

## Pengaruh Sudu Pengarah Aliran pada Turbin Aliran Aksial *Head* Rendah

**Azhari<sup>1</sup>, Ahmad Syuhada<sup>2</sup>, Hamdani<sup>2</sup>**

<sup>1)</sup> Magister Teknik Mesin, Universitas Syiah Kuala Banda Aceh

<sup>2)</sup> Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala

Jl. Tgk. Syeh Abdul Rauf No. 7, Darussalam Banda Aceh 23111,

Email: hamdani\_umar@yahoo.com

### Abstract

The aim of this thesis is to analysis the effect of using of guide vane in order to increase turbine rotation and power. This thesis is consisting of two stages. First stage is testing the turbine without guide vane and second stage is testing the turbine with guide vane. Testing was did at Gampong Juli Keude Dua, Kecamatan Juli Kabupaten Bireuen. The test did on three kind discharge, 0,14 m<sup>3</sup>/s, 0,12 m<sup>3</sup>/s, and 0,10 m<sup>3</sup>/s by using three kind of guide vanes diameter, 25 cm, 27 cm, and 29 cm. Based on experemental result, the best efficiency is 80,9 %, given from the 29 cm guide vane diameter and turbine rotation on 610 rpm with discharge 0,14 m<sup>3</sup>/s.

**Keywords:** axial turbine, guide vane, low head, discharge.

### 1. Pendahuluan

Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia dalam master plan pembangunan ketenagalistrikan tahun 2010 s/d 2014, merencanakan penambahan infrastruktur ketenagalistrikan di Provinsi Aceh sebesar 409 mega watt, untuk memenuhi kekurangan energi listrik di aceh yang mencapai 1000 mega watt [1]. Dari data tersebut, terlihat masih ada kekurangan energi listrik di aceh, disisi lain aceh memiliki potensi energi terbarukan khususnya *hydropower* dengan head 2 sampai 5 meter, yang dapat dimanfaatkan sebagai PLTMH. [2]

K.V. Alexander mengusulkan suatu turbin aliran aksial untuk *head* rendah khususnya 9 meter, turbin ini belum mamadai puteran porosnya untuk head 2 sampai 5 meter sehingga perlu upaya untuk meningkatkan putaran poros turbin ini [3]. Suatu langkah yang dapat dilakukan adalah dengan mengupayakan penambahan kecepatan laju aliran air menuju *runner*, dimana pada turbin reaksi seluruh air akan melewati sudu pengarah aliran (*Guide Vane*), Sudu pengarah aliran (*Guide Vane*) ini dirancang untuk mengontrol kapasitas aliran fluida yang masuk ke dalam turbin untuk menghasilkan kerja turbin secara maksimum[3].

Berdasarkan latar belakang tersebut, permasalahan pokok dalam penelitian ini adalah pengaruh sudu pengarah (*Guide Vane*) dalam meningkatkan putaran dan daya turbin aliran aksial *head* rendah.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk meningkatkan performa turbin aliran aksial dengan peningkatkan laju aliran fluida menuju runner turbin.

### 2. Kajian Pustaka

Klasifikasi turbin air berdasarkan prinsip kerjanya adalah [1]:

1. Turbin implus (cross-flow, pelton & turgo). Turbin jenis ini disebut turbin tanpa tekanan, karena perubahan tekanan hanya terjadi pada *nozzle* saja dan sudu gerakanya beroperasi pada tekanan atmosfer.
2. Turbin reaksi (francis, Kaplan, propeller). Turbin reaksi memanfaatkan perubahan tekanan dimana perubahan tekanan terjadi pada *guide vane* dan *runner*.

#### 2.1. Turbin Aliran Aksial

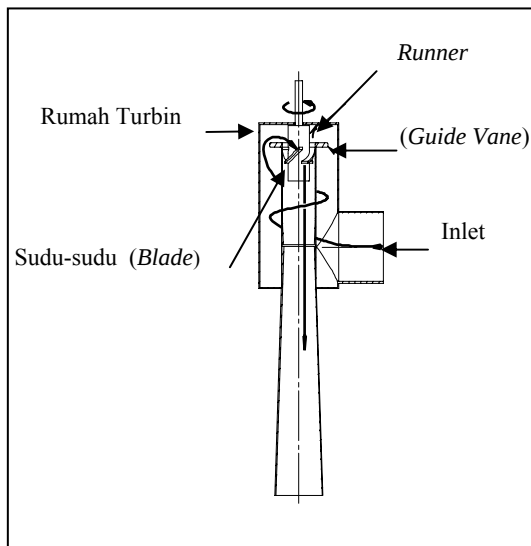
Turbin aliran aksial atau turbin reaksi, yaitu jenis turbin dimana energi potensial dari air langsung masuk ke rumah turbin untuk menekan sudu turbin sehingga terjadi perubahan tekanan yang besar. Energi pada turbin aliran aksial hanya sebahagian dari *head* yang tersedia pada sisi masuk turbin dikonversi menjadi energi kinetik sebelum mencapai rotor. Perubahan energi tersebut berlangsung pada sudu pengarah yang sekaligus berfungsi mengatur kapasitas aliran. Tekanan statik *head* berangsur-angsur berubah ketika fluida melalui rotor bersamaan dengan energi kinetik menjadi energi momentum untuk memutar rotor.

Besarnya tenaga air yang tersedia dari suatu sumber air bergantung pada perbedaan tinggi jatuh air (*head*) dan debit air, besarnya daya yang tersedia dapat ditentukan dari :

$$P = \rho \cdot Q \cdot g \cdot H \dots \dots \dots (1)$$

Dimana:

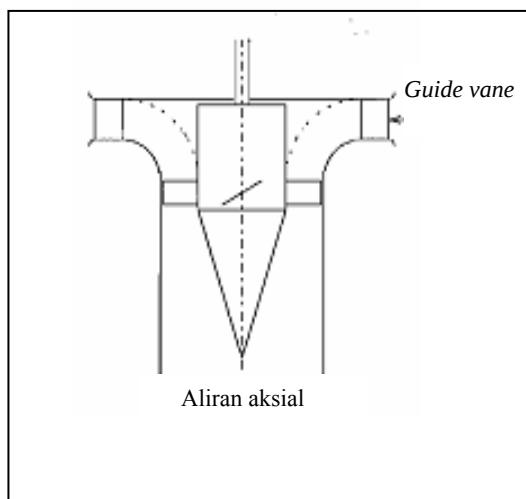
P = Daya dalam (kW),  
 P = Massa jenis fluida (kg/m<sup>3</sup>)  
 G = Percepatan gravitasi (m/s<sup>2</sup>)  
 H = Head (m)  
 Q = Debit air (m<sup>3</sup>/s).



Gambar 1 Ilustrasi turbin aliran aksial

## 2.2. Sudu Pengarah Aliran (Guide Vane)

Sudu pengarah aliran (*Guide Vane*) berfungsi untuk mengontrol kapasitas aliran yang masuk turbin.



