

Experimental study of Undershot Type Water Wheels as Pico Hydro Power Generators in Irrigation Channels

Asral^{1,*}, Awaluddin Martin¹, Warman Fatra¹, Syafri¹, Kaspul Anuar¹, Ferdinandus Pekei¹, and Yuli Handika¹

¹) Department of Mechanical Engineering, Universitas Riau, Jl. HR Soebrantas Km 12,5 Simpang Baru, Pekanbaru, Riau, Indonesia

ABSTRACT – The need for electrical in rural areas are continues to increase. Meanwhile, the procurement of power plants are limited and experiences many obstacles. The aim of this testing study a hydroelectric power plant in a tourism area is to provide the electricity appropriate that location by utilizing the potential of natural resources. The undershot type water wheel is used as a driving force to drive the electric generator. The resources used come from the flow of irrigation canal which is usually used to irrigate rice fields and the others needs of farmer communities. Measurements of rotation speed, electrical voltage and power produced were carried out within seven days. It is estimated that the generator can produce 75 Watts. The electricity can be utilized for lighting the entrance of tourism areas, food stalls and a residence house. To increase power production found modifications to the irrigation canals need to be considered.

Riwayat Artikel:

Diterima: 18 Oktober 2023

Direvisi: 23 Oktober 2023

Disetujui: 29 Oktober 2023

KEYWORDS: *electricity, irrigation, rural, tourism, water wheel.*

1. PENDAHULUAN

Pada area bendungan menaming belum tersedia sarana pendukung kehidupan seperti air bersih untuk toilet, listrik dan penerangan kemungkinan dapat menyebabkan terhambatnya kemajuan suatu Kawasan. Sedangkan di sekitar bendungan ada sumber daya alam yang belum termanfaatkan yaitu aliran saluran irigasi [8]. Air pada saluran irigasi atau sejenisnya adalah sumber energi yang tersedia melimpah namun belum termanfaatkan dengan maksimal. Air pada saluran irigasi biasanya menyediakan head ketinggian kecil namun besar dalam laju aliran, karena air terdistribusi pada area berbentuk lebar atau memanjang. Kedua komponen aliran tersebut adalah faktor yang paling menentukan besarnya jumlah energi yang terkandung dalam suatu aliran air.

Dalam rangka pengembangan kincir air telah dilakukan berbagai kajian untuk mendapatkan hasil maksimal. Keadaan sudu kincir seperti sudut sudu dan jumlah sudu kincir memberikan pengaruh terhadap prestasi mesin secara keseluruhan [1], [2]. Tahapan perancangan perlu dilakukan dengan tepat berdasarkan keadaan sebenarnya [3], [4],[5]. Pemanfaatan sumber daya air pada saluran irigasi untuk pembangkit listrik terbukti berhasil jika merujuk kepada kegiatan yang banyak dilakukan oleh peneliti dizaman ini. Relevan dengan permasalahan tersebut Asral, dkk [6],[7],[9] telah menguji kincir air untuk menghasilkan energy listrik dan menaikkan air bersih disaluran irigasi Desa Koto Tibun Kampar. Aliran air pada saluran irigasi yang tersedia dilokasi dapat dimanfaatkan untuk menggerakkan roda kincir tanpa

mengganggu kebutuhan masyarakat pengguna sumber air. Disamping itu untuk pengembangan hasil penelitian pengujian juga dilakukan dengan memvariasikan diameter dalam kincir air overshot untuk mendapatkan rasio optimal untuk memaksimalkan hasil daya listrik [11].

Dari gambaran potensi yang ada dapat ditentukan bahwa pengembangan kincir air sebagai pembangkit energi listrik skala kecil adalah mesin yang paling tepat untuk diterapkan [10]. Kincir air tipe undershot dapat menghasilkan daya listrik bagi pemenuhan Sebagian kebutuhan energi listrik di kawasan yang relevan. Berdasarkan keadaan di saluran irigasi bendungan menaming penelitian ini bertujuan untuk menguji kincir air tipe undershot sebagai pembangkit listrik untuk memenuhi kebutuhan listrik di lokasi wisata bendungan menaming.

2. METODOLOGI

2.1 Alat Dan Material

Pengujian dilakukan di saluran irigasi bendungan menaming. Air sebagai sumber energi penggerak berasal dari sungai yang ditampung di bendungan. Saluran irigasi yang dipakai merupakan salah satu dari 4 saluran keluar yang dibuat di bendungan. Alat ukur yang digunakan adalah multimeter, ampermeter dan *tachometer* berfungsi untuk mengukur parameter pengujian seperti voltase, kuat arus listrik dan putaran kincir air. Sedangkan untuk mengukur aliran air digunakan *flowmeter* khususnya untuk mendapatkan data sumber daya air.

