G-Tech
Jurnal Teknologi Terapan

F.SAINTEK Unira Malang | Vol. 4 | No. 2
April, 2021
P-ISSN 2580-8737, E-ISSN 2623-064X

PENGARUH JUMLAH ULIR DAN KEKASARAN PERMUKAAN TERHADAP KINERJA TURBIN ULIR MIKRO HIDRO

Andi Joditiadhi[1], Ikhwanul Qiram[2], Adi Pratama Putra[3]
[1,2,3]Teknik Mesin Universitas PGRI Banyuwangi
e-mail: andijoditiadi@gmail.com

ABSTRAK

Pemanfaatan energi potensial air salah satunya adalah menggunakan teknologi turbin ulir sebagai pembangkit listrik mikrohidro. Beberapa parameter yang mempengaruhi kinerja turbin ulir adalah jumlah ulir, kekasaran permukaan,sudut kemiringan poros dan debit aliran. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh jumlah ulir dan kekasaran permukaan terhadap kinerja turbin ulir. Penelitian dilakukan dengan eksperimen, dimana turbin menggunakan variasi jumlah ulir 7, 9, 11. Kekasaran menggunakan variasi grid 0 (tanpa kekasaran), grid 40, grid 60. Sudut kemiringan poros menggunakan 30º, 33º, 36º dan debit aliran menggunakan bukaan *valve* 50º (502,14), 70º (22,42), (90º) 803,52. Analisis kinerja turbin ditinjau berdasarkan kecepatan putaran (Rpm) dan tegangan (volt) yang dihasilkan. Hasil penelitian menunjukkan debit aliran, jumlah dan sudut turbin serta kekasaran permukaan sudu mempengaruhi unjuk kerja turbin ulir. Semakin rendah jumlah ulir dan tingkat kekasaran maka putaran dan tegangan akan semakin meningkat dan sebaliknya. Jumlah sudu dan tingkat kekasaran permukaan sudu akan memicu peningkatan luas hambatan aliran fluida. Hasil pengujian menunjukkan kinerja turbin terbaik pada variasi 7 ulir, dengan sudut kemiringan 33º dengan kekasaran grid 0 (tanpa kekasaran) menghasilkan tegangan 7,26 volt pada 2928,40 Rpm.

Kata Kunci: Turbin Ulir, Ulir, Kemiringan, Kekasaran, Debit, Daya Uotput, Putaran

ABSTRACT

The potential energy utilization of water is one of them is to use screw turbine technology as a microhydro power plant. Some parameters that affect the performance of screw turbines are the number of threads, surface roughness, shaft tilt angle and flow discharge. This study aims to determine the effect of thread count and surface roughness on the performance of screw turbines. The research was conducted with experiments, in which turbines used variations in the number of threads 7, 9, 11. Roughness uses grid variations 0 (without roughness), grid 40, grid 60. The slope angle of the shaft uses 30, 33, 36 and flow discharge using valve openings of 50 (502.14), 70 (22.42), (90) 803.52. Analysis of turbine performance is reviewed based on the rotation speed (Rpm) and voltage (volts) produced. The results showed the flow discharge, number and angle of the turbine as well as the roughness of the surface of the sudu influenced the performance of the screw turbine. The lower the number of threads and the level of roughness, the rotation and voltage will increase and vice versa. The amount of sudu and the level of roughness of the sudu surface will trigger an increase in the area of fluid flow resistance. The test results showed the best turbine performance at a variation of 7 threads, with a slope angle of 33o with grid roughness of 0 (without roughness) producing a voltage of 7.26 volts at 2928.40 Rpm.

Keywords*: Turbine Screw, Thread, Slope, Roughness, Discharge, Input Power, Rotation*

PENDAHULUAN

Potensi sungai, aliran irigasi, bendungan dan air terjun sangat banyak, mengingat indonesia adalah negara kepuluan yang banyak di aliri sungai yang kaya akan sumber energi terbarukan. hanya saja permasalahannya potensi tersebut belum dimanfaatkan dengan baik, dengan adanya teknologi turbin Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) aliran air bisa dimanfaatkan sebagai pembangkit listrik tenaga air skala kecil dalam jangka panjang. Pemanfaatan energi air pada dasarnya adalah memanfaatkan energi potensial dan energi kinetik menjadi energi mekanik dari air mengalir (Basori *et al*, 2016)**.** Salah satu alternatifnya dengan memanfaatkan teknologi turbin ulir.

Turbin ulir merupakan turbin jenis air yang diadopsi dari teori *archimedean screw* (Kumar & Ian, 2012). Konsep dari turbin ulir ialah memanfaatkan jatuhnya air yang mengalir dari ketinggian (potensial) selanjutnya terjadi gesekan antara fluida (air) dengan dinding sudu (kinetik) yang kemudian diubah menjadi energi gerak (mekanik). Berat massa jenis air yang melintasi pada bidang sudu menyebabkan poros berputar dan selanjutnya dikonvensi menjadi energi listrik melalui bantuan beberapa komponen. Besarnya energi listrik yang keluar dipengaruhi terhadap laju aliran, semakin besar laju aliran yang mengalir maka hal ini akan berpengaruh terhadap putaran poros yang juga semakin besar (Angraini *et al*, 2012).

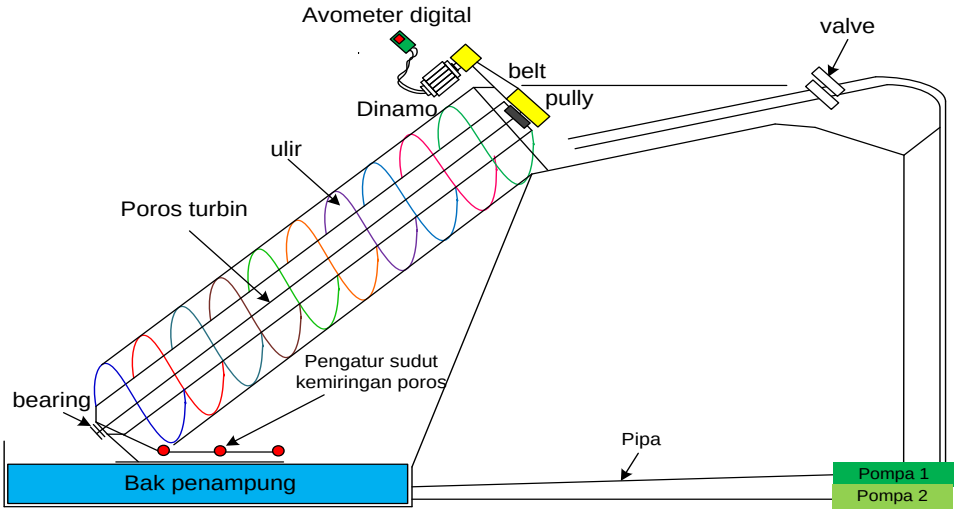
Jenis turbin air sudah banyak diperkenalkan dan diaplikasikan pada pembangkit listrik tenaga mikrohidro yaitu turbin *crossflow*, turbin *kaplan*, turbin *francis*, dan turbin *pelton*. Pemilihan turbin ulir sebagai pembangkit listrik mikrohidro dikarenakan salah satu turbin yang mampu beroperasi pada head sangat rendah hanya turbin *screw* (Budiarso *et al,* 2017).

Kinerja turbin ulir dipengaruhi beberapa parameter diantaranya jumlah ulir, sudut kemiringan poros, dan debit[10]. Beberapa peneliti sudah mengembangkan penelitian turbin ulir yaitu Analisa pengaruh tekanan air terhadap kinerja (PLTMH) dengan menggunakan turbin archimedes screw (Putra *et al*, 2018). Pengaruh sudut kemiringan terhadap kinerja turbin ulir (Abdulkadir, 2017). Efisiensi daya pada turbin screw dengan 3 lilitan terhadap jarak (Khamdi & Akhyan, 2016).

Dari uraian di atas, selanjutnya dapat dilakukan penelitian tentang pengaruh jumlah ulir dan kekasaran permukaan terhadap turbin ulir mikrohidro (PLTMH). Dengan memberikan efek kekasaran permukan diduga akan mempengaruhi laju aliran air yang memicu daya dorong pada turbin untuk berputar sehingga putaran akan lebih optimal.

METODE PENELITIAN

Pada penetlitian ini terdapat 2 variabel yang digunakan yaitu variabel bebas dan variabel terikat. Variabel bebas adalah debit aliran (50º l/s), (70º l/s), (90º l/s), jumlah ulir (7; 9; 11), sudut kemiringan poros (30°, 33°, 36°) dan kekasaran permukaan ulir (grid 0, grid 40, grid 60). Variabel terikatnya adalah putaran poros rpm.



Gambar 1. Skema Alat Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tegangan Output (Volt) Pada Bukaan 50º

Gambar 2 menunjukkan grafik hubungan debit aliran, jumlah ulir, sudut kemiringan poros dan kekasaran permukaan ulir terhadap tegangan *output* yang dihasilkan. Pada bukaan katup 50º tegangan *output* maksimum terjadi pada variasi ulir 11 lilitan tanpa kekasaran permukaan dengan sudut kemiringan 30º menghasilkan 5,66 volt. Sedangkan tegangan *output* mininum pada variasi ulir 7 lilitan, kekasaran permukaan 40 (*grid*) dengan sudut kemiringan 30º menghasilkan 2,55 volt.

Tegangan Output (Volt) Pada Bukaan 70º

Gambar 3 menunjukkan grafik hubungan debit aliran, jumlah ulir, sudut kemiringan poros dan kekasaran permukaan ulir terhadap tegangan *output* yang dihasilkan. pada bukaan katup 70º tegangan *output* maksimum terjadi pada variasi 11 lilitan tanpa kekasaran permukaan dengan sudut kemiringan 30º menghasilkan sebesar 6,97 volt. Sedangkan tegangan *output* minimum terjadi pada variasi 11 lilitan dengan kekasaran perbukaan 60 (grid) pada sudut kemiringan 30º dengan menghasilkan 3,85 volt.

Tegangan Output (Volt) Pada Bukaan 90º

Gambar 4 menunjukkan grafik hubungan debit aliran, jumlah ulir, sudut kemiringan poros dan kekasaran permukaan ulir terhadap tegangan *output* yang dihasilkan. Pada bukaan katup 90º tegangan *output* maksimum terjadi pada variasi ulir 7 lilitan tanpa kekasaran permukaan dengan sudut kemiringan 33º menghasilkan 7,26 volt. Sedangkan tegangan *output* minimum terjadi pada variasi ulir 11 lilitan dengan kekasaran permukaan 60 (*grid*) dengan sudut kemiringan 30º menghasilkan 4,06 volt.

Putaran Poros (rpm) Pada Bukaan Valve 50º

Gambar 5 menunjukkan grafik hubungan debit aliran, jumlah ulir, sudut kemiringan poros dan kekasaran permukaan ulir terhadap putaran poros yang dihasilkan. pada debit bukaan katup 50º putaran poros turbin maksimum terjadi pada variasi jumlah ulir 11 lilitan tanpa kekasaran permukaan dengan sudut kemiringan 33º menghasilkan 2267,80 rpm. Sedangkan putaran poros minimum terjadi pada variasi jumlah ulir 7 lilitan dengan kekasaran permukaan 40 (*grid*) pada sudut kemiringan 30º 1049,40 rpm.

Putaran Poros (rpm) Pada Bukaan Valve 70º Putaran Poros (rpm) Pada Bukaan Valve 70º

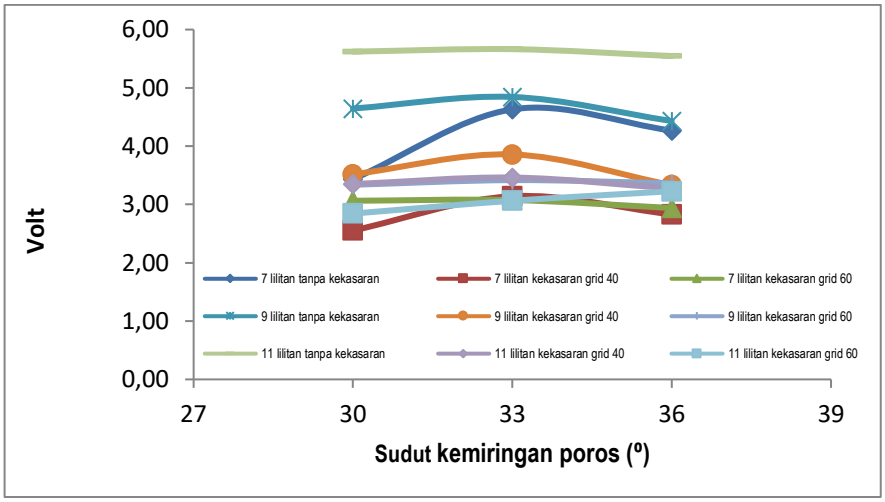
Gambar 6 menunjukkan grafik hubungan debit aliran, jumlah ulir, sudut kemiringan poros dan kekasaran permukaan ulir terhadap putaran poros yang dihasilkan. pada debit bukaan katup 70º putaran poros turbin maksimum terjadi pada variasi jumlah ulir 11 lilitan tanpa kekasaran permukaan dengan sudut kemiringan 30º menghasilkan 2773,20 rpm. Sedangkan putaran poros minimum terjadi pada variasi ulir 11 lilitan dengan kekasaran permukaan 40 (*grid*) pada sudut kemiringan 30º menghasilkan 1678,20 rpm.

Putaran Poros (Rpm) Pada Bukaan Valve 90º

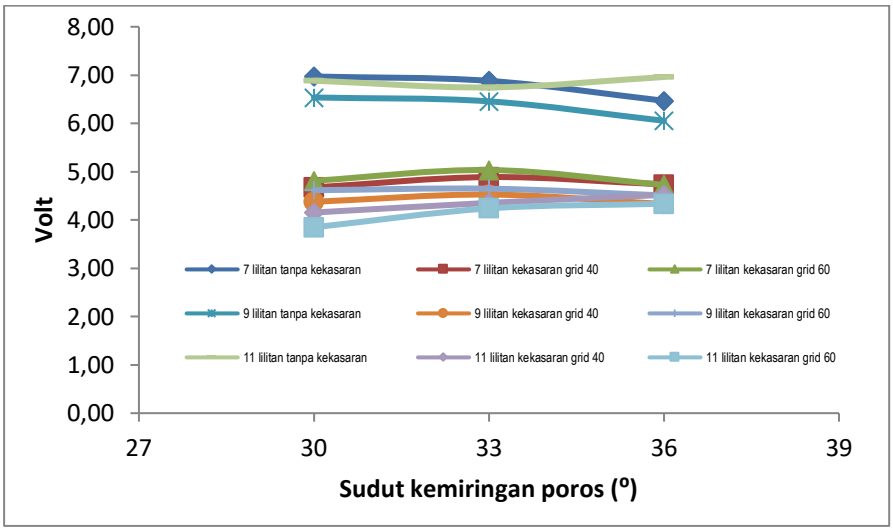
Gambar 7 menunjukkan grafik hubungan debit aliran, jumlah ulir, sudut kemiringan poros dan kekasaran permukaan ulir terhadap putaran poros yang dihasilkan. pada debit bukaan katup 90º putaran poros turbin maksimum terjadi pada variasi ulir 7 ulir tanpa kekasaran permukaan dengan sudut kemiringan 33º menghasilkan 2928,40 rpm. Sedangkan putaran poros minimum terjadi pada pada variasi jumlah ulir 11 ulir menggunakan kekasaran 60 (*grid*) dengan sudut kemiringan 33º menghasilkan 1827,60 rpm.

Debit Aliran Sebelum dan Sesudah Pada Bukaan (50º, 70º, 90º)

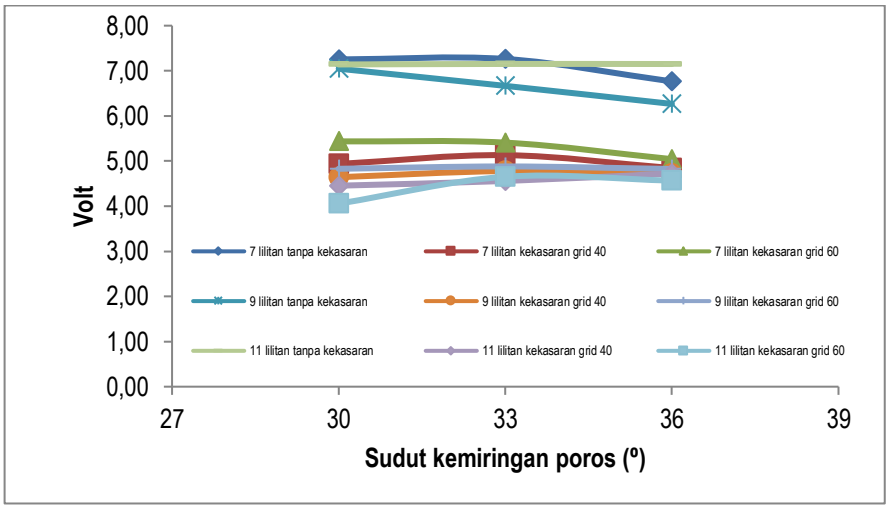
Gambar 8 menunjukkan grafik hubungan debit aliran sebelum dan sesudah pada bukaan katup 50º, 70º, 90º yang dihasilkan berbeda. Dimana pada debit aliran 50º menghasilkan minimum 494,43 ml/s. Sedangkan debit aliran maksimum terjadi pada bukaan katup 90º menghasilkan 803,19 ml/s.



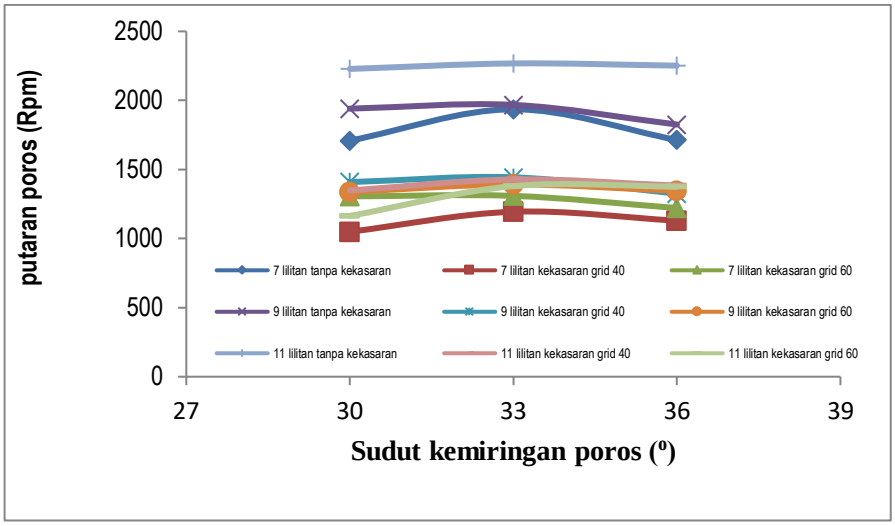
Gambar 2. Tegangan *Output* Pada Bukaan 50º



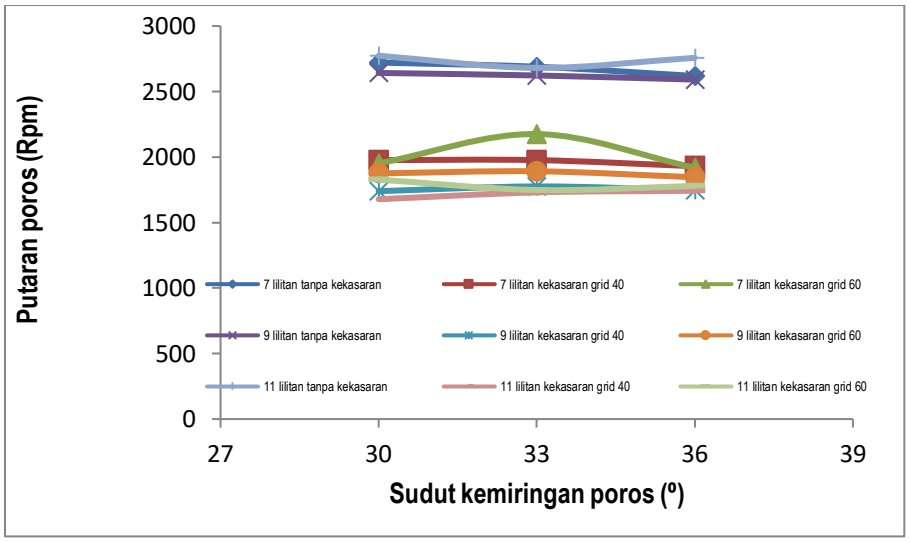
Gambar 3. Tegangan *Output* Pada Bukaan 70º



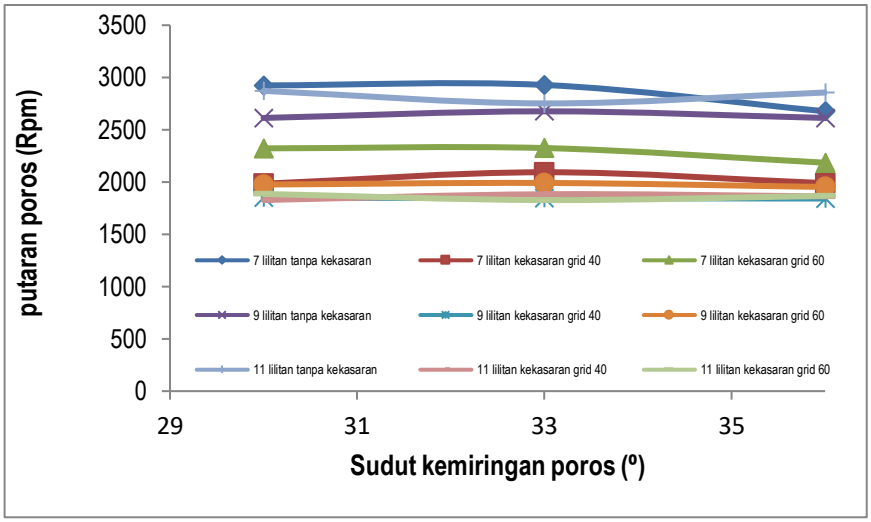
Gambar 4. Tegangan *Output* Pada Bukaan *Valve* 90º



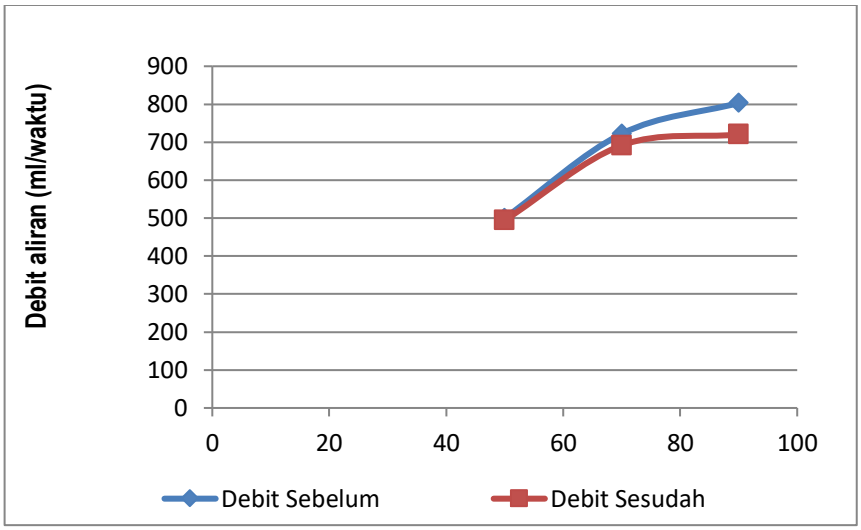
Gambar 5. Putaran Poros Turbin (*rpm*) Pada Bukaan 50º



Gambar 6. Putaran poros turbin (*rpm*) pada bukaan 70º



Gambar 7. Putaran Poros (*rpm*) Pada Bukaan 90º



Gambar 8. Debit Aliran Sebelum dan Sesudah Pada Bukaan (50º, 70º, 90º)

Laju Aliran Terhadap Kecepatan Putaran Poros Turbin (rpm)

Laju aliran yang mengalir dengan kecepatan tertentu mempengaruhi terhadap putaran poros turbin (rpm). Dimana debit aliran yang mengalir melintasi ulir mengalami sebuah gesekan antara fluida (air) dengan dinding ulir sehingga menyebabkan poros berputar. Pada variasi debit bukaan putaran poros yang didapatkan berbeda-beda. Dimana pada debit bukaan *valve* penuh mendapatkan putaran poros akan semakin besar. Hal ini sesuai dengan teori yang diteliti oleh (Khamdi & Akhyan, 2016) menyatakan bahwa semakin besar debit aliran maka putaran (rpm) yang didapatkan juga semakin besar.

Jumlah ulir merupakan parameter penting yang mempengaruhi kinerja turbin ulir. pada penelitian ini variasi jumlah ulir yang membentang sepanjang poros dari *input* menuju *output*, sehingga memicu terjadinya putaran akibat gaya dorong fluida (air) yang mengalir. Pada setiap jumlah ulir mendapatkan putaran yang berbeda-beda, pada jumlah ulir 7 lilitan mendapatkan putaran terbesar. Hal ini disebabkan semakin banyak jumlah maka laju aliran yang melintasi ulir waktu tempuh dari titik *input* menuju titik *output* akan semakin lama sehingga putaran yang didapatkan semakin rendah.

Pada penambahan variasi kekasaran permukaan menggunakan media ampelas yang direkatkan sepanjang lilitan. Hal ini akan berpengaruh terhadap kinerja turbin ulir, dimana setiap pemberian variasi kekasaran putaran poros yang didapatkan berbeda-beda. Semakin kasar permukaan ulir putaran (rpm) yang didapatkan cenderung mengalami penurunan. Hal ini disebabkan massa berat pada ulir menjadi bertambah. Sesuai dengan teori yang diteliti oleh (Budiarso *et al*, 2017) semakin besar hambatan, putaran (rpm) yang didapatkan mengalami penurunan.

Sudut kemiringan poros turbin menggunakan beberapa variasi dimana pada variasi putaran yang didapatkan bervariatif. Putaran (rpm) mengalami perubahan dengan berubahnya sudut kemiringan poros. Secara umum dapat dilihat putaran akan semakin besar bila debit aliran yang masuk melintasi ulir diperbesar. Besarnya sudut kemiringan poros berpengaruh terhadap banyaknya volume fluida (air) ruang diantara dua sudu. Pada sudut dibawah 33º banyaknya air pada sudu akan semakin berkurang karena sebagian voleme air akan mengalir pada bagaian atas sudu ulir dan putaran yang didapatkan mengalami penurunan hal ini dibuktikan pada gambar 7.

Laju Aliran Terhadap Tegangan Yang Didapatkan (Volt)

Laju aliran yang mengalir pada lintasan turbin sangat mempengaruhi terhadap daya *output* yang dihasilkan. aliran fluida (air) yang mengalir pada turbin ulir diukur sebelum dan sesudah melewati turbin, dimana air sebelum lewati turbin aliran air yang dihasilkan lebih besar jika dibandingkan dengan fluida sesudah melewati turbin yang cenderung lebih sedikit fenomena ini disebabkan ada sebagian fluida (air) yang masih tertahan pada sela-sela turbin sehingga energi air yang keluar akan berkurang hal ini akan berpengaruh terhadap daya *output* yang dihasilkan.

Daya yang keluar diakibatkan fluida cair mengalir dari ketinggian (energi potensial). Energi potensial akan semakin berpengaruh seiring dengan sudut jatuh aliran air yang ditandai dengan pola pemasangan kemiringan poros turbin. Hal ini sesuai dengan teori yang diteliti oleh (Khamdi & Akhyan, 2016) menyatakan bahwa daya *output* mengalami perubahan dengan berubahnya sudut kemiringan poros pada turbin ulir. Aliran fluida selanjutnya akan mengalami gesekan (energi kinetik) dengan permukaan poros turbin berputar (energi mekanik) yang selanjutnya dimanfaatkan untuk menggerakan generator. Hal ini sesuai dengan teori yang diteliti oleh (Khamdi & Akhyan, 2016) dengan debit yang semakin besar maka daya *input* semakin besar sehingga daya *output* nya juga semakin besar. Penambahan efek kekasaran permukaan juga berpengaruh terhadap daya *output* yang dihasilkan. semakin tinggi nilai kekasaran permukaan akan meningkatkan hambatan terhadap aliran fluida (air) yang melintasi sudu turbin. Nilai hambatan ini juga dipengaruhi oleh panjang lintasan berdasarkan jumlah ulir yang digunakan pada turbin. Semakin besar daya hambat yang terjadi berdampak terhadap daya *output* yang semakin kecil/rendah. Begitupun sebaliknya semakin kecil nilai hambatan akan menghasilkan daya *output* yang cenderung lebih besar. Hal ini sesuai dengan teori/penelitian yang dilakukan (Budiarso *et al*, 2017) bahwa semakin besar hambatan maka semakin decil daya yang dihasilkan fenomena ini dapat dilihat pada gambar 4.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Penelitian menunjukkan jumlah ulir dan kekasaran permukaan akan berpengaruh terhadap kinerja turbin ulir. kinerja turbin ditinjau berdasarkan kecepatan putaran dan tegangan output yang dihasilkan.
2. Debit, jumlah ulir, kekasaran permukaan, dan sudut kemiringan poros akan berpengaruh terhadap kecepatan putaran. Hal ini ditunjukkan putaran terbesar terjadi pada ulir 7 lilitan, tanpa kekasaran (K0) sudut kemiringan 33º dengan bukaan katup 90º menghasilkan 2928,40 Rpm. Putaran terkecil pada variasi jumlah ulir 7 lilitan, kekasaran 40 grid (k2) sudut kemiringan poros 30º dengan debit bukaan katup 50º menghasilkan 1049,40 putaran Rpm.
3. Selain itu debit aliran akan berpengaruh terhadap tegangan output yang dihasilkan. Dimana tegangan terbesar terjadi pada ulir 7 lilitan, tanpa kekasaran permukaan (k0) sudut kemiringan 33º dengan bukaan valve 90º menghasilkan 7,26 volt. Tegangan terkecil pada variasi jumlah ulir 7 lilitan, kekasaran 40 grid (k2) sudut kemiringan poros 30º dengan debit bukaan katup 50º menghasilkan 2,55 volt.

Saran

1. Pembuatan sudu harus lebih diperhatikan agar celah dengan tabung turbin lebih presisi. Hal ini dimaksudkan untuk mengurangi kerugian akibat celah yang terlalu besar
2. Penambahan kekasaran seharusnya tidak menggunakan media yang akan menambah massa berat pada turbin. Hal ini akan memicu terhadap peforma yang dihasilkan turbin ulir.
3. Antara poros turbin dengan tabung harus benar-benar berada pada titik tengah hal ini dimaksudkan ketika poros bergerak putaran yang dihasilkan menjadi lebih baik.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih kepada rekan-rekan Teknik Mesin Uniba yang telah membantu terselesaikannya penelitian ini.

REFERENSI

Abdulkadir. (2017). Pengaruh Sudut Kemiringan Terhadap Kinerja Turbin Ulir. Vol. 2 . No. 1, April 2017, pp. 65-72 ISSN: 2477-7870.

Angraini,l.,Et.al. (2012). “Pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro dengan Pemanfaatan Potensi Air di Desa Benteng Besi Kabupaten Lebong Propinsi Bengkulu”, Jurnal Amplifier, Vol. 2 No.1, (2012).

Basori, M.T, Wismanto Setyadi, M.T., Reza Ferdiana. (2016). Analisis Unjuk Kerja Turbin Air Pada Pusat Listrik Tenaga Air (PLTA) Dengan Kapasitas 70 MW, *jurnal konvensi energi dan manufaktur UJN, Edisi terbit III- Oktober 2016.*

Budiarso, Wajito, Dendy Andata, & M.H. Gumelar Syafe. (2017). Development of Archimedes Turbine Research: Review Article, *prosiding SNTTM XVI, Oktober 2017.*

Havendry,A. (2009). ”Perancangan dan Realisasi Model Prototipe Turbin Air Type *Screw* (*Archimedean Turbine*) untuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro dengan *Head* Rendah di Indonesia”, TeknikA, Vol.2, No. 31, Tahun XVI, Hal.1-7, 2009.

I Gede Widnyana Putra, *et al.* (2018). Analisa Pengaruh Tekanan Air Terhadap Kinerja PLTMH dengan Menggunakan Turbin Archimedes Screw. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro, Vol. 17, No. 3, September - Desember 2018.*

Kumar, R. K and v David Ian. (2012). *Hydro Power Generation From Domestic Water Supply System and Development of Dynamic Flow Modeling*, International Journal and Electronics Engineering Research (IJEEER), ISSN 2250=155X, Vol. 2, Issue 3 Sept, 94-105, (2012).

Muller, G. (2009). *Simplified Theory of Archimedean Screws*, Journal of Hydraulic Research, Vol. 47, No. 5, pp. 666-669, doi: 10.3826 /jhr.2009, 3475, (2009).

Murray Lyons, William David Lubitz. (2013). Archimedes Screws for Micohydro Power Generator. Proceedings of the ASME 2013 7th International Conference on Energy Sustainability. ES2013-18067.

Nur Khamdi & Amnur Akhyan. (2016). Efesiensi Daya Pada Turbin *Screw* dengan 3 Lilitan Terhadap Jarak *Pitch*. Jurnal ELEMENTER. Vol. 2, No. 2, Nov 2016.

Rorres, C. (2000). *The Turn of The Screw: Optimal Design of An Archimedes Screw*, *Journal of Hydraulic Engineering, January*, pp. 72-80, (2000).