

## Performance Analysys Of Cross Flow Turbine : Without Using Shaft In Runner Turbine With Add “Guide Passage Gate Vane”

Jusuf Haurissa<sup>1)</sup>

Program Studi Teknik Mesin Universitas Sains dan Teknologi Jayapura  
Jl, Raya Sentani Padang Bulan Abepura  
Email : [jhaurissa@ustj-papua.ac.id](mailto:jhaurissa@ustj-papua.ac.id), [jhaurissa@yahoo.com](mailto:jhaurissa@yahoo.com)

**Abstrak.** Pengaruh penambahan guide passage gate vane, pada runner turbine dengan menghilangkan poros di tengah runner turbine akan dikaji dalam penelitian ini. Dengan memasang ‘guide passage gate vane’ ditengah runner turbine, performance turbin arus lintang menjadi lebih bertekanan pada sudu masuk tingkat kedua. Kemudian, terlihat bahwa karakteristik aliran yang akan masuk tingkat kedua sudah mengikuti garis alir aliran dan tidak lagi saling berpotongan (penelitian sebelumnya). Peristiwa inilah yang mengakibatkan sudu masuk tingkat kedua bertekanan, sehingga, akan menaikkan daya dan efisiensi turbin cross flow. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen lapangan. Dimana pengujian dilaksanakan di kampung Bukisi distrik Depapre kabupaten Jayapura. Pengambilan putaran turbin menggunakan tachometer digital, GPS mengukur ketinggian, Curenmeter mengukur kecepatan aliran untuk untuk mendapatkan debit aliran. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan guide passage gate vane ditengah runner meningkatkan efisiensi turbin sebesar 9,8 %. Hasil pengukuran putaran turbin yang menggunakan guide passage gate vane sebesar  $n=1348$  rpm, dan untuk turbin tanpa menggunakan guide passage gate vane menghasilkan putaran  $n=1215$  rpm. Hasil perhitungan daya yang di hasilkan untuk turbin yang menggunakan guide passage gate vane  $P=143588,35$  watt, dan daya yang dihasilkan untuk turbin yang tanpa menggunakan guide passage gate vane  $P=128609,10$  watt. Dengan penambahan guide passage gate vane terjadi peningkatan daya sebesar 13979,25 watt atau 9,8 %.

**Kata kunci :** Turbin Arus Lintang, Head, Debit Aliran, Guide passage Gate Vane, Efisiensi Turbin .

### 1. Pendahuluan

Belakangan ini, mikro hydro menarik perhatian karena sumber energinya bersih, dapat diperbaharui dan pengembangan kedepan cukup baik. Namun, tipe turbin harus sesuai dengan dengan kondisi tempat dimana turbin ditempatkan dan juga perlu dikaji terhadap tipe turbin yang efektif. Disamping itu juga, biaya produksi relatif tinggi dengan struktur kompleks adalah kendala terbesar untuk mengembangkan mikro hydro. Turbin arus lintang (cross-flow) diadopsi karena memiliki struktur relatif sederhana [1].

Banyak penelitian telah dilakukan di masa lalu untuk parameter yang berbeda dalam turbin silang. Efisiensi turbin arus lintang (cross flow turbine) yang berada pada dilapangan kisaran yang lebih rendah bila di dibandingkan dengan turbin francis, turbin pelton, turbin turgo.

