

Analisis *Water Turbine Vortex* Terhadap Daya dan Putaran Optimum yang Dihasilkan pada Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro

Muhammad Muryanto^{1*}, Dede Lia Zariatini¹

¹Program Studi Magister Teknik Mesin, Universitas Pancasila, Jakarta

ABSTRAK

Turbin pusaran air (*vortex*) adalah salah satu jenis turbin yang memanfaatkan pusaran air di sekeliling sumbu vertikal sebagai media perantara energi sehingga terjadi perbedaan tekanan yang menyebabkan turbin berputar. Turbin *vortex* ini dapat dimanfaatkan sebagai pembangkit listrik tenaga piko hidro. Tujuan penelitian yaitu untuk mengetahui putaran dan daya yang paling optimum yang dihasilkan dari *water turbin vortex*. Variasi dilakukan pada ketinggian sudu 20 cm kemiringan 25°, ketinggian sudu 40cm kemiringan 25° dan bentuk kurvatur. Hasil analisis penelitian perubahan *water turbine vortex* dengan ketinggian sudu 20cm kemiringan 25° pada bukaan katup 90° debit 3,2 l/det menghasilkan kecepatan putar sudu 114,4 rpm dan daya sebesar 3,72 Watt. Untuk variasi ketinggian sudu 40cm kemiringan 25° pada bukaan katup 90° debit 3,2 l/det menghasilkan kecepatan putar sudu 112 rpm dan daya sebesar 3,248 Watt, untuk bentuk kurvatur pada bukaan katup 90° debit 3,2 l/det menghasilkan kecepatan putar sudu 117,7 rpm dan daya yang dihasilkan sebesar 4,34 Watt. Hasil yang diperoleh dari bentuk sudu *water turbin vortex* yang menghasilkan putaran dan daya listrik paling optimal terdapat pada bentuk kurvatur dengan bukaan katup 90° debit 3,2 l/det dengan kecepatan putar turbin mencapai 117,7 rpm dan daya yang dihasilkan sebesar 4,34 Watt.

Kata kunci: daya listrik; putaran turbin; water turbin vortex.

ABSTRACT

A vortex turbine is a type of turbine that utilizes a whirlpool around a vertical axis as an energy intermediary so that there is a pressure difference that causes the turbine to rotate. This vortex turbine can be used as a pico hydro power plant. The purpose of the study was to determine the optimum rotation and power generated from the water turbine vortex. Variations were made at a blade height of 20 cm, a slope of 25°, a blade height of 40 cm, a slope of 25° and the shape of the curvature. The results of the research analysis of changes in the water turbine vortex with a blade height of 20cm with a slope of 25° at a valve opening of 900 discharge 3.2 l/s produce a blade rotation speed of 114.4 rpm and a power of 3.72 Watt. For variations in the height of the blade 40cm with a slope of 25° at the valve opening 900 discharge 3,2 l/s produces a blade rotation speed of 112 rpm and a power of 3,248 Watt, for the shape of the curvature at the valve opening 900 discharge 3,2 l/s produces a blade rotation speed of 117,7 rpm and the power generated is 4.34 Watt. The results obtained from the shape of the water turbine vortex blade which produces the most optimal rotation and electrical power are in the form of a curvature with a valve opening of 900 discharge 3.2 l/s with a turbine rotational speed of 117.7 rpm and a power generated of 4.34 Watt.

Keywords: electric power; turbine rotation; water turbin vortex.

*Penulis korespondensi

Email: muhammad.muryantosttw24@gmail.com

Diterima 28 November 2021; Disetujui 25 Mei 2022

AME (Aplikasi Mekanika dan Energi): Jurnal Ilmiah Teknik Mesin 2022

PENDAHULUAN

Semakin berkurangnya cadangan minyak bumi, sumber daya energi terbaik menjadi salah satu alternatif solusi untuk menjadi energi listrik. Berdasarkan data yang diperoleh, sebagian besar kebutuhan tenaga listrik di Indonesia masih dipasok oleh pembangkit listrik berbahan bakar fosil. Urutan kebutuhan energi di Indonesia yaitu minyak bumi pada peringkat tertinggi sebesar 51,66%, gas alam peringkat kedua sebesar 28,57%, sisanya dipasok oleh energi minyak sebesar 15,34%, dan energi terbarukan 4,43%, salah satunya adalah energi air (Malau, Budiarto, & Hadi, 2018).

Potensi energi tenaga air di Indonesia terdiri dari beberapa kategori, diantaranya adalah potensi energi air yang jatuh (potensial) yang berasal dari arus laut dan arus sungai. Salah satu simulasi atau pemanfaatan energi aliran sungai adalah dengan turbin *vortex*.

Penelitian sebelumnya sudah dilakukan untuk mengetahui pengaruh tipe sudu terhadap kinerja turbin vortex (Wibawanto & Adiwibowo, 2018). Penelitian telah dilakukan untuk mengetahui pengaruh kemiringan sudut sudu terhadap daya dan efisiensi yang dihasilkan turbin *vortex* berpenampang plat datar dengan variasi kemiringan sudut sudu yakni 0°; 7,5°; 15° dan 22,5° (Baskoro & Adiwibowo, 2017). Hasil dari penelitian ini kemiringan sudut sudu turbin yang optimal adalah kemiringan sudut sudu 22,5° dengan kapasitas 13,4434 L/s dengan daya yang didapatkan 51,03 Watt pada pembebanan 50000 g.

