ANALISIS EFISIENSI DAYA DAN TORSI TURBIN SINGLE SCREW PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO MINI DI IRIGASI CARIU

[1*]Arief Rafi Faisal, [2]Riki Effendi
[1,2]Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jakarta
*ariefrafi99@gmail.com

Abstrak

Penelitian PLTMH menggunakan turbin Archimedes screw dilakukan untuk menganalisis lebih lanjut efisiensi daya dan torsi pada turbin. Metode penelitian yang digunakan yaitu pengujiaan eksperimental dengan memanfaatkan saluran irigasi desa cariu sebagai tempat pengujian pada alat PLTMH (Pembangkit Listrik MikroHidro) menggunakan turbin *Archimedes screw*. Penelitian ini menggunakan beberapa parameter pengukuran seperti variabel kecepatan aliran rata-rata, ketinggian air yang mengalir pada saluran alat PLTMH, dan daya keluaran yang dihasilkan. Pengujian eksperimental pada alat PLTMH menggunakan turbin *Archimedes Screw* dilakukan pada tiga variasi sudut kemiringan poros 15°, 25°, 35° dan kecepatan aliran rata-rata 0.05 m/s, 0.15 m/s dan 0.25 m/s. keluaran dari penelitian ini yaitu debit aliran air, torsi, energi hidrolis, serta efisiensi daya yang dihasilkan oleh turbin Archimedes screw dengan memberikan korelasi hubungan antara bilangan Reynolds dan putaran turbin. Hasil dari pengujian tersebut menunjukkan bahwa kondisi sudut kemiringan poros 35° pada kecepatan aliran rata-rata 0.05 m/s didapatkan efisiensi daya sebesar 19% bilangan Reynolds yang dihasilkan berkisar 66245.75. Dari hasil penelitian ini menunjukkan bahwa meningkatnya kecepatan aliran rata-rata dan sistem pada geometri turbin memberikan kontribusi yang signifikan terhadap daya keluaran, torsi poros turbin yang dihasilkan serta efisiensi daya. Hasil ini memberikan pentingnya pemahaman mengenai pengaruh efisiensi daya turbin dan torsi putaran poros turbin pada bilangan Reynolds dan putaran RPM pada PLTMH menggunakan Turbin Archimedes screw untuk mencapai performa yang optimal.

Kata kunci : *PLTMH, Archimedes Screw, Turbin, Efisiensi Daya*

Abstract

This study investigates a Micro-Hydropower Plant (MHP) using an Archimedes screw turbine to further analyze the turbine's power efficiency and torque performance. The research employed an experimental testing method by utilizing an irrigation channel in Cariu Village as the testing site for the Micro-Hydropower Plant equipped with an Archimedes screw *turbine. Several measurement parameters were considered, including average flow velocity, water level in the MHP channel, and the generated output power. Experimental testing of the MHP system was conducted at three shaft inclination angles of 15°, 25°, and 35°, with average flow velocities of 0.05 m/s, 0.15 m/s, and 0.25 m/s. The outputs analyzed in this study include water discharge, torque, hydraulic energy, and turbine power efficiency, as well as the correlation between the Reynolds number and turbine rotational speed. The experimental results showed that, at a shaft inclination angle of 35° and an average flow velocity of 0.05 m/s, the power efficiency reached 19%, with a Reynolds number of approximately 66,245.75. The findings indicate that variations*

in average flow velocity and turbine geometry significantly affect the generated output power, turbine shaft torque, and power efficiency. These results highlight the importance of understanding the relationship between turbine power efficiency, shaft torque, Reynolds number, and rotational speed (RPM) in Micro-Hydropower Plants using Archimedes screw turbines in order to achieve optimal performance.
Keywords: Micro-Hydropower Plant, Archimedes Screw, Turbine, Power Efficiency

Jejak Artikel
Upload artikel : 30 Juni 2026
Revisi : 15 Juli 2025
Publish : 31 Juli 2026

1. PENDAHULUAN

Energi listrik merupakan sumber daya energi yang sangat dibutuhkan dalam kehidupan masyarakat sehari-hari, dan kebutuhan energi listrik hingga saat ini semakin tinggi seiring dengan meningkatnya kebutuhan masyarakat, namun saat ini sumber daya energi listrik yang digunakan masih didapatkan melalui sumber daya alam fosil seperti BBM (Bahan Bakar Minyak) serta sumber daya mineral batubara, hanya saja jumlah ketersediaan sumber energi berbahan bakar fosil sangat terbatas. untuk mengatasi masalah menipisnya ketersediaan sumber energi fosil, energi terbarukan seperti energi matahari, angin, biomassa, dan air menjadi solusi pemanfaatan energi baru terbarukan (Wahyudi et al., 2022).

Dalam penelitian Djoko Wahyudi et al., (2022) Sumber daya energi air dapat dimanfaatkan menjadi energi listrik berupa PLTA (Pembangkit Listrik Tenaga Air) maupun PLTMH (Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro), kedua pembangkit tersebut memiliki perbedaan dari segi kapasitas *Output* yang dihasilkan, PLTMH memiliki keluaran yang dihasilan lebih sedikit bila dibandingkan dengan PLTA. Pemilihan PLTA ataupun PLTMH dapat disesuaikan dengan kapasitas ketersediaan air didaerah tersebut. PLTMH telah dimanfaatkan beberapa tempat khususnya pada wilayah aliran sungai, danau, air terjun maupun bendungan saluran irigasi. PLTMH termasuk merupakan pembangkit listrik energi terbarukan dan teknologi yang ramah lingkungan, sebab PLTMH banyak dipilih oleh masyarakat karena mudah dioperasikan, mudah dalam perawatan, dan dari segi ekonomi biaya operasi dan perawatannya cukup murah.

PLTMH dalam skala kecil memiliki komponen utama dalam pembangkit listrik yaitu turbin. Beragam jenis turbin yang digunakan untuk pembangkit listrik mikrohidro, salah satunya yaitu turbin *screw*. Turbin *Archimedes Screw* atau dengan nama istilah yang disebut sebagai turbin ulir merupakan teknologi pompa yang digunakan sejak zaman kuno yang memiliki desain konstruksinya terdiri dari beberapa sudu berbentuk heliks yang terpasang pada poros fungsinya sebagai bucket bergerak untuk membawa air ke

atas, kemudian seiring perkembangan waktu dan kebutuhan sumber energi air, turbin *screw* dapat dimanfaatkan sebagai penggerak untuk memutarkan generator pembangkit listrik mikrohidro (I Gede Widyana Putra et al., 2018).

Pada penelitian sebelumnya (Putra et al., 2018) PLTMH digunakan untuk skala prototipe sehingga pengujian kinerja pada turbin *screw* dibutuhkan pompa untuk mengalirkan air agar dapat menggerakkan turbin *screw*, dan memiliki panjang turbin sebelumnya 150 cm, hanya saja efisiensi daya yang dihasilkan lebih rendah.

Maka dari itu, penelitian ini perlu merancang sebuah alat Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro dengan skala kecil untuk dilakukan pengujian dengan memanfaatkan daerah yang memiliki aliran air seperti saluran irigasi dengan beberapa jenis variabel. setelah dilakukan pengujian, hasil pengujian dianalisa untuk melihat besar efisiensi daya dan tekanan air yang dihasilkan oleh turbin *screw* terhadap pengaruh torsi putaran turbin.