*Corresponding author: asral@lecturer.unri.ac.id

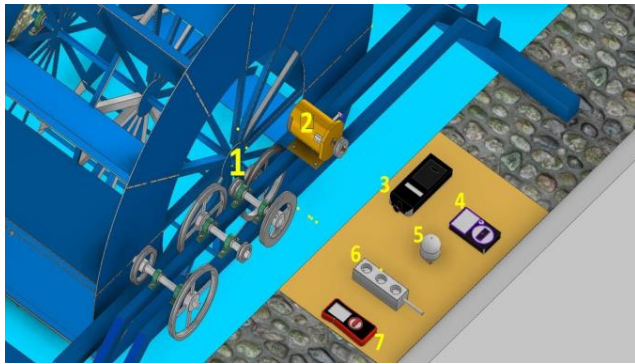
2.2 Metode

Hasil perancangan kincir air menunjukkan komponen utama seperti terlihat pada Tabel 1. Secara umum diameter kincir mencapai 2,44 m, lebar 1,2 m dan jumlah sudu 12 buah. Perancangan didasarkan dari hasil survey lapangan yang dilakukan sebelum pelaksanaan penelitian

Tabel 1. Spesifikasi Kincir air tipe *undershot*

No	Nama Komponen	Ukuran/Dimensi	Satuan
1	Diameter luar kincir	2,44	m
2	Jumlah sudu	12	unit
3	Lebar kincir air	1,2	m
4	Panjang sudu	0,57	m
5	Diameter dalam kincir	1,3	m
6	Diameter poros	52	mm
7	Bantalan	2	unit

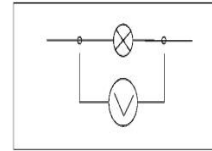
Skema pengujian dapat dilihat pada Gambar 4. Air di saluran irigasi bergerak masuk ke kincir dari arah depan kemudian mendorong sudu aktif secara bergantian menghasilkan putaran. Putaran kincir diteruskan ke transmisi mekanik rantai utama yang kemudian disambungkan ke puli-belt, hingga tersambung ke generator listrik. Sistem transmisi ini memiliki rasio tertentu sehingga bisa mencapai putaran yang cukup untuk menghasilkan listrik dari generator. Bersamaan dengan itu dilakukan pengukuran putaran, tegangan listrik, kuat arus listrik.



Keterangan: 1 poros 2 Generator 3 Tachometer 4 multimeter 5 bola lampu 6 stokontak 7 ampermeter.

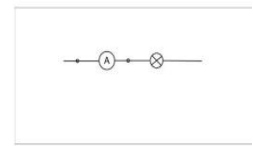
Gambar 4. Skema pengujian pembangkit listrik tenaga air.

Pengukuran tegangan listrik dilakukan dengan cara menghubungkan kutub positif dan negative multimeter ke terminal output generator. Metode pengukuran dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Pengukuran tegangan listrik

Dalam rangka untuk mendapatkan gambaran jumlah daya yang dapat dihasilkan maka dilakukan pengukuran kuat arus listrik, seperti dapat dilihat pada Gambar 6. Kutub positive dan negative multimeter dihubungkan ke kabel lampu yang telah dialiri listrik.