Eksperimen laboratorium telah di lakukan sebelumnya dengan menambahkan nossel di tingkat kedua. Daya turbin tanpa menggunakan nossel di tingkat kedua menghasilkan daya turbin sebesar 22.608 watt. Selanjutnya, daya turbin menggunakan nossel di tingkat kedua menghasilkan daya sekitar 25.120 watt, ada tenaga tambahan 2.215 watt (25.120 watt-22.608 watt) yang diproduksi, yang berarti ada kenaikan daya 10%. Efisiensi turbin tanpa bagian nossel tingkat kedua adalah sekitar 61,451%., Selanjutnya, efisiensi turbin dengan menggunakan nossel di tingkat kedua adalah sekitar 71, 236% dan efisiensi turbin dengan menggunakan bagian panduan dengan baling-baling gerbang, meningkat menjadi 72,569%. Akhirnya, ada kenaikan efisiensi turbin 11.118% (72.569% - 61.451%) [2]. Analisis CFD dilakukan untuk analisis kinerja turbin arus lintang dengan variasi diameter poros. Dari hasil tersebut, ditemukan bahwa pada penurunan diameter poros, tekanan ditemukan menurun pada saluran masuk nozzle. Output daya maksimal diperoleh bila diameter poros mendekati nilai nol. Efisiensi kinerja turbin arus lintang ditemukan berbanding terbalik dengan diameter poros. Kenaikan nilai efisiensi kerja sekitar 5% bila tidak ada poros saat ini dibandingkan dengan kasus bila ada poros diameter 50 mm di dalam runner turbin [2]. Analisa CFD dilakukan untuk mengetahui pengaruh

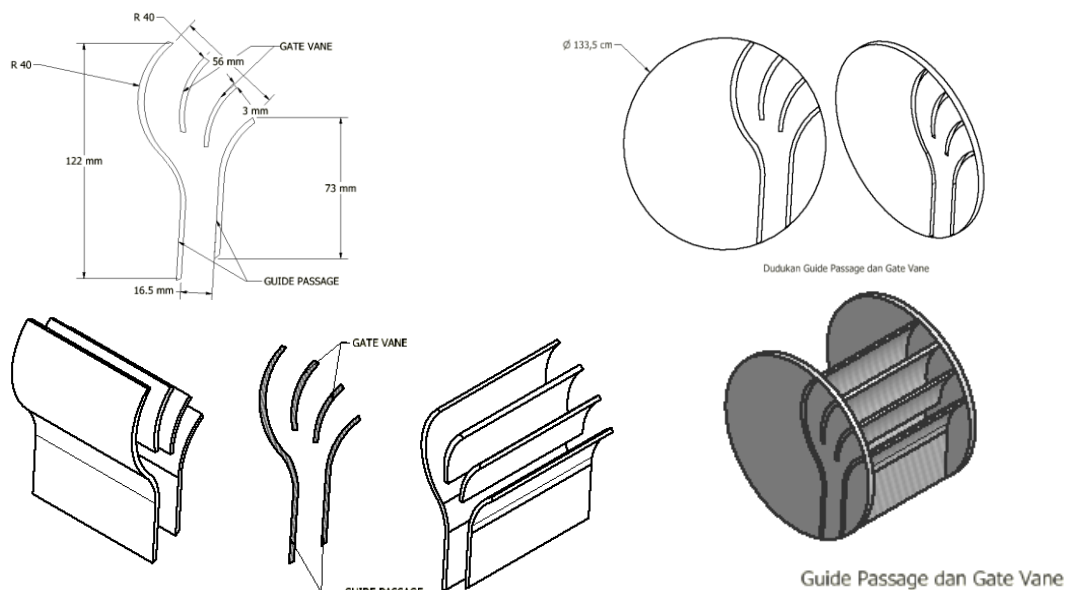
konfigurasi struktur turbin terhadap karakteristik kinerja dan karakteristik arus internal dari model turbin cross-flow. Hasil penelitian menunjukkan bahwa bentuk nosel, sudut blade pelari dan nomor runner blade berhubungan erat dengan kinerja dan arus internal turbin. Selain itu, lapisan udara di runner turbin memainkan peran yang sangat penting untuk meningkatkan kinerja turbin [3]. Aliran internal dalam turbin arus lintang (Cross-Flow) tidak seragam karena air mengalir sebagian dari runner. Sehingga, gaya fluida tidak stabil berfungsi pada blade melalui rotasi. Kajian eksperimen dan teoritis dilakukan untuk penentuan gaya fluida pada blade dalam turbin arus lintang (Cross-Flow). Dalam eksperimen, gaya tangensial dan radial diukur pada blade uji menggunakan strain gauges dan **slip ring**. Sebaliknya, dalam kajian teoritis, dihitung secara numerik menggunakan unsteady momentum theory[4].