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental dengan pendekatan kuantitatif untuk menganalisis efisiensi daya Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) skala mini menggunakan turbin tipe *Single Archimedes Screw*. Penelitian dilaksanakan melalui tahapan studi literatur, observasi lapangan, perancangan alat, pengujian eksperimen, serta analisis data. Pengujian dilakukan pada saluran irigasi Cariu, Kabupaten Bogor, sedangkan proses pengolahan data dan penyusunan laporan dilakukan di Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta. Sistem PLTMH yang diuji terdiri atas turbin *Archimedes Screw*, generator tiga fasa, transmisi sprocket, sistem kontrol berbasis Arduino Uno dan NodeMCU, serta instrumen pengukuran berupa flowmeter, tachometer, dan inverter.

Pengujian dilakukan dengan memvariasikan dua variabel bebas, yaitu sudut kemiringan poros turbin sebesar 15°, 25°, dan 35°, serta kecepatan aliran air sebesar 0,05 m/s, 0,15 m/s, dan 0,25 m/s. Variabel terikat yang diamati meliputi torsi poros turbin, daya hidrolis, daya keluaran turbin, dan efisiensi daya turbin. Data primer diperoleh melalui pengukuran langsung terhadap kecepatan aliran air, putaran turbin, dan daya listrik yang dihasilkan generator pada setiap kombinasi variabel pengujian. Seluruh pengujian dilakukan dengan prosedur yang sama agar hasil yang diperoleh bersifat konsisten dan dapat dibandingkan.

Data hasil pengujian selanjutnya dianalisis secara kuantitatif menggunakan persamaan teoritis yang meliputi perhitungan debit aliran, bilangan Reynolds, daya hidrolis, torsi poros turbin, dan efisiensi daya turbin. Debit aliran dihitung berdasarkan kecepatan rata-rata aliran dan luas penampang saluran, sedangkan daya hidrolis dihitung menggunakan parameter debit, massa jenis air, percepatan gravitasi, dan tinggi jatuh

air. Efisiensi turbin diperoleh dari perbandingan antara daya keluaran turbin terhadap daya hidrolis. Hasil analisis kemudian disajikan dalam bentuk tabel dan grafik untuk mengevaluasi pengaruh variasi sudut kemiringan poros dan kecepatan aliran terhadap kinerja serta efisiensi PLTMH menggunakan turbin *Single Archimedes Screw*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Kontur Irigasi

Pengujian Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) menggunakan turbin *Archimedes single screw* dilakukan secara eksperimental di saluran irigasi Cariu, Kabupaten Bogor. Penelitian diawali dengan pengukuran karakteristik saluran irigasi untuk memperoleh parameter hidrolik, meliputi diameter hidrolik (*hydraulic diameter*, (D_h)) dan debit aliran air ((Q)). Pengujian dilakukan dengan memvariasikan sudut kemiringan poros turbin sebesar 15°, 25°, dan 35°, serta kecepatan aliran air sebesar 0,05 m/s, 0,15 m/s, dan 0,25 m/s. Data hasil pengukuran digunakan untuk menganalisis kinerja sistem PLTMH melalui perhitungan torsi poros turbin, daya atau energi hidrolis, serta efisiensi daya turbin pada setiap kondisi pengujian. Sebelum analisis kinerja dilakukan, karakteristik geometris saluran irigasi sebagai lokasi pengujian diidentifikasi melalui pengukuran kontur dan dimensi saluran untuk menentukan parameter hidrolik yang digunakan dalam perhitungan.

Tabel 1. Parameter ukuran pada irigasi

Parameter	Nilai
Lebar (m)	0.8
Tinggi (m)	0.9
Jarak Pengujian, *L* (m)	4

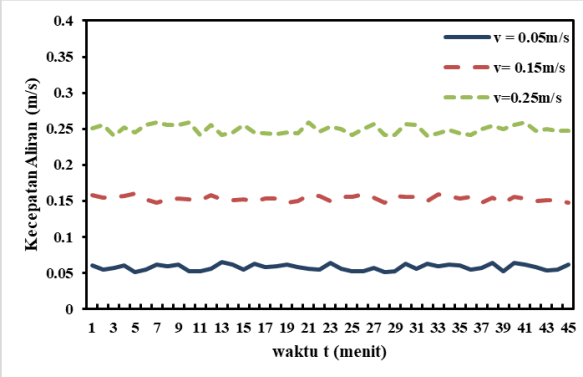
Tabel 1 menunjukkan hasil pengukuran dimensi saluran irigasi yang digunakan sebagai lokasi pengujian eksperimental PLTMH dengan turbin *Archimedes Single Screw*. Pengukuran dilakukan secara langsung menggunakan meteran untuk memperoleh parameter lebar, tinggi, dan panjang area pengujian. Data dimensi tersebut digunakan untuk menentukan tinggi muka air (*head*, (H)) pada setiap variasi sudut kemiringan poros turbin, yaitu 15°, 25°, dan 35°. Nilai *head* yang diperoleh menjadi dasar dalam perhitungan debit aliran, *head* total, serta daya hidrolis ((P_{in})) yang tersedia sebagai masukan bagi turbin. Selanjutnya, Tabel 2 menyajikan sifat karakteristik air (*material properties*) yang digunakan sebagai parameter dalam analisis, meliputi massa jenis dan viskositas fluida berdasarkan studi literatur. Parameter tersebut digunakan dalam perhitungan bilangan Reynolds dan daya hidrolis untuk mengevaluasi pengaruh variasi kecepatan aliran 0,05 m/s, 0,15 m/s, dan 0,25 m/s terhadap kinerja turbin *Archimedes Single Screw*.

Tabel 2. Material properties air

No.	Material Properties Air 27°	Nilai
1.	Viskositas Air, μ (kg/m.s)	0,00058
2.	Massa Jenis Air, ρ (kg/m^3).	1000
3.	Percepatan Gravitasi, g (m/s^2).	9.81

Berdasarkan hasil pengukuran kecepatan aliran menggunakan *flowmeter* selama 15 kali pengujian pada setiap variasi sudut kemiringan poros 15°, 25°, dan 35°, diperoleh bahwa kecepatan aliran relatif stabil pada setiap kondisi pengujian. Pada kecepatan aliran rata-rata 0,05 m/s, hasil pengukuran berkisar antara 0,051–0,064 m/s. Selanjutnya, pada kondisi kecepatan aliran rata-rata 0,15 m/s diperoleh

nilai berkisar 0,147–0,160 m/s, sedangkan pada kondisi kecepatan aliran rata-rata 0,25 m/s kecepatan yang terukur berada pada rentang 0,240–0,259 m/s. Perbedaan nilai yang relatif kecil menunjukkan bahwa aliran selama pengujian cukup stabil sehingga dapat digunakan sebagai dasar analisis terhadap parameter kinerja turbin. Seluruh hasil pengukuran tersebut kemudian divisualisasikan dalam bentuk grafik pada Gambar 1 untuk memperlihatkan perubahan kecepatan aliran selama waktu pengujian.



Gambar 1 Grafik perbandingan kecepatan aliran rata-rata yang dihasilkan pada waktu pengujian

Gambar 1 merupakan grafik perbandingan kecepatan aliran rata-rata selama waktu pengujian total 45 menit pada kondisi kecepatan aliran rata-rata 0.05 m/s, 0.15 m/s dan 0.25 m/s pada kondisi sudut kemiringan poros 15°, 25° dan 35°. pada grafik tersebut, kecepatan aliran air pada kondisi 0.25 m/s didapatkan lebih besar selama waktu pengujian, sementara pada kondisi kecepatan 0.05 m/s didapatkan kecepatan rata-rata lebih rendah pada kondisi sudut kemiringan poros 15°, 25° dan 35°, namun dari ketiga perbedaan kecepatan aliran rata-rata air tersebut terjadi pola tren fluktuasi selama waktu pengujian, hal tersebut dikarenakan kondisi aliran sungai yang menyebabkan kondisi kecepatan aliran rata-rata menjadi naik turun seiring waktu pengujian.

