ROTARY
ISSN: 2721-6225 (print)
ISSN: 2745-6331 (online)

Volume 7 No 1 2025
https://ppjp.ulm.ac.id/journals/index.php/rot
page 39-48

PENGARUH RASIO *PITCH* TERHADAP KINERJA TURBIN ARCHIMEDES *SCREW*

THE EFFECT OF PITCH RATIO ON THE PERFORMANCE OF AN ARCHIMEDES SCREW TURBINE

Rofi Arbianto[1)], Rustan Hatib[1)]
[1]Universitas Tadulako, Palu, Indonesia
email: roybagong76@gmail.com*, rustanhatib98@gmail.com

Received:
03 Oktober 2024

Accepted:
24 Desember 2024

Published:
24 Desember 2024

Abstract

In various countries, one of which is Indonesia, people really need electrical energy, from urban to rural communities. This is because electrical energy is useful for supporting daily activities such as as a source of lighting, for cooking, and many other benefits. Water energy is a renewable energy that can be used to generate electricity on a small or large scale. This research was carried out experimentally by varying the pitch ratio of an Archimedes screw turbine to find the highest efficiency value. The research uses pitch ratio variations. The maximum shaft rotation occurs in the screw turbine at 484 RPM and the maximum output power occurs in the screw turbine at 4,114 watts. The maximum torque occurs in the screw turbine at 0.90 Nm with a variation in water discharge from the weir meter of 0.004429 m^3/s. Each pitch ratio variation of 0.8, 1.2, 1.6 produces generator power of 3,053 Watts, 3,555 Watts and 4,114 Watts respectively. So the measurement results were obtained with the largest voltage at a pitch ratio of 1.6 with a generator output power of 4.114 Watts. The best efficiency occurred at a pitch ratio of 1.6 with an efficiency value of 22.61% with a water discharge variation of 0.004429 m^3/s.

Keywords: *Archimedes Screw, Ratio Pitch, Efisien*

Abstrak

Di berbagai negara, termasuk Indonesia, masyarakat sangat membutuhkan energi listrik, mulai dari perkotaan hingga pedesaan. Hal ini karena energi listrik berguna untuk mendukung aktivitas sehari-hari seperti sumber penerangan, memasak, dan berbagai manfaat lainnya. Energi air merupakan salah satu energi terbarukan yang dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan listrik baik dalam skala kecil maupun besar. Penelitian ini dilakukan secara eksperimental dengan memvariasikan rasio pitch pada turbin ulir Archimedes untuk menemukan nilai efisiensi tertinggi. Penelitian menggunakan variasi rasio pitch. Putaran poros maksimum pada turbin ulir terjadi pada 484 RPM, dan daya keluaran maksimum pada turbin ulir mencapai 4,114 watt. Torsi maksimum pada turbin ulir mencapai 0,90 Nm dengan variasi debit air dari weir meter sebesar 0,004429 m^3/s. Setiap variasi rasio pitch 0,8, 1,2, 1,6 menghasilkan daya generator masing-masing sebesar 3,053 Watt, 3,555 Watt, dan 4,114 Watt. Hasil pengukuran menunjukkan tegangan terbesar pada rasio pitch 1,6 dengan daya keluaran generator sebesar 4,114 Watt. Efisiensi terbaik terjadi pada rasio pitch 1,6 dengan nilai efisiensi sebesar 22,61% pada variasi debit air 0,004429 m^3/s.

Kata Kunci: *Archimedes Screw*, Rasio Pitch, Efisiensi

DOI: 10.20527/jtam_rotary.v7i1.13564

How to cite: Arbianto, R., & Hatib, R., "Pengaruh Rasio *Pitch* Terhadap Kinerja Turbin Archimedes *Screw*". *JTAM ROTARY*, 7(1), 39-48, 2025.