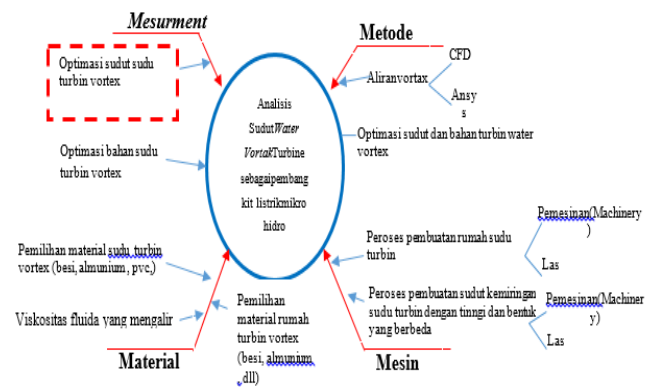
Hasil analisis pengomptimalan yang dilakukan pada penelitian sebelumnya, dengan uji eksperimental pembangkit listrik *mikro hidro* menggunakan turbin *vortex*. Dapat kesimpulan bahwa tingkat efisiensi maksimum terdapat pada jarak antara sudu dan saluran keluar ketinggian 6 cm, *efisiensi maximum* = 53,48061%, daya turbin = 5,07267 watt, putaran Turbin = 3,75753333 rad/s (Sihombing & Gultom, 2014).

Pengujian selanjutnya dilakukan secara berurutan untuk tiga bentuk sudu yang berbeda bentuk siripnya yaitu dengan bentuk sudu lengkung, sudu lurus dan lengkung, sirip menggunakan 6 buah. Hasil penelitian menunjukkan sudu berbentuk lengkung sirip memiliki torsi terbesar 2,00 Nm pada putaran 70 rpm dengan buka katup pompa air 100% atau

debit 7,71 l/s pada turbin lurus, daya potensi 30,27 Watt (Prasetyo, 2018).

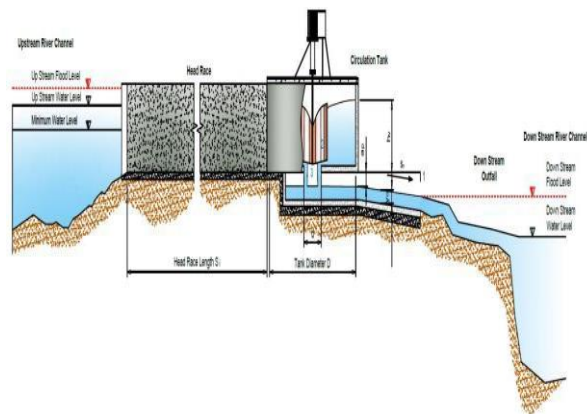
Pada penelitian lainnya, dibuat tiga macam *basin* yaitu *basin cone* dengan sudut 65°, *basin cone* dengan sudut 67°, *basin cone* dengan sudut 90°. Hasil penelitian ini adalah variasi sudut *basin cone* dapat mempengaruhi daya dan efisiensi yang dihasilkan oleh turbin *vortex*. Daya dan efisiensi tertinggi diperoleh *basin cone* sudut 67° menghasilkan turbin yaitu 35,07 Watt, dan efisiensi turbin 55,79% dengan pembebanan s45.000 gram (Musa & Masjuri, 2011).

Dari tinjauan pustaka tersebut dapat diidentifikasi berdasarkan pemetaan masalah seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Pemetaan masalah Optimasi Daya dan Torsi pada turbin *water vortex*

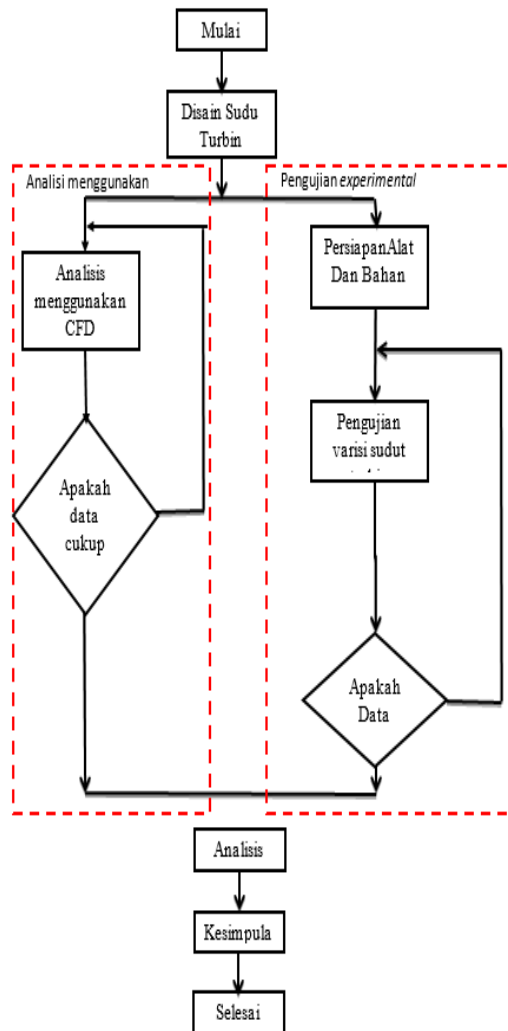
Berdasarkan gambar pemetaan masalah di atas, maka pada penelitian akan dilakukan optimasi PLTMH berdasarkan analisis pengaruh sudut sudu water turbine *vortex* terhadap daya yang dihasilkan pada pembangkit listrik tenaga mikro hidro (PLTMH).



Gambar 2. Cara kerja Turbin *Vortex* (Gultom, Lubis, & Sembiring, 2017)

METODE PENELITIAN

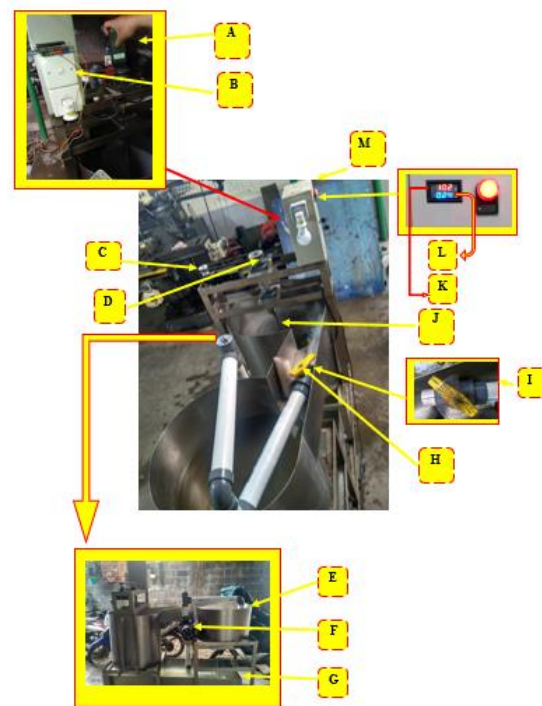
Penelitian yang dilaksanakan ini menggunakan metode analisis simulasi dan eksperimen dengan menekankan pada subyek sudu turbin *water turbine vortex*. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui unjuk kerja *water turbine vortex*. Gambar 3 adalah diagram alur penelitian.



