

Analisis Performa Turbin Air Kinetik Berbahan Akrilik dengan Mekanisme Sudu Berengsel Luar Ditinjau dari Variasi Jumlah Sudu

Silvy Dollorossa Boedi¹, Meidy P.Y. Kawulur²

^{1,2} Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Manado, 0431-811568, 95252, Indonesia

Email: ¹ silvyboedi@gmail.com

No. Hp: ¹ 085240440056

Abstrak

Melimpahnya sumber daya air sungai di Indonesia menyimpan potensi energi kinetik yang sangat besar sebagai salah satu sumber energi terbarukan. Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) yang mengaplikasikan turbin kinetik merupakan salah satu bentuk teknologi untuk mengonversi potensi energi dari aliran air. Energi listrik dihasilkan dari proses, energi aliran air yaitu energi kinetik digunakan untuk memutar turbin, di mana putaran mekanik tersebut diteruskan secara langsung ke generator untuk menghasilkan energi Listrik. Tujuan dari penelitian ini adalah mengevaluasi performa turbin kinetik berbahan akrilik melalui pengujian variasi jumlah sudu, yaitu 6, 8, dan 10. Pengujian dilakukan secara langsung di saluran air irigasi Desa Talawaan, Minahasa Utara, dengan menggunakan pendekatan metode eksperimental (true experimental research). Hasil pengujian menunjukkan bahwa kinerja optimal turbin kinetik dengan sudu berbahan akrilik diperoleh pada jumlah sudu 8, dengan torsi 0,1764 Nm, daya turbin 1,465 W, dan efisiensi 0,034. Berdasarkan data penelitian, variasi jumlah sudu secara nyata memberikan dampak besar pada performa yang dihasilkan oleh turbin air kinetik.

Kata Kunci – Turbin, Kinetik, Sudu, Berengsel, Luar.

Performance Analysis of Kinetic Water Turbines Using Acrylic External Hinged Blades: The Effect of Blade Quantity Variations

Abstract

Indonesia's abundant river water resources hold immense potential for kinetic energy as a viable source of renewable energy. Micro-Hydro Power Plants (MHPP) employing kinetic turbines represent a technological solution for converting energy from water flows. In this system, electrical energy is generated by converting the kinetic energy of water into mechanical energy through a turbine directly coupled to a generator. By implementing variations of 6, 8, and 10 blades, this study seeks to assess the operational performance of an acrylic-based kinetic turbine under different configurations. Field testing was conducted at an irrigation canal in Talawaan Village, North Minahasa, utilizing a true experimental research approach." The results demonstrate that the optimal performance of the acrylic-bladed kinetic turbine was achieved with 8 blades, yielding a torque of 0.1764 Nm, a power output of 1.465 W was achieved by the turbine during the testing phase, and an efficiency of 0.034. Based on the experimental data, varying quantities of turbine blades significantly impact the overall performance of the kinetic water turbine.

Keywords – Turbine, Kinetic, Blade, Hinged, Outer

PENDAHULUAN

Melimpahnya sumber daya air sungai di Indonesia menyimpan potensi energi kinetik yang signifikan dari kecepatan alirannya. Pemanfaatan energi ini secara optimal dapat menjadi solusi atas krisis energi nasional sekaligus meningkatkan taraf hidup masyarakat perdesaan melalui pengembangan energi terbarukan berbasis kearifan lokal. Oleh karena itu, akselerasi pengembangan energi air sebagai energi alternatif sangat krusial untuk dilakukan [1].

Penentuan jenis pembangkit listrik yang sesuai di Indonesia memerlukan pemetaan potensi energi primer dan alternatif yang akurat di setiap daerah. Mengingat luasnya wilayah Indonesia, pemetaan ini menjadi instrumen penting untuk memastikan bahwa pemanfaatan energi dilakukan berdasarkan kondisi spesifik lokasi setempat [2].