Bilangan Reynolds

Kecepatan pada aliran pada air berbanding lurus dengan bilangan Reynolds. Sehingga semakin tinggi kecepatan aliran air yang mengalir, maka semakin besar bilangan Reynolds. Persamaan 4.1 merupakan rumus yang digunakan untuk menghitung bilangan Reynolds (Rorres, 2012).

$$R_e = \frac{\rho.v.Dh}{\mu}$$

Keterangan:
Re = Bilangan Reynolds
ρ = Massa Jenis Air (kg/m^3)
D_h = Diameter Hidrolik (m)
μ = Viskositas Air (kg/m.s)

Fungsi dari diameter hidrolik digunakan untuk menggambarkan aliran fluida kedalam saluran yang tidak berbentuk lingkaran secara sempurna, pada penelitian ini aliran air yang mengalir ke saluran irigasi, memiliki kontur geometri seperti persegi panjang, sehingga rumus persamaan pada diameter hidrolik dapat digunakan persamaan berikut (Rorres, 2012).

$$D_h = \frac{4.A}{P}$$

Keterangan:
D_h = Diameter Hidrolik (m)
A = Luas Penampang aliran (m)
P = Keliling Basah Saluran (m)

Untuk luas penampang aliran digunakan persamaan berikut:

$$A = L.H$$

Keterangan:
A = Luas Penampang aliran (m)
L = Lebar saluran irigasi (m)
H = Ketinggian Air (m)

Sehingga rumus 4.2 digunakan untuk menghitung diameter hidrolik pada kondisi

kecepatan aliran 0.05 m/s

$$D_h = \frac{4.0.8\ m.0.291m}{1.382\ m}$$

= 0.673806 m

Setelah dilakukan perhitungan pada kondisi kecepatan 0.05m/s, didapatkan hasil perhitungan secara rinci diameter hidrolik pada kondisi kecepatan 0.05 m/s, 0.15 m/s dan 0.25 m/s.

Berdasarkan hasil perhitungan diameter hidrolik pada variasi kecepatan aliran rata-rata 0,05 m/s, 0,15 m/s, dan 0,25 m/s dengan sudut kemiringan poros 15°, 25°, dan 35°, diperoleh bahwa diameter hidrolik meningkat seiring bertambahnya kecepatan aliran. Pada kecepatan aliran 0,05 m/s, diameter hidrolik berkisar antara 0,615385–0,711111 m. Selanjutnya, pada kecepatan aliran 0,15 m/s diperoleh diameter hidrolik sebesar 0,779487–0,827986 m, sedangkan pada kecepatan aliran 0,25 m/s nilai diameter hidrolik berkisar antara 0,911828–0,946939 m. Perbedaan nilai diameter hidrolik dipengaruhi oleh perubahan tinggi muka air selama pengujian, sehingga memengaruhi luas penampang aliran. Hasil perhitungan diameter hidrolik tersebut selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam menghitung bilangan Reynolds untuk menentukan karakteristik aliran pada setiap kondisi pengujian.

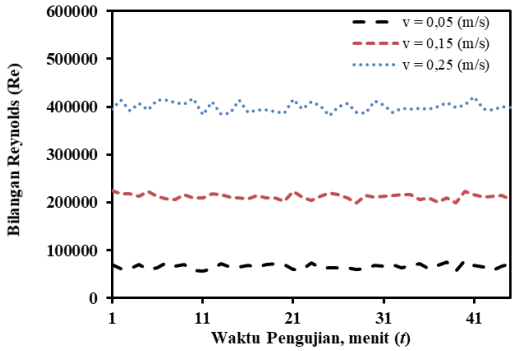
Pada variasi kondisi kecepatan aliran 0.05 m/s, 0.15 m/s dan 0.25 m/s, bilangan Reynolds tentunya semakin besar karena pengaruh besarnya nilai pada kondisi kecepatan aliran, sehingga gaya inersia mendominasi pada aliran air. Sehingga kondisi tersebut cenderung turbulen. Pada nilai Reynolds (R_e) yang tinggi, nilai efisiensi cenderung menurun dikarenakan kehilangan energi akibat terjadinya turbulensi yang meningkat sehingga daya output dapat menurun meskipun debit aliran (Q) tinggi. Pada persamaan 4.1 digunakan untuk menghitung bilangan Reynolds pada kondisi kecepatan aliran rata-rata 0.05 m/s.

$$R_e = \frac{1000\left(\frac{kg}{m^3}\right).0.06\left(\frac{m}{s}\right).0.67381(m)}{0.00058\left(\frac{kg}{m}.s\right)}$$

= 69704.1

Berdasarkan pada hasil perhitungan, didapatkan hasil perhitungan bilangan Reynolds pada kondisi kecepatan aliran fluida 0.05 m/s didapatkan bilangan Reynolds sebesar 69704.1, setelah dilakukan perhitungan bilangan Reynolds, hasil perhitungan diatas dirincikan hasil perhitungan bilangan Reynolds pada kondisi kecepatan fluida 0.05 m/s, 0.15m/s dan 0.25 m/s.

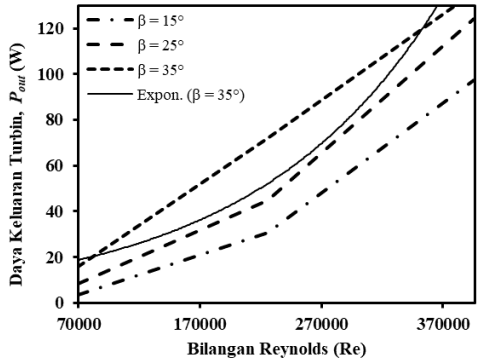
Berdasarkan hasil perhitungan bilangan Reynolds pada variasi kecepatan aliran rata-rata 0,05 m/s, 0,15 m/s, dan 0,25 m/s dengan sudut kemiringan poros 15°, 25°, dan 35°, diperoleh bahwa nilai bilangan Reynolds meningkat seiring bertambahnya kecepatan aliran. Pada kecepatan aliran 0,05 m/s, bilangan Reynolds berkisar antara 55.846,28–78.467,43. Selanjutnya, pada kecepatan aliran 0,15 m/s nilainya meningkat menjadi 198.884,30–225.554,70, sedangkan pada kecepatan aliran 0,25 m/s diperoleh nilai tertinggi, yaitu berkisar antara 381.319,00–421.060,70. Hasil tersebut menunjukkan bahwa peningkatan kecepatan aliran menyebabkan gaya inersia semakin dominan sehingga nilai bilangan Reynolds meningkat dan aliran cenderung berada pada kondisi turbulen. Seluruh hasil perhitungan tersebut kemudian divisualisasikan dalam bentuk grafik untuk memperlihatkan perubahan bilangan Reynolds pada setiap variasi kecepatan aliran selama waktu pengujian.