Gambar 3. Disain Alur Penelitian

Proses Pengujian

Proses pengujian *water turbine vortex* dengan mengatur sudut kemiringan, ketinggian sudu dan bentuk kurvatur dengan bahan yang sama yaitu *stainless* sebagai turbin pembangkit listrik *micro hidro* dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Instalasi pengujian turbin *water vortex*

Keterangan gambar:

- A. Stop kontak
- B. Digital tachometer
- C. generator
- D. Puli primare dari *water turbine vortex*
- E. Rumah sudu bansine cone
- F. Pompa air
- G. Bak penampung
- H. Stop valve
- I. Stop valve dengan busur drajat
- J. Turbin *water vortex*
- K. LCD indikataor tegangan (V)
- L. LCD indicator kuat arus (A)
- M. Box panel klistrikan

Analisis Menggunakan CFD

Langkah pertama sebelum memasukan gambar ke CFD yaitu mendesain gambar sudu *water vortex turbine* pada ketinggian 20 cm kemiringan 25°, ketinggian 40 cm kemiringan 25°, dan bentuk kurvatur.

Untuk mengetahui fenomena pada turbin *water vortex turbine* pada ketinggian 20 cm kemiringan 25°, ketinggian 40 cm kemiringan 25°, dan bentuk kurvatur maka dilakukan

analisa menggunakan metode CFD. Berikut model 3 dimensi yang digunakan

- a. pengaturan *boundary condition*
- b. pengaturan terhadap elemen

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan, untuk mendapatkan kinerja *turbin* secara optimal maka terdapat beberapa faktor yang perlu diperhatikan yaitu sebagai berikut :

- a. Sudut kemiringan
- b. Debit dan aliran air
- c. Volume air yang di gunakan

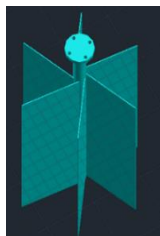
Desain Water Turbine Vortex

Desain bentuk sudu *water turbine vortex* dengan tinggi 20 cm dan kemiringan 25⁰ dapat di lihat pada Gambar 5.



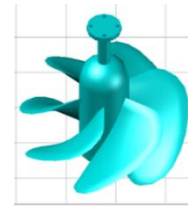
Gambar 5. Desain gambar *water turbine vortex* dengan tinggi 20 cm dan kemiringan 25⁰

Desain bentuk sudu *water turbine vortex* dengan tinggi 40 cm dan kemiringan 25⁰dapat di lihat pagda Gambar 6.



Gambar 6.Desain gambar *water turbine vortex* tinggi 40 cm dan kemiringan 25⁰

Desain bentuk sudu *water turbine vortex* dengan bentuk kipas dapat di lihat pada Gambar 7.



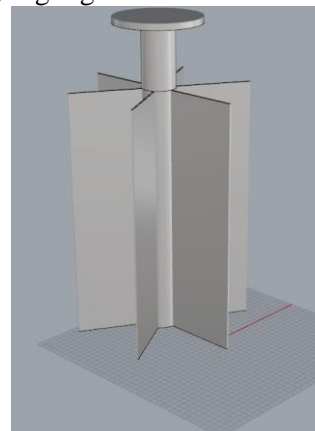
Gambar 7.Desain gambar *turbin vortex* dengan bentuk kurvatur

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Analisis CFD Sudu Water Turbine Vortex

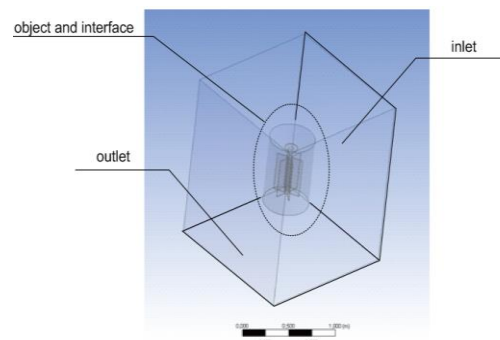
Water turbine vortex dengan ketinggian sudu 40 cm kemiringan 25⁰

Analisis menggunakan metode CFD dilakukan pada turbin *water turbin vortex* dengan ketinggian sudu 40 cm dan kemiringan 25⁰ maka. Gambar 8 merupakan model 3 dimensi yang digunakan.



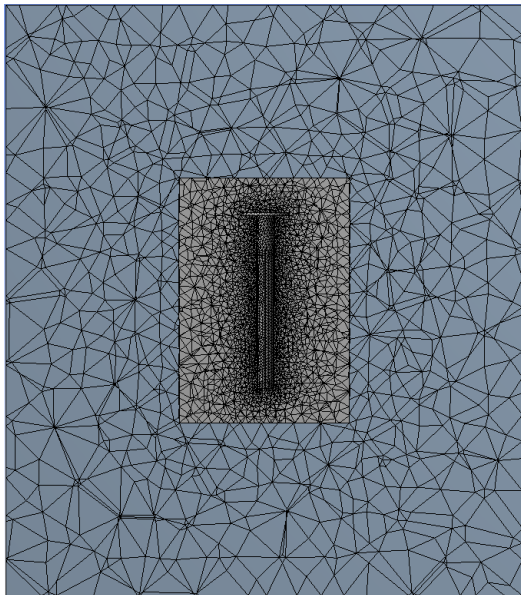
Gambar 8 Model 3 dimensi

Sebelum dilakukan analisa CFD maka dilakukan pengaturan *boundary condition* dari *turbine vortex*. *Boundary condition* yang digunakan menyesuaikan kaidah dari aturan CFD. Berikut bentuk Boundary condition dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. *Boundary Condition*

Dilakukan pengaturan terhadap elemen yang nantinya akan mempengaruhi bentuk aliran yang terjadi disekitar benda. Jenis mesh yang digunakan pada simulasi kali ini yaitu unstruktur mesh. Sedangkan jenis elemen yang digunakan ada tetrahedron sehingga dapat terlihat pada Gambar 10. Elemen yang mendominasi yaitu berbentuk segitiga.