Melalui skema PLTMH, sumber daya air dapat diubah menjadi listrik. Sistem ini beroperasi pada skala kecil, yang membedakannya dengan PLTA konvensional yang beroperasi untuk kebutuhan energi skala besar. Dalam upaya mengonversi energi dari arus air berkecepatan rendah, penggunaan turbin kinetik menjadi solusi teknologi yang sangat tepat. Turbin kinetik merupakan teknologi energi yang selaras, dan telah banyak digunakan untuk memanfaatkan potensi energi air pada aliran sungai menjadi energi listrik [3].

Sebagai perangkat konversi energi, turbin kinetik mengubah arus air langsung menjadi daya mekanik untuk membangkitkan listrik melalui generator. Karena mekanismenya berbasis kecepatan aliran saja, turbin ini tidak membutuhkan *head*, menjadikannya solusi teknologi yang tepat untuk wilayah dengan topografi datar seperti daerah aliran sungai perdesaan [4].

Mekanisme transformasi energi ini diawali dengan interaksi antara aliran air dan sudu turbin yang menghasilkan gerak rotasi. Putaran turbin ini merepresentasikan konversi energi kinetik menjadi mekanik, yang kemudian ditransmisikan ke generator untuk dikonversi kembali menjadi daya listrik. Belum meluasnya penggunaan turbin air kinetik yang memanfaatkan aliran air sungai yang kecil, dikarenakan masalah biaya dan juga bagaimana meningkatkan unjuk kerja dari turbin. Baik dari konstruksi turbin kinetik maupun dari segi aliran fluida itu sendiri. Besarnya daya dan performa turbin kinetik sangat dipengaruhi oleh faktor lingkungan dan rancang bangun, di antaranya adalah kecepatan serta volume aliran air. Faktor teknis pada komponen sudu, seperti jumlah, sudut posisi, dan bentuk kelengkungannya, juga menjadi penentu utama dalam optimalisasi unjuk kerja sistem tersebut, sangat bergantung pada pengaturan sudut pengarah aliran, karena variabel ini menentukan besarnya gaya tangensial serta stabilitas putaran yang dihasilkan [5].

METODOLOGI PENELITIAN

Menggunakan metode eksperimen murni, penelitian selama tiga bulan ini mengambil lokasi di saluran irigasi pintu air 4, Desa Talawaan, Kecamatan Talawaan, Minahasa Utara, yang difokuskan pada pengujian investigasi dampak dari perbedaan kuantitas sudu yakni: 6, 8, dan 10 sudu, terhadap efisiensi turbin air kinetik yang mengintegrasikan mekanisme engsel luar pada bagian sudunya.

