

PENGEMBANGAN DESAIN TURBIN TURGO DENGAN MENGGUNAKAN SUDU MODEL SENDOK

La Ode Musa¹, Nur Hamzah², Suryanto³, Jamal⁴, Intania Namira Luspa⁵, Ridwan⁶
^{1,2,3,4} Dosen Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar
^{5,6} Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar

ABSTRAK

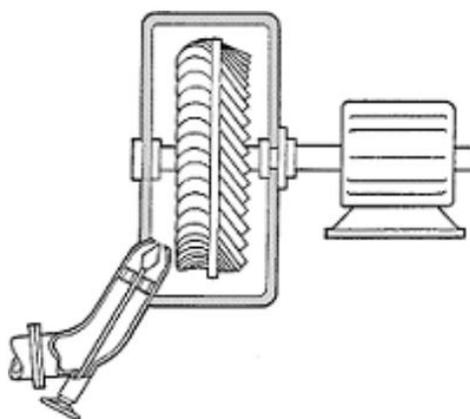
Turbin turgo merupakan suatu alat yang memanfaatkan energi aliran fluida yaitu energi potensial dan atau energi kinetik menjadi energi mekanik, yang kemudian akan dikonversikan menjadi energi listrik. Penelitian bertujuan untuk mendapatkan model turbin turgo dengan sudu model sendok. Penelitian mengembangkan desain turbin turgo dengan merancang suatu model turbin turgo dengan menggunakan sendok berbahan *Stainless Steel* sebagai sudunya. Pengujian kinerja dilakukan dengan membuat sistem uji turbin turgo. Sistem pengujian kinerja turbin turgo terdiri dari nozzle, pompa, bak penampungan air dan pipa-pipa penghubung, puli, sabuk, generator dan beban. Diperoleh desain turbin turgo dengan sudu model sendok. Putaran turbin turgo berkurang dengan penambahan beban, putaran maksimum 130,5 rpm dan minimum 110,3 rpm. Daya output turbin turgo berfluktuasi tetapi cenderung konstan, daya output maksimum 0,77 W dan minimum 0,72 W. Efisiensi sistem turbin turgo berfluktuasi tetapi cenderung konstan, efisiensi sistem maksimum 22,41% dan minimum 20,98%.

Keywords: Turbin, Turgo, Sudu, Sendok

1. PENDAHULUAN

Turbin Turgo adalah salah satu jenis turbin impuls yang sering digunakan pada PLTA yang memiliki tinggi jatuh (*head*) yang tinggi karena bentuk kelengkungan sudu yang tajam [1]. Turbin Turgo dikembangkan pada tahun 1919 oleh Gilkes sebagai modifikasi turbin Pelton.

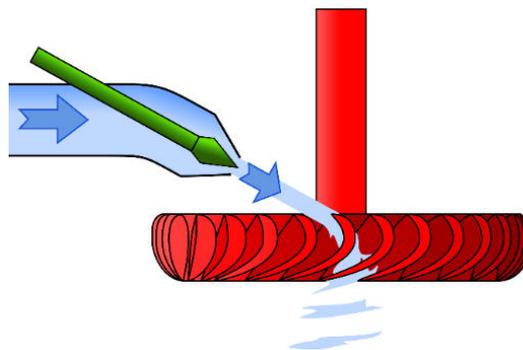
Turbin Turgo adalah jenis turbin yang sesuai untuk menggantikan turbin Pelton nosel ganda (*multinozzel*) dengan *head* rendah maupun turbin Francis dengan *head* tinggi [1]. Turbin turgo yang memiliki bentuk yang lebih rapat antar sudunya menjadikan energi input dari tekanan air diterimanya lebih efisien dibandingkan dengan turbin Pelton [1]. Sketsa turbin turgo dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Sketsa turbin turgo

Pengoperasian turbin turgo mirip dengan cara pengoperasian turbin pelton, yang membedakan hanya arah datang air yang menabrak sudu atau *bucket*. Pada pengoperasian turbin turgo, energi potensial air dari *head hidrolik* yang bertekanan tinggi diubah oleh *nozzle* menjadi energi kinetik, yaitu kecepatan. Semburan air berkecepatan tinggi mengenai bilah turbin berbentuk cangkir/sendok pada sudut sekitar 20° yang setelah tumbukan, membalikkan aliran air dan mengarahkannya ke luar. Momentum yang tercipta menyebabkan runner berputar dan transfer energi ini ke poros turbin menyebabkan kerja mekanis. Kerja mekanik diubah menjadi energi listrik oleh generator yang dihubungkan dengan poros turbin. Prinsip kerja turbin turgo dapat dilihat pada Gambar 2.