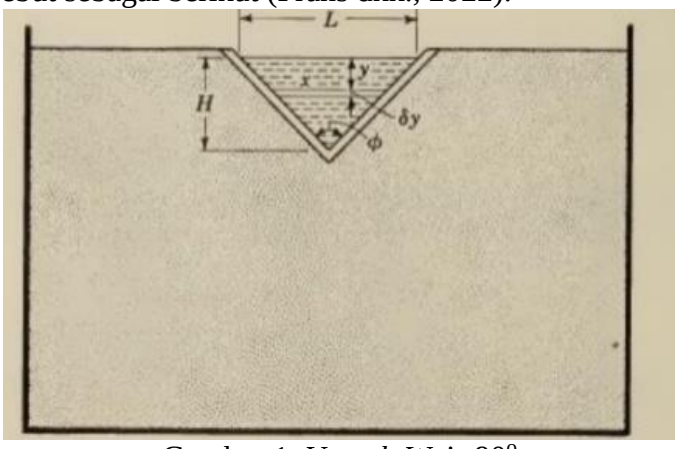
PENDAHULUAN

Berbagai negara salah satunya Indonesia, masyarakat sangat membutuhkan energi listrik, mulai dari masyarakat perkotaan hingga pedesaan (Saleh & Syafitra, 2016). Hal ini karena energi listrik berguna untuk menunjang aktifitas sehari-hari seperti sebagai sumber penerangan, untuk memasak, dan masih banyak manfaat lainnya (Yandra & Djufri, 2020). Energi air merupakan salah satu energi terbarukan yang dapat dimanfaatkan sebagai pembangkit listrik dalam skala kecil maupun skala besar (Saefudin dkk., 2017). Dalam turbin ulir ini sebelumnya telah dilakukan beberapa penelitian yaitu memvariasikan rasio pitch untuk mengetahui kinerja dari sebuah turbin. Penelitian dilakukan oleh Lyons (2014) menggunakan 3 variasi rasio pitch yaitu 0,8 Ro, 1 Ro, dan 1,4 Ro masing-masing dengan rasio pitch yang berbeda yang dapat membenarkan hubungan ini. Hasil penelitian, rasio pitch yang besar menghasilkan nilai daya dan efisiensi yang besar. Tetapi menurut Lyons berdasarkan studi yang dilakukannya bahwa mengurangi pitch dapat mengurangi kebocoran pada bucket yang terjadi pada turbin disaat turbin berputar. Ini menunjukkan bahwa akan ada titik batas dimana memperbesar rasio pitch akan mengurangi performa turbin archimedes.

Penelitian yang dilakukan oleh Nur Khamdi dan Amnur Akhyan (2016) mengenai pengaruh rasio pitch, yang mana rasio pitch adalah 1,6 Ro, 2 Ro dan 2,4 Ro menunjukkan bahwa pitch 1,6 Ro menghasilkan efisiensi yang lebih besar dari 2Ro dan 2,4 Ro dimana efisiensi bernilai 64,94%. Dalam paparan penelitian terdahulu maka, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian yang memvariasikan rasio pitch pada tubin dengan rasio terkecil 0,8 dan rasio terbesarnya 1,6. Kemudian sebagai alat pengukur debit, menggunakan weir meter atau vnotch weir sebagai alat pengukur debit air yang akan digunakan, bertujuan untuk mengetahui pengaruh perubahan rasio pitch terhadap kinerja turbin ulir dalam hal ini meliputi daya hidrolid, torsi, dan efisiensi, yang nantinya rasio pitch divariasikan menggunakan beberapa permodelan turbin ulir. Kemudian setelah dilakukan pengujian, penulis akan menghitung nilai-nilai dari hasil peng- ukuran dan perhitungan dan mendapatkan hasil yang maksimal dari salah satu variasi rasio tersebut.

Debit Turbin Ulir *Archimedes*

Debit merupakan penentu dalam pembentukan turbin air, hal ini dipengarhi karena turbin cenderung bergantung di debit air yang ada (Syahputra dkk., 2017). Pengukuran debit air menggunakan weir meter dengan sudut a 90^0 dimana nilai Cd untuk weir meter dengan sudut 90^0 adalah 0,593 dan fungsi H yang dimaksud pada persamaan adalah nilai dari ketinggian air yang terukur pada vnotch weir, nilai-nilai tersebut kemudian disubtitusikan ke fungsi Cd dan fungsi H pada persamaan, sehingga didapatlah nilai debit aktual, persamaan tersebut sebagai berikut (Frans dkk., 2022):