Prosedur Penelitian

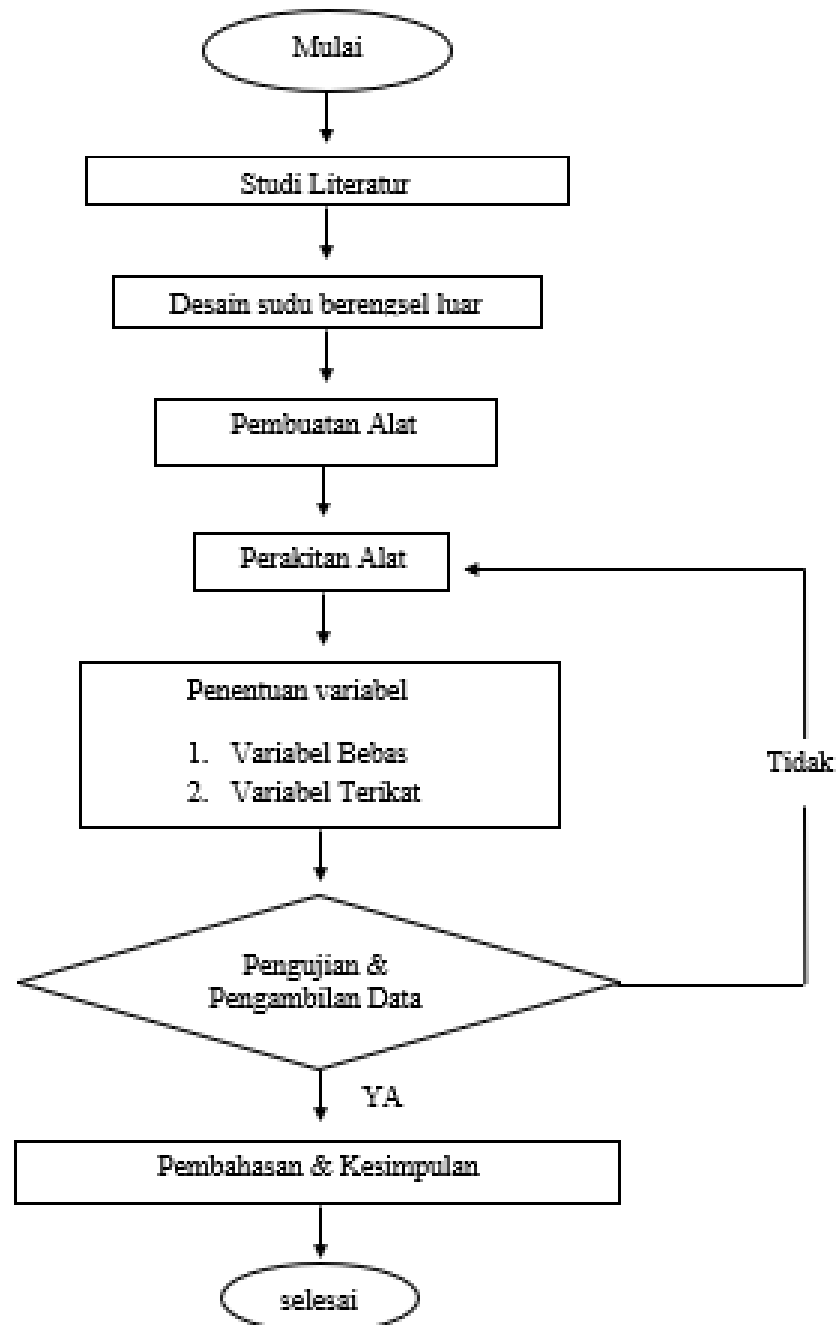
1. Menghitung kecepatan aliran air.
2. Memasang sudu pada runner dan runner pada rangka.
3. Menyiapkan semua instalasi yang dibutuhkan.
4. Memasang pully pada rangka dan alat pendukung (naraca pegas) untuk mengukur gaya
5. Inspeksi menyeluruh pada sistem instalasi dan seluruh instrumen pendukung sebelum pengujian dimulai.
6. Tahapan pengujian dilakukan dengan mengubah variasi jumlah sudu secara bertahap sesuai dengan rencana eksperimen.
7. Data kecepatan putar *runner* diperoleh melalui pengukuran langsung menggunakan alat *tachometer* saat tanpa pembebanan dan saat pembebanan.
8. Setiap variabel dilakukan pengulangan (pengulangan 3 kali), seperti point 6, 7 sampai mendapatkan data pengujian.
9. Melakukan pengolahan data hasil penelitian yang telah diperoleh untuk ditarik kesimpulan sesuai dengan tujuan penelitian.
10. Menganalisis data yang diperoleh untuk mengevaluasi sejauh mana variabel terikat secara substansial dipengaruhi oleh fluktuasi atau perubahan yang ada pada variabel bebas.

Variabel Penelitian

Analisis data dalam studi ini disusun dengan mengidentifikasi interaksi antara variabel bebas dan variabel terikat sebagai komponen inti metodologi.