Gambar 2. Grafik hubungan Bilangan Reynolds terhadap variasi kondisi kecepatan aliran rata-rata

Gambar 2 merupakan grafik hubungan bilangan Reynolds terhadap pengaruh kondisi kecepatan aliran rata-rata 0.05 m/s, 0.15 m/s dan 0.25 m/s pada kondisi sudut kemiringan poros 15°, 25° dan 35°, pada grafik tersebut memiliki pola yang sama pada grafik aliran kecepatan rata-rata, bahwa kondisi kecepatan aliran rata-rata 0.25 m/s memiliki bilangan Reynolds lebih besar bila dibandingkan dengan kondisi kecepatan 0.05 m/s, dan pada kondisi tersebut terjadi pola naik turun pada kondisi waktu pengujian. Terjadinya tren naik turun pada bilangan Reynolds tersebut yaitu dipengaruhi oleh kecepatan aliran-rata yang dihasilkan selama waktu pengujian dan nilai ketinggian air *H* yang naik turun pada saat pengujian yang mempengaruhi diameter hidrolis pada air yang mengalir dari saluran irigasi ke turbin sehingga bilangan Reynolds menyebabkan terjadinya naik dan turun selama waktu pengujian. Berdasarkan dari nilai bilangan reynold pada kondisi kecepatan 0.5 m/s 0.15 m/s dan 0.25 m/s, memiliki sifat aliran turbulen, dikarenakan bilangan Reynolds yang dihasilkan melebihi > 2000, faktor terjadinya fenomena turbulen pada sifat aliran tersebut yaitu dipengaruhi beberapa faktor diantaranya, kecepatan aliran rata-rata (*v*), sifat karakteristik dari fluida (massa jenis, viskositas, dan percepatan gravitasi), ataupun pengaruh dari geometri pada saluran air (D_h) atau Diameter hidrolis.

Daya keluaran turbin merupakan daya listrik yang dihasilkan generator akibat putaran turbin selama proses pengujian. Berdasarkan hasil pengukuran pada variasi kecepatan aliran rata-rata 0,05 m/s, 0,15 m/s, dan 0,25 m/s dengan sudut kemiringan poros 15°, 25°, dan 35°, diperoleh bahwa daya keluaran meningkat seiring bertambahnya bilangan Reynolds. Pada kecepatan aliran 0,05 m/s, daya keluaran berkisar antara 1,90–16,76 W, sedangkan pada kecepatan 0,15 m/s meningkat menjadi 28,50–79,10 W. Daya keluaran tertinggi diperoleh pada kecepatan aliran 0,25 m/s, yaitu berkisar antara 96,00–140,00 W. Hasil tersebut menunjukkan bahwa semakin besar kecepatan aliran dan bilangan Reynolds, semakin besar pula daya yang dihasilkan generator akibat meningkatnya putaran turbin. Seluruh hasil pengukuran kemudian divisualisasikan dalam bentuk grafik untuk memperlihatkan hubungan antara daya keluaran turbin dan bilangan Reynolds pada setiap variasi kecepatan aliran.



Gambar 3. Grafik hubungan antara daya keluaran turbin terhadap bilangan reynolds pada pengaruh variasi kemiringan poros

Gambar 3 menunjukkan bahwa daya keluaran turbin meningkat seiring bertambahnya bilangan Reynolds. Daya tertinggi diperoleh pada sudut kemiringan poros 35°, yaitu sekitar 14,84 W pada kecepatan aliran 0,05 m/s dan meningkat hingga 140 W pada kecepatan 0,25 m/s. Sebaliknya, sudut kemiringan 15° menghasilkan daya terendah, yaitu 2,32 W

pada kecepatan 0,05 m/s dan mencapai sekitar 100 W pada kecepatan 0,25 m/s. Peningkatan daya keluaran dipengaruhi oleh bertambahnya kecepatan aliran dan tinggi muka air yang meningkatkan energi aliran untuk memutar turbin sehingga daya generator yang dihasilkan semakin besar.

Hubungan Debit Aliran Air Terhadap Bilangan Reynolds

Pada poin ini, debit aliran air berkontribusi untuk mengetahui seberapa besar energi hidrolis dihasilkan ketika aliran air tersebut mampu memutarkan turbin *Archimedes screw*, dengan melibatkan ketinggian air dan luas penampang saluran, maka persamaan 4.4 digunakan untuk mendefinisikan rumus pada debit aliran air (Suwoto et al., 2021).

$$Q = A.v$$

Keterangan:

A = Luas penampang aliran (m^2)

v = Kecepatan aliran (m/s)

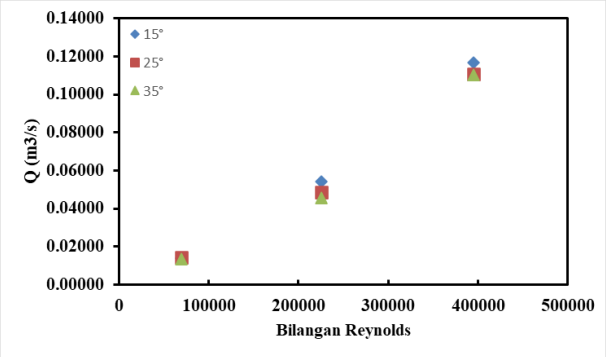
setelah diketeahui rumus persamaan debit aliran air, maka kondisi kecepatan rata-rata 0.05 m/s pada sudut kemiringan poros 15° dapat dihitung.

$$Q = 0.291\ (m).0.8\ (m).0.06\ (\frac{m}{s})$$

$= 0.013968\ m^3/s$

Setelah dilakukan perhitungan, hasil perhitungan debit aliran pada kondisi kecepatan aliran rata-rata 0.05 m/s, 0.15 m/s dan 0.25 m/s variasi sudut kemiringan poros 15°, 25° dan 35°.

Berdasarkan hasil perhitungan debit aliran air pada variasi sudut kemiringan poros 15°, 25°, dan 35° dengan kecepatan aliran rata-rata 0,05 m/s, 0,15 m/s, dan 0,25 m/s, diperoleh bahwa debit aliran meningkat seiring bertambahnya kecepatan aliran. Pada kecepatan aliran 0,05 m/s, debit aliran berkisar antara 0,01061–0,01638 m³/s. Selanjutnya, pada kecepatan aliran 0,15 m/s diperoleh debit aliran sebesar 0,04511–0,05423 m³/s, sedangkan pada kecepatan aliran 0,25 m/s debit aliran mencapai 0,10373–0,11893 m³/s. Hasil tersebut menunjukkan bahwa semakin tinggi kecepatan aliran, semakin besar debit air yang mengalir menuju turbin. Seluruh hasil perhitungan debit aliran kemudian divisualisasikan dalam bentuk grafik untuk memperlihatkan hubungan antara debit aliran dan bilangan Reynolds pada setiap variasi kecepatan aliran dan sudut kemiringan poros.



Gambar 4. Grafik Hubungan antara Debit aliran air dengan bilangan Reynolds

Gambar 4 menunjukkan bahwa debit aliran air meningkat seiring bertambahnya bilangan Reynolds. Debit aliran terendah diperoleh pada sudut kemiringan 15°, sedangkan debit tertinggi sebesar 0,11016 m³/s diperoleh pada sudut kemiringan 35° dengan kecepatan aliran 0,25 m/s. Hasil ini menunjukkan bahwa semakin tinggi kecepatan aliran dan tinggi muka air, semakin besar debit aliran yang mengalir ke turbin.