Gambar 1. *Vnotch Weir* 90^o

Q = $Cd.\frac{8}{15}\sqrt{2g}.tan\frac{\theta}{2}.H^{2.5}$
Keterangan :
Q = Debit (m^3)
Cd = 0,593
H = Tinggi cairan dalam weir (m)
g = Percepatan gravitasi (kg/m)
θ = Sudut weir (notch) 90°

Torsi

Torsi adalah gaya pada gerak translasi yang menunjukkan kemampuan sebuah gaya untuk membuat benda melakukan gerak rotasi/berputar. Sebuah benda akan berotasi bila dikenai torsi. Satuan yang sering digunakan adalah newtonmeter (Nm). Torsi pada motor listrik dapat diperoleh dari hasil bagi antaradaya output (Watt) dengan kecepatan motor (Rpm) (Surianto, 2018). Torsi Untuk memutar generator, diperlukan torsi turbin yang sama dengan torsi generator. Torsi dapat dilakukan dengan perhitungan: (Frans dkk., 2022)

P = $Tx2\pi xn$ 60

T = $\frac{60.P}{2\pi.n}$

Keterangan :
T = Torsi (Nm)
P = Daya generator (kW)
N = Kecepatan Putaran Turbin (RPM)

Daya Hidrolis Dan Daya Generator

Pembangkit listrik tenaga air adalah salah satu cara meng- konversikan air pada ketinggian tertentu menjadi energi listrik dengan turbin air dan generator (Subandono, 2012). Daya yang dihasilkan dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut :(Frans dkk., 2022).

P = ρ x Q x h x g
Keterangan :
P = Daya Teoritis (watt)
ρ = Massa Jenis Fluida (kg/m^3)
Q = Debit Air (m^3 /s)
h = Ketinggian Efektif (m)
g = Gaya Gravitasi (9.81 m/s^2)

Daya yang dihasilkan pada pemodelan PLTMH dengan turbin ulir dapat dihitung dengan persamaan :(Syahputra dkk., 2017)

$Pout = V\ x\ I$
Keterangan :
Pout = Daya Keluar (Watt)
V = Tegangan (Volt)
I = Arus (A)

Efisiensi

Dalam sebuah pembangkit listrik, harus diketahui tingkat efisiensi saat menggunakan turbin. Efisiensi ditentukan sebagai berikut: (Rorres, 2000)

n = $\frac{P}{P_{out}}\ x100\%$

Keterangan :
n = Efisiensi
P_{out} = Daya Keluar (Watt)
P = Daya hidrols (Watt)

METODE PENELITIAN

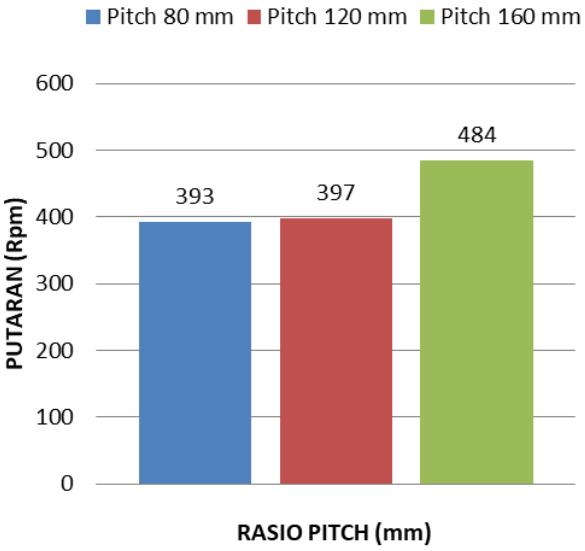
Penelitian dilakukan dengan metode eksperimental dengan turbin ulir *Archimedes* sebagai alat uji. Lokasi pembuatan dan uji operasi turbin ulir *Archimedes* dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tadulako. Prosedur penelitian yang digunakan melibatkan beberapa langkah kerja, diantaranya sebagai berikut:

1. Menyiapkan instalasi pengujian Turbin ulir *Archimedes*.
2. Mengukur kemiringan dengan menggunakan *angle meter*.
3. Mengukur ketinggian debit air yang keluar dari V Notch Weir.
4. Pastikan semua kondisi alat dalam keadaan baik.
5. Menyalakan pompa air.
6. Mengatur besaran bukaan keran *return* hingga mendapatkan ketinggian debit yang akan digunakan.
7. Mengukur putaran poros turbin dengan *tachometer*.
8. Mencatat hasil pengukuran kecepatan dan daya turbin pada setiap debit air yang diuji.
9. Mengolah data penelitian yang didapatkan.
10. Menganalisa data penelitian untuk mengetahui hubungan antara variabel yang telah ditentukan.
11. Menarik kesimpulan dari hasil penelitian yang dilakukan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Putaran Poros Turbin

Hubungan rasio pitch dengan putaran poros turbin *archimedes screw* pada penelitian ini seperti yang terlihat dalam gambar 2.



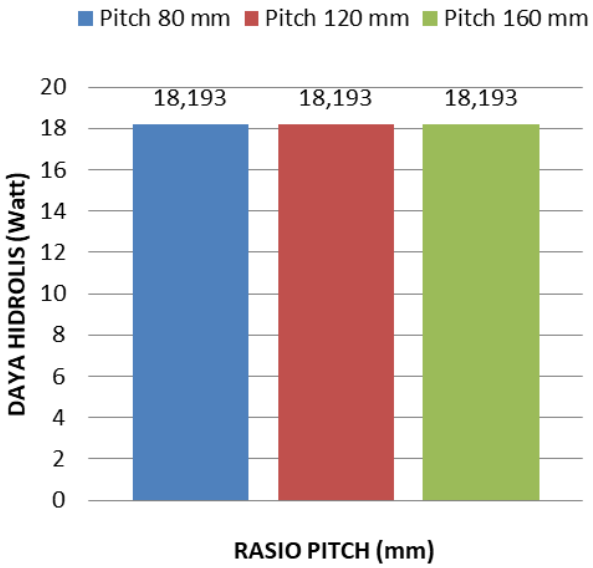
Gambar 2. Grafik Hubungan Rasio Pitch Dengan Putaran Poros Turbin *Archimedes Screw*

Pada gambar 2 dapat dilihat data yang dihasilkan pada setiap pengujian dengan masingg-masing rasio pitch sebesar 0,8, 1,2, 1,6 masing-masing menghasilkan putaran poros sebesar 393 RPM, 397 RPM, dan 484 RPM pada debit 0,004429 m^3/s. Dari grafik ini

terlihat bahwa semakin besar rasio pitch, semakin tinggi putaran (RPM) yang dihasilkan. Hal ini menunjukkan bahwa rasio pitch memengaruhi kecepatan rotasi turbin *Archimedes Screw* (Lubitz dkk., 2014). Pitch yang lebih besar memungkinkan turbin menghasilkan putaran yang lebih cepat, kemungkinan karena peningkatan efisiensi transfer energi dari aliran air ke turbin (Khurana & Kumbhar, 2020).

Daya Hidrolis

Hubungan daya hidrolis dengan rasio pitch turbin *archimedes screw* pada penelitian ini seperti yang terlihat dalam gambar 3.



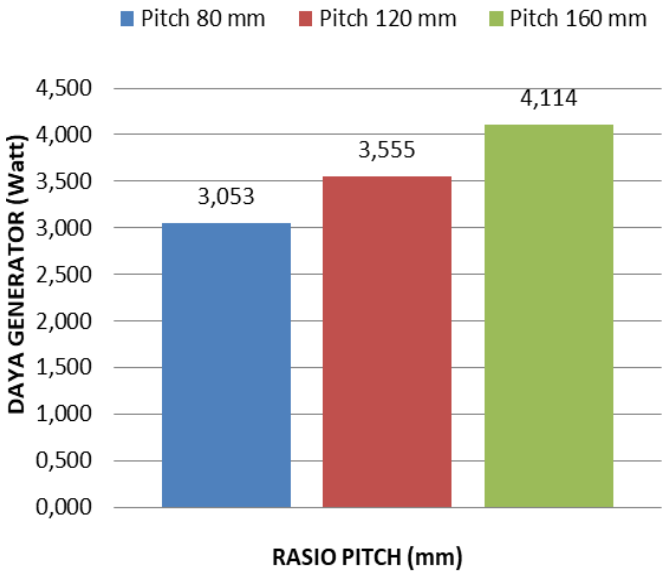
Gambar 3. Grafik Hubungan Rasio Pitch Dengan Daya Hidrolis