¹ Korespondensi penulis: Jamal, Telp 081343670304, jamal_mesin@poliupg.ac.id

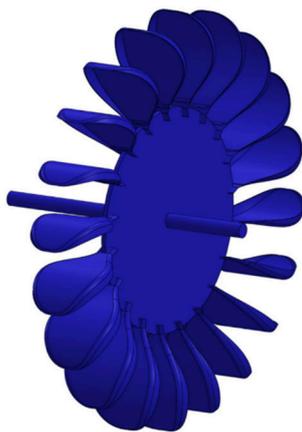


Gambar 2. Prinsip kerja turbin turgo

Penelitian tentang turbin turgo telah dilakukan, penelitian tersebut merupakan upaya untuk meningkatkan kinerja dari turbin turgo. Telah dilakukan penelitian dengan dengan memvariasikan sudut pada *nozzle*. Adapun sudut *nozzle* yang diteliti adalah 65°, 70°, 75° dengan takanan 21 psi menggunakan 18 sudu, diperoleh sudut terbaik adalah 70° menghasilkan putaran turbin 565,4 rpm dan putaran generator 850,2 rpm dengan beban 260 Watt [2]. Penelitian lain yang telah dilakukan adalah dengan memvariasikan jumlah sudu dan memodifikasi bentuk *nozzle*. Adapun jumlah sudu yang divariasikan adalah 17, 18, 19, 20 buah serta bentuk *nozzle* yang di variasi adalah bentuk lingkaran dan persegi dengan luas penampang sama. Pada penelitian ini diperoleh hasil yaitu kinerja terbaik terdapat pada jumlah sudu 20 buah dengan bentuk nosel lingkaran yaitu 22,66 %. Pengujian saat menggunakan nosel lingkaran memiliki kinerja terbaik pada saat variasi jumlah sudu ketimbang saat menggunakan *nozzle* persegi [3]. Penelitian lain yang juga telah dilakukan adalah variasi bentuk sudu yaitu sudu berbentuk mangkuk dan trapesium. Sudu bentuk mangkuk mampu membangkitkan daya mekanik sebesar 114,56 watt, dengan putaran turbin 558,83 rpm, sedangkan pada sudu bentuk trapesium membangkitkan daya mekanik sebesar 106,63 watt, dengan putaran turbin 523 rpm [4].

2. METODE PENELITIAN

Pembuatan sudut turbin turgo model sendok adalah dengan memanfaatkan sendok nasi berbahan *stainless steel* dengan dimensi; ketebalan 1 mm, panjang 103 mm dan lebar 76 mm. Plat dudukan sudu turbin turgo model sendok, menggunakan pelat baja dengan ketebalan 5 mm. Pelat baja dipotong berbentuk lingkaran dengan diameter 250 mm, dan pada bagian tengahnya diberi lubang dengan diameter 15 mm. Pada pelat baja dipasang sudu turbin berbentuk sendok sebanyak 20 buah. Hasil desain turbin turgo dengan sudu model sendok, dapat dilihat pada Gambar 3.

