

ANALISIS PERBANDINGAN PERFORMA TURBIN ARCHIMEDES SCREW MENGGUNAKAN *CLOSED SYSTEM* DAN *OPEN CHANNELS*

Muhammad Arham¹, M.Ilham Nur², Haslinda HS³, Andi Aswin Salam⁴

Universitas Patria Artha / Makassar¹

Universitas Pejuang Republik Indonesia / Makassar²

Universitas Pejuang Republik Indonesia / Makassar³

Politeknik Bosowa / Makassar⁴

Kontak Person:

Muhammad Arham 081355364225

E-mail: andiarham413@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini membandingkan kinerja turbin Archimedes screw dengan variasi bentuk saluran, yaitu *closed system* dan *open channels*, untuk mengetahui perbedaan performa turbin Archimedes screw yang dihasilkan pada kondisi yang berbeda. Pengujian dilakukan dengan kemiringan sudu (β) konstan sebesar 49° dan sudut kemiringan poros (α) konstan 25° . Konfigurasi *closed system* menghasilkan daya output dan efisiensi yang lebih tinggi dibandingkan dengan *open channels* dari hasil neumerik menunjukkan bahwa pada bentuk saluran *closed system*, daya output tertinggi yang dihasilkan mencapai 80,34 kW dengan efisiensi 17,39% pada debit Q5, dengan putaran poros turbin 241,90 rpm. Sementara pada debit Q2, efisiensi tertinggi sebesar 28,48% dengan daya output 60,4 kW dan putaran poros turbin 194,92 rpm. Bentuk saluran *open channels*, daya output tertinggi tercatat sebesar 69,56 kW dengan efisiensi 12,14% pada debit Q5, dengan putaran poros turbin 229,00 rpm. Pada debit Q2, efisiensi tertinggi yang tercapai adalah 15,51% dengan daya output 40,3 kW dan putaran poros turbin 195,8 rpm. Perbedaan kinerja antara kedua bentuk saluran ini dipengaruhi oleh gaya hidrostatik dan aliran air yang melintasi sudu turbin. Saluran *closed system* cenderung menghasilkan daya dan efisiensi yang lebih tinggi dibandingkan *open channels*, karena saluran tertutup yang lebih efektif dalam mempertahankan tekanan air dan mengurangi kehilangan energi. Secara fundamental, penelitian ini menunjukkan bahwa bentuk saluran sangat berpengaruh dan penting diperhitungkan desainnya sebagai kontribusi menentukan performance turbin Archimedes screw.

Kata kunci: Turbin Archimedes screw, *closed system*, *open channels*, daya output, efisiensi, gaya hidrostatik.

1. Pendahuluan

Indonesia adalah Negara yang cukup kaya dengan potensi energy terbarukan seperti energi hydropower, energi biomassa, energi surya, energi angin, energi panas bumi, energi laut, dan energi nuklir. Khusus untuk mikrohidro, pengembangannya biasanya memanfaatkan potensi aliran air dengan *head* (ketinggian) dan debit tertentu yang dikonversi menjadi energi listrik melalui turbin dan generator. Pada kenyataannya, di Indonesia, rata-rata menunjukkan bahwa potensi sumber daya airnya memiliki debit besar dan *head* yang rendah. Jadi, pengembangan turbin *head* rendah (*low head*) atau *head* sangat rendah (*ultra low head*) sangat cocok dikembangkan di Indonesia.

Berdasar pada peraturan *Sustainable Energy* dan upaya ketahanan energi Nasional “Kementerian Luar Negeri Republik Indonesia. 2019)” (diakses tanggal 1 November 2024) bahwa Pada tahun 2030 populasi dunia diproyeksikan bertambah 1.3 milyar hingga mencapai 8.3 milyar, dan disaat yang sama, total GDP dunia akan mencapai dua kali lipat 2 dibanding tahun 2011. Berdasarkan pada Peraturan Pemerintah Nomor 79 Tahun 2014 tentang Kebijakan Energi Nasional, Indonesia menargetkan penggunaan Energi baru dan terbarukan minimum 23% di Tahun 2025 dan 31% di Tahun 2050. Dengan melihat Permen

diatas bahwa penargetan penggunaan Energi baru dan terbarukan tentunya lebih ditingkatkan dan diimplementasikan secara berlanjut dan terus menerus melalui Konservasi Energi, Diversifikasi Energi dan Intensifikasi Energi guna mencapai 23% di Tahun 2025 dan 31% di Tahun 2050.