Hubungan Energi Hidrolis Terhadap Bilangan Reynolds

Energi hidrolis pada turbin *Archimedes screw* tentunya memiliki pengaruh terhadap energi potensial gravitasi yang dimiliki oleh fluida dan energi kinetic untuk menggerakkan turbin, sehingga energi potensial yang dimiliki dari aliran air tersebut menjadi sumber utama pada daya yang dimanfaatkan oleh turbin untuk menghasilkan energi mekanis, yang kemudian

dikonversi menjadi energi listrik. Maka persamaan 4.4 digunakan untuk menggambarkan energi hidrolis pada turbin *Archimedes screw* (Bouvant et al., 2021).

$$P_{in} = \rho . Q . g . H_{ef}$$

Keterangan:
P_{in} = Energi Hidrolis (W)
ρ = Densitas Air (kg/m^3)
Q = Debit Aliran Air (m^3/s)
g = Percepatan Gravitasi (9.81 m/s^2)
H_{ef} = Head Efektif (m)

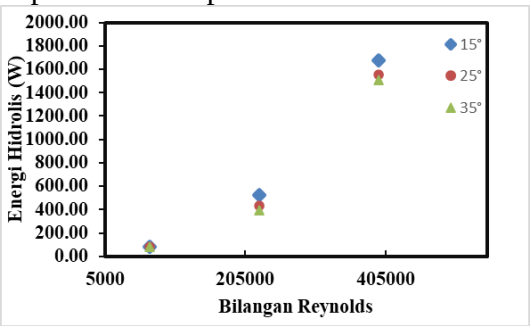
Dari persamaan 4.4 daya hidrolis pada masing-masing variabel kecepatan aliran rata-rata memiliki pola perhitungan yang sama, dibawah ini merupakan hasil perhitungan daya hidrolis pada kondisi kecepatan 0.05 m/s.

$$P_{in} = 1000 \left(\frac{kg}{m^3}\right) . 0{,}013968 \left(\frac{m^3}{s}\right) . 9.81 \left(\frac{m}{s^2}\right) . 0.291(m)$$

= 82.16879 W

Berdasarkan pada hasil perhitungan, didapatkan hasil energi hidrolis pada kondisi kecepatan aliran rata-rata 0.05 m/s pada kondisi kemiringan poros 15° yaitu sebesar 82.16879 W. setelah dilakukan perhitungan energi hidrolis.

Berdasarkan hasil perhitungan energi hidrolis pada variasi kecepatan aliran rata-rata 0,05 m/s, 0,15 m/s, dan 0,25 m/s dengan sudut kemiringan poros 15°, 25°, dan 35°, diperoleh bahwa energi hidrolis meningkat seiring bertambahnya kecepatan aliran dan bilangan Reynolds. Pada kecepatan aliran 0,05 m/s, energi hidrolis berkisar antara 54,453–106,094 W. Selanjutnya, pada kecepatan aliran 0,15 m/s diperoleh energi hidrolis sebesar 384,760–521,550 W, sedangkan pada kecepatan aliran 0,25 m/s energi hidrolis meningkat secara signifikan menjadi 1.384,780–1.723,300 W. Hasil tersebut menunjukkan bahwa semakin besar kecepatan aliran dan bilangan Reynolds, semakin besar energi hidrolis yang tersedia untuk menggerakkan turbin. Seluruh hasil perhitungan kemudian divisualisasikan dalam bentuk grafik untuk memperlihatkan hubungan antara energi hidrolis dan bilangan Reynolds pada setiap variasi kecepatan aliran.



Gambar 5. Grafik hubungan energi hidrolis terhadap bilangan reynolds pada kondisi variasi kecepatan aliran dan kemiringan poros

Gambar 5 menunjukkan hubungan antara energi hidrolis dan bilangan Reynolds pada variasi kecepatan aliran dan sudut kemiringan poros. Energi hidrolis tertinggi diperoleh pada sudut kemiringan 15° dengan kecepatan aliran 0,25 m/s, yaitu sebesar 1.679,87 W pada bilangan Reynolds 414.260,91, sedangkan pada sudut 35° diperoleh energi hidrolis sebesar 1.511,8 W dengan bilangan Reynolds 404.108,58. Hasil ini menunjukkan bahwa semakin besar bilangan Reynolds, energi hidrolis cenderung meningkat karena dipengaruhi oleh debit aliran, tinggi efektif air, dan energi aliran yang tersedia untuk memutar turbin.

Hubungan Torsi Poros Turbin

Torsi poros turbin merupakan momen gaya yang menyebabkan turbin *Archimedes screw* berputar, torsi dihasilkan oleh gaya hidrolis pada air yang bekerja pada sudu atau mekanisme turbin, sehingga besarnya torsi mempengaruhi kecepatan sudut secara tidak langsung, karena torsi menentukan daya mekanik yang dapat dihasilkan untuk setiap putaran turbin. Maka persamaan 4.5 dapat didefinisikan untuk menggambarkan pada torsi poros pada turbin (Bouvant et al., 2021).

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

Keterangan:
T = Torsi (Nm)
P_{in} = Energi Hidrolis (W)
n = Putaran Turbin (RPM)

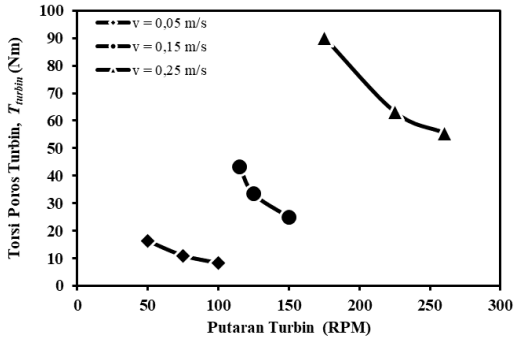
Dari persamaan 4.5 rumus torsi pada masing-masing variabel kecepatan aliran rata-rata memiliki pola perhitungan yang sama, dibawah ini merupakan hasil perhitungan daya hidrolis pada kondisi kecepatan 0.05 m/s.

$$T = \frac{82.1688\ (W)}{\frac{2.3.14.53\ (RPM)}{60}}$$

= 14.8123 Nm

Setelah dilakukan perhitungan, hasil dari pada perhitungan torsi pada poros turbin pada kondisi kecepatan aliran 0.5 m/s, 0.15 m/s dan 0.25 m/s.

Berdasarkan hasil perhitungan torsi poros turbin pada variasi sudut kemiringan poros 15°, 25°, dan 35° dengan kecepatan aliran rata-rata 0,05 m/s, 0,15 m/s, dan 0,25 m/s, diperoleh bahwa torsi meningkat seiring bertambahnya kecepatan aliran. Pada kecepatan aliran 0,05 m/s, torsi poros turbin berkisar antara 5,8766–17,3752 Nm dengan putaran turbin 46–98 RPM. Selanjutnya, pada kecepatan aliran 0,15 m/s torsi berkisar antara 24,4560–43,3640 Nm dengan putaran 108–155 RPM, sedangkan pada kecepatan aliran 0,25 m/s diperoleh torsi tertinggi, yaitu 52,8278–94,3789 Nm dengan putaran turbin 169–260 RPM. Hasil tersebut menunjukkan bahwa peningkatan kecepatan aliran mampu meningkatkan putaran turbin sehingga torsi yang dihasilkan pada poros turbin juga semakin besar. Seluruh hasil perhitungan tersebut kemudian divisualisasikan dalam bentuk grafik untuk memperlihatkan hubungan antara torsi poros turbin dan putaran turbin pada setiap variasi kecepatan aliran.



Gambar 6. Grafik hubungan torsi poros turbin terhadap pengaruh putaran turbin pada kondisi variasi kecepatan aliran rata-rata air

Gambar 6 menunjukkan hubungan antara torsi poros turbin dan putaran turbin pada variasi sudut kemiringan poros dan kecepatan aliran. Torsi tertinggi diperoleh pada kecepatan aliran 0,25 m/s dengan sudut kemiringan 15°, yaitu sebesar 90,17 Nm pada putaran sekitar 175 RPM, sedangkan torsi terendah diperoleh pada kecepatan 0,05 m/s sebesar 16,19 Nm pada putaran sekitar 50 RPM. Hasil ini menunjukkan bahwa semakin tinggi kecepatan aliran, putaran turbin dan torsi yang dihasilkan semakin besar sehingga turbin mampu menggerakkan generator dengan lebih efektif.