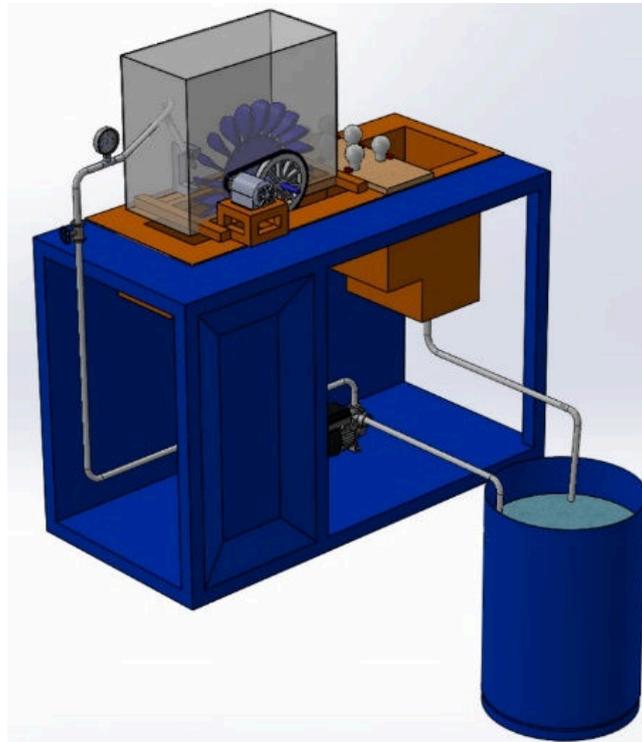


Gambar 3. Rancangan turbin turgo

Jarak setiap sudu dapat ditentukan. Apabila jumlah sudu 20 buah dan diameter pelat baja sebagai dudukan sudu 250 mm, diperoleh jarak setiap sudu: jarak tiap sudu = $\pi D / \text{jumlah sudu}$; jarak tiap sudu = $\pi \times 250 \text{ mm} / 20 = 39,2 \text{ mm}$ sehingga diperoleh jarak setiap sudu 39,2 mm. Jarak setiap sudu dapat pula dinyatakan dalam derajat sudut, yaitu jarak tiap sudu = $360^\circ / 20 = 18^\circ$.

Sistem uji turbin turgo dapat dilihat pada gambar 4. Sistem uji turbin turgo terdiri dari nozzle, pompa, bak penampungan air dan pipa-pipa penghubung, puli, sabuk generator dan beban. Pada sistem uji air dipompa dari bak penampungan bawah melewati pipa menuju ke nozzle, air selanjutnya menabrak sudu turbin hingga

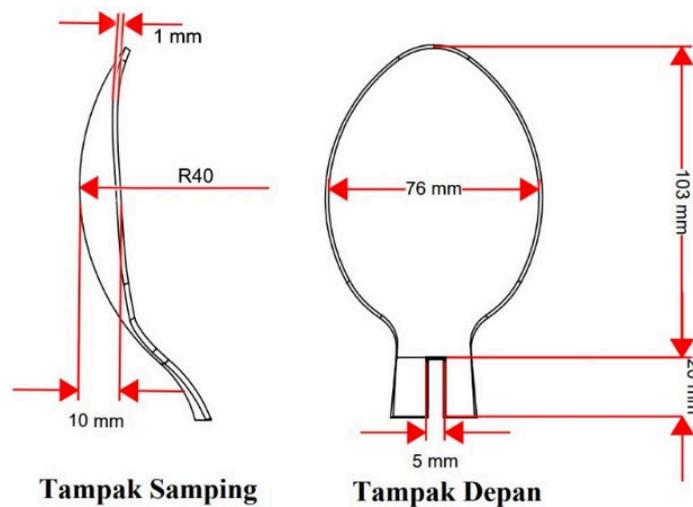
sudu turbin berputar, air selanjutnya jatuh kebak penampungan atas dan selanjutnya mengalir kembali ke bak penampungan bawah. Saat sudu turbin berputar maka puli turbin ikut berputar, demikian pula generator ikut berputar karena puli generator terhubung menggunakan sabuk dengan puli turbin. Putaran generator menghasilkan listrik, yang selanjutnya dihubungkan dengan beban lampu hingga menyala.



