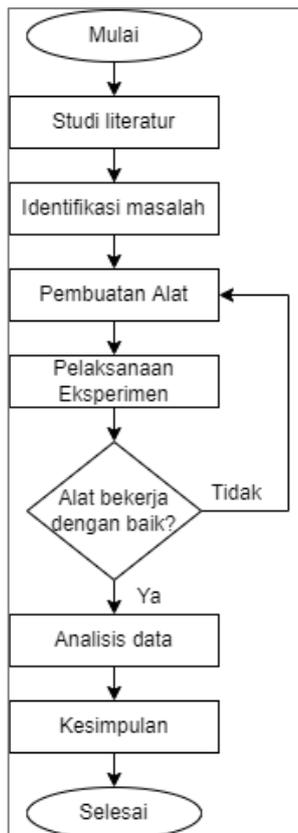
100° . Debit air yang digunakan yaitu $0,004 \text{ m}^3/\text{s}$, $0,005 \text{ m}^3/\text{s}$ dan $0,006 \text{ m}^3/\text{s}$.



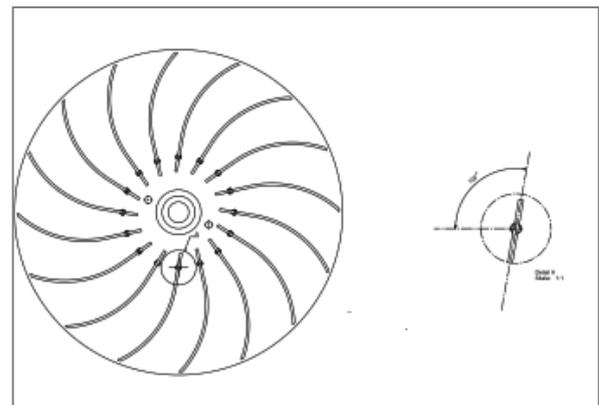
Gambar 3. Skema turbin air

Diagram alir penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 4 dibawah ini

Gambar 4 Diagram alir penelitian



Penelitian yang dilakukan adalah penelitian eksperimen. Metode taguchi digunakan untuk mendapatkan desain yang optimum turbin air *crossflow*. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah debit air, jumlah sudu dan sudut sudu. Untuk variabel terikatnya adalah desain optimum turbin air cross flow. Parameter dalam penelitian ini dapat dilihat di Tabel 1. Contoh variasi sudut pada jumlah sudu 16 dapat dilihat pada Gambar 5



Gambar 5. Jumlah sudu 16 dengan sudut 100°



Gambar 6 Eksperimentasi turbin air crossflow

Parameter penelitian ditunjukkan pada Tabel 1 dibawah ini:

Tabel 1. Parameter Penelitian

Variabel Design	Variasi		
	Level 1	Level 2	Level 3
Jumlah Sudu (buah)	6	10	16
Sudut Sudu ($^{\circ}$)	80	90	100
Debit Air (m^3/s)	0.004	0.005	0.006

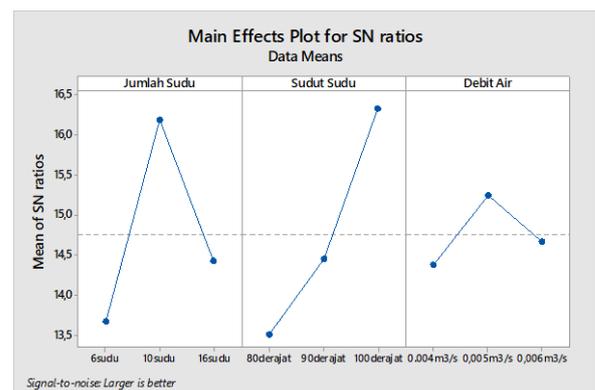
Analisa optimasi dalam penelitian ini menggunakan metode taguchi L-9. Desain pengujian dapat dilihat pada Tabel 2 dibawah ini.

Tabel 2. Pengujian metode taguchi L-9 (33)

Jumlah Sudu (buah)	Sudut Sudu ($^{\circ}$)	Debit Air (m^3/s)
6	80	0,04
6	90	0,005
6	100	0,006
10	80	0,005
10	90	0,006
10	100	0,004
16	80	0,006
16	90	0,004
16	100	0,005

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil pengujian penelitian ini dihasilkan grafik respon dari jumlah sudu, sudut sudu dan debit air terhadap daya listrik yang dihasilkan. Grafik tersebut ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Grafik respon dari jumlah sudu, sudut sudu dan debit air terhadap daya listrik yang dihasilkan.