Pada gambar 3 dapat dilihat data yang dihasilkan pada setiap pengujian dengan masing-masing rasio pitch sebesar 0,8, 1,2, dan 1,6 menghasilkan daya hidrolis yang sama yakni sebesar 18,193Watt pada debit 0,004429 m^3/s. Hal ini dikarenakan pada saat pengujian, variasi dan sudut kemiringan turbin yang digunakan sama diketiga variasi pitchnya yang membuat nilai dari fungsi Q atau debit tidak berubah yakni 0,004429 m^3/s dan sudut kemiringan sebesar 25^o dengan fungsi H atau *head* yang bernilai 0,42 m. sehingga dari nilai-nilai tersebut saat di substitusikan ke persamaan yang digunakan menghasilkan daya sebesar 18,193 Watt.

Berdasarkan gambar 3, daya hidrolis tidak dipengaruhi oleh variasi rasio pitch. Hal ini mengindikasikan bahwa daya hidrolis lebih bergantung pada debit air atau energi potensial air yang tersedia, bukan pada perubahan geometri pitch turbin. Daya hidrolis dalam hal ini mencerminkan energi yang dimiliki aliran air sebelum dikonversi menjadi energi mekanik atau listrik oleh turbin (Rorres, 2000) (Lubitz, 2014).

Daya Generator Turbin

Hubungan daya generator dengan rasio pitch turbin *archimedes screw* pada penelitian ini seperti yang terlihat dalam gambar 4.



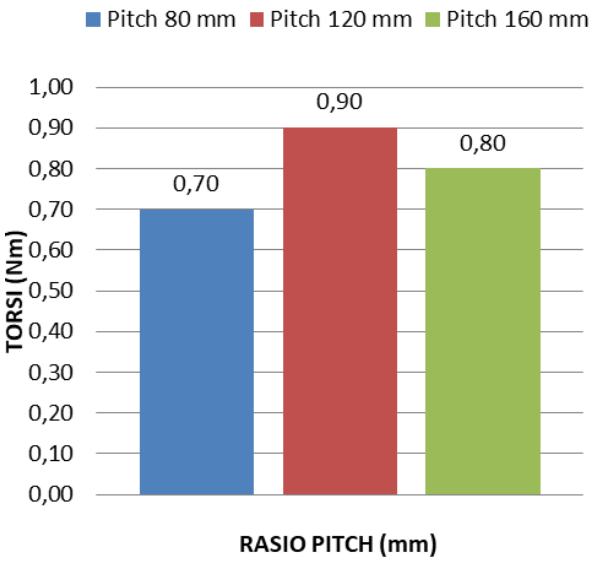
Gambar 4. Grafik Hubungan Antara Rasio Pitch Dengan Daya Generator

Pada gambar 4 dapat dilihat data yang dihasilkan pada setiap pengujian dengan masing-masing variasi rasio pitch 0,8, 1,2, dan 1,6 masing-masing menghasilkan daya generator sebesar 3,053 Watt, 3,555 Watt, dan 4,114 Watt. Hal ini disebabkan karena jarak pitch yang semakin membesar hingga berkaitan dengan bertambah besarnya volume air yang dapat ditampung ditiap lilitannya yang kemudian membuat putaran turbin semakin cepat. Putaran yang cepat tersebut saat poros turbin dihubungkan ke generator, yang kemudian memutar generator dan setelah dilakukan pengukuran dengan alat ukur *tachometer digital* sehingga didapatkan hasil pengukuran dengan voltase yang lebih besar pada rasio pitch 160 mm dengan daya *output* generator sebesar 4,114 Watt.

Pada gambar 4 juga terlihat bahwa daya generator meningkat seiring dengan bertambahnya rasio pitch. Rasio pitch yang lebih besar memungkinkan energi dari aliran air ditransfer lebih efisien ke generator, sehingga menghasilkan daya yang lebih tinggi. Rasio pitch 160 mm menghasilkan daya generator tertinggi sebesar 4,114 watt, yang menunjukkan bahwa pitch ini lebih optimal dalam mengonversi energi hidrolis menjadi energi listrik (Müller & Senior, 2009) (Khurana & Kumbhar, 2020).