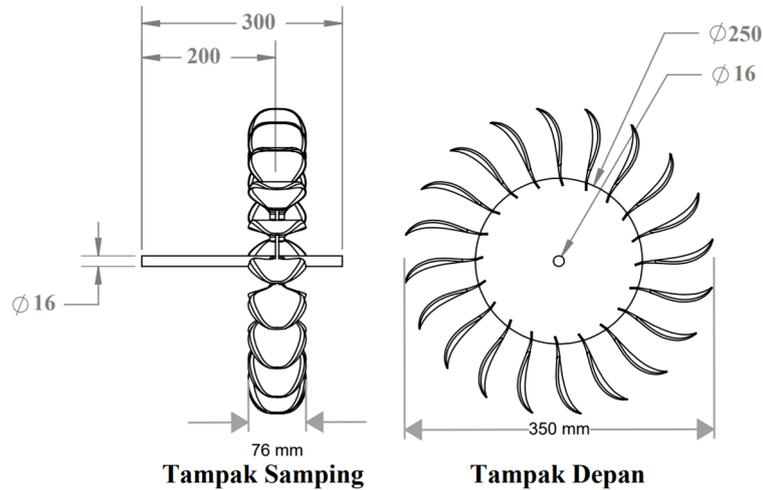
Gambar 4. Sistem uji turbin turgo

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pembuatan turbin turgo telah dilakukan dengan dimensi sudu dapat dilihat pada Gambar 5 dan dimensi sudu secara keseluruhan dapat dilihat pada Gambar 6.

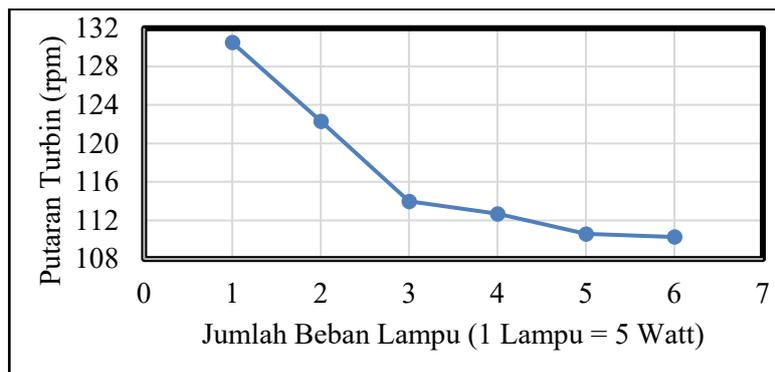


Gambar 5. Dimensi sudu turbin turgo



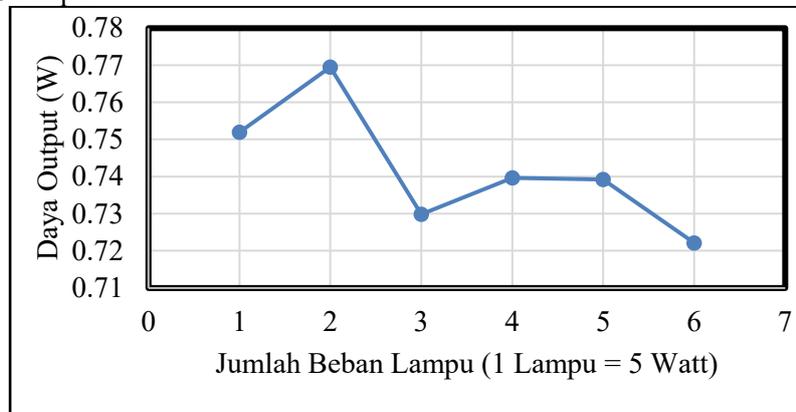
Gambar 6. Dimensi turbin turgo

Berdasarkan Gambar 7 terlihat bahwa grafik hubungan putaran turbin terhadap jumlah beban lampu, menunjukkan semakin bertambah jumlah beban lampu maka putaran turbin mengalami penurunan. Pada kurva terlihat bahwa putaran turbin mengalami penurunan dari 130,5 rpm menjadi 110,3 rpm. Putaran turbin tertinggi sebesar 130,5 rpm terjadi pada beban 1 lampu dan terendah 110,3 rpm pada beban 6 lampu.