Hubungan Energi Mekanis Terhadap Pengaruh Putaran Turbin

Energi mekanis pada turbin tentu berpengaruh pada putaran poros turbin, sehingga energi mekanis yang dihasilkan pada poros turbin melibatkan torsi (T), dan kecepatan sudut (ω) sehingga persamaan 4.6 digunakan untuk mendefinisikan energi mekanis (P_s) pada poros turbin (Bouvant et al., 2021).

$$P_S = T\frac{2\pi n}{60}$$

Keterangan:
P_s = Energi Mekanis Turbin (W)
T = Torsi (Nm)
n = Putaran Turbin (RPM)

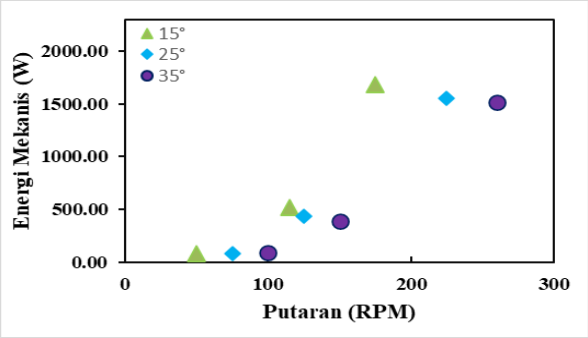
setelah diketahui rumus persamaan energi mekanis pada turbin, maka persamaan energi mekanis pada kondisi kecepatan aliran 0.05

m/s dapat dihitung.

$$P_S = 14.8123\ (Nm)\ \frac{2.3.14\ 53(RPM)}{60}$$

= 82.1688 W

Berdasarkan hasil perhitungan, didapatkan hasil energi mekanis pada kondisi kecepatan 0.05 m/s yaitu sebesar 82.1688 W. setelah dilakukan perhitungan, hasil perhitungan pada kondisi kecepatan 0.05 m/s, 0.15 m/s, dan 0.25 m/s.



Gambar 7. Grafik hubungan energi mekanis terhadap pengaruh putaran RPM pada kondisi kecepatan aliran air dan kemiringan poros

Gambar 7 menunjukkan adanya hubungan antara Energi mekanis dengan putaran RPM pada kondisi kecepatan aliran yang berbeda 0.05 m/s, 0.15 m/s, dan 0.25 m/s, dan variasi kemiringan poros 15°, 25° dan 35°. Gambar tersebut menunjukkan kondisi kemiringan poros 15° memiliki energi mekanis terendah yaitu 83.056 W pada kondisi 0.05 m/s dengan putaran yang dihasilkan berkisar 50 RPM, sementara itu pada kondisi kecepatan 0.25 m/s memiliki energi mekanis terbesar berkisar 1679.87 W dengan putaran yang dihasilkan mencapai 175 RPM, sedangkan pada variasi kemiringan poros 35° energi mekanis terendah berada pada kisaran 84.947 W dengan putaran yang dihasilkan sekitar 100 RPM pada kondisi kecepatan aliran rata-rata 0.05 m/s, sedangkan energi mekanis tertinggi dihasilkan pada kondisi kecepatan aliran rata-rata 0.25 m/s yaitu sekitar 1511.8 W dengan putaran yang dihasilkan berkisar 260 RPM. Berdasarkan dari grafik tersebut, pengaruh meningkatnya energi mekanis berdasarkan pada kondisi kecepatan aliran yaitu terdapat pada nilai torsi poros turbin (T) dan kecepatan sudut (ω) pada poros turbin, sehingga semakin besar torsi poros turbin dan kecepatan sudut yang dihasilkan, maka semakin besar juga energi mekanis yang dihasilkan. Pada grafik tersebut kecepatan sudut (ω) pada poros turbin dipengaruhi oleh putaran poros turbin (RPM) sehingga putaran poros turbin dapat mempengaruhi besarnya energi mekanis yang dihasilkan pada turbin *Archimedes screw* seiring besarnya kondisi kecepatan aliran rata-rata.

Hubungan Efisiensi Daya Turbin Dengan Bilangan Reynolds

Efisiensi daya pada turbin archimedes screw merupakan perbandingan antara daya keluaran yang dihasilkan oleh putaran generator dengan daya hidrolis yang dihasilkan dari aliran fluida air. Perhitungan efisiensi daya pada turbin Archimedes screw dilakukan untuk memahami seberapa besar efektif turbin tersebut mampu mengubah energi hidrolis yang tersedia dari kecepatan aliran air menjadi energi mekanis atau lisrik. Sehingga persamaan 4.7 digunakan untuk mendefinisikan efisiensi daya pada turbin *Archimedes screw* (Bouvant et al., 2021).

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}}\ x\ 100\%$$

Keterangan:

η = Efisiensi Daya (%)
P_{out} = Daya Keluaran turbin (W)
P_{in} = Daya Hidrolis (W)

Dari persamaan yang telah didefinisikan, maka efisiensi daya turbin pada kondisi kecepatan aliran 0.05 m/s dapat dihitung.

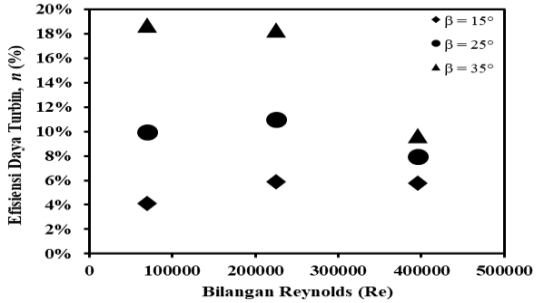
$$\eta = \frac{3.09\ (W)}{82.1688\ (W)}\ x\ 100\%$$

= 4 %

Setelah dilakukan perhitungan, hasil dari pada perhitungan efisiensi daya pada turbin pada kondisi kecepatan aliran 0.5 m/s, 0.15 m/s dan 0.25 m/s.

Berdasarkan hasil perhitungan efisiensi

daya pada variasi kecepatan aliran rata-rata 0,05 m/s, 0,15 m/s, dan 0,25 m/s dengan sudut kemiringan poros 15°, 25°, dan 35°, diperoleh bahwa nilai efisiensi berkisar antara 2%–27%. Pada kecepatan aliran 0,05 m/s, efisiensi berada pada rentang 2%–27%, sedangkan pada kecepatan 0,15 m/s meningkat dan berada pada kisaran 6%–18%. Sementara itu, pada kecepatan aliran 0,25 m/s efisiensi cenderung lebih rendah, yaitu berkisar 6%–10%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa peningkatan kecepatan aliran tidak selalu diikuti dengan peningkatan efisiensi turbin, karena pada kecepatan yang lebih tinggi terjadi kehilangan energi yang lebih besar akibat turbulensi. Seluruh hasil perhitungan efisiensi daya tersebut selanjutnya divisualisasikan dalam bentuk grafik untuk memperlihatkan hubungan efisiensi terhadap bilangan Reynolds pada setiap variasi kecepatan aliran.