Gambar 10. Meshing Element

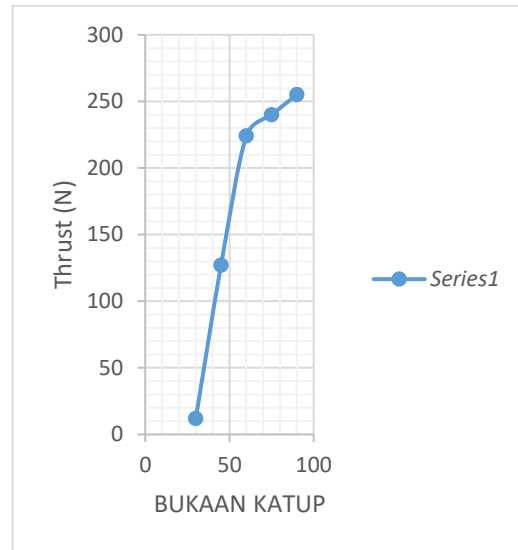
Selanjutnya dilakukan analisa menggunakan software CFD. Didapatkan hasil sebagai berikut :

Table 1. Hasil Analisis

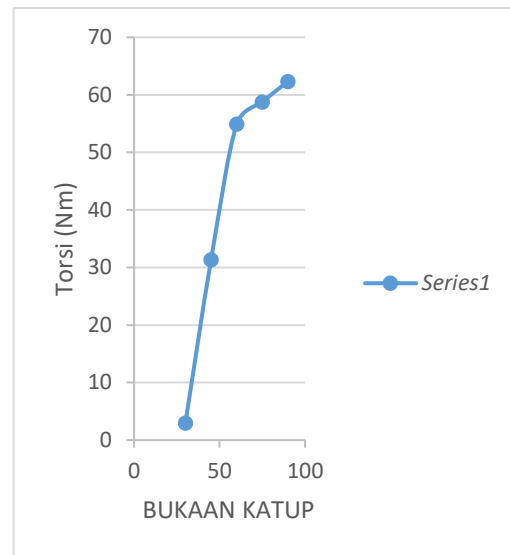
| TURBIN VORTEX DENGAN tinggi sudu 40 dan kemiringan 25 | | | | |
|---|-------------|---------------|------------|-------------|
| Bukaan Katup | Putaran (n) | Kecepatan (V) | Thrust (N) | Torsi (N m) |
| 30° | 24 | 0,1884 | 12 | 2.95 |
| 45° | 78,1 | 0,613085 | 127 | 31.30 |
| 60° | 103,4 | 0,81169 | 224 | 54.89 |
| 75° | 107 | 0,83995 | 240 | 58.78 |
| 90° | 112 | 0,85005 | 255 | 62.33 |

Dari hasil di atas untuk turbin vortex dengan ketinggian 40 cm memiliki hasil yang berbeda – beda dari tiap variasi bukaan katupnya. Dimana untuk bukaan 60° mendapatkan daya dorong yang paling besar dan torsi putaran yang tinggi. Sedangkan nilai paling kecil terdapat pada sudut 30° dimana

terjadi *reversal* yang menyebabkan putaran berbalik. Hal tersebut terlihat dari nilai *thrust* yang bernilai negatif. Sehingga didapatkan grafik Gambar 11 sebagai berikut.

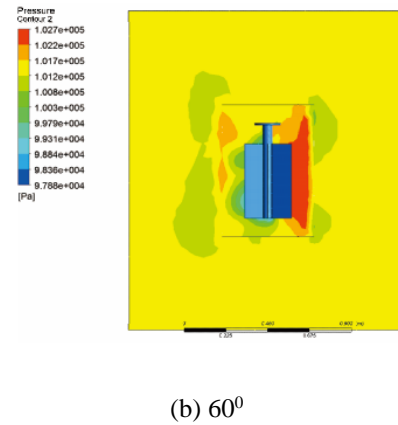
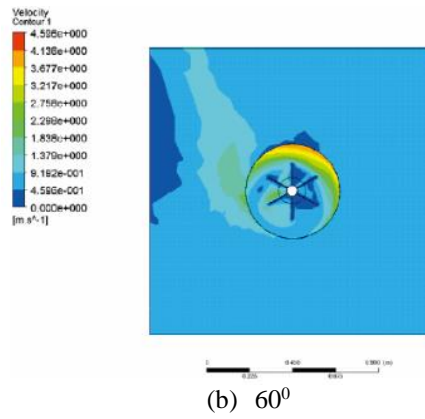
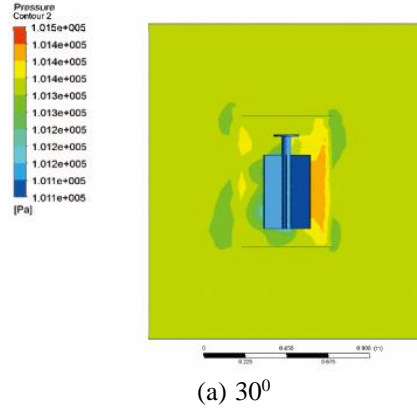
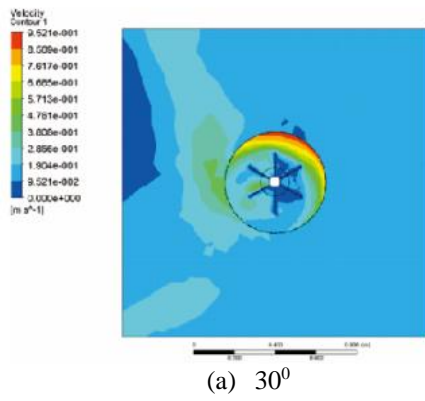


Gambar 11. Grafik Thrust



Gambar 12. Diagram Torsi

Dari hasil diatas disimpulkan bahwa hasil paling baik berada pada variasi 60° sedangkan paling buruk pada 30°. Sehingga dilakukan perbandingan simulasi antara keduanya. Hasilnya dapat dilihat pada Gambar 13.