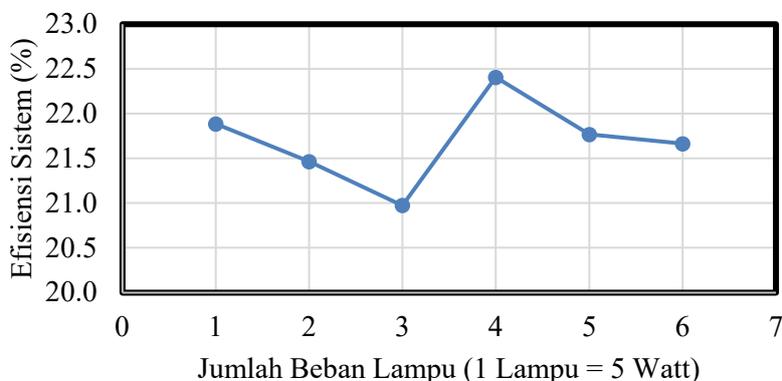
Gambar 7. Grafik hubungan putaran turbin (N) dan jumlah beban lampu.

Berdasarkan Gambar 8 terlihat bahwa grafik hubungan daya output terhadap jumlah beban lampu, menunjukkan daya output berfluktuasi tetapi cenderung konstan pada setiap pertambahan jumlah beban lampu dengan beberapa variabel berfluktuasi. Pada kurva terlihat bahwa daya output berfluktuasi tetapi cenderung konstan dari 0,77 W hingga 0,72 W. Daya output tertinggi sebesar 0,77 W dengan beban 2 lampu dan terendah 0,72 W pada beban 6 lampu.



Gambar 8. Grafik hubungan daya output (Pout) dan jumlah bohlam lampu

Berdasarkan Gambar 9 terlihat bahwa grafik hubungan efisiensi sistem terhadap jumlah beban lampu, menunjukkan efisiensi sistem berfluktuasi tetapi cenderung konstan. Pada kurva terlihat bahwa efisiensi sistem berfluktuasi tetapi cenderung konstan dari 20,98% hingga 22,41%. Efisiensi sistem tertinggi sebesar 22,41% dengan beban 4 lampu dan terendah 20,98% pada beban 3 lampu.



Gambar 9. Grafik hubungan efisiensi sistem (η_s) dan jumlah beban lampu

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan maka pada penelitian turbin turgo ini dapat disimpulkan sebagai berikut: (1) Diperoleh desain turbin turgo dengan sudu model sendok, (2) Putaran turbin turgo berkurang dengan penambahan beban, putaran maksimum 130,5 rpm dan minimum 110,3 rpm, (3) Efisiensi sistem turbin turgo berfluktuasi tetapi cenderung konstan, efisiensi sistem maksimum 22,41% dan minimum 20,98%.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Politeknik Negeri Ujung Pandang yang telah mendanai kegiatan Penelitian Terapan Unggulan Perguruan Tinggi ini, melalui dana hibah penelitian rutin Politeknik Negeri Ujung Pandang tahun anggaran 2022 sehingga kegiatan Penelitian Terapan Unggulan Perguruan Tinggi ini dapat terlaksana dengan baik.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anagnostopoulos, J. S., & Papantonis, D. E., "Flow modeling and runner design optimization in Turgo water turbines", *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 28, 206–11, 2007.
- [2] Yasa, I. P. B. S., Wijaya, I. W. A., & Janardana, I. G. N., "Pengaruh Variasi Sudut Nozzle terhadap Kecepatan Putar Turbin dan Daya Output pada Prototype PLTMH Menggunakan Turbin Turgo", *Jurnal SPEKTRUM*, Vol. 9 (2), 2022.
- [3] Bono, B., & Suwanti, S., "Variasi Jumlah Sudu dan Modifikasi Bentuk Nosel pada Turbin Turgo untuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro", *Eksergi*, 15 (2): 81–92, 2019.
- [4] Bono, B., Suwoto, G., & Margana, M., "Model Turbin Turgo Multinosel dengan Modifikasi Bentuk Sudu untuk Pembangkit Listrik Tenaga Picohidro", In *Prosiding Seminar Hasil Penelitian dan Pengabdian Masyarakat*, Vol. 3, No. 1, 2021.