Pengaruh sudut dan panjang inlet guide vane pada performance turbin cross flow . Dengan memasang guide vane dari satu lembar disisi masuk, kinerja cross flow fan lebih tinggi tekanan dan efisien tinggi dibandingkan tanpa guide vane. [5]. Aliran internal dalam "turbin arus silang" tidak seragam karena air melewati hanya sebagian runner. Oleh karena itu, ketidak stabilan gaya fluida bergerak berputar pada sudu. Melalui penelitian eksperimental dan teoritis dilakukan untuk penentuan gaya fluida pada sudu dalam turbin cross-flow. Pada eksperimental, kekuatan tangensial dan gaya radial diukur pada sudu dengan menggunakan strain gauges dan slip rings. Di sisi lain, dalam analisa secara teoritis, yaitu secara numerik dengan menggunakan teori ketidak stabilan momentum. Dari hasil perhitungan secara numerik dibandingkan dengan data eksperimen, menghasilkan hasil baik untuk keduanya. Selanjutnya, kekuatan maksimum adalah water jet terjadi segera sebelum blade meninggalkan saluran keluar nozzel baik pada hasil eksperimen maupun secara teori [6].

*Olgun, Hayati*, melakukan investigasi mengenai beberapa parameter geometrik runner dan nosel turbin arus lintang, seperti misalnya, diameter ratio dan rasio lebar nosel, terhadap efisiensi turbin. Dari penelitian ini didapatkan bahwa ada pengaruh, atau ada perbedaan unjuk kerja, apabila parameter turbin diubah. Salah satu hasil penelitian Hayati adalah menunjukkan bahwa adanya penurunan putaran (speed) akan menurunkan efisiensi yang cukup besar. [7]

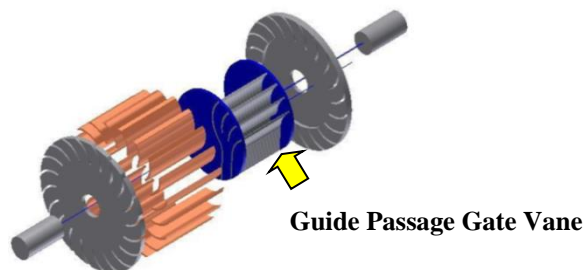
## 2. Pembahasan

Desain "*Guide Passage*" *Gate Vane*" yang di gunakan pada penelitian ini ditunjukan pada gambar 1. Radius Guide Passage Gate Vane = 40 mm, tebal plat disk = 10 mm, lebar = 56 mm, dan tinggi guide passage gate vane = 121 mm. Posisi *Guide Passage Gate Vane* pada runner turbin ditunjukkan Gambar 2. Diameter luar runner turbine  $D_1= 200$  mm, diameter dalam runner turbine  $D_2= 130$  mm, radius sudu turbin  $r_s= 40$  mm, tebal, radius sudu turbin = 40 mm.



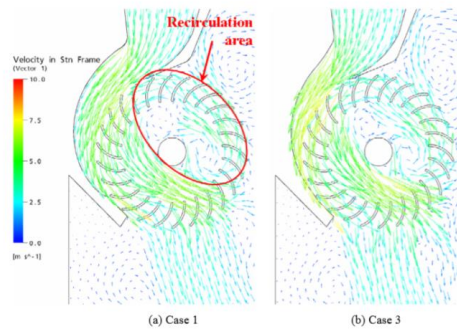
**Gambar 1. Disain Guide Passage Gate Vane**

Guide Passage Gate Vane, dipasang ditengah-tengah runner turbin untuk melanjutkan pancaran aliran air pada tingkat pertama ke tingkat kedua (Gambar 2.)