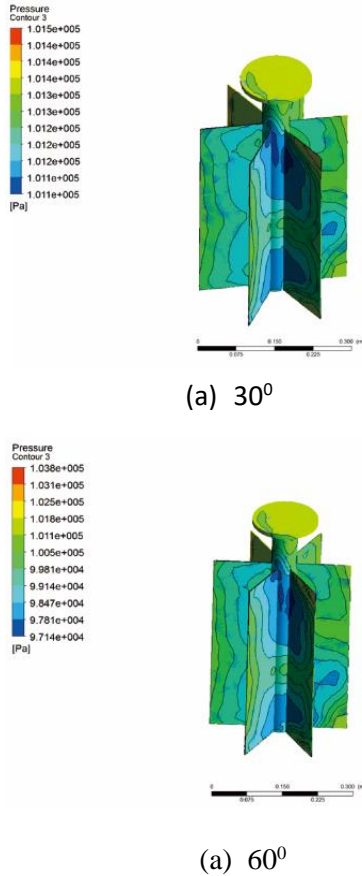


Gambar 13. Perbandingan Kecepatan Aliran

Terlihat dari Gambar 13 diatas, aliran 30^0 terlihat banyak aliran yang terbuang sehingga menyebabkan *thrust* yang dihasilkan lebih kecil. Sedangkan aliran pada 60^0 lebih terpusat dan tidak terlalu banyak aliran yang terbuang sehingga menghasilkan *thrust* yang besar.

Gambar 14. Perbandingan tekanan disekitar turbin

Dari perbandingan tekanan pun dapat terlihat, tekanan pada 30^0 memiliki nilai yang lebih kecil dibandingkan 60^0 . Hal ini diakibatkan sedikitnya aliran yang terputar pada daerah turbin sehingga menyebabkan banyak bagian yang tidak dilalui aliran sehingga tekanan mengalami penurunan.

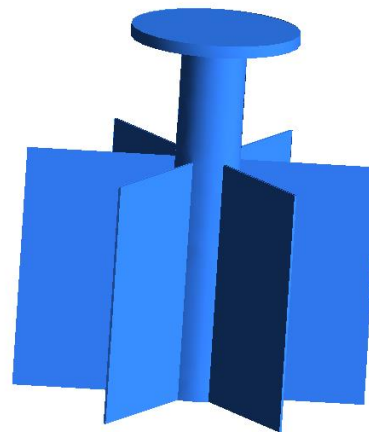


Gambar 15. Tekanan pada turbin

Sedangkan dari tekanan pada geometri turbin tidak jauh berbeda. Namun dapat dilihat dimana dominasi warna biru tua pada geometri 30° lebih banyak dibandingkan 60°. Hal ini berhubungan dengan jumlah aliran yang melalui geometri turbin. Semakin banyak daerah geometri yang tidak terlalui aliran maka akan menyebabkan turunnya tekanan pada daerah tersebut.

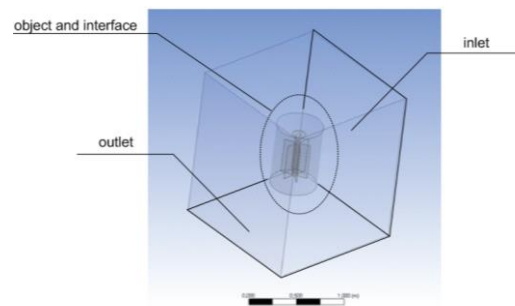
Water turbine vortex dengan ketinggian sudu 20 cm kemiringan 25°.

Pada *water turbine vortex* dengan ketinggian sudu 20 cm kemiringan 25° dilakukan analisa menggunakan metode CFD. Model 3 dimensi yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 16.



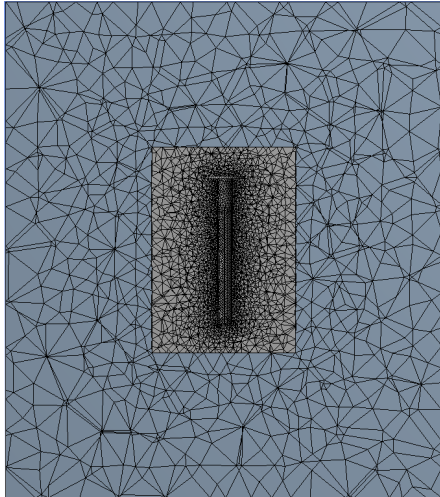
Gambar 16. Model 3 Dimensi

Sebelum dilakukan analisa CFD maka dilakukan pengaturan *boundary condition* dari turbin vortex. Boundary condition yang digunakan menyesuaikan kaidah dari aturan CFD. Berikut bentuk *boundary condition* dapat dilihat pada Gambar 17.