Torsi Turbin

Hubungan torsi turbin dengan rasio pitch turbin *archimedes screw* pada penelitian ini seperti yang terlihat dalam gambar 5.



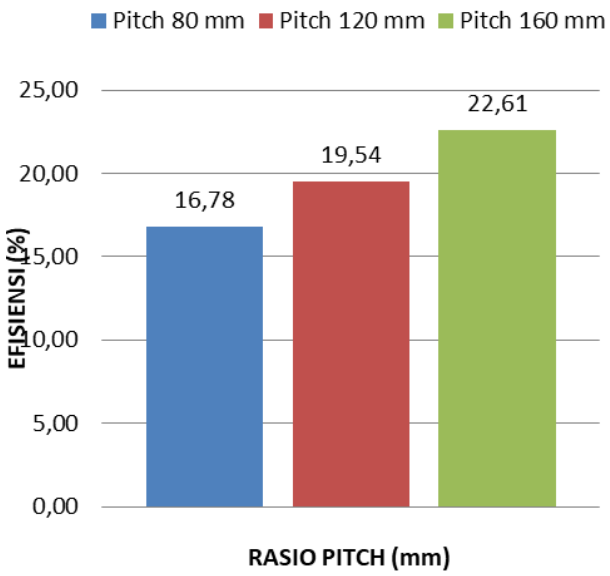
Gambar 5. Grafik Hubungan Antara Rasio Pitch Dengan Torsi Turbin

Pada gambar 5 dapat dilihat data yang dihasilkan pada setiap pengujian dengan masing-masing variasi rasio pitch 0,8, 1,2, 1,6 masing-masing menghasilkan torsi sebesar 0,70 Nm, 0,90 Nm, dan 0,80 Nm. Hal ini disebabkan karena jarak pitch yang terlalu kecil kemudian terlalu besar yang menyebabkan terlalu banyaknya lilitan dan terlalu sedikitnya lilitan yang dihasilkan dari jarak pitch yang digunakan hingga tekanan air yang lewat pada sudu turbin kurang maksimal untuk melewati lilitan turbin sehingga meng- hasilkan yang lebih besar pada rasio pitch 1,2 dari pada rasio pitch 0,8, dan 1,6.

Pada gambar 5 dapat dilihat torsi meningkat dari rasio pitch 80 mm ke 120 mm, mencapai nilai maksimum sebesar 0,90 Nm. Namun, pada rasio pitch 160 mm, torsi menurun menjadi 0,80 Nm. Penurunan ini kemungkinan disebabkan oleh penyesuaian energi kinetik aliran air yang kurang efisien pada pitch yang lebih besar. Hal ini menunjukkan bahwa rasio pitch 120 mm memberikan hasil optimal dalam menghasilkan torsi pada turbin ulir Archimedes (Lubitz, 2014) (Khurana & Kumbhar, 2020)..

Efisiensi Turbin

Hubungan efisiensi dengan rasio pitch turbin *archimedes screw* pada penelitian ini seperti yang terlihat dalam gambar 6.



Gambar 6. Grafik Hubungan Antara Rasio Pitch Dengan Efisiensi

Pada gambar 6 dapat dilihat nilai efisiensi pada masing-masing variasi rasio pitch sebesar 0,8, 1,2, dan 1,6. Menghasilkan nilai efisiensi sebesar 16,78 %, 19,54 % dan 22,61 %. Terjadi peningkatan nilai efisiensi ini disebabkan karena kecepatan yang semakin tinggi sesuai dengan membesarnya jarak pitch yang membuat puratan poros meningkat dan besarnya daya yang dihaslkan dari putaran poros turbin yang menggerakkan generator juga meningkat, dengan efisiensi tertinggi di variasi rasio pitch 1,6 dengan nilai efisiensi 22,61 %.