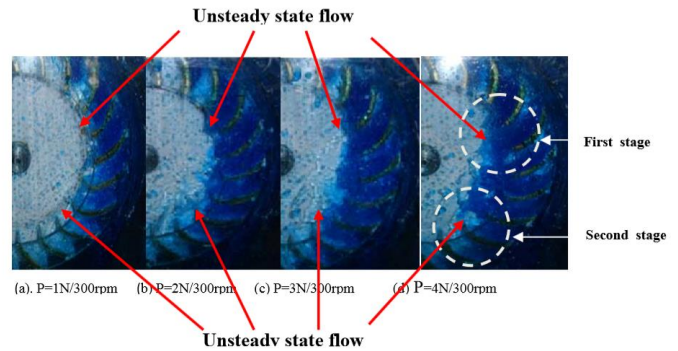


**Gambar 2. Guide Passage Gate Vane in Runner Turbine [9]**

Penambahan Guide Passage Gate Vane ditengah runner turbin berdasarkan perilaku aliran air pada ruang kosong runner turbine [3]. Perilaku aliran pada saat masuk sudu "firt stage" dan "second stage" ditunjukkan pada gambar 3 [4] dan gambar 4 [4]. Terlihat pada ruang kosong tengah runner turbine, terjadi perpotongan aliran yang keluar dari sudu "firt stage" menuju "second stage". Hal ini yang menghambat aliran masuk ke sudu "second stage". Selanjutnya analisa eksperimen dilakukan pada cross flow turbine tanpa "Guide Passage" Gate Vane" dan yang menggunakan "Guide Passage" Gate Vane".



Gambar 3. Simulasi Ansys Perilaku Aliran Pada Runner Turbine [3]



Gambar 4. Perilaku Aliran Pada Runner Turbine Skala Eksperimen Laboratorium [1]

Dari hasil pengujian turbin arus lintang tanpa menggunakan “*Guide Passage*” *Gate Vane* “ (**figure 4**) didapatkan putaran turbin 1215 rpm (tabel 1). Untuk hasil pengujian turbin arus lintang menggunakan “*Guide Passage*” *Gate Vane* “ putaran didapatkan putaran turbin 1348 rpm (tabel 2).

Table 1. Data Test Without *Guide Passage Gate Vane*

Flow Rate (m <sup>3</sup> /sec)	Turbine Rotation (rpm)
0,690	1215

Table 2. Data Test Using *Guide Passage Gate Vane*

Flow Rate	Turbine Rotation (rpm)
0,690	1348



Figure 4. Data Collection of turbine Rotation

### 3.1. Perhitungan Kinerja Turbin Arus Lintang tanpa menggunakan *Guide Passage Gate Vane*

a. Luas Penampang Pipa Penstok

$$A = \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 = 0,045216 \text{ m}^2$$

b. Kecepatan Aliran :

$$V = \frac{\pi \times d \times n}{60} = 15,26 \text{ m/det}$$

c. Debit Aliran

$$Q = A \times V = 0,690 \text{ m}^3 / \text{det}$$

d. Daya Turbin.

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

$$P = 1000 \text{ kg/m}^3 \times 9,81 \text{ m/det}^2 \times 0,690 \text{ m}^3/\text{det} \times 19 \text{ m}$$

$$= 128609,1 \text{ watt}$$

Dengan demikian daya keluar turbin dapat dihasilkan sebesar 128609,1 (watt)

### 3.2. Perhitungan Kinerja Turbin Arus Lintang menggunakan Guide Passage Gate Vane

a. Luas Penampang Pipa Penstok

$$A = \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 = 0,045216 \text{ m}^2$$

b. Kecepatan Aliran :

$$V = \frac{\pi \times d \times n}{60} = 16,93 \text{ m/det}$$

c. Debit Aliran

$$Q = A \times V = 0,690 \text{ m}^3/\text{det}$$

d. Daya Turbin.

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

$$P = 1000 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,81 \text{ m/det}^2 \cdot 0,765 \text{ m}^3/\text{det} \cdot 19 \text{ m}$$

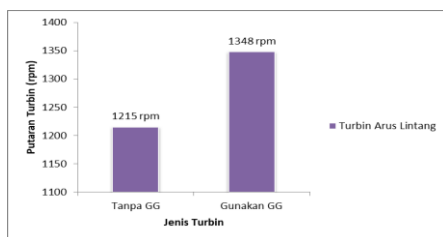
$$= 142588,35 \text{ watt}$$

Daya keluar turbin dapat dihasilkan sebesar 142588,35 (watt).