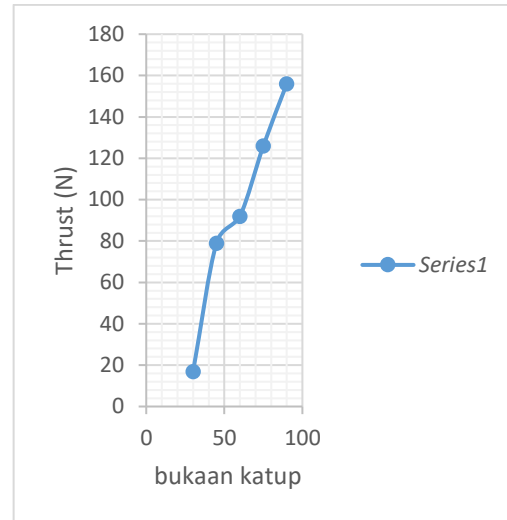


Gambar 17. Boundary Condition

Dilakukan pengaturan terhadap elemen yang nantinya akan mempengaruhi bentuk aliran yang terjadi disekitar benda. Jenis mesh yang digunakan pada simulasi kali ini yaitu unstruktur mesh. Sedangkan jenis elemen yang digunakan ada tetrahedron sehingga dapat terlihat pada Gambar 18. Elemen yang mendominasi yaitu berbentuk segitiga.



Gambar 18. Meshing Element



Gambar 19. Grafik Thrust

Selanjutnya dilakukan analisa menggunakan software CFD. Didapatkan hasil seperti pada Tabel 5

Table 2. Hasil Analisis

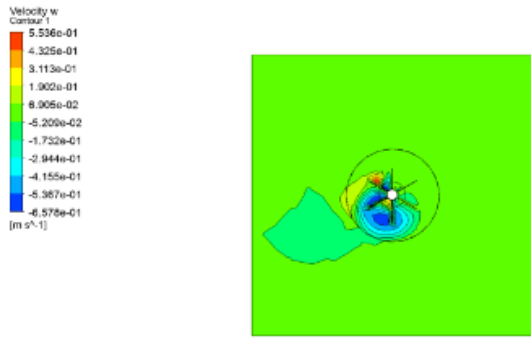
| Turbin Vortex dengan tinggi sudu 20 dan kemiringan 25 | | | | |
|---|-------------|---------------|------------|-------------|
| Bukaan Katup | Putaran (n) | Kecepatan (V) | Thrust (N) | Torsi (N m) |
| 30° | 41,4 | 0,32499 | 17 | 3.59 |
| 45° | 87 | 0,68295 | 79 | 15.24 |
| 60° | 94 | 0,7379 | 92 | 18.65 |
| 75° | 110 | 0,8635 | 126 | 25.38 |
| 90° | 114.4 | 0,987 | 156 | 32.36 |



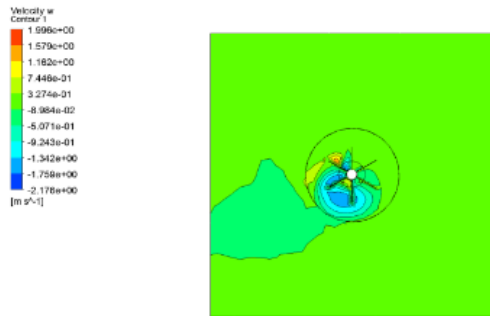
Gambar 20. Diagram Torsi

Dari hasil diatas untuk turbin votax dengan ketinggian 20 cm memiliki hasil yang berbeda – beda dari tiap variasi bukaan katupnya. Dimana untuk bukaan 75⁰ mendapatkan daya dorong yang paling besar dan torsi putaran yang tinggi. Sedangkan nilai paling kecil terdapat pada sudut 30⁰ dimana terjadi *reversal* yang menyebabkan putaran berbalik. Hal tersebut terlihat dari nilai *thrust* yang bernilai negatif. Sehingga didapatkan grafik pada Gambar 19.

Dari hasil diatas disimpulkan bahwa hasil paling baik berada pada variasi 75⁰ sedangkan paling buruk pada 30⁰. Sehingga dilakukan perbandingan simulasi antara keduanya seperti pada Gambar 21.



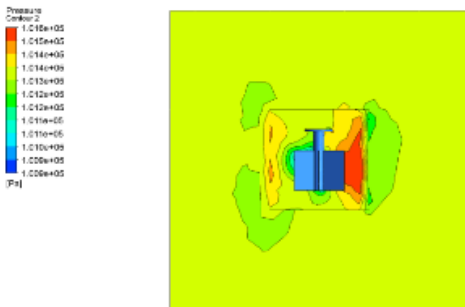
(a) 30°



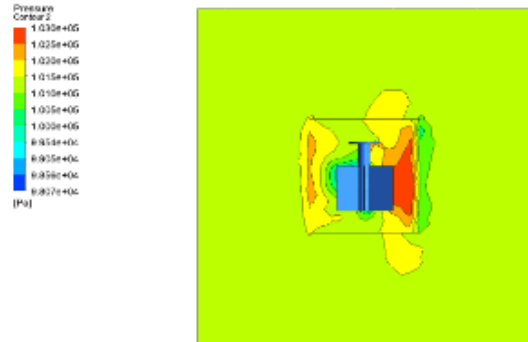
(b) 75°

Gambar 21. Perbandingan Kecepatan Aliran

Terlihat dari Gambar 21, pada 30° terlihat banyak aliran yang terbuang sehingga menyebabkan *thrust* yang dihasilkan lebih kecil. Sedangkan aliran pada 60° lebih terpusat dan tidak terlalu banyak aliran yang terbuang sehingga menghasilkan *thrust* yang besar.



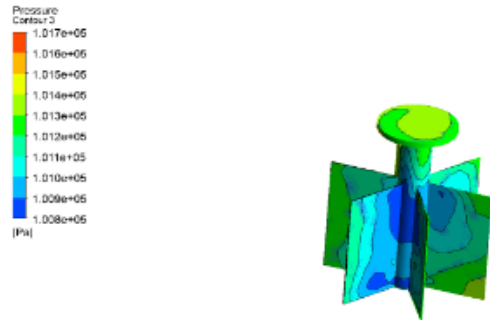
(a) 30°



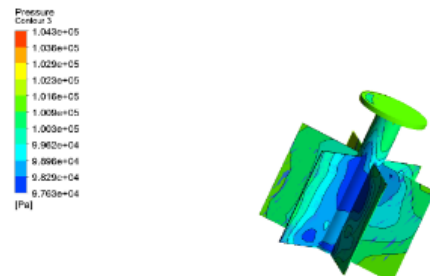
(b) 75°

Gambar 22. Perbandingan Tekanan Disekitar Turbin

Dari perbandingan tekanan pun dapat terlihat, tekanan pada 30° memiliki nilai yang lebih kecil dibandingkan 75°. Hal ini diakibatkan sedikitnya aliran yang terputar pada daerah turbin sehingga menyebabkan banyak bagian yang tidak dilalui aliran sehingga tekanan mengalami penurunan.