Gambar 2. Guide vane aliran aksial

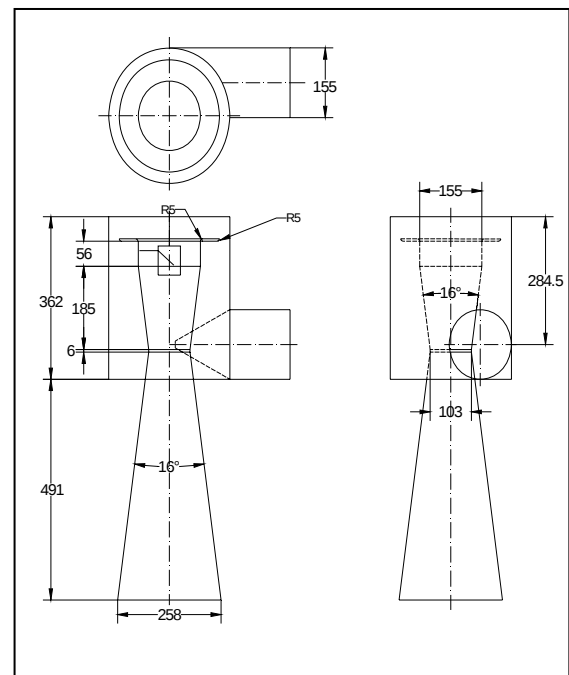
Laju aliran air atau komponen kecepatan tangensial yang bekerja pada sudu diarahkan oleh pengarah aliran agar seimbang kecepatan tangensialnya menuju sudu, sehingga aliran akan meninggalkan sudu dengan kecepatan tangensial nol yaitu aliran akan menjadi aksial. Secara teori pemasangan pengarah aliran ini sangat efisien jika

kecepatan tangensial tidak dapat diubah dengan sendirinya sebagai tekanan dalam *draft tube*, sehingga dapat meningkatkan performa turbin sehingga aliran air didalam turbin dapat melalui dinding *draft tube* dengan lebih baik.

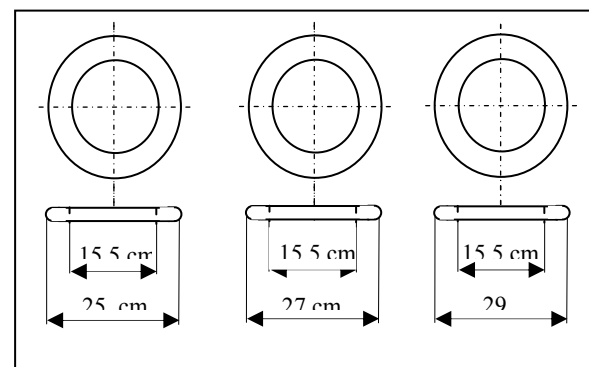
## 3. Metode Penelitian

Langkah yang dilakukan dalam penelitian ini adalah [5]

- Melakukan analisa persamaan pengaruh debit air terhadap kecepatan aliran fluida dan luas penampang aliran fluida.
- Kemudian berdasarkan data hasil analisa tersebut, dibuat suatu turbin sesuai dengan dimensi yang diajukan oleh K.V. Alexander dan dilakukan pengujian performa kerja turbin tersebut.



Gambar 3. Dimensi turbin

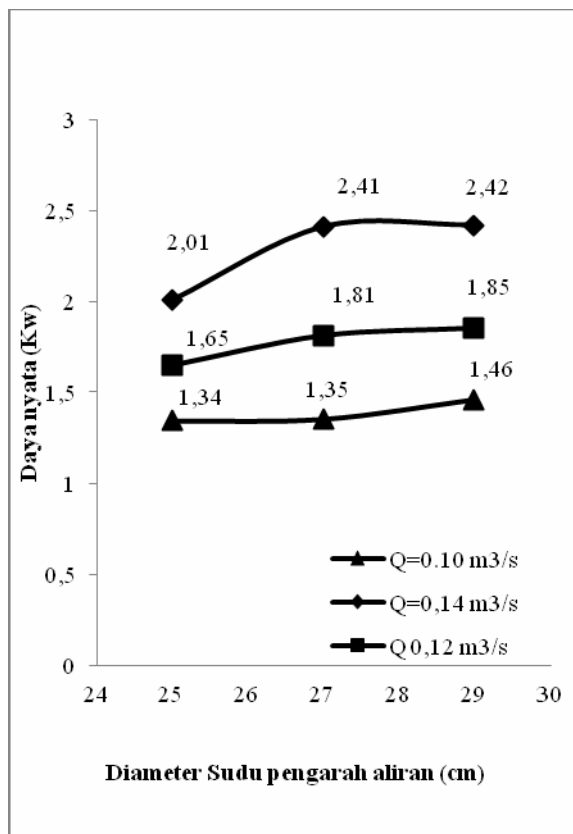


Gambar 4 Dimensi guide vanes

- c. Berikutnya, penambahan diameter sudu pengarah laju aliran (*guide vane*) untuk meningkatkan kecepatan laju aliran fluida dan dikakukan pengujian di saluran irigasi primer Gampong Juli Keude Dua, Kecamatan Juli Kabupaten Bireuen. Parameter yang diukur adalah Debit air ( $\text{m}^3/\text{s}$ ), Head (Meter), Putaran (rpm), Daya (Kw). Diameter *Guide vane* seperti pada Gambar 4.
- d. Data yang diperoleh dari turbin hasil penambahan diameter (*guide vane*) tersebut dibandingkan dengan data hasil uji dari turbin tanpa penambahan (*guide vane*.)

#### 4. Hasil dan Pembahasan

Data uji yang diperoleh di saluran irigasi primer Gampong Juli Keude Dua, Kecamatan Juli Kabupaten Bireuen adalah debit air  $0.14 \text{ m}^3/\text{s}$ , head bersih 3 meter. Besarnya daya turbin yang diperoleh berdasarkan hasil penambahan diameter sudu pengarah aliran (*Guide Vane*) diperlihatkan dalam Gambar 5.

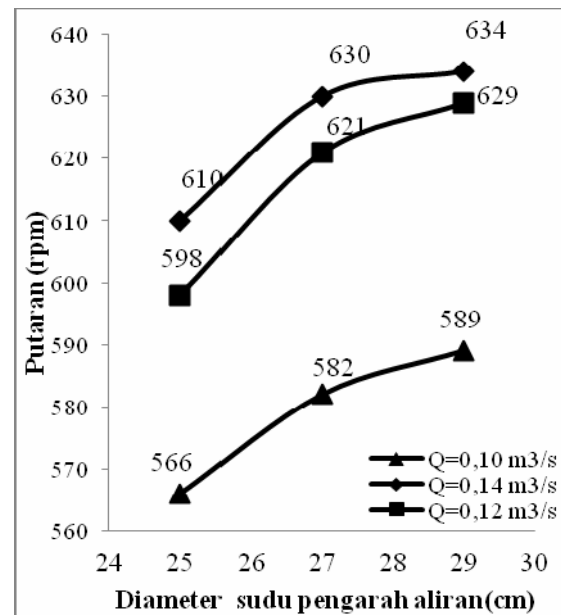


Gambar 5. Pengaruh (*guide vane*) terhadap daya

Dari gambar terlihat bahwa daya turbin akan meningkat dengan memperbesar diameter sudu pengarah aliran (*Guide Vane*).

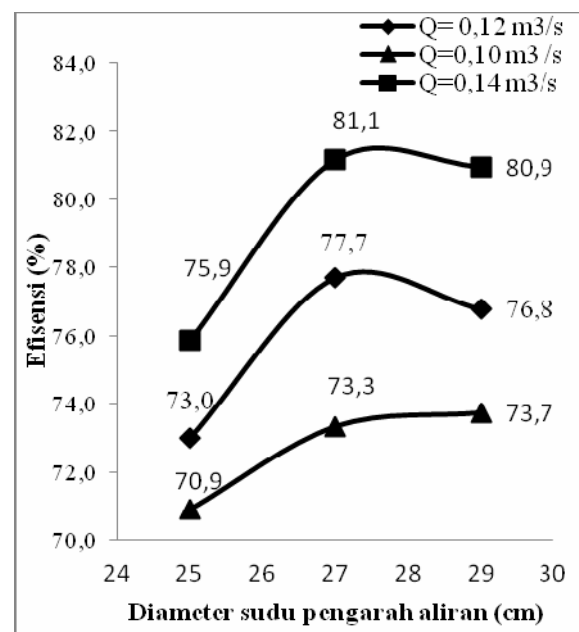
Pengaruh penambahan diameter sudu pengarah aliran (*Guide Vanes*) terhadap putaran turbin (rpm) pada debit air yang berbeda seperti yang telah

ditampilkan dalam Gambar 6, pada gambar terlihat bahwa putaran akan meningkat pada perubahan sudu pengarah aliran (*Guide Vane*) dari 566 rpm menjadi 587 dan 610, pada sudut sudu runner  $40^\circ$ . Hal ini menunjukkan bahwa adanya peningkatan putaran, meskipun peningkatannya tidak terlalu besar, namun penungkatan ini memperingan kerja turbin dalam menghasilkan putaran generator.



Gambar 6. Pengaruh *guide vanes* terhadap putaran turbin dengan debit berbeda

Dari hasil penelitian juga dapat ditentukan efisiensi turbin, yang diperoleh dari hasil perhitungan dengan membandingkan daya air yang tersedia dengan daya turbin hasil pengukuran.



Gambar 7. Pengaruh *guide vane* terhadap efisiensi turbin dengan debit berbeda

Dari gambar terlihat bahwa efisiensi turbin akan meningkat dengan perubahan diameter guide vanes dan debit air masuk turbin pada perubahan (*guide vanes*) dengan diameter 25 cm, 27 cm dan 29 cm dimana efisiensi makin bertambah. Hal ini menunjukkan bahwa adanya peningkatan efisiensi akibat perubahan sudu pengarah aliran pada turbin aliran aksial dengan head rendah.

## 5. Kesimpulan

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa telah berhasil dikembangkan satu jenis turbin aksial head rendah untuk digunakan pada Pembangkit Tenaga Listrik Mikrohidro. Dari hasil rancangan diperoleh bahwa turbin aliran aksial dengan sudu pengarah aliran 27 cm dan sudut sudu  $40^\circ$  diameter optimum yang menimbulkan putaran yang lebih tinggi dari turbin aliran aksial yang diajukan oleh K. V. Alexander.

Putaran poros turbin akan mengalami peningkatan pada pengujian dengan menggunakan diameter sudu pengarah aliran dengan diameter 27 cm.

Daya turbin akan meningkat dengan memperbesar diameter sudu pengarah aliran (*guide vane*), peningkatan yang paling baik dianggap ketika pemasangan diameter sudu pengarah aliran 27 cm, kenaikannya yaitu itu dari 2,01 kW menjadi 2,41 kW.

## Daftar Pustaka

- [1] Darwin Zahedy Saleh, 2009, *Master Plan Pembangunan Ketenagalistrikan 2010 s.d. 2014*, Kementerian Energi Dan Sumber Daya Mineral republik indonesia, Jakarta.
- [2] BRR NAD-Nias, 2009, *Laporan Akhir Studi Potensi Energi Alternatif Pedesaan dalam Upaya Diversifikasi Energi di Provinsi NAD*, BRR NAD-Nias.
- [3] Alexander, K.V., 2009, *Axial-Flow Turbines For Low Head Microhydro Systems*, Department of Mechanical Engineering, University of Canterbury, PB 4800, Christchurch, New Zealand.
- [4] Faulkner, Simon A., 1991, *A Simplified Low Head Propeller Turbine for Micro Hydroelectric Power*, University of Canterbury, New Zealand.
- [5] Arismunandar, A. 2004, *Teknik Tenaga Listrik*, Edisi Delapan Jilid 1, PT. Pradnya Paramita, Jakarta.
- [6] Dandekar, M. M., dan Sharma, K. N., 1991, *Pembangkit Listrik Tenaga Air*, Terjemahan D. Bambang Setiadi, Universitas Indonesia, Jakarta.
- [7] Alef Syahrial, 2010, *Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) Irigasi Di Desa Kedai Paya Kabupaten Aceh Barat Daya*, Fakultas Teknik Unsyiah, Banda Aceh.