Dari analisa menggunakan metode taguchi menunjukkan bahwa daya listrik terbesar dihasilkan pada turbin air crossflow pada sudu berjumlah 10, pada sudut 100° dan debit air $0,005 m^3/s$ hal ini dikarenakan, pada sudut berjumlah 10 distribusi tekanan air yang

mengenai sudu terdistribusi lebih sempurna dibanding dengan jumlah yang lain. Pada sudu berjumlah 6, luas permukaan yang terkena gaya lebih kecil sehingga menghasilkan daya yang lebih rendah. Pada sudu berjumlah 16, distribusi tekanan air terjadi ketidakstabilan karena jarak antar sudu yang terlalu berdekatan sehingga daya yang dihasilkan menyebabkan menjadi lebih kecil. Pada sudut 100° merupakan sudut yang menghasilkan daya terbesar, karena pada sudut 100° gaya dari nozel diubah lebih besar dari sudut yang lain menjadi energi putaran. Pada debit semakin besar, maka energi yang digunakan untuk menghasilkan daya semakin besar dan selanjutnya mengalami penurunan daya yang dihasilkan. Pada penelitian ini debit yang menghasilkan daya terbesar adalah $0,05 \text{ m}^3/\text{s}$

Rank kontribusi terbesar dari masing masing variabel, ditunjukkan pada Tabel 3 dibawah ini. Parameter yang sangat berpengaruh terhadap daya yang dihasilkan adalah sudut sudu sebagai *rank 1*, kemudian jumlah sudu sebagai *rank 2* dan rank 3 adalah debit air.

Tabel 3 Rank Kontribusi terbesar terhadap daya listrik

Level	Jumlah Sudu	Sudut sudu	Debit air
1	13,67	13,51	14,37
2	16,19	14,45	15,24
3	14,43	16,32	14,67
Delta	2,52	2,81	0,87
Rank	2	1	3

5. KESIMPULAN DAN SARAN-SARAN

Kesimpulan

Desain turbin air crossflow paling optimal adalah turbin air dengan sudu sebanyak 10 buah, sudut sudu 100° dan bekerja pada debit $0,005 \text{ m}^3/\text{s}$. Urutan rank yang paling berpengaruh terhadap daya listrik yang dihasilkan adalah: sudut sudu (*rank 1*), jumlah sudu (*rank 2*) dan debit air (*rank 3*).

Saran

Hendaknya dilakukan peneitian dengan scope lebih luas dari skala laboratorium

6. DAFTAR PUSTAKA

1. Fachrudin, A. R., Martawati, M. E., & Agus, B. S. (2017). Pengambilan Keputusan

Pemilihan Daya Listrik Kincir Angin Sumbu Vertikal. III(2), 32–36.

2. li, B. A. B. (n.d.). Jbptppolban-Gdl-Imamrahman-4842-3-Bab2--8.
3. Irawan, H. S. R. Q. (2018). Analisis Performansi Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Air Jenis Turbin Pelton Dengan Variasi Buka-an Katup Dan Beban Lampu Menggunakan Inverter. Jurnal Hasil Penelitian LPPM Untag Surabaya Januari, 03(01), 27–31.
4. Mafruddin, M., & Irawan, D. (2014). Pembuatan Turbin Mikrohidro Tipe Cross-Flow Sebagai Pembangkit Listrik Di Desa Bumi Nabung Timur. Turbo: Jurnal Program Studi Teknik Mesin, 3(2), 7–12. <https://doi.org/10.24127/trb.v3i2.12>
5. Purwono, B. S. A. (2017). the Effects of Wind Speed, Turbine Blades and Its Interaction To Power Generated By Vawt Naca 2412. Seminar Nasional Teknologi Terapan ..., 13–16. <https://prosiding.polinema.ac.id/sngbr/index.php/sntt/article/view/67%0Ahttps://prosiding.polinema.ac.id/sngbr/index.php/sntt/article/download/67/63>
6. Rohmi, F. F. (2021). Setengah Lingkaran Terhadap Daya Dan Efisiensi Turbin Reaksi Crossflow.
7. Septiadi, R. (2019). Optimasi Desain Turbin Pelton Menggunakan 3 Nozzle Dan Variasi Kemiringan Sudu Hingga 150 Menggunakan Metode Taguchi. Teknobiz: Jurnal Ilmiah Program Studi Magister Teknik Mesin, 9(1), 13–18. <https://doi.org/10.35814/teknobiz.v9i1.885>
8. Simbolon, J., & Kurniawan, F. (2020). Optimasi Kinerja Turbin Pelton Dengan Menggunakan 2 Nozzle Dan Kemiringan. 8(1), 22–26.
9. Solihat, I., Astuti, E. T., & Rudiant, H. (2019). Analisa Pengujian Turbin Air Jenis Crossflow Terhadap Variasi Debit. Jurnal Teknik Mesin Cakram, 2(1), 23. <https://doi.org/10.32493/jtc.v2i1.2812>
10. Suswanto, E., Gani, U. A., & Taufiqurrahman, M. (2021). Analisis Pengaruh Jumlah Sudu Turbin Air Tipe Crossflow Terhadap . Teknologi Rekayasa Teknik Mesin, 2(1), 81–89.