(a) 30°



(b) 75°

Gambar 23. Tekanan pada Turbin

Sedangkan dari tekanan pada geometri turbin tidak jauh berbeda, namun dapat dilihat dimana dominasi warna biru tua pada geometri 30° lebih banyak dibandingkan 75°. Hal ini berhubungan dengan jumlah aliran yang melalui geometri turbin. Semakin banyak daerah geometri yang tidak terlalui aliran maka akan menyebabkan turunnya tekanan pada daerah tersebut

Hasil Analisis CFD Sudu Water Turbine Vortex dengan Bentuk Kurvatur.

Data Hasil Pengujian Spesimen

Untuk data hasil pengujian spesimen sudu Water Turbine Vortex dengan ketinggian sudu 20 cm kemiringan 25°, ketinggian sudu 40 cm kemiringan 25° dan bentuk kurvatur dapat di lihat pada Table 6 samapai dengan Table 9.

Table 3. Data hasil pengujian debit sudu water turbin vortex pada diameter 56 cm, dan waktu 0,5 menit

| Bukan katup | Jari-jari | Tinggi | Volume (cm3) | Volume (L) | Debit (l/min) |
|-------------|-----------|--------|--------------|--------------|---------------|
| 30° | 28 | 13,3 | 32741,4 1 | 32,7414 1 | 1,09 |
| 45° | 28 | 35,3 | 86900,1 3 | 86,90 | 2,89 |
| 60° | 28 | 36 | 88623,3 6 | 88,62 | 2,95 |
| 75° | 28 | 37 | 91085,1 2 | 91,09 | 3,04 |
| 90° | 28 | 39 | 96008,6 4 | 96,01 | 3,20 |

Table 4. Data hasil pengujian sudu water turbin vortex dengan bentuk kurvatur daya waktu pengujian selama 5 menit

| Bukaan Katup | Debit (l/det) | Tegangan (V) | Kuat Arus (I) | Kecepatan Putar (rpm) | Daya (Watt) |
|--------------|---------------|--------------|---------------|-----------------------|-------------|
| 30° | 1,09 | 4,7 | 0,11 | 43,8 | 0,517 |
| 45° | 2,9 | 10,7 | 0,26 | 100,4 | 2,782 |
| 60° | 2,95 | 11,6 | 0,29 | 112 | 3,364 |
| 75° | 3,04 | 12 | 0,32 | 115,6 | 3,84 |
| 90° | 3,2 | 12,4 | 0,35 | 117,7 | 4,34 |

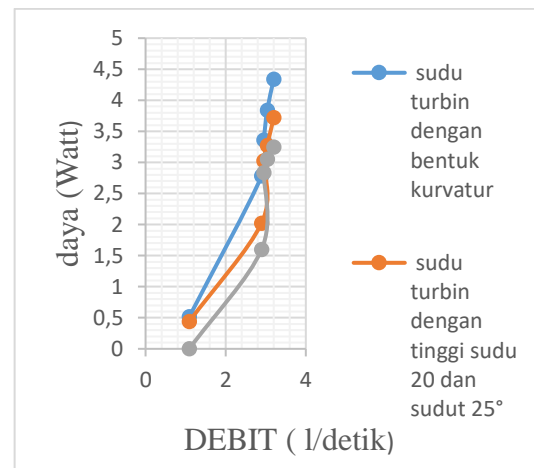
Table 5. Data hasil pengujian sudu water turbin vortex dengan ketinggian sudu 20 cm dan kemiringan 25° daya waktu pengujian selama 5 menit

| Bukaan Katup | Debit (l/det) | Tegangan (V, Volt) | Kuat Arus (I) | Kecepatan Putar (rpm) | Daya (P, Watt) |
|--------------|---------------|--------------------|---------------|-----------------------|----------------|
| 30° | 1,09 | 4 | 0,11 | 41,4 | 0,44 |
| 45° | 2,9 | 9,2 | 0,22 | 87 | 2,024 |
| 60° | 2,95 | 11,2 | 0,27 | 94 | 3,024 |
| 75° | 3,04 | 11,7 | 0,28 | 110 | 3,276 |
| 90° | 3,2 | 12 | 0,31 | 114,4 | 3,72 |

Table 6. Data hasil pengujian sudu water turbin vortex dengan ketinggian sudu 40 cm dan kemiringan 25° daya waktu pengujian selama 5 menit

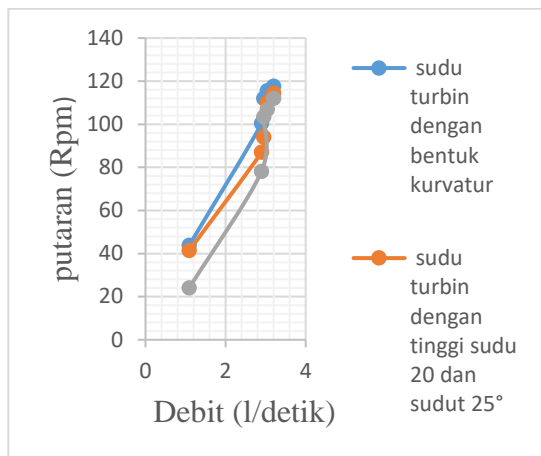
| Bukaan Katup | Debit (l/det) | Tegangan (Volt) | Kuat Arus (I) | Kecepatan Putar (n, rpm) | Daya (Watt) |
|--------------|---------------|-----------------|---------------|--------------------------|-------------|
| 30° | 1,09 | 0 | 0 | 24 | 0 |
| 45° | 2,9 | 8 | 0,2 | 78,1 | 1,6 |
| 60° | 2,95 | 10,9 | 0,26 | 103,4 | 2,834 |
| 75° | 3,04 | 11,3 | 0,27 | 107 | 3,051 |
| 90° | 3,2 | 11,6 | 0,28 | 112 | 3,248 |

Berdasarkan hasil pengujian sudu water turbin vortex dengan ketinggian sudu 20 cm kemiringan 25°, ketinggian sudu 40 cm kemiringan 25° dan bentuk kurvatur dari Tabel 6 sampai dengan Tabel 9 dapat disimpulkan pada Gambar 23 dan Gambar 24 berikut ini.