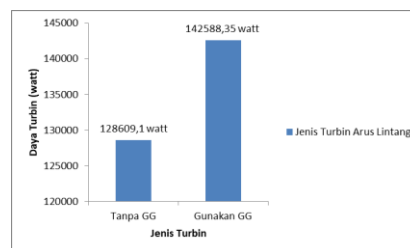
Daya yang di hasilkan turbin arus lintang tanpa *Guide Passage Gate vane* sebesar  $P = 128609,10 \text{ watt}$ , sedangkan yang turbin arus lintang menggunakan *Guide Passage Gate vane*  $P = 142588,35 \text{ watt}$ . Ada peningkatan daya turbin  $P = 13979,25 \text{ watt}$  (9,86 %). (tabel 5) dan (gambar 5 dan 6)

Tabel 3. Perbedaan Putaran Turbin dan Daya Turbin

Jenis Turbin	Tanpa Menggunakan GG	Menggunakan GG
Putaran Turbin (rpm)	1215	1348
Perbedaan Putaran Turbin	133 ( 9,86 %)	
Total Out Put Daya (watt)	128609,1	142588,35
Perbedaan Daya Turbin	13,679,25 (9,59 %)	



Gambar 5. Kondisi Putaran Turbin



Gambar 6. Kondisi Daya Turbin

Dari gambar 5 dan gambar 6, turbin arus lintang yang menggunakan guide passage gate vane lebih tinggi putaran turbin dan daya turbin.

#### 4. Simpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan:

- a. Dengan penambahan “**guide passage gate vane**” pancaran water jet dari tingkat pertama ketinggian kedua lebih terarah.
- b. Dengan menggunakan “**guide passage gate vane**” dapat meningkatkan daya turbin sebesar 13.679,25 atau 9,59 %.

#### 5. Ucapan Terima Kasih

Terima kasih saya sampaikan kepada Kemenristek Dikti DRPM yang telah memberikan dana penelitian buat saya, semoga penelitian saya ini bermanfaat buat masyarakat.

#### Daftar Pustaka

- [1]. Haurissa, J., Wahyudi, S., Irawan, Y.S., Soenoko, R., 2012: The cross flow turbine behavior towards the turbine rotation quality, efficiency, and generated power. *J. Appl. Sci. Res.* 8(1), 448–453.
- [2]. Virendra Kumar Yadav and S.K. Singal, 2017, Performance Analysis of Cross-Flow Turbine: Variation in Shaft Diameter, Alternate Hydro Energy Center, Indian Institute of Technology, Roorkee, India 487-497.
- [3]. Yong Do Choi, Jae-Ik LIM, You-Tak KIM, Young-Ho Lee, 2008, Performance and Internal Flow Characteristics of a Cross-Flow Hydro Turbine by the Shapes of Nozzle and Runner Blade. *Jurnal of Fluid Science and Technology*. Korea Maritime University. Vol.3, No3, 2008.
- [4]. Fukutomi J., Nakamura R., 2005, Performance and Internal Flow of Cross-Flow Fan with Inlet Guide Vane. *JMSE International Journal series B*, vol. 48, No. 4
- [5]. Fukutomi J., Nakase Y. et al. 1995, Unsteady Fluid Force on a Blade in a Cross-flow Turbine, *JMSE Internasional Journal*, series B, vol. 38, No. 3
- [6]. A.V.Ramayya, Desta Lemma, Fikirte Mekeonen, Solomon Bayou and Tariku Amare, 2006, Performance Simulation Of Locally Made Crossflow Turbine For Power Generation And Flour Mill Drives , Department of Mechanical Engineering, Faculty of Technology, Jimma University.
- [7]. Barglazan, M., 2005, About Design Optimization of Cross-Flow Hydraulic Turbines, The Politechnica University of Timisoara New York, Mc Graw Hill.
- [8]. Hayati, Olgun, 1998, Investigation of The Performance of A Cross Flow Turbine . Mechanical Engineering Department, Karadeniz Technical University, Trabzon, Turkey. *International Journal of Energy Research*.
- [9]. Autodesk Inventor Education 2008.