Indonesia memiliki banyak potensi energi baik itu energi konvensional (*non renewale*) maupun energi terbarukan (*renewable energy*). Kementerian ESDM, 2008 (“Potensi Energ Baru Terbaruka (EBT) Indonesia”) (diakses tanggal 1 November 2024). potensi sumber energi tenaga air tersebar sebanyak 15.600 megawatt (20,8 persen) di Sumatera, 4.200 megawatt (5,6 persen) di Jawa, Kalimantan 21.600 megawatt (28,8 persen), Sulawesi, 10.200 megawatt (13,6 persen), Bali, NTT, NTB, 620 megawatt (0,8 persen), Maluku, 430 megawatt (0,6 persen) dan Papua, menyimpan potensi tenaga air sebesar 22.350 megawatt atau 29,8 persen dari potensi nasional. *Hydropower* merupakan pembangkit listrik energy terbarukan dengan memanfaatkan energi air, bisa dibuat dalam skala besar maupun kecil. Sebagai tenaga penggeraknya seperti, saluran irigasi, sungai atau terjunan air dengan cara memanfaatkan tinggi terjunan (*head*) dan jumlah debit air

Yul Hizhar dkk (2011) telah melakukan penelitian rancang bangun dan studi eksperimental pengaruh perbedaan jarak *pitch* dan kemiringan poros terhadap kinerja mekanik model turbin ulir pada aliran *head* rendah. Hasil rancangan model turbin ulir berfungsi cukup baik pada pengujian di laboratorium dengan menggunakan debit aliran yang konstan sebesar sebesar 0,00728 m³/s ulir *pitch* 2 Ro menghasilkan putaran lebih tinggi dibandingkan *pitch* 1,6 Ro dan 1,2 Ro. Pada hasil pengujian berbeban, masing-masing model turbin ulir menghasilkan putaran dan daya tertinggi pada sudut kemiringan poros 35°, ulir *pitch* 2 Ro menghasilkan daya sebesar 18,51 W (tertinggi) dengan efisiensi 66,16%. Turbin Archimedean screw adalah salah satu jenis turbin yang dapat beroperasi pada head dan debit rendah. Jika ditinjau dari segi investasi, pembangunan pembangkit listrik tenaga mikrohidro hanya memerlukan biaya yang kecil. Keuntungan lain turbin Archimedes screw dapat dioperasikan pada head rendah. Dalam penelitian ini penulis mencoba merancang model turbin Archimedean screw dengan variasi jumlah sudu yang berbeda dan sudut kemiringan atau sudut α Archimedean screw konstan 35°. Pemilihan sudut tersebut berdasar pada penelitian sebelumnya, Namun jumlah sudu merupakan parameter internal untuk mengoptimalkan kinerja turbin ulir sedangkan sudut kemiringan poros turbin dan debit air merupakan parameter eksternal, sehingga diperoleh efisiensi turbin yang maksimal.

1. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Turbin *Archimedes screw*

Turbin Archimedes screw ini dapat digunakan pada head rendah. Turbin Archimedes screw memiliki prinsip kerja, dimana tekanan air yang melalui bilah-bilah sudu turbin mengalami penurunan tekanan sejalan dengan penurunan kecepatan air akibat adanya hambatan dari bilah-bilah sudu turbin maka volume air akan memutar turbin dan secara bersamaan memutar generator.

Candra. B dkk (2022) Rancang bangun prototype Turbin Archimedes dilakukan untuk dapat memaksimalkan energi potensial dari tangki penampungan air untuk dijadikan sebagai pembangkit listrik skala piko hidro. Jumlah sudu dan kisa ulir pada turbin ulir dijadikan sebagai Parameter internal, sedangkan radius luar turbin, panjang turbin dan kemiringan poros turbin dijadikan sebagai Parameter eksternalnya. Debit dan head biasanya digunakan untuk menentukan Parameter eksternal. Bentuk geometri dari turbin ulir tersebut dapat diperoleh dengan menggunakan formulasi dari Chris Rorres. Hasil rancang bangun prototype turbin Archimedes memiliki spesifikasi: konstruksi rotor memiliki 1 buah sudu ulir, kisa ulir 29,28 mm, radius sudu luar (Ro) 101,6 mm dan radius sudu

dalam (Ri) 54 mm. kisar ulir sebesar 29,28 mm, jumlah kisar sebanyak 12,06 dan kemiringan turbin efektif yaitu sebesar 35°.