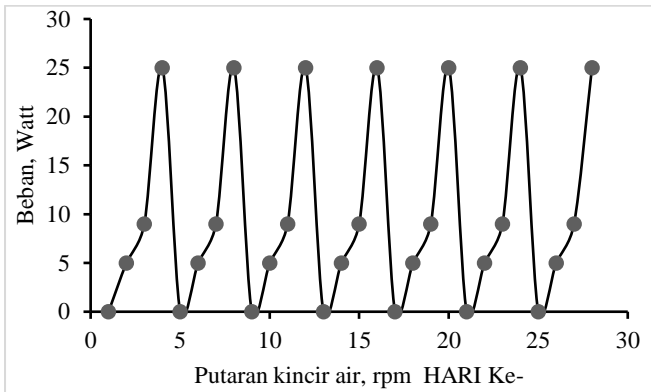


Gambar 6. Pengukuran kuat arus listrik

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

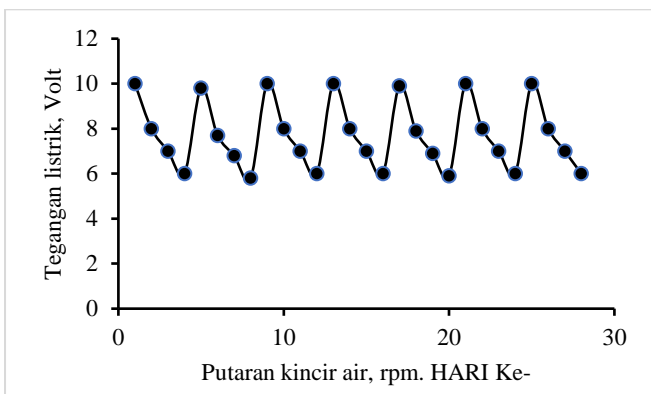
Diameter luar kincir air di rancang sebesar 2,44 m dan lebar 1,2 m disesuaikan dengan ukuran saluran irigasi, Kemudian panjang sudu kincir air disesuaikan dengan tinggi air sehingga akan sangat bergantung pada keadaan cuaca. Pengambilan data untuk perancangan saat musim hujan, sedangkan pengujian dilakukan pada saat mendekati musim kemarau. Konsekuensinya prediksi daya listrik dalam perancangan sebesar 1730 Watt sedangkan dalam pengujian mengalami penurunan hingga 300 watt. Secara umum mempengaruhi perbedaan tersebut adalah debit air pada saluran irigasi.

Hasil pengukuran putaran kincir terhadap pembebanan yang diberikan dapat dilihat pada Gambar 7. Dalam selang waktu pengukuran 7 hari kelihatan bahwa produksi daya listrik mengalami pemerataan sepanjang hari. Hal ini membuktikan bahwa kondisi sumber daya air stabil dan cenderung sama. Pada setiap kenaikan beban menimbulkan penurunan putaran, mengindikasikan perlu penambahan daya air sehingga bisa mengimbangi jumlah kenaikan beban.

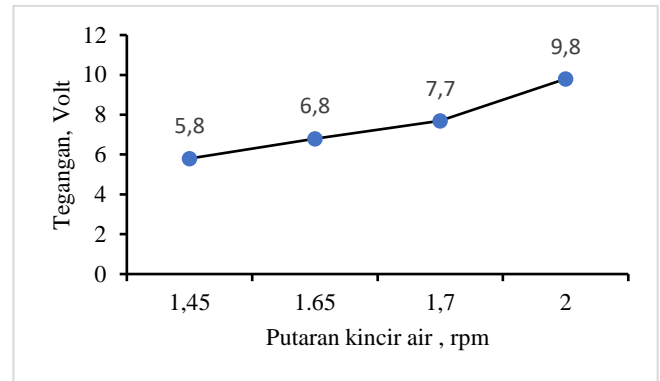


Gambar 7. Pengaruh pembebanan terhadap putaran kincir

Tegangan listrik yang dihasilkan dapat dijadikan indikator keadaan aliran air di saluran irigasi. Setiap hari pengukuran menunjukkan bahwa tegangan tertinggi adalah 10 Volt. Tegangan maksimum dicapai pada saat kincir air bisa menghasilkan putaran yang sesuai dengan kebutuhan. Hubungan tegangan dengan putaran kincir dapat dilihat pada Gambar 8. Karena putaran maksimum mencapai 2 rpm maka kemungkinan tegangan listrik maksimum dicapai pada kondisi ini. Semakin tinggi putaran maka semakin tinggi juga tegangan listrik yang dihasilkan. Gambar 9 memberikan penjelasan lebih lanjut tentang hubungan kedua parameter tersebut dengan mempertimbangkan data 1 hari.