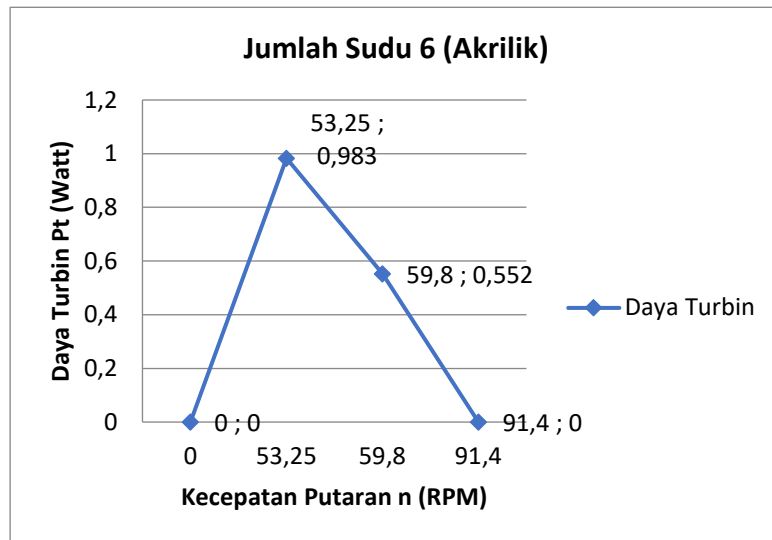
- Dalam studi ini, jumlah 6, 8, dan 10 sudu serta penggunaan material akrilik diposisikan sebagai variabel bebas yang akan diuji pengaruhnya.
- Output yang diukur sebagai variabel terikat dalam eksperimen ini adalah unjuk kerja turbin, yang terdiri dari variabel daya dan efisiensi.

Diagram Alir Penelitian



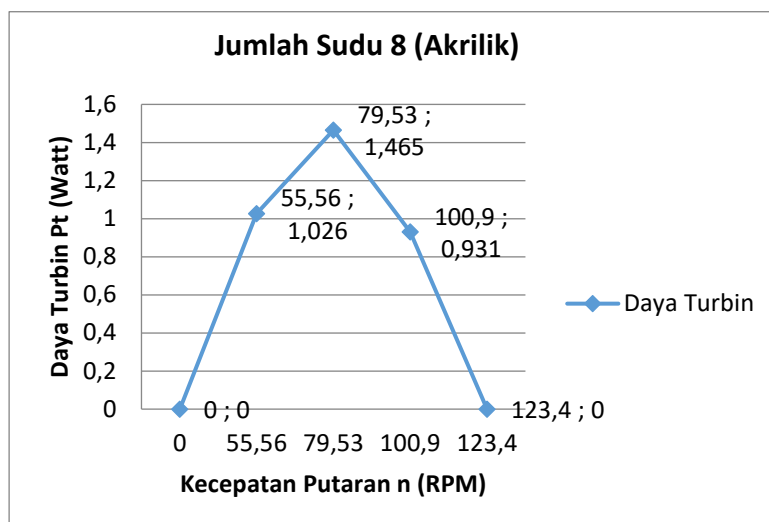
HASIL DAN PEMBAHASAN

Daya turbin merupakan fungsi dari kecepatan putaran (*rpm*); di mana peningkatan nilai *rpm* akan menyebabkan kenaikan daya output secara signifikan. Tren data mengenai hubungan tersebut dapat diamati pada grafik berikut:



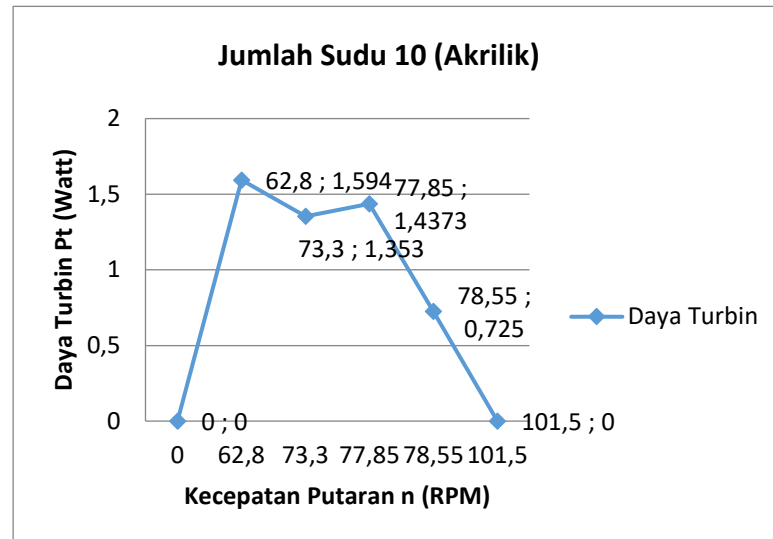
Gambar 1. Karakteristik hubungan antara output daya dan kecepatan putaran pada konfigurasi turbin dengan 6 sudu