Penelitian A. Aswin S dkk (2021) bertujuan untuk mengetahui karakteristik daya dan efisiensi turbin Archimedes screw terhadap head konstan yang diuji pada saluran tertutup. Turbin Archimedes screw yang digunakan berdiameter luar (do) 330 mm, berdiameter dalam (di) 89 mm, jarak antara sudu 160 mm, kemiringan sudu 40°, panjang poros 2000 mm. Pengukuran kecepatan putaran poros dilakukan pada masing-masing variasi debit menggunakan tachometer dengan pembebanan mencapai 4000 watt. Pada head konstan, dengan mengujinya beberapa variasi debit. Hasil penelitian diperoleh daya output maksimum senilai 720,01 Watt pada putaran poros turbin 229,99 rpm dan nilai efisiensi 12,98 % pada debit dan putaran poros turbin yang sama.

Keuntungan turbin Archimedes screw :

1. Dapat dioperasikan pada head sangat rendah rendah
2. Dapat dioperasikan tanpa filter dan tidak mengganggu ekosistem sungai
3. Sangat mudah dalam pengoperasian dan biaya maintenance murah
4. Memiliki efisiensi tinggi

Havendri dkk (2009), menyatakan bahwa arus air yang mengalir mengandung energi, dapat dimanfaatkan sehingga menghasilkan kinetik. Energi kinetik tersebut dapat diubah menjadi listrik dengan melalui sebuah poros, *pulley* dan *belt* yang ditransmisikan ke generator penghasil listrik.

2.3. Pengukuran debit aliran

Pengukuran debit air menggunakan weir meter berikut persamaan yang digunakan untuk menghitung debit air yang terukur oleh weir sebagai berikut:

$$Q = \frac{8}{15} \cdot 0,746 \cdot \text{tg} \frac{\theta}{2} \sqrt{2g} H^{5/2} \dots\dots\dots(1)$$

Dengan :

- H : tinggi cairan dalam weir (m)
- g : percepatan gravitasi (m/s²)
- θ : sudut weir (notch) 90°

2.4 Sistem konversi energi

Daya air yang diterima oleh turbin Archimedes screw tergantung pada debit aliran air. Sehingga daya air tersebut dapat dinyatakan pada persamaan (2) :

$$P_a = \rho \cdot g \cdot Q \cdot H \dots\dots\dots(2)$$

Dengan:

- Pa = Daya aliran air (watt)
- ρ = Massa jenis air (kg/m³)
- Q = Debit air (m³/s)
- g = Percepatan gravitasi (m/s²)
- H = Head, tinggi jatuhnya air (m)

2.5. Formula fabrikasi

Penentuan awal Do sebelum pembuatan sudu/daun screw turbin agar tidak terjadi kesalahan saat pemasangan dan penyambungan antara sudu screw satu dan sudu screw seterusnya maka dari itu perlu menggunakan persamaan (Herman.C) sebagai berikut :

$$D_{o,awal} = D_{o,renc} - D_{i,pipa \text{ atau } renc} + \frac{\sqrt{(D_{i,pipa \text{ atau } renc})^2 \cdot (\pi^2) + (\text{Jarak pitch})^2}}{\pi}$$

$$D_{i,awal} = \frac{\sqrt{(jarak\ pitch_{rencana})^2 + (D_{i,Pipa} \cdot \pi)^2}}{\pi}$$

a. Perakitan penentuan awal Di

Penentuan awal Di menggunakan persamaan (Herman.C) sebagai berikut

$$D_{i,awal} = D_{o,awal} - (D_{o,perenc} - D_{o,pipa})$$

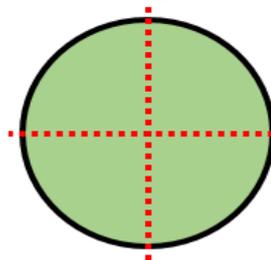
Atau

$$D_{o,awal} = D_{o,rencana} + D_{i,awal} - D_{i,Pipa}$$

b. Perakitan housing turbin

Keliling lingkaran Kling = $2 \pi r$

Maka diameter housing $D = \frac{k}{\pi}$



Kemudian untuk menghitung luasnya dengan persamaan berikut $A = \frac{k^2}{4\pi}$

c. Perhitungan keliling stengah lingkaran housing turbin

Keliling stengah lingkaran housing unntuk perakitan penutup housing turbin

$$K = (\pi \cdot r) + 2r$$

Sedangkan luas stengah lingkaran dari housing tersebut

$$\text{Rumus luas lingkaran } A = \pi r^2 \text{ atau } \frac{\pi}{4} d^2$$

$$\text{Maka rumus stengah lingkaran, } A = \frac{\pi r^2}{2}$$

2.6. Perhitungan daya, torsi, dan efisiensi

Perhitungan energi mekanik yang dihasilkan oleh turbin, yang dikonversi generator dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut :

1. Perhitungan daya generator yang berfungsi merubah dari energi mekanik menjadi energy listrik yang ditransmisikan oleh turbin, untuk menghitung daya generator dengan persamaan sebagai berikut :

$$P_G = V \cdot I \dots\dots\dots(3)$$

Dengan :

P_G = Daya generator (watt)

V = Tegangan (volt)

I = Arus (Ampere)

2. Momen putar dan daya turbin Archimedes screw merupakan komponen utama untuk merubah energi air dari kecepatan aliran air menjadi energi mekanik, maka persamaan dapat dituliskan sebagai berikut

Daya turbin :

$$N_{TA} : \frac{N_G}{\eta_G} \dots\dots\dots(4)$$

Dengan :

N_{TA} : Daya output turbin Archimedes screw (Watt)

N_G : Daya generator (Watt)

η_G : Efisiensi generator (0,8)

3. Besarnya gaya yang bekerja pada sebuah benda sehingga mengakibatkan benda tersebut berotasi. Untuk menghitung torsi dapat menggunakan persamaan berikut :

$$\tau = \frac{60 \cdot P_{TA}}{2 \pi \cdot n} \dots\dots\dots (5)$$

Dengan :

τ = Torsi (Nm)

N = putaran poros turbin (rpm)

P_{TA} = Daya turbin Archimedes screw (Watt)

4. Efisiensi turbin Archimedes screw

Secara umum, unjuk kerja suatu peralatan mesin konversi energi seperti turbin ulir dapat dinyatakan dengan efisiensi (η_{TA}) secara matematis dapat dituliskan seperti pada persamaan

$$\eta_{TA} = \frac{\eta_G}{N_a} \times 100\% \dots\dots\dots (6)$$

Dengan:

η_{TA} : Efisiensi turbin Archimedes screw secara teoritis (0,8)

N_{TA} : Daya output turbin Archimedes screw (Watt)

N_a : Daya air yang diterima sudu turbin Archimedes screw (Watt)

3. METODOLOGI

Metodologi penelitian menggunakan metode eksperimen yaitu dengan melakukan serangkaian pengujian daya output turbin Archimedes screw, (head) rendah. Saat pengujian dari ke dua variasi perubahan bentuk saluran yang digunakan sebagai housing yakni *open channels* dan *closed system* dengan spesifikasi turbin Archimedes screw jarak pitch 200 mm posisi kemiringan poros berada pada sudut α 25° dan menjaga sirkulasi air tetap konstan, serta menyesuaikan pembukaan trotel gas pompa agar air tetap bersirkulasi secara konstan agar mencapai debit yang akan diuji pada turbin Archimedes screw sesuai dengan variasi debit yang telah ditentukan.

3.1. Alat ukur output turbin Archimedes screw

Alat ukur yang digunakan pada penelitian ini yaitu :

- a. Thermokopel untuk mengukur temperature air
- b. Avometer untuk mengukur tegangan dan arus yang di hasilkan oleh generator
- c. Tacometer untuk mengukur putaran turbin
- d. Weirmeter untuk mengukur debit air yang mengalir
- e. Stopwatch untuk mengukur waktu mengisi air pada ember pada saat melakukan kalibrasi weir meter.

3.2. Spesifikasi turbin Archimedes screw

Gambar spesifikasi dan skema instalasi penelitian sebagai berikut :

Tabel 1. Instalasi pengujian turbin *Archimedes screw*

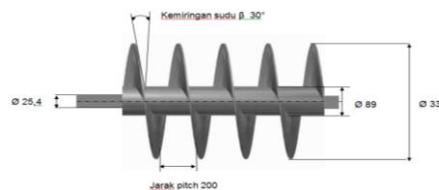
Parameter	Value
Diameter rumah turbin turbin <i>Archimedes screw</i>	340 mm
Diameter pipa instalasi saluran output pompa alkon	76,2 mm

Diameter saluran output <i>reservoir</i> atas	203,2 mm dan 127 mm
Kapasitas pompa alkon	1000 l/menit