Gambar 8. Grafik hubungan antara efisiensi daya turbin dengan bilangan reynolds pada pengaruh kondisi variasi kecepatan aliran rata-rata dan kemiringan poros

Gambar 8 merupakan hubungan antara efisiensi daya turbin dengan bilangan Reynolds terhadap pengaruh kecepatan aliran rata-rata 0.05 m/s, 0.15 m/s dan 0.25 m/s pada variasi kemiringan poros 15°, 25° dan 35°. Pada gambar tersebut menunjukkan efisiensi tertinggi didapatkan pada kemiringan poros 35° pada kondisi kecepatan 0.05 m/s yaitu sebesar 19% pada bilangan Reynolds dihasilkan berkisar 66245.75, sedangkan efisiensi terendah didapatkan pada kemiringan poros 15° yaitu berkisar 4% pada kondisi kecepatan aliran rata-rata 0.25 m/s dengan bilangan Reynolds yang dihasilkan berkisar 70724.63768, penurunan efisiensi daya pada turbin dipengaruhi oleh besarnya debit aliran air dan kecepatan aliran rata-rata air yang dihasilkan dari energi hidrolis sehingga besarnya aliran pada bilangan Reynolds dapat mempengaruhi penurunan efisiensi daya seiring besarnya kecepatan aliran rata-rata.

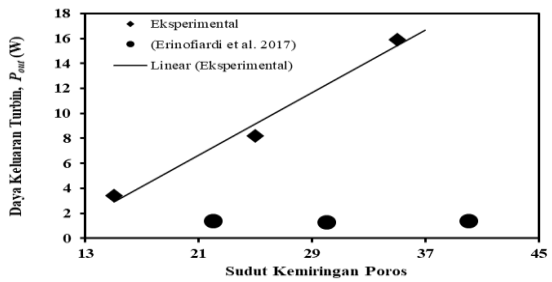
Perbandingan Daya Keluaran Turbin Terhadap Pengaruh Sudut Kemiringan Poros

Setelah dilakukan analisis pada hasil pengujian daya turbin Archimedes screw, didapatkan perbandingan berupa hasil daya keluaran turbin Archimedes screw terhadap variasi sudut kemiringan poros dari hasil penelitian sebelumnya, tujuan dari perbandingan tersebut adalah untuk melihat seberapa besar efisiensi yang didapatkan selama pengujian eksperimental. Perbandingan daya keluaran turbin terhadap pengaruh sudut kemiringan poros dapat ditunjukkan pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil perbandingan eksperimental Daya keluaran turbin terhadap variasi kemiringan poros

No.	(Erinofiardi et al. 2017)		Eksperimental	
	Sudut Kemiringan (°)	Daya Keluaran Turbin, P_{out} (W)	Sudut Kemiringan Poros, β (°)	Energi Keluaran Turbin (W)
1	22	1.4	15	3.42
2	30	1.3	25	8.21
3	40	1.4	35	15.91

Tabel 3 merupakan hasil perbandingan daya keluarn turbin terbadap pengruh variasi sudut kemiringan poros. Hasil rincian data perbandingan tersebut menujukkan adanya kesamaan peningkatan daya keluaran turbin pada variasi sudut kemiringan poros. Berdasarkan dari data perbandingan yang didapatkan, hasil perbandingan tersebut dapat divisualisasikan kedalam bentuk grafik perbandingan yang ditunjukkan pada gambar 9.



Gambar 9. Grafik perbandingan hasil eksperimental Daya keluaran turbin terhadap variasi kemiringan poros dengan hasil penelitian sebelumnya

Gambar 9 merupakan grafik perbandingan daya keluaran turbin terhadap variasi sudut kemiringan poros dari hasil eksperimental dengan hasil penelitian sebelumnya yang berjudul "*Experimental study of screw turbine performance based on different angle of inclination*", tahun 2017. Hasil tersebut menunjukkan adanya perbedaan pada daya keluaran turbin yang dihasilkan, daya keluaran turbin pada hasil penelitian sebelumnya didapatkan sangat rendah bila dibandingkan dengan hasil eksperimental, perbedaan daya keluaran turbin tersebut dikarenakan putaran poros pada turbin yang dihasilkan, sehingga putaran poros turbin berpengaruh untuk memberikan tenaga pada generator.

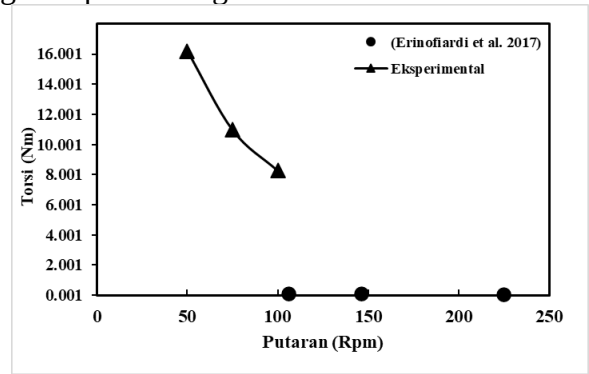
Perbandingan Torsi Poros Turbin Terhadap Putaran Turbin

Setelah dilakukan analisis pada torsi poros turbin, poin selanjutnya dilakukan perbandingan torsi poros turbin Archimedes screw dengan penelitian sebelumnya, perbandingan tersebut dilakukan untuk memberikan perbedaan jumlah torsi yang dihasilkan terhadap putaran poros turbin pada kondisi sudut kemiringan poros yang berbeda. Maka tabel 4 dapat ditunjukkan hasil torsi poros turbin terhadap pengaruh putaran turbin pada kondisi kemiringan poros.

Tabel 4. Hasil perbandingan torsi poros turbin terhadap pengaruh putaran RPM

No.	(Erinofiardi et al. 2017)		Eksperimental	
	Putaran Turbin (RPM)	**Torsi (Nm)**	**Putaran Turbin (RPM)**	**Torsi (Nm)**
1.	106	0.13	50	16.194448
2.	146	0.09	75	10.978111
3.	225	0.06	100	8.2815488

Tabel 4 merupakan data hasil perbandingan torsi poros turbin terhadap pengaruh putaran turbin pada kondisi sudut kemiringan poros dari hasil penelitian sebelumnya. Hasil rincian data tersebut ditunjukkan pada gambar 10 dalam bentuk grafik perbandingan.



Gambar 1.0 Grafik perbandingan torsi terhadap putaran turbin

Gambar 10 merupakan grafik perbandingan torsi poros turbin terhadap putaran turbin pada kondisi sudut kemiringan poros, perbandingan tersebut diambil dari penelitian hasil penelitian eksperimental dengan penelitian sebelumnya yang berjudul "*Experimental study of screw turbine performance based on different angle of inclination*", tahun 2017. Berdasarkan pada grafik tersebut, torsi poros pada hasil eksperimental memiliki nilai torsi yang besar, berbeda dengan hasil penelitian sebelumnya, namun memiliki pola penurunan yang sama ketika semakin besar sudut kemiringan porosnya. Perbedaan selisih yang besar pada nilai torsi tersebut disebabkan karna adanya perbedaan sistem pada turbin tersebut,

sehingga geometri desain turbin, dan geometri pada saluran air yang mengalir ke turbin mempengaruhi putaran yang dihasilkan oleh turbin dan energi yang dihasilkan.