Pada gambar 1, data menunjukkan titik daya optimal pada 0,983 Watt dengan putaran 53,25 RPM. Peningkatan daya tersebut dipicu oleh besarnya nilai torsi yang dihasilkan pada kondisi tersebut, mengingat daya berbanding lurus dengan nilai torsi.



Gambar 2. Karakteristik hubungan antara output daya dan kecepatan putaran pada konfigurasi turbin dengan 8 sudu

Pada gambar 2, data menunjukkan titik daya puncak pada putaran 79,53 RPM dengan perolehan daya sebesar 1,465 Watt. Fenomena ini disebabkan oleh pengaruh simultan dari nilai torsi dan kecepatan anguler, di mana peningkatan kedua parameter tersebut secara otomatis mengelevasi daya keluaran turbin.



Gambar 3. Karakteristik hubungan antara output daya dan kecepatan putaran pada konfigurasi turbin dengan 10 sudu

Pada gambar 3, berdasarkan data eksperimen, output daya maksimal tercatat sebesar 1,594 Watt pada frekuensi 62,8 RPM, diikuti dengan tren penurunan pada variasi berikutnya. Ketidakstabilan putaran pada jumlah sudu yang lebih banyak terjadi karena turbin kehilangan fleksibilitas mekanismenya dan mulai berperilaku seperti turbin sudu tetap, yang menghambat optimalisasi kinerja kinetiknya.

KESIMPULAN

Hasil pengujian menunjukkan bahwa kinerja turbin air kinetik sudu berengsel luar berbahan akrilik mencapai titik optimal pada konfigurasi 8 sudu. Pada kondisi tersebut, turbin mampu menghasilkan torsi sebesar 0,1764 Nm, daya output sebesar 1,465 Watt, dan tingkat efisiensi sebesar 3,4%.

SARAN

1. Perhatikan penggunaan tali puli untuk pembebanan, gunakan tali puli yang sesuai.
2. Rangka turbin dibuat menyesuaikan dengan tempat atau penampang saluran.
3. Perlu adanya penyesuaian bahan pembuatan rangka dan runner yang tepat.

REFERENSI

- [1] Lempoy, Kennie,. (2019). Unjuk Kerja Turbin Kinetik Poros Vertikal Berengsel Dengan Menggunakan *Response Surface Methodology*, Jurnal Tekno Mesin/Volume 5 Nomor 2.
- [2] Agung I., Achmad,. (2013). Potensi Sumber Energi Alternatif Dalam Mendukung Kelistrikan Nasional, Jurnal Pendidikan Teknik Elektro/Volume 2 Nomor 2.
- [3] Fitriansyah, Wahyudi Slamet, Winarto, (2020). Pengaruh Kedalaman Sudu Mangkok Terhadap Unjuk Kerja Turbin Kinetik, Jurnal Rekayasa Mesin/Voloume 11 No 3.
- [4] Yani Ahmad, Mihdar, Erianto Rudi, (2016). Pengaruh Variasi Bentuk Sudu Terhadap Kinerja Turbin Air Kinetik (Sebagai Alternatif Pembangkit Listrik Daerah Pedesaan), Jurnal Teknik Mesin Univ. Muhammadiyah Metro/Volume 5 Nomor 1.
- [5] Pramesti S., Yasinta, (2018). Analisa Pengaruh Sudut Sudu Terhadap Kinerja Turbin Kinetik Poros Horisontal dan Vertikal, Jurnal Mesin Nusantara/Volume 1 Nomor 1.