Gambar 24. Grafik Hubungan Debit dengan Daya pada ketinggian sudu 20 cm kemiringan 25°, ketinggian sudu 40 cm kemiringan 25° dan bentuk kurvatur.

Dari Gambar 23 dapat disimpulkan bahwa daya yang paling besar dihasilkan oleh *water turbin vortex* dengan merubah sudu kemiringan dan sudu berbentuk kipas dengan sudu bentuk kurvatur pada bukaan katup 90° atau bukaan katup penuh dengan debit 3.2 l/detik sehingga menghasilkan daya sebesar 4.34 Watt.



Gambar 25. Grafik Hubungan Debit dengan Kecepatan Putar pada ketinggian sudu 20cm kemiringan 25° , ketinggian sudu 40cm kemiringan 25° dan bentuk kurvatur.

Dari Gambar 25 dapat disimpulkan bahwa kecepatan putar yang paling besar dihasilkan oleh *water turbine* dengan sudu bentuk kurvatur pada bukaan katup 90° atau bukaan katup penuh dengan debit 3.2 l/ menit sehingga menghasilkan kecepatan putar 117,7 Rpm.

KESIMPULAN

Kesimpulan

Perubahan *water turbine vortex* dengan ketinggian sudu 20 cm kemiringan 25° , ketinggian sudu 40cm kemiringan 25° dan bentuk kurvatur berpengaruh terhadap putaran sudu dan daya listrik yang dihasilkan oleh sudu *water turbine vortex* sebagai pembangkit listrik tenaga mikro hidro. Hal ini dapat dilihat dari hasil percobaan bahwa tiap-tiap variasi ketinggian sudu, sudut sudu dan bentuk kurvatur menghasilkan putaran dan daya listrik yang berbeda-beda.

Bentuk sudu *water turbin vortex* yang menghasilkan putaran dan daya listrik paling optimal terdapat pada bentuk kurvatur dengan bukaan katup 90° debit 3,2 l/det. Bentuk sudu

ini menghasilkan kecepatan putar turbin mencapai 117,7 rpm dan daya yang dihasilkan sebesar 4,34 Watt.

Dilihat dari hasil percobaan, untuk ketinggian sudu 20 cm kemiringan 25° serta bukaan katup 90° debit 3,2 l/det menghasilkan kecepatan putar sudu 114,4 rpm dan daya sebesar 3,72 Watt. Sedangkan pada variasi ketinggian sudu 40 cm kemiringan 25° serta bukaan katup 90° debit 3,2 l/det menghasilkan kecepatan putar sudu 112 rpm dan daya yang dihasilkan sebesar 3,248 Watt. Untuk bentuk kurvatur pada bukaan katup 90° debit 3,2 l/det menghasilkan kecepatan putar sudu 117,7 rpm dan daya yang dihasilkan sebesar 4,34 Watt.

Saran

Setelah dilakukan penelitian ini ada beberapa saran yang harus dilakukan untuk mengembangkan penelitian berikutnya :

1. Untuk mendapatkan turbin yang lebih besar perlu di lakukan pengujian dengan debit yang lebih besar yaitu salah satunya di lakukan pengujian di sungai.
2. Perlu adanya pengujian torsi untuk mengetahui daya mekanik yang di hasilkan oleh *turbine water vortex*.
3. Perlu adanya penyempitan di sudu *bansine cone* agar putaran *sudu water vortex* lebih besar.

REFERENSI

- Malau, K. R., Budiarto, U., & Hadi, E. S. (2018). Desain Dan Analisa Turbin Tipe H-Rotor Guna Meningkatkan Output Daya Listrik Pada Perencanaan Pembangunan PLTAL Di Selat Pantar. *Kapal: Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Kelautan*, 15(1), 24-32.
- Wibawanto, H. H., & Adiwibowo, P. H. (2018). Uji Eksperimental Kinerja Turbin Reaksi Aliran Vortex Tipe Sudu Berpenampang Lurus Dengan Variasi Lebar Sudu. *Jurnal Teknik Mesin*, 6(1).
- Baskoro, M. B., & Adiwibowo, P. H. (2017). Uji Eksperimental Pengaruh Sudut Basin Cone Terhadap Kinerja Turbin Reaksi Aliran Vortex. *Jurnal Teknik Mesin*, 5(2), 81-91.

- Sihombing, R. P. J., & Gultom, S. (2014). Analisa Efisiensi Turbin Vortex Dengan Casing Berpenampang Lingkaran Pada Sudu Berdiameter 56 Cm Untuk 3 Variasi Jarak Sudu Dengan Saluran Keluar. *Jurnal e-dinamis*, 10(2).
- Wahyu Didik Prasetyo. 2018. “*Rancang Bangun Turbin Vortex Skala Kecil Dan Pengujian Pengaruh Bentuk Penampang Sudu Terhadap Daya*”, Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.
- Musa, Masjuri, dkk., 2011, “*CFD Analysis on Cost-effective Pico-hydro Turbine: A Case Study for Low Head and Low Flow Rate Condition*”.
- Gultom, S., Lubis, A. Z., & Sembiring, P. G. (2017). Rancang Bangun Turbin Vortex Dengan Casing Berpenampang Lingkaran Yang Menggunakan Sudu Diameter 46 Cm Pada 3 Variasi Jarak Antara Sudu Dan Saluran Keluar. *DINAMIS*, 5(2).