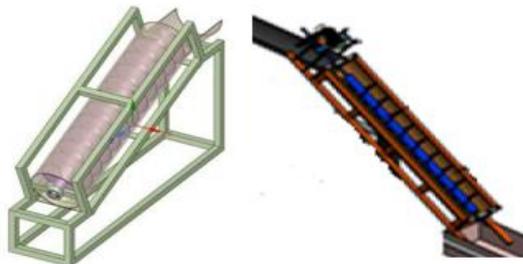
Tabel 2. Spesifikasi turbin *Archimedes screw*

Parameter	Value
Tebal plat sudu turbin <i>Archimedes screw</i>	1,7 mm
Kemiringan sudu turbin (β) <i>Archimedes screw</i>	30°
Kemiringan sudut turbin (α) <i>Archimedes screw</i>	25°
Jarak (<i>pitch</i>) sudu turbin <i>Archimedes screw</i>	120 mm
Diameter luar sudu turbin <i>Archimedes screw</i>	330 mm
Diameter poros luar turbin <i>Archimedes screw</i>	89 mm
Diameter poros utama turbin <i>Archimedes screw</i>	25,4 mm
Panjang poros dalam turbin <i>Archimedes screw</i>	2600 mm,
Panjang poros luar turbin <i>Archimedes screw</i>	2000 mm
Jumlah sudu turbin <i>Archimedes screw</i> panjang poros luar 2000 mm	10 sudu
Panjang rumah turbin <i>Archimedes screw</i>	2205 mm

Berikut gambar spesifikasi turbin *Archimedes screw* yang didesain



Gambar. 1 Desain spesifikasi turbin *Archimedes screw*



Gambar. 2 Geometri 3D bentuk saluran *closed system* dan *open channels* turbin *Archimedes screw*

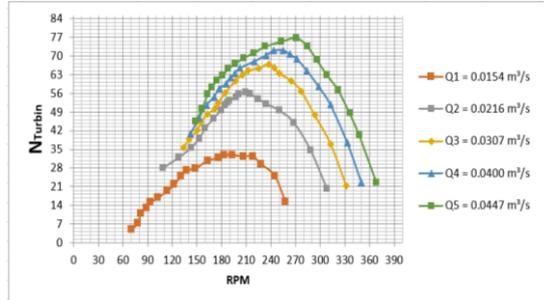
3.3. Metode pembebanan

Saat pengujian dari ke dua variasi perubahan bentuk saluran yang digunakan sebagai housing yakni *open channels* dan *closed system* dengan spesifikasi turbin *Archimedes screw* jarak pitch 200 mm posisi kemiringan poros berada pada sudut 25° dengan masing-masing bentuk saluran di beri pembebanan pada turbin *Archimedes screw* membebaskan output generator menggunakan lampu 300 -7000 watt.

4. Hasil dan pembahasan

a. Daya output turbin *Archimedes screw* jarak pitch 200 mm dengan *closed system*

Hasil pengukuran putaran output turbin penggunaan metode *closed system* dikopel dengan generator kemudian diberi beban lampu 300 – 7000 Watt, dapat dilihat dari kurva grafik berikut :

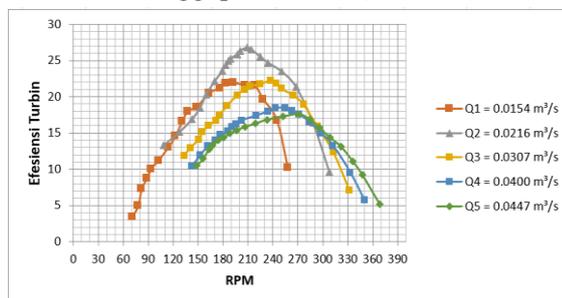


Gbr. 3. Grafik daya output turbin terhadap rpm, jarak pitch 200 mm dengan *closed system*

Kurva grafik menunjukkan debit Q5 tersebut, menghasilkan daya output tertinggi sebesar 80,34 kW dan putaran poros turbin 241,90 rpm sedangkan daya minimum output turbin pada debit Q1 menghasilkan daya output sebesar 33,10 kW dan putaran poros turbin 173,87 rpm. Daya output yang dihasilkan oleh debit Q2 sebesar 60,4 kW dan putaran poros turbin 194,92 rpm. Daya yang dihasilkan debit Q3 sebesar 68,9 kW, dengan putaran poros turbin 199,49 rpm, sedangkan daya output turbin pada debit Q4 74,73 kW, dan putaran poros turbin 213,64 rpm. Daya output yang dihasilkan oleh turbin tergantung dari peningkatan perubahan debit yang diberikan. Terjadinya penurunan putaran turbin diakibatkan adanya fenomena tampias yang dihasilkan setiap sudu turbin dikarenakan posisi kemiringan poros sudut α turbin agak datar sehingga, air yang mengalir ke dalam sistem turbin melambat dan mengakibatkan air dalam sistem turbin saling menimbulkan gaya tolak menolak pada setiap sudu turbin sehingga perputaran turbin melambat dan berpengaruh terhadap daya output turbin.

b. Efisiensi turbin Archimedes screw pitch 200 mm dengan *closed system*

Kurva efisiensi turbin Archimedes screw dengan penggunaan metode *closed system* terhadap rpm dengan variasi debit sebanyak 5x dengan pembebanan lampu mulai 300-7000 Watt kurva menunjukkan perolehan efisiensi tertinggi pada screw jumlah sudu 12 jarak pitch 120 mm, sudut α 35°. Efisiensi tertinggi pada debit Q2 . dan efisiensi terendah pada debit Q4.



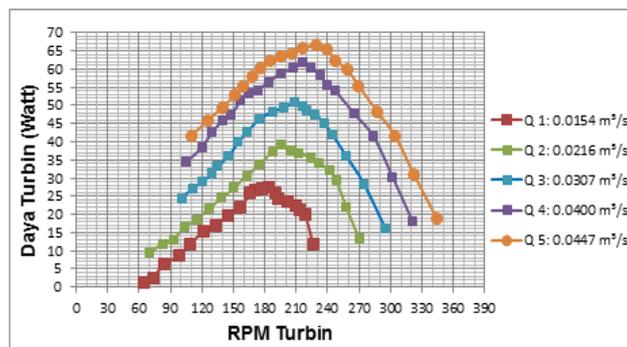
Gambar 4 . Grafik efisiensi turbin terhadap rpm jarak pitch 200 mm dengan *closed system*

Gambar 2. Kurva grafik efisiensi terendah pada debit Q5 sebesar 17,39 %, Q4 sebesar 19,03 %. Sedangkan efisiensi tertinggi pada debit Q2 menghasilkan efisiensi sebesar 28,48 %. Terjadi penurunan efisiensi turbin pada debit Q1 sebesar 23,91 % kemudian debit Q3 juga mengalami penurunan efisiensi sebesar 22,56%. Penelitian ini, besarnya nilai efisiensi dipengaruhi oleh banyaknya volume air masuk ke turbin sehingga gaya berat air membentur sudu turbin disamping itu volume air yang masuk kedalam setiap

sudu turbin tidak melebihi diameter turbin. Berbeda dengan debit Q5 efisiensi menurun diakibatkan volume air masuk ke ruang pitch turbin terlalu banyak, dan melebihi jari-jari turbin mengakibatkan putaran poros turbin melambat dan mengalami banyak kerugian gaya statis dari air.

c. Daya output turbin Archimedes screw pitch 200 mm dengan open channels

Grafik berikut menampilkan hubungan daya output turbin terhadap rpm pada sudut α kemiringan poros turbin yaitu 25° pitch 200 mm dengan penggunaan metode *open channels* kemudian perubahan debit sebanyak 5x yaitu $0,01535 \text{ m}^3/\text{s}$, $0,02162 \text{ m}^3/\text{s}$, $0,03074 \text{ m}^3/\text{s}$, $0,04001 \text{ m}^3/\text{s}$ sampai $0,04471 \text{ m}^3/\text{s}$ pada setiap perubahan debit diberikan beban lampu 300-7000 Watt. Kurva daya output turbin terbaik berada pada debit Q5 $0,04471 \text{ m}^3/\text{s}$ namun pada debit Q1 $0,01535 \text{ m}^3/\text{s}$ daya output turbin dihasilkan cukup rendah.

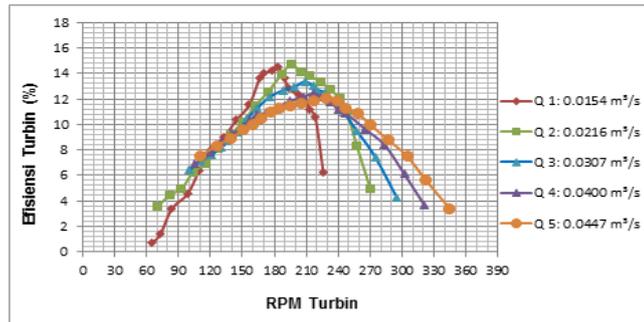


Gambar 5 . Grafik putaran turbin terhadap daya pitch 200 mm dengan *open channels*

Gambar 3 kurva menunjukkan debit Q5 tersebut, menghasilkan daya output tertinggi sebesar 69,56 kW dan putaran poros turbin 229,00 rpm sedangkan daya minimum pada debit Q1 mampu menghasilkan daya output sebesar 29,6 kW dan dengan putaran poros turbin 183,21 rpm. daya yang dihasilkan oleh Q2 sebesar 40,3 kW dengan putaran poros turbin 195,8 rpm, daya output turbin yang dihasilkan oleh debit Q3 sebesar 51,8 kW, dengan putaran poros 208,56 rpm sedangkan debit Q4 daya yang diperoleh yakni 64,8 kW, dengan putaran poros 216,68 rpm. Hubungan antara daya terhadap rpm dengan perubahan debit, daya output yang dihasilkan bervariasi. Pada data analisis debit Q4 ke debit Q5 daya output turbin menunjukkan selisih perbedaan daya tidak begitu signifikan, diakibatkan volume air yang masuk ke turbin cukup melimpah sehingga melebihi dari ambang batas toleransi rendaman diameter turbin jenis Archimedes screw.

d. Efisiensi turbin Archimedes screw pitch 200 mm dengan open channels

Kurva menunjukkan perolehan efisiensi tertinggi turbin Archimedes screw jarak pitch 200 mm dengan *open channels* kemiringan poros turbin sudut α 25° . Debit Q2 meningkatnya nilai efisiensi karena, gaya hidrostatis yang masuk ke tiap sudu turbin dan memberi gaya ke sudu aktif turbin sehingga perpindahan air dari sudu pertama ke sudu berikutnya.



Gambar 6 . Grafik efisiensi turbin terhadap rpm jarak pitch 200 mm dengan *open channels*

Gambar 4 hasil penelitian menunjukkan dengan penggunaan metode *open channels* efisiensi tertinggi pada debit Q2 sebesar 15,51 %. Sedangkan efisiensi terendah pada debit Q5 sebesar 12,14 % . Nilai efisiensi pada debit Q1 14,62 %, debit Q3 13,71% dan debit Q4 13,43 % . Hasil analisa perhitungan peningkatan maupun penurunan nilai efisiensi dipengaruhi oleh sudut α kemiringan poros dan gaya hidrostatis kemampuan turbin merubah energi kinetik menjadi energi mekanik oleh karena itu banyaknya volume air pada ruang diantara dua sudu turbin yang berpindah dengan cepat sehingga memberikan gaya tampias saat air melintasi tiap sudu turbin yang nantinya mempengaruhi penurunan volume air tiap sudu turbin sehingga berdampak pada efektifitas momen inersia yang diperoleh turbin

6. Kesimpulan dan Saran

6.1. Kesimpulan

Kesimpulan dari hasil pengujian turbin Archimedes *screw* dengan variasi perubahan bentuk saluran yakni *closed system* dan *open channels*, kemiringan sudu *screw* (β) konstan 49° dan sudut α kemiringan poros turbin konstan yaitu 25°. Berikut penjelesan dari hasil penelitian

1. Daya yang dihasilkan bentuk saluran *closed system* yaitu 80,34 kW dan 17,39 % dengan putaran poros turbin 241,90 rpm pada debit Q5 Namun, efisiensi tertinggi yang dihasilkan pada debit Q2 sebesar 28,48 % dan 60,4 kW dengan putaran poros turbin 194,92 rpm. Karakteristik turbin Archimedes *screw* pada penelitian ini gaya hidrostatis pada air sangat berpengaruh terhadap bentuk saluran yang digunakan sebagai housing turbin Archimedes *screw* sebagai korelasi penunjang peningkatan performa turbin yang efisien, sedangkan bentuk saluran *open channels*
2. Daya output tertinggi yang dihasilkan bentuk saluran *open channels* pada debit Q5 yaitu 69,56 kW dan efisiensi 12,14 % dengan putaran poros turbin 229,00 rpm, efisiensi tertinggi yang dihasilkan pada debit Q2 sebesar sebesar 15,51 % dan 40,3 kW dengan putaran poros turbin 195,8 rpm debit Q5 tersebut, menghasilkan daya output tertinggi sebesar 69,56 kW dan putaran poros turbin 229,00 rpm. Efisiensi turbin dipengaruhi oleh sudut α kemiringan poros dan gaya hidrostatis, fenomena terjadi saat turbin beroperasi melimpahnya volume air pada ruang diantara dua sudu turbin yang berpindah dengan cepat sehingga menimbulkan aliran gelombang memberikan gaya tampias saat air melintasi tiap sudu turbin yang nantinya mempengaruhi penurunan volume air tiap sudu turbin sehingga berdampak pada efektifitas momen inersia yang diperoleh turbin

6.2. Saran

1. Untuk mendapatkan hasil lebih baik, penelitian selanjutnya pembuatan turbin perlu memperhitungkan cela clearans antara sudu turbin dan rumah turbin agar pada debit rendah turbin dapat berputar dengan efektif dan air yang mengalir ke sudu turbin dapat termanfaatkan dengan baik.
2. Pemilihan material pembuatan juga perlu di perhatikan agar usia turbin cukup lama
3. Diharapkan dari hasil penelitian ini di jadikan acuan untuk dikembangkan sebagai penelitian berikutnya, dan dapat di uji langsung ke sungai yang memiliki debit rendah.

Daftar Pustaka

- A. Aswin S, and Mahmuddin. 2021. “Karakteristik Daya Dan Efisiensi Turbin Archimedes Screw Terhadap Head Konstan Yang Diuji Pada Saluran Tertutup” *J-Move. Jurnal Teknik Mesin FT-UMI*. Vol. 3. No. 2. 2021.
- Abdulkadir, M. 2018. “pengaruh sudut kemiringan terhadap kinerja turbin ulir.” *kurvatek*.
- Amir. 2018. “Kemiringan Optimum Model Turbin Ulir 2 Blade.” *Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Tangerang*.
- Budi Harja. 2016. “Penentuan Dimensi Sudu Turbin Dan Sudut Kemiringan Poros Turbin Pada Turbin Ular Archimedes.” *Metal Indonesia*.
- Badan Standardisasi Nasional. 2015. “Pengukuran Debit Pada Saluran Terbuka Menggunakan Bangunan Ukur Tipe Pelimpah Atas.” *Jakarta : Badan Standardisasi Nasional*: 1–49. www.bsn.go.id.
- ESDM, 2008., “Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 5 tahun 2008 tentang Kebijakan Energi Nasional dan pemanfaatan Energi Baru Terbarukan (EBT) Indonesia. <https://www.esdm.go.id/id/media-center/arsip-berita/potensi-energi-baru-terbarukan-ebt-indonesia>. (diakses tanggal 1 Juni 2020)
- Havendri. 2009. “Perancangan Dan Realisasi Model Prototipe Turbin Air Type Screw (Archimeden Turbine) Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Dengan Head Rendah Di Indonesia.” *Teknika*.
- Hendra, H, and F C Surbakti. 2019. “Fabrication Aspect Pricing of Screw Turbine for a Micro Hydro Electrical Generator.” *Rekayasa Mekanika: Mechanical* .
- Hizhar. 2017. “Rancang Bangun Dan Studi Eksperimental Pengaruh Perbedaan Jarak Pitch Dan Kemiringan Poros Terhadap Kinerja Mekanik Model Turbin Ulir 2 Blade Pada Aliran Head Rendah.” *METAL: Jurnal Sistem Mekanik dan Termal*.
- Jenis turbin *hydropower* https://en.wikipedia.org/wiki/Water_turbine (diakses tanggal 1 Juni 2020)
- Khamdi, Nur. 2016. “Efisiensi Daya Pada Turbin Screw Dengan 3 Lilitan Terhadap Jarak Pitch.” *Jurnal Elektro dan Mesin Terapan* 2(2): 24–31.
- Makhsud, Abdul. 2012. ”Buku Ajar Mekanika Fluida Teori dan Aplikasi.” Makassar : Perpustakaan Nasional RI Katalog Dalam Terbitan
- Rorres, C. 2000. “The Turn of the Screw: Optimal Design of An Archimedes Screw”. *Journal of Hydraulic Engineering*. Philadelphia.
- Saroinsong. 2018. “Performance of Three-Bladed Archimedes Screw Turbine Using Response Surface Methodology.” In *Proceedings - 2018 International Conference on Applied Science and Technology, ICAST 2018*,
- Saefudin, Encu, Tarsisius Kristiyadi, Muhammad Rifki, and Syaiful Arifin. 2018. “Turbin Screw Mikrohidro Ramah Lingkungan.” *Jurnal Rekayasa Hijau* 1(3): 233