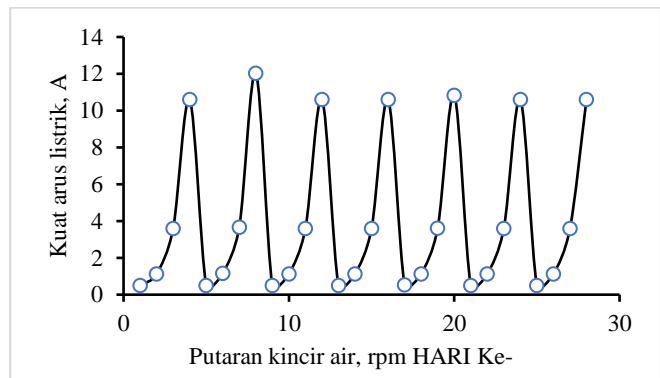


Gambar 8. Pengaruh putaran terhadap produksi tegangan listrik



Gambar 9. Hubungan putaran kincir dengan tegangan listrik

Kuat arus listrik mengindikasikan kekuatan daya hidrolis air saluran irigasi. Terjadi lonjakan kurang signifikan pada hari kedua namun pada hari selanjutnya kuat arus maksimum mengalami hampir konstan. Perubahan disebabkan karena adanya perubahan cuaca sehingga meningkatkan debit aliran. Seperti yang terlihat pada Gambar 10 bahwa kuat arus maksimum mencapai 12 Amper sedangkan minimum adalah 0,5 Amper. Hasil ini dicapai dengan pembebanan dalam interval 5 Watt hingga 64 Watt.



Gambar 10. Pengaruh putaran kincir air terhadap kuat arus listrik.

4. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian, tegangan maksimum yang dihasilkan mendekati 13 Volt, kuat arus 12 Amper cukup untuk mengisi baterai 45 A. Pengujian dilakukan selama 7 hari untuk melihat perbedaan daya listrik yang dihasilkan dari hari ke hari, untuk hasilnya masih stabil. Hasil yang diperoleh cukup untuk penerangan di 3 titik lokasi dan 2 rumah masing masing dipasang lampu LED 20 Watt. Untuk meningkatkan prestasi pembangkit di waktu mendatang masih diperlukan perbaikan generator listrik, system transmisi mekanik dan saluran air.

*Corresponding author: asral@lecturer.unri.ac.id

UCAPAN TERIMAKASIH

Rasa terima kasih yang mendalam kami sampaikan kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Universitas Riau (LPPM-UNRI) atas segala dukungan dan kerjasama yang baik dalam pengelolaan dana. Seterusnya rasa bangga dan Bahagia kami terhadap aparat pemerintahan Desa Menaming dan pemuda atas peran sertanya dalam memberikan bantuan tenaga dan waktu hingga selesainya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] B., Sihalo, Unjuk Kerja Kincir Air Breatshot dengan Sudu 120 Derajat, Program Studi Sarjana Teknik Mesin Universitas Sanata Dharma Yogyakarta, (2017), 110265, 110493.
- [2] Tevata, A., & Inprasit, C., The Effect of Paddle Number and Immersed Radius Ratio on Water Wheel Performance. *Energy Procedia*, 9(2011), 359-365. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2011.09.039>
- [3] Tuapetel, J. V., & Poerwoko, D. (2018). Perancangan Kincir Terapung Pada Sungai Untuk Pembangkit Listrik, Prosiding Seminar Nasional Pakar, (2018), Jakarta, 1 Maret 2018.
- [4] Wibawa, U., Sc, M., Santoso, H., Dharmayana, I. G. A., & Haryono, J. M. T., Perancangan Kincir Air Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) Desa Bendosari Kecamatan Pujon kabupaten Malang, Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, 7, (2014), 45-58.
- [5] Zulfikar, D., Siswoyo, H., & Utomo, T., Perancangan PLTMH Tipe Kincir Air di Kecamatan Pasrujambe Kabupaten Lumajang. *Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Brawijaya*, (2012), (pp. 1-10).
- [6] A Asral, M Akbar, S, Syafri, The Performance of Undershot Water Turbine Combined With Spiral Tube Pump On Empowerment of Energy Resources Local Contiguous Small River, *Journal of Ocean, Mechanical and Aerospace-science and Engineering*, 42,1 (2017), 19-23.
- [7] A, Asral, F. Warman, Y, Indra, The Performance of Undershot Water Wheel On Irrigation with Four Steps Mechanical Transmission and A Flywheel. *International Journal of Engineering and Technology*, 10,6 (2018), 1744-1750.
- [8] Y.H, Hasyim, A, Asral, Benefits of Menaming Dams and The Potential of Irrigation Canals as a Source of Power Generation, *Journal of Ocean, Mechanical and Aerospace-Science and Engineering*, 65,3 (2021), 112-116.
- [9] Two Water Wheels Performance In Series for Empowerment of Irrigation, *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 539,1 (2019), 012025.
- [10] Y.H, Hasyim, A, Asral, F, Murdiya, Development of Pico-Hydro Electric Power Plant on Irrigation Canal-Case Study: Menaming Village, Indonesia, 67,2 (2023), 47-54.
- [11] R., Alif, A., Asral, Design And Performance Test of Overshot Water Wheel With Variation of Inner Diameter, *Jurnal Teknik Mesin Indonesia*, 17,2 (2022), 93-96.