

PENGARUH BUKAAN SUDU PENGARAH TERHADAP AIR PADA TURBIN DI PLTA PARAKAN KONDANG

Rifki Nurus Saparudin, Eidelweis Dewi Jannati, Haris Budiman.

Teknik Mesin Universitas Majalengka

E-mail: rifkinurus5@gmail.com

ABSTRACT

The problem that often occurs in Hydroelectric Power Plant (HPP) is erratic water discharge in the reservoir so that variations in blade openings can be carried out in order to stabilize the flow of water entering the turbine. The occurrence of this problem will result in a decrease in turbine efficiency. Different causes - the difference is the variation of the guide blade opening also aims to stabilize the turbine rotation. variation of the guide blade opening and turbine shaft rotation as the independent variables namely $\frac{3}{4}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$ and full openings, then for the rotation are 598, 560, 545 and 600 rpm. The efficiency produced at full openings is 93.35%, openings $\frac{3}{4}$ are 93.04%, openings $\frac{1}{2}$ are 87.13% and openings $\frac{1}{3}$ are 84.79%. So it can be concluded that the full openings have the highest efficiency.

Keywords: *Turbine, Blade Openings, Guide Vane, Steering Blade.*

1. PENDAHULUAN

Menurut M.Naufal Allam (2015), pembangkit listrik tenaga air merupakan salah satu solusi dalam memenuhi kebutuhan sumber energy listrik di setiap Negara, selain murah pembangkit listrik tenaga air tidak menimbulkan polusi udara karena didalam prosesnya tidak ada proses pembakaran. Di Indonesia sendiri sangat memungkinkan untuk membangun PLTA karena Indonesia memiliki potensi sumber daya alam yang besar yang dapat dimanfaatkan, khususnya sumber daya air yang sangat berlimpah. Air yang tersimpan di danau, waduk atau yang mengalir di sungai, mempunyai energy potensial yang besar dan dapat dimanfaatkan untuk menggerakkan turbin air. Dengan memanfaatkan beda tinggi, air dapat dialirkan melalui saluran – saluran keturbin air yang dipasang dibawah waduk.

pembangkit listrik tenaga air merupakan salah satu solusi dalam memenuhi kebutuhan sumber energy listrik di setiap Negara, selain murah pembangkit listrik tenaga air tidak menimbulkan polusi udara karena didalam prosesnya tidak ada proses pembakaran. Di Indonesia sendiri sangat memungkinkan untuk membangun PLTA karena Indonesia memiliki potensi sumber daya alam yang besar yang dapat dimanfaatkan, khususnya sumber daya air yang

sangat berlimpah. Air yang tersimpan di danau, waduk atau yang mengalir di sungai, mempunyai energy potensial yang besar dan dapat dimanfaatkan untuk menggerakkan turbin air. Dengan memanfaatkan beda tinggi, air dapat dialirkan melalui saluran – saluran keturbin air yang dipasang dibawah waduk.

Menurut Acharya(2015), Melakukan penelitian dengan memvariasikan bukaan sudu pengarah (*guide vane*) akan berpengaruh terhadap unjuk kerja turbin pada bukaan – bukaan sudu tertentu.

James B. Francis (1849), Meningkatkan efisiensi turbin reaksi hingga 90%. Oleh karena itu dalam pengoperasian turbin Francis harus optimal. Adapun tujuan dari penelitian nya adalah untuk membahas pengaruh bukaan sudu pengarah terhadap kerugian head dan performansi turbin francis. Besarnya nilai kerugian head akan semakin besar seiring dengan bukaan sudu pengarah. Kerugian head terkecil yaitu 1,955684 m kemudian akan terus meningkat hingga bukaan maksimum 195 mm besarnya kerugian head mencapai 10,251029 m, kemudian dihitug besarnya kerugian head pada sebuah instalasi software pipe flow expert untuk mendapatkan ralat perhitungan. Efisiensi turbin francis akan terus naik seiring bukaan guide vane, akan tetapi pada bukaan 195 mm efisiensi turun pada 95,08485631%. Sehingga didapat bahwa bukaan guide vane yang

menghasilkan efisiensi maksimum yaitu pada bukaan 191 mm sebesar 95,99840019%.

2. METODE PENELITIAN

a. Guide Vane atau Stay Vane

Kegunaan dari *guide vane* atau *stay vane* adalah mengkonversikan energi tekanan pada fluida menjadi energi momentum. *Guide vane* juga dapat mengarahkan aliran (*flow*) langsung ke sudut *runner blades*.



Gambar 2.5 Guide Vane

b. Tekanