

UJI EKSPERIMENTAL PENGEMBANGAN SUDUT *BASIN CONE* TERHADAP KINERJA TURBIN REAKSI ALIRAN *VORTEX*

Nur Indah Wahyu Ningtyas

S1 Teknik Mesin Konversi Energi, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
e-mail: nurningtyas@mhs.unesa.ac.id

Priyo Heru Adiwibowo

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
e-mail: priyoheruadiwibowo@unesa.ac.id

Abstrak

Energi sangat berpengaruh pada kehidupan dewasa saat ini, mengakibatkan penggunaan energi fosil berlebih pada semua bidang, maka perlu diadakannya penelitian tentang sumber energi alternatif, salah satunya adalah air. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh sudut *basin cone* terhadap kinerja turbin reaksi aliran *vortex*. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan memvariasikan 3 variabel, yaitu sudut *basin cone*, yaitu *basin cone* sudut 67° , *basin cone* sudut 58° , *basin cone* sudut 50° . Hasil dari penelitian adalah variasi sudut *basin cone* memiliki pengaruh terhadap daya dan efisiensi turbin reaksi aliran *vortex*, dimana *basin cone* optimal adalah *basin cone* sudut 58° dengan daya turbin sebesar 36,6096 Watt pada kapasitas 12,3410 L/s dan efisiensi sebesar 40,8866 % pada kapasitas 12,3410 L/s, diikuti oleh *basin cone* sudut 50° dan kemudian *basin cone* sudut 67° , hal ini disebabkan sudut *basin cone* dapat berpengaruh pada *cone* sehingga dapat memutar turbin secara maksimal dan mendapatkan torsi dan rpm yang tinggi, efisiensi berhubungan dengan daya turbin dan daya air.

Kata kunci: Turbin *Vortex*, Sudut *Basin Cone*, Daya dan Efisiensi.

Abstract

Energy is very influential in adult life today, resulting in the use of excess fossil energy in all fields, it is necessary to conduct research on alternative energy sources, one of which is water. The purpose of this study was to determine the effect of the basin cone angle on the performance of the vortex flow reaction turbine. This study used an experimental method by varying 3 variables, namely the angle of the cone basin, namely the cone angle of angle 67° , angle cone of angle of 58° , basin cone of angle of 50° . The results of this study are the variation of the basin cone angle has an influence on the power and efficiency of the vortex flow reaction turbine, where the optimal basin cone is a 58° basin cone angle with a turbine power of 36.6096 Watt at a capacity of 12.3410 L / s and an efficiency of 40, 8866% at capacity 12,3410 L /s, followed by basin cone at an angle of 50° and then basin cone at an angle of 67° , this is because the angle of *basin cone* can affect the cone so that it can rotate the turbine to the maximum and get high torque and rpm, efficient efficiency with power turbine and water power.

Keywords: Turbine *Vortex*, Angle of Basin, power and efficiency.

PENDAHULUAN

Energi sangat berpengaruh pada kehidupan dewasa saat ini, karena kebutuhannya juga yang terus meningkat mengakibatkan penggunaan energi fosil berlebih disemua bidang sehingga membuat banyak ilmuwan-ilmuwan menciptakan sumber energi alternatif. Salah satu sumber energi alternatif yang sedang dikembangkan saat ini ialah energi air, hal ini dikarenakan Indonesia terkenal sebagai negara maritim yang 2/3 dari luas permukaan ditutup oleh air sehingga air akan sangat berpotensi jika

dikembangkan dan menghasilkan energi. Energi air lebih diutamakan dari pada energi angin

Sumber energi yang berupa air, tenaga surya, dan udara bersifat tak terbatas dan mudah didapat, berbeda dengan minyak bumi, batu bara mengingat sumber daya tersebut semakin langka dan membutuhkan waktu yang cukup lama untuk dapat diperbaharui lagi melalui proses alam. Pemanfaatan energi air masih kurang maksimal, dengan jumlah sungai di Indonesia yang rata-rata mempunyai *head* yang rendah namun memiliki debit

yang cukup besar kurang diperhatikan karena biasanya memanfaatkan air terjun dengan *head* jatuh yang besar.

Mikrohidro biasanya memanfaatkan sungai dengan aliran kecil atau bahkan saluran irigasi, agar pemanfaatannya optimal maka diubah menjadi aliran *vortex*.

Penelitian Agus Rohermanto (2007) yang berjudul “Pembangkit Listrik Mikro Hidro (PLTMH)” PLTMH mengandung makna, yang secara bahasa diartikan *micro* adalah kecil dan *hydro* adalah air, maka dapat diartikan bahwa *microhydro* adalah Pembangkit Listrik tenaga Air (PLTA) yang berskala kecil, karena pembangkit tenaga listrik ini memanfaatkan aliran air sungai atau aliran irigasi sebagai sumber tenaga untuk menggerakkan turbin dan memutar generator. Jadi pada prinsipnya dimana ada air mengalir dengan ketinggian minimal 2,5 meter dengan debit 250 liter/detik, maka disitu ada energi listrik.

Menurut penelitian tzeh Cheng Kueh, dkk (2014), dalam penelitiannya yang berjudul “*Numerical Analysis Of Water Vortex Formation For The Water Vortex Power Plant*”, didapatkan hasil bahwa dengan semakin tinggi pertambahan dari *vortex* maka kekuatan aliran *vortex* akan meningkat.

Penelitian yang dilakukan oleh Aripasetya, Sena dan Adiwibowo, Priyo Heru (2018) dalam penelitian yang berjudul “Eksperimental Pengaruh Kemiringan Sudut Sudu Berpenampang Plat Datar Terhadap Kinerja Turbin Aliran *Vortex*”. Hasil dari penelitian ini sudut sudu turbin yang optimal yaitu kemiringan sudut sudu $22,5^\circ$ dengan kapasitas 13,4434 Ls dengan daya yang didapatkan 51,03 Watt pada pembebanan 5000 g. Sedangkan efisiensi tertinggi dengan kemiringan sudut sudu $22,5^\circ$ yang terdapat pada kapasitas 7,9987 L/s yaitu 64,58% pada pembebanan 25000g.

Penelitian yang dilakukan oleh Afryzal, Nikita Randy dan Adiwibowo, Priyo Heru (2017) dalam penelitian yang berjudul “Uji Eksperimental Pengaruh Variasi Jumlah Sudu Berpenampang Plat Datar”, menyatakan bahwa daya turbin terbesar menggunakan turbin dengan 8 sudu pada beban 25000 gram dengan kapasitas air sebesar 8,89 L/s diperoleh daya turbin sebesar 21,84 Watt. Efisiensi yang turbin terbesar menggunakan turbin dengan 8 sudu pada beban 20000 gram dengan kapasitas air sebesar 6,94 L/s diperoleh efisiensi turbin sebesar 44,3%.

Penelitian Ferdy J. Marpaung (2013), dalam penelitiannya yang berjudul “Uji Performansi Turbin *Vortex* Menggunakan Variasi Dimensi Sudu 2 dan 3 dan Luas Saluran Buang Serta Ketinggian Dari Dasar *Casing*”, dijelaskan bahwa sudu 3, yaitu dengan dimensi tinggi 78,3 cm dan lebar 13,5 cm memiliki efisiensi lebih tinggi dibandingkan dengan sudu yang lainnya dengan

menggunakan diameter saluran buang 7cm ketinggian 0,1cm dari dasar *casin*.

Penelitian Kurniawan, Hudan Achmad dan Adiwibowo, Priyo Heru (2017) dalam penelitiannya yang berjudul “Pengaruh Sudut *Inlet Notch* Pada Turbin Reaksi Aliran *Vortex* Terhadap Daya Dan Efisiensi”, daya tertinggi terdapat pada *Guide Vane* dengan sudut $17,82^\circ$ pada kapasitas 8,1327 L/s yaitu 23,06 Watt dengan pembebanan 25000g dan efisiensi tertinggi terdapat pada *Guide Vane* dengan sudut $17,82^\circ$ pada kapasitas 5,6472 L/s yaitu 57,26% dengan pembebanan 15000g.

Penelitian S. Mulligan & P. Hull (2010), dalam penelitian yang berjudul “*Design And Optimisation Of A Water Vortex Hydropower Plant*”, didapatkan hasil bahwa kekuatan optimum aliran *vortex* terjadi pada rasio diameter lubang *outlet* dengan basin antara 14%-18%, tinggi dari *vortex* berbanding lurus dengan *discharge*, tinggi dan kapasitas air berbanding lurus, daya teoritis maksimal = $\rho g Q H_v$ ($H_v = \text{height of vortex}$). Dari penelitian tersebut dijelaskan bahwa diameter yang paling optimal yaitu 14%-18%.

Penelitian Sujate Wanchat, dkk (2013), dalam penelitiannya yang berjudul “*A Parametric Study Of A Gravitation Vortex Power Plant*”, didapatkan bahwa dengan bentuk sudu setengah silinder dengan jumlah sudu 5 aliran *vortex* dengan diameter basin 1m dan diameter *outlet* kurang dari 0,2m tidak mampu memutar turbin. Didapatkan efisiensi tertinggi dari sistem dengan diameter *outlet* 0,3m atau 30%. Dari penelitian tersebut dijelaskan jika diameter basin 1m dan diameter *outlet* kurang dari 0,2m atau 20mm tidak mampu menghasilkan aliran *vortex*.

Penelitian Sagar Dhakal, dkk (2014), dalam penelitian yang berjudul “*Effect Of Dominant Parameters For Conical Basin Gravitational Water Vortex Power Plant*”, dijelaskan bahwa diantara *angle cone basin* $10^\circ-23^\circ$ yang terbaik yaitu 23° menghasilkan kecepatan 0.48 m/s.

Penelitian Baskoro, Mahendra Bagus dan Adiwibowo, Priyo Heru (2017), dalam penelitian yang berjudul “Uji Eksperimental Pengaruh Sudu *Basin Cone* Terhadap Kinerja Turbin Reaksi Aliran *Vortex*”, dijelaskan basin cone dengan sudut 67° memiliki daya dan efisiensi tertinggi dengan menghasilkan daya 35,07 Watt, dan efisiensi turbin 55,79% dengan pembebanan 45.000 gram, ini dikarenakan sudut 67° memiliki lubang *outlet* lebih kecil dibanding sudut yang lain yaitu 90mm yang mengakibatkan terjadinya peningkatan sudut basin yang dapat menampung kapasitas air yang lebih besar.

Bedasarkan penelitian-penelitian diatas, penulis akan melakukan studi eksperimental untuk mengoptimalkan daya dan efisiensi turbin reaksi aliran *vortex* dengan membandingkan dengan penelitian terdahulu dan Dengan

dapat dipertimbangkan untuk digunakan dalam skala kecil atau rumah yang letaknya terdapat aliran air besar dan *head* yang rendah.

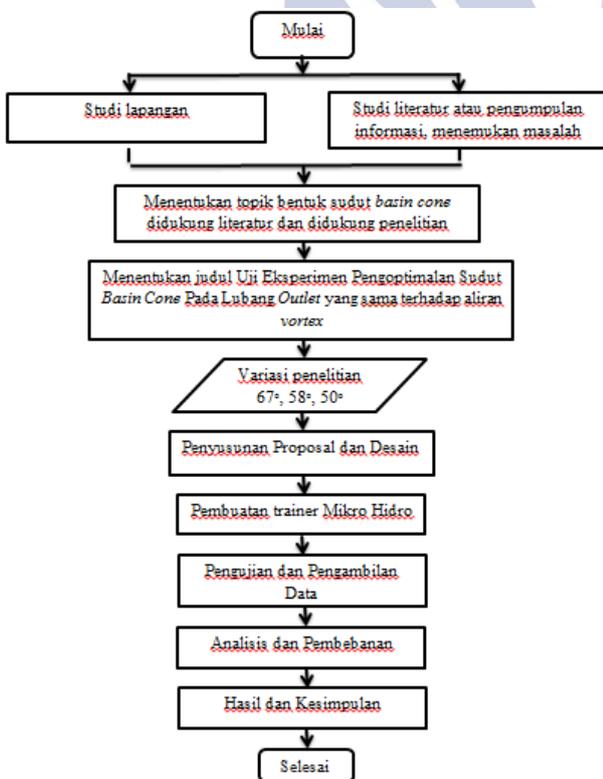
Diharapkan dengan penelitian eksperimen ini maka akan bisa menghasilkan turbin vortex yang baik dari segi mekanis maupun keefisienannya yang dapat digunakan untuk skala kecil atau rumah dan menggunakan energi potensial yang ada di sekitar rumah. Hal ini memungkinkan juga untuk penduduk yang letak rumahnya jauh dari aliran air besar dan *head* yang rendah.

METODE

Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah kuantitatif dan metode yang digunakan adalah eksperimen, Pengujian akan dilakukan dengan menggunakan beberapa variabel terhadap daya dan efisiensi turbin *vortex* sehingga didapatkan data dengan hasil yang terbaik.

Rancangan Penelitian



Gambar 1. Flowchart Penelitian

Variabel Penelitian

- Variabel Bebas
Variabel bebas adalah variabel yang mempengaruhi atau yang menjadi sebab perubahannya atau timbulnya variabel terikat, Dalam penelitian ini variabel bebasnya yaitu : Variasi sudut *basin cone* : $67^\circ, 58^\circ, 50^\circ$.

- Variabel Terikat
Variabel terikat merupakan variabel yang dipengaruhi atau yang menjadi akibat karena adanya variabel bebas. Dalam penelitian ini variabel terikat adalah daya dan efisiensi yang dihasilkan pada masing masing variasi sudut *basin cone*.

- Variabel Kontrol
Variabel kontrol adalah variabel yang dikendalikan atau dibuat konstan sehingga pengaruh variabel independen terhadap dependen tidak dipengaruhi oleh faktor luar yang tidak diteliti.

Variabel kontrol dalam penelitian ini yaitu :

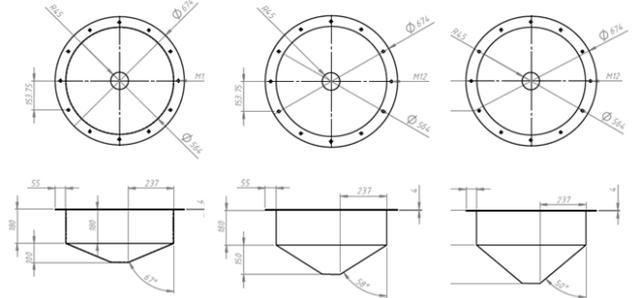
- Diameter *basin* adalah 56 cm
- Material *basin* terbuat dari plat besi 2mm
- Diameter dari sudu turbin *vortex* adalah 21 cm
- Kapasitas/debit aliran air: 8,0691 L/s, 9,4139 L/s, 10,8034 L/s dan 12,3410 L/s
- Pembebanan: 5000 gram sampai 50.000 gram
- Diameter *outlet basin cone* adalah 9 cm

Alat Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian antara lain:



Gambar 2. Basin



Gambar 3. Desain Basin



Gambar 4. Instalasi turbin

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Bab ini akan menjelaskan hasil pengujian penelitian variasi sudut *basin* terhadap daya dan efisiensi turbin reaksi *vortex*. Data yang dihasilkan akan dicatat pada tabel yang telah dibuat. Hasil penelitian tersebut terdapat putaran dari turbin, torsi, daya turbin, putaran turbin. pokok pikiran baru yang merupakan esensi dari temuan penelitian. Hasil penelitian nantinya akan disajikan dalam bentuk tabel dan grafik..

Sebelum melakukan perhitungan untuk mendapatkan daya dan efisiensi turbin maka harus menentukan variasi kapasitas air yaitu 8,0691 L/s, 9,4139 L/s, 10,8034 L/s, 12,3410 L/s.

Sebelum melakukan perhitungan untuk mendapatkan daya dan efisiensi turbin maka perlu dihitung kapasitas dan kecepatan aliran air terlebih dahulu.

- Menghitung kapasitas air (Q) menggunakan persamaan (1)

$$Q = cd \cdot \frac{8}{15} \cdot \sqrt{2g} \cdot tg \frac{\theta}{2} \cdot H^{\frac{5}{2}}$$

Dimana:

H = Tinggi air pada V-Notch

θ = Sudut V-Notch

Cd = V-Notch weir coefficient

- Menghitung daya air yang mengalir (Pa) menggunakan persamaan (2)

$$Pa = \rho \cdot Q \cdot g \cdot H$$

Dimana:

ρ = Massa jenis air (995,6 kg/m³)

Q = Debit aliran (m³)

g = Gravitasi (m/s²)

H = Tinggi Aliran *vortex* (m)

- Menghitung torsi turbin (T) menggunakan persamaan (3)

$$T = F \cdot r$$

Dimana:

F = m · g

$$F_{\text{turbin}} = (m_{\text{beban}} - m_{\text{neraca}}) \cdot g$$

Nilai F dari perhitungan torsi merupakan hasil pengurangan dari gaya beban dikurangi gaya pada neraca.

- Menghitung daya turbin (Pt) Menggunakan persamaan (4)

$$Pt = T \cdot \omega$$

Dimana:

T = Torsi

ω = kecepatan anguler turbin (rad/s)

- Menghitung efisiensi turbin (η) menggunakan persamaan (5)

$$\eta = \frac{Pt}{Pa} \times 100\%$$

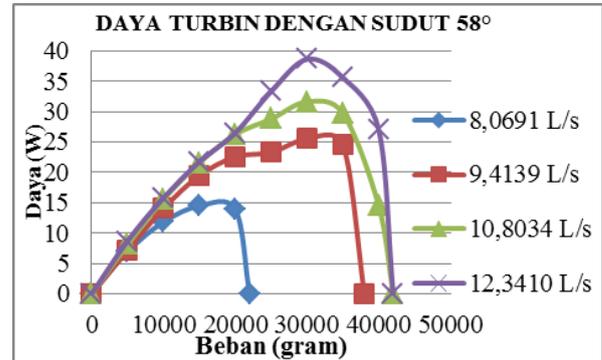
Dimana:

Pt = Daya turbin (watt)

Pa = Daya air yang mengalir (watt)

Pembahasan

- Pengaruh Kapasitas Air terhadap Daya Turbin.



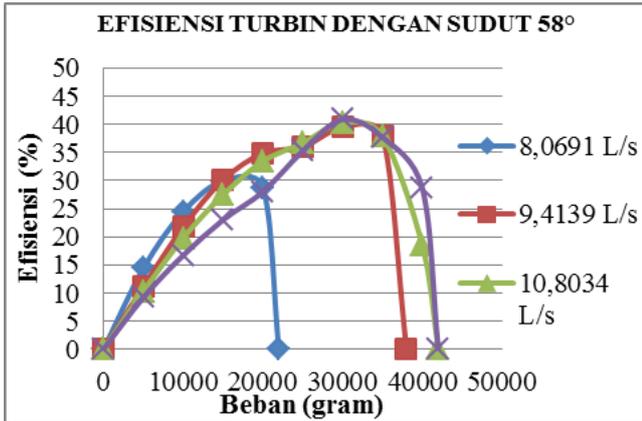
Gambar 5. Grafik pengaruh variasi kapasitas air terhadap daya turbin reaksi aliran *vortex* dengan sudut *basin cone* 58°

Berdasarkan pada gambar 5, terlihat bahwa turbin reaksi aliran *vortex* dengan *basin cone* sudut 58° menghasilkan daya yang semakin meningkat sebanding dengan kapasitas air yang mengalir yang semakin besar. Seperti pada gambar, bahwa pada kapasitas 8,0691 L/s, daya yang dihasilkan mulai dari pembebanan 5000 g terus meningkat hingga mencapai daya paling tinggi pada pembebanan 15.000 g yaitu sebesar 14,4587 Watt, kemudian daya cenderung turun setelah diberi pembebanan diatas 15.000 g dan akhirnya berhenti total pada pembebanan 22.000 g. Pada kapasitas 9,4139 L/s daya tertinggi yang dihasilkan meningkat hingga pada pembebanan 30.000 g yaitu sebesar 25,5298 Watt dan mengalami penurunan hingga turbin berhenti total pada pembebanan 38.000 g. Pada kapasitas 10,8034 L/s daya mengalami kenaikan yang signifikan dibanding dengan kapasitas 8,0691 L/s dan 9,4139 L/s yaitu sebesar 31,6094 Watt pada pembebanan 30.000 g dan akhirnya turbin berhenti total pada pembebanan 42.000 g. Pada kapasitas 12,3410 L/s menghasilkan daya sebesar 38,609666 Watt pada pembebanan 30.000 g dan akhirnya turbin berhenti total pada pembebanan 42.000 g.

Berdasarkan gambar 5 sudut *basin cone* 58° menghasilkan daya yang semakin meningkat sebanding dengan bertambahnya kapasitas aliran air yang mengalir pada kapasitas 12,3410 L/s dengan pembebanan konstan sampai dengan 42.000 gram, menghasilkan daya turbin sebesar 38,6096 Watt. Hal ini terjadi karena *basin cone* sudut 58° mempunyai panjang 150 mm, tidak terlalu panjang, yang

mengakibatkan terjadinya peningkatan penampungan kapasitas air yang optimal, maka turbin reaksi aliran

- Pengaruh Kapasitas Air terhadap Efisiensi.

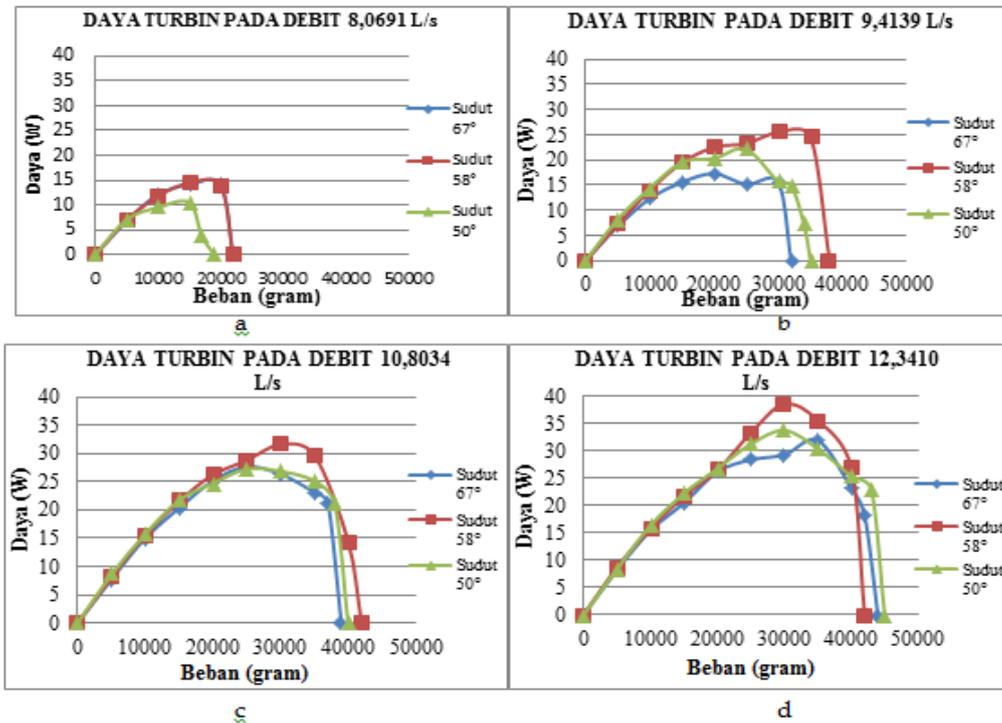


Gambar 6. Grafik Pengaruh Variasi Kapasitas Air Terhadap Efisiensi Turbin Reaksi Aliran *Vortex* dengan Sudut *Basin cone* 58°

Berdasarkan gambar 6, terlihat bahwa turbin reaksi aliran *vortex* dengan *basin cone* rasio sudut 58° dan panjang 150 mm menghasilkan efisiensi yang meningkat, berbanding lurus dengan kapasitas air yang terus naik.

Pada kapasitas air 8,0691 L/s menghasilkan efisiensi terendah sebesar 14,4030 % dengan pembebanan 5000 gram dan efisiensi tertinggi. Pada kapasitas air 10,8034 L/s menghasilkan efisiensi terendah sebesar 10,3342 % dengan pembebanan 5000 gram dan efisiensi tertinggi sebesar 40,3045 % dengan pembebanan 30.000 gram, efisiensi turbin cenderung mengalami penurunan setelah diberi pembebanan diatas 30.000 gram dan akhirnya berhenti total pada pembebanan 42.000 gram. Pada kapasitas air 12,3410 L/s menghasilkan efisiensi terendah sebesar 9,2060 % dengan pembebanan 5000 gram, efisiensi tertinggi 40,8866 % dengan sebesar 29,9437 % dengan pembebanan 15.000 gram, pembebanan 30.000 gram, efisiensi cenderung mengalami penurunan setelah diberi pembebanan diatas 30.000 gram dan akhirnya berhenti total pada pembebanan 42.000 gram. Berdasarkan pada gambar 6 terlihat bahwa grafik efisiensi yang terbentuk seperti yang terjadi pada grafik daya turbin yaitu akan mengalami kenaikan mulai dari beban 5000 g sampai titik dimana efisiensi akan mengalami penurunan efisiensi jika dilakukan penambahan beban lagi. Hal ini disebabkan karena daya turbin juga sangat berpengaruh terhadap efisiensi, berdasarkan rumus untuk mencari efisiensi adalah perbandingan antara daya turbin dengan daya air dan dikali seratus

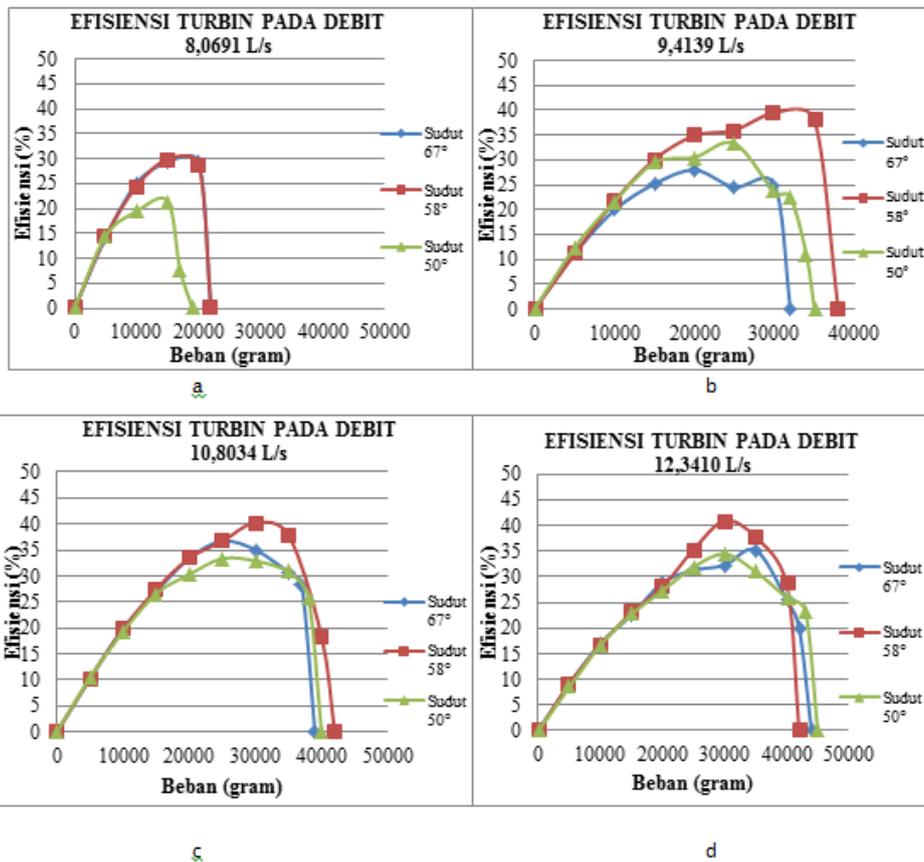
- Perbandingan Pengaruh Sudut *Basin* terhadap Daya Turbin Pada Berbagai Kapasitas Air.



Gambar 7. Perbandingan Pengaruh Sudut *Basin* Terhadap Daya Turbin

Berdasarkan gambar 7, dapat ditarik kesimpulan bahwa setiap peningkatan kapasitas air, daya yang dihasilkan oleh turbin juga semakin meningkat pada setiap kenaikan kapasitas. Dengan peningkatan kapasitas air, daya air yang mengalir juga semakin tinggi, hal ini dikarenakan bertambahnya pembebanan yang diberikan akan membuat torsi yang dihasilkan semakin besar pula. Torsi yang semakin besar menyebabkan daya turbin yang dihasilkan juga semakin besar. Tetapi, apabila semakin besar berat beban maka akan menghasilkan gaya yang juga lebih besar dan mengakibatkan putaran poros berhenti.

- Perbandingan Pengaruh Sudut *Basin* terhadap Efisiensi Turbin Pada Berbagai Kapasitas Air.



Gambar 8. Perbandingan Pengaruh Sudut *Basin* Terhadap Efisiensi Turbin

Efisiensi merupakan perbandingan daya turbin (P_t) dan daya air (P_a) yang di ekstrak oleh turbin. Pada gambar 8, terlihat bahwa setiap peningkatan kapasitas air, efisiensi yang dihasilkan oleh turbin semakin meningkat dan pembebanan maksimal juga semakin besar. Hal ini terjadi karena dengan kenaikan kapasitas air maka daya air yang mengalir juga semakin besar, daya turbin yang dihasilkan sebanding dengan kenaikan daya air yang mengalir, sehingga efisiensi yang dihasilkan semakin meningkat. Untuk mengetahui seberapa besar efisiensi dari turbin reaksi aliran *vortex* ini,

Putaran poros yang berhenti mengakibatkan tidak ada daya yang dihasilkan.

Keadaan *basin cone* sudut 58° lebih baik dibandingkan *basin cone* sudut 67° atau sudut *basin cone* 50° karena dengan panjang *cone* yang tidak terlalu panjang atau pendek yaitu 150 mm dan sudut yang tepat mampu menampung kapasitas air dengan baik serta putaran air yang dihasilkan lebih terarah sehingga turbin aliran *vortex* dapat berputar secara maksimal sehingga menghasilkan torsi yang lebih tinggi sehingga dapat menghasilkan daya turbin yang lebih optimal atau yang lebih baik.

dapat dilihat pada gambar 13 tentang perbandingan pengaruh sudut dan panjang *basin cone* terhadap efisiensi turbin. Bahwa penggunaan *basin* yang paling bagus didapatkan pada kapasitas 12,3410 L/s (kapasitas yang paling besar) yaitu penggunaan *basin cone* sudut 67° yang hanya menghasilkan 35,1872 % dengan pembebanan sebesar 35.000 g. Kemudian *basin cone* dengan sudut 58° yang menghasilkan efisiensi 40,8866 % dengan pembebanan sebesar 30.000 g. Dan *basin cone* sudut 50° yang menghasilkan efisiensi 34,4274 % dengan pembebanan sebesar 30.000 g.

Basin cone dengan sudut 58° menghasilkan efisiensi terbaik seperti di atas karena memiliki panjang *cone* 150 mm yang mengakibatkan terjadinya peningkatan daya tampung kapasitas air sehingga air yang masuk juga lebih terarah, turbin reaksi aliran *vortex* terendam sempurna dan menghasilkan daya turbin lebih tinggi sehingga efisiensi yang dihasilkan juga lebih tinggi. Hubungan antara pembebanan dengan efisiensi jika melihat rumus semakin tinggi pembebanan maka torsi juga akan meningkat, sehingga daya turbin yang dihasilkan juga meningkat, akan tetapi harus diikuti oleh rpm yang tinggi. Daya turbin meningkat maka efisiensi juga akan meningkat, hal ini terjadi karena untuk mencari efisiensi adalah daya turbin dibagi dengan daya air dan dikali seratus.

Sedangkan pada *basin cone* sudut 67° memiliki daya turbin yang rendah, ini dikarenakan rpm yang dihasilkan juga rendah, sehingga mengakibatkan efisiensi juga rendah. Begitupun *basin cone* sudut 50° memiliki daya turbin yang rendah dikarenakan memiliki rpm yang rendah sehingga menghasilkan efisiensi yang rendah.

PENUTUP

Simpulan

Dari analisa hasil penelitian dan pembahasan data yang telah dijelaskan tentang sudut *basin* dengan menggunakan *basin cone* sudut 67° , *basin cone* sudut 58° , *basin cone* sudut 50° dapat disimpulkan:

- Daya tertinggi terdapat pada *basin cone* sudut 58° pada kapasitas 12,3410 L/s yaitu sebesar 36,6096 Watt dengan pembebanan 30.000 g, diikuti oleh *basin cone* sudut 50° pada kapasitas 12,34103 L/s yaitu sebesar 33,7605 Watt dengan pembebanan 30.000 g, dan yang paling rendah *basin cone* sudut 67° pada kapasitas 12,3410 L/s yaitu sebesar 31,9496 Watt pada pembebanan 35.000 g.
- Efisiensi tertinggi terdapat pada *basin cone* sudut 58° pada kapasitas 12,3410 L/s yaitu sebesar 40,8866 % pada pembebanan 30.000 g, diikuti oleh *basin cone* sudut 67° pada kapasitas 10,8034 L/s yaitu sebesar 36,7445 % pada pembebanan 25.000 g, dan yang paling rendah *basin cone* sudut 50° pada kapasitas 12,3410 L/s yaitu sebesar 34,4274 % pada pembebanan 30.000 g.

Saran

Bedasarkan penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan terdapat beberapa saran sebagai berikut:

- Penelitian ini mungkin sudah optimal mengingat sudah banyak variasi sudut yang digunakan pada *basin* berbentuk *cone*, untuk penelitian lebih lanjut bisa menggunakan bentuk *basin* yang berbeda. Hal ini dimaksudkan agar aliran *vortex* bisa lebih terarah dan agar turbin dapat berputar lebih cepat, sehingga mendapatkan daya dan efisiensi turbin reaksi aliran *vortex* yang lebih besar.

DAFTAR PUSTAKA

- Afryzal, Nikita Randy dan Adiwibowo Priyo Heru 2017. *Uji Eksperimental Pengaruh Variasi Jumlah Sudu Berpenampang Plat Datar*. Jurnal Teknik Mesin.
- Ariprasetya, Sena dan Adiwibowo, Priyo Heru 2017. *Eksperimental Pengaruh Kemiringan Sudu Sudu Berpenampang Plat Datar Terhadap Kinerja Turbin Aliran Vortex*. Jurnal Teknik Mesin.
- Baskoro, Mahendra Bagus dan Adiwibowo, Priyo Heru. 2017. *Uji Eksperimental Pengaruh Sudu Basin Cone Terhadap Kinerja Turbin Reaksi Aliran Vortex*. Jurnal Teknik Mesin. Vol. 5.
- Dhakal, Sagar. 2014. *Effect of Dominant Parameters For Conical Basin Gravitational Water Vortex Power Plant*. *Proceedings of IOE Graduate Conference*.
- Ferdy J. Marpaung 2013. *Uji Performansi Turbin Vortex Menggunakan Variasi Dimensi Sudu 2 dan 3 dan Luas Saluran Buang Serta Ketinggian dari Dasar casing*. Departemen Teknik Mesin : Universitas Sumatra Utara.
- Fox, Robert W., McDonald, Alan T., Pritchald, Philip J., Leylegian, John C. 2012. *Fluid Mechanics, Eighth edition*. United States : John Wiley & Sons, Inc.
- Khurmi, R. 2005. *"Theory of Machines and Hydraulic Machines"*. India: Pearson Education.
- Kurniawan, Hudan Achmad dan Adiwibowo, Priyo Heru. 2017. *Pengaruh Sudu Inlet Notch Pada Turbin Reaksi Aliran Vortex Terhadap Daya dan Efisiensi*. Jurnal Teknik Mesin.
- Mulligan, S. 2010. *Design And Optimisation Of A Water Vortex Hydropower Plant*. *Institute of Techonology Sligo*.
- Rohermanto, Agus. 2007. *Pembangkit Listrik Mikro Hidro (PLTMH)*. Jurnal Vokasi. 2007, Vol. 4. No. 1 28-36. Pontianak. Politeknik Negeri Pontianak.

Sihombing, Ray Posdam J. 2014. “Analisa Efisiensi Turbin Vortex Dengan Casing Berpenampang Lingkaran Pada Sudu Berdiameter 56 Cm Untuk 3 Variasi Jarak sudu Dengan saluran”. Jurnal e-dinamis Vol 10. No 2 Septemver 2014.

Tzeh Cheng Kueh shiao lin Beh, Dirk Rilling, and Yongson Ooi 2014. *Numerical analysis of Water Vortex Formation for the Water Vortex Power Plant. International Journal of Innovation Management and Technology*, Vol 5, No. 2, April 2014.

Wanchat, Sujate. 2013. *A Parametric tudy Of a Gravitation Vortex Power Plant. Journal Advanced Materials Research*.

Widyatmoko. 2017. *Pengaruh Variasi jumlah Sudu Terhadap Daya Output Listrik pada Turbin Vortex*. Surabaya : Universitas Negeri Surabaya.

Wulandari, Cicik Sri dan Arsana, I Made. 2019. *Alat Industri Kimia*. ISBN: 978-623-7398-20-2 (jil-1). Malang: Quantumbook.