Pada gambar 6 grafik menunjukkan bahwa efisiensi meningkat seiring dengan bertambahnya rasio pitch. Rasio pitch 160 mm memberikan efisiensi tertinggi sebesar 22,61%, menunjukkan bahwa turbin dengan rasio pitch ini lebih optimal dalam mengonversi energi hidrolis menjadi energi listrik. Tren peningkatan efisiensi ini mungkin disebabkan oleh desain geometri pitch yang lebih besar, yang memaksimalkan penggunaan aliran air untuk menghasilkan daya (Rorres, 2000) (Müller & Senior, 2009).

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian, pengaruh variasi rasio pitch terhadap kinerja turbin *archimedes screw*, didapatkan beberapa kesimpulan :

1. Dari hasil penelitian, pengaruh variasi rasio pitch terhadap kinerja turbin *archimedes screw*, dipengaruhi oleh beberapa parameter yakni putaran poros maksimum, terjadi pada turbin ulir senilai 484 rpm dan daya output maksimum terjadi pada turbin *archimedes screw* sebesar 4,114 watt. Torsi maksimum terjadi pada turbin ulir sebesar 0,90 Nm dengan variasi debit air dari *weir meter* 0,004429 m^3/s.
2. Masing-masing variasi rasio pitch 0,8, 1,2, 1,6 masing-masing menghasilkan daya generator sebesar 3,053 Watt, 3,555 Watt, dan 4,114 Watt. Sehingga didapatkan hasil pengukuran dengan voltase terbesar pada rasio pitch 1,6 dengan daya *output* generator sebesar 4,114 Watt.
3. Efesiensi terbaik terjadi pada rasio pitch 1,6 dengan nilai efisiensi sebesar 22,61% dengan variasi debit air 0,004429 m^3/s.

REFERENSI

Khamdi, N., & Akhyan, A. (2016). Efesiensi daya pada turbin screw dengan 3 lilitan terhadap jarak pitch. *Jurnal ELEMENTER (Elektro dan Mesin Terapan)*, *2*(2), 24-31.

Khurana, A., & Kumbhar, P. M. (2020). "Performance analysis of Archimedes screw turbine for small-scale hydroelectric applications." *Renewable Energy Journal*, 145, 1235–1247.

Lubitz, W. D., Lyons, C., & Simmons, S. (2014). "Performance model of Archimedes screw hydro turbine with variable geometry." *Energy for Sustainable Development*, 19, 35-42.

Lubitz, W. D. (2014). "Impact of head and flow on the performance of Archimedes screw turbines." *Renewable Energy*, 64, 123-131.

Lyons, M. (2014). *Lab testing and modeling of Archimedes screw turbines* (Doctoral dissertation, University of Guelph).

Müller, G., & Senior, J. (2009). "Simplified theory of Archimedean screws." *Journal of Hydraulic Research*, 47(5), 666-669.

Putra, I.G.W., A.I. Weking, L. Jasa. 2018. Analisa Pengaruh Tekanan Air terhadap Kinerja PLTMH dengan menggunakan Turbin Archimedes Screw. Majalah Ilmiah Teknologi Elektro. 17(3) : 385-392.

Rorres, C. (2000). "The Turn of the Screw: Optimal Design of an Archimedes Screw." *Journal of Hydraulic Engineering*, 126(1), 72-80.

Saefudin, E., T. Kristyadi, M. Rifki, & S. Arifin. (2017). Turbin Screw Untuk Pembangkit Listrik Mikrohidro Ramah Lingkungan. Jurnal Rekayasa Hijau. 1(3): 233-244.

Saleh, Z., & M. F. Syafitra. 2016. Analisis Perbandingan Daya pada Saluran Pembawa untuk Suplai Turbin Ulir Archimdes. Simposium Nasiona Teknologi Terapan (SNTT). 4:132-138.

Subandono, A. (2012). Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH). Universitas Pawyatan Daha Kediri .

Syahputra, T. M., Syukri, M., & Sara, I. D. (2017). Rancang Bangun Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hydro dengan menggunakan Turbin Ulir. KITEKTRO: Jurnal Online Teknik Elektro, 2 (1), 16–22.

Yandra, F. E., & Djufri, S. U. (2020). Studi Awal Pemanfaatan Turbin Screw pada Aliran Sungai Kecil di Kota Jambi. *Journal of Electrical Power Control and Automation (JEPCA)*, *2*(2), 29-32.