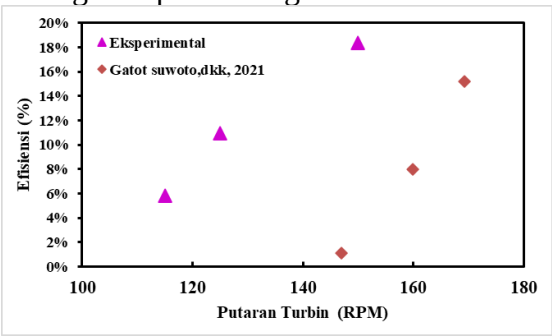
Perbandingan Efisiensi Daya Terhadap Putaran Turbin

Setelah dilakukan analisis efisiensi daya pada turbin *Archimedes screw*, didapatkan hasil perbandingan efisiensi daya yang dihasilkan pada putaran poros. Tujuan dari hasil perbandingan tersebut yaitu untuk mengetahui seberapa besar efisiensi daya yang dihasilkan dari eksperimental dengan hasil peneltian sebelumnya. Hasil perbandingan tersebut dapat dirincikan pada tabel 5.

Tabel 5. Hasil perbandingan efisiensi daya terhadap putaran poros turbin

Gatot suwoto,dkk, 2021		Eksperimental	
Putaran Poros RPM	**Efisiensi Daya (%)**	**Putaran Poros RPM**	**Efisiensi Daya (%)**
147	6%	115	1.14%
159.9	11%	125	7.97%
169.3	18%	150	15.19%

Tabel 5 merupakan data hasil perbandingan efisiensi daya turbin terhadap pengaruh putaran poros turbin dari hasil penelitian sebelumnya. Hasil rincian data tersebut ditunjukkan pada gambar 11 dalam bentuk grafik perbandingan.



Gambar 11. Grafik perbandingan efisiensi daya terhadap putaran turbin

Gambar 11 merupakan grafik perbandingan efisiensi daya terhadap putaran turbin berdasarkan pada variasi sudut kemringan poros, perbandingan tersebut diambil berdasarkan hasil eksperimental dengan hasil penelitian sebelumnya yang berjudul "Karakteristik Turbin Ulir Pada Aliran Air Sungai Yang Memiliki Head Rendah Sebagai Pembangkit Tenaga Listrik",tahun 2021. Grafik tersebut menunjukkan efisiensi daya pada hasil eksperimental dihasilkan lebih besar yaitu sebesar 18% pada kondisi putaran poros turbin 150 RPM, sedangkan pada hasil penelitian sebelumnya dihasilkan efisiensi daya 15.19 % pada kondisi putaran turbin 169.3 RPM. Dari grafik tersebut memiliki pola kenaikan yang sama, namun perbedaan efisiensi tersebut dipengaruhi oleh perbedaan sudut kemiringan poros dan sistem pada turbin Archimedes screw, sehingga perbedaan tersebut mempengaruhi nilai efisiensi daya.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh bahwa peningkatan kecepatan aliran menyebabkan nilai bilangan Reynolds semakin besar, namun tidak selalu diikuti dengan peningkatan efisiensi turbin. Efisiensi tertinggi diperoleh pada sudut kemiringan poros 35° dengan kecepatan aliran 0,05 m/s sebesar 19%, sedangkan efisiensi terendah diperoleh pada sudut kemiringan 15° dengan kecepatan aliran 0,25 m/s sebesar 4%. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi kecepatan aliran dan bilangan Reynolds, aliran cenderung semakin turbulen sehingga kehilangan energi meningkat dan efisiensi turbin menurun.

Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa kecepatan aliran berpengaruh terhadap torsi poros turbin, putaran turbin, dan daya keluaran generator. Torsi tertinggi diperoleh pada sudut kemiringan poros 15° dengan kecepatan aliran 0,25 m/s sebesar 90,17 Nm pada putaran sekitar 175 RPM, sedangkan torsi terendah diperoleh pada kecepatan aliran 0,05 m/s sebesar 16,19 Nm pada putaran sekitar 50 RPM. Peningkatan torsi dan

putaran turbin menghasilkan daya keluaran yang lebih besar, sehingga semakin tinggi kecepatan aliran maka semakin optimal kinerja generator dalam menghasilkan energi listrik.

Selain itu, energi mekanis turbin meningkat seiring bertambahnya kecepatan aliran. Energi mekanis tertinggi diperoleh pada kecepatan aliran 0,25 m/s, sedangkan nilai terendah terjadi pada kecepatan 0,05 m/s. Peningkatan energi mekanis dipengaruhi oleh besarnya torsi poros dan kecepatan sudut turbin, sehingga semakin tinggi putaran turbin maka semakin besar energi mekanis yang dihasilkan. Secara keseluruhan, variasi kecepatan aliran dan sudut kemiringan poros memberikan pengaruh yang signifikan terhadap karakteristik aliran, torsi, energi mekanis, daya keluaran, dan efisiensi turbin Archimedes screw.

DAFTAR PUSTAKA

Astro RB, Doa H, Hendro H. Fisika Kontekstual Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro. ORBITA J Kajian, Inov dan Apl Pendidik Fis. 2020;6(1):142.

Baswara ARC, Alfaqi R. Rancang Bangun Sistem Monitoring Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro Berbasis Internet Of Things (IoT). J Teknol Elektro. 2023;14(1):39.

Bouvant M, Betancour J, Velásquez L, Rubio-Clemente A, Chica E. Design optimization of an Archimedes screw turbine for hydrokinetic applications using the response surface methodology. Renew Energy. 2021;172:941–54.

Djoko Wahyudi, Prasetio DHT, Noor MF, Mustakim. Unjuk Kerja Turbine Archimedes Screw pada PLTMH dengan Variasi Debit Air dan Kemiringan Poros. J Flywheel. 2022;13(2):28–34.

Faizin MW, Rochman S. Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Menggunakan Turbin Archimedes Screw dengan Daya 100 Watt. 2024;

Islahuddin M, Janssen H. Pore-Structure-Based Determination of Unsaturated Hygric Properties of Porous Materials. Transp Porous Media. 2019;130(3):675–98.

Ismail, Abdu RR. Energi Angin: Turbin Angin. Vol. 6, Jurnal Penelitian Pendidikan Guru Sekolah Dasar. 2020. 128 hal.

Koenig A. Introduction of the Archimedean Screw Pump to East Asia during the Seventeenth and Eighteenth Centuries. Chinese Ann Hist Sci Technol. 2020;4(1):102–38.

Rorres C. the Turn of the S Crew: Optimal D Esign of an Archimedes S Crew. 2012;126(January):72–80.

Saputra AT, Weking AI, Artawijaya IW. Eksperimental Pengaruh Variasi Sudut Ulir Pada Turbin Ulir (Archimedean Screw) Pusat Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro Dengan Head Rendah. Maj Ilm Teknol Elektro. 2019;18(1):83.

Sitohang EP, Mamahit DJ, Tulung NS. Rancang Bangun Catu Daya DC Menggunakan Mikrokontroler ATmega 8535. J Tek Elektro dan Komput. 2018;7(2):135–42.

Suwoto G, Bono B, Dewantoro H Y, Hamim S A, Mahfudz Y. Karakteristik Turbin Ulir Pada Aliran Air Sungai Yang Memiliki Head Rendah Sebagai Pembangkit Tenaga Listrik. Eksergi. 2021;17(3):213.

Syam I, Maulana MI, Syuhada A. Design and Performance of Archimedes Single Screw Turbine as Micro Hydro Power Plant with Flow Rate Debit Variations

(Case Study in Air Dingin, Samadua - South Aceh). J Inotera. 2019;4(1):13.

Thakur R, Kashyap T, Kumar R, Saini RK, Lee D, Kumar S, et al. Potential of the Archimedes screw to generate sustainable green energy for mini, micro, and pico hydro Turbine power stations: An extensive analysis. Energy Strateg Rev [Internet]. 2024;55(August):101514. Tersedia pada: https://doi.org/10.1016/j.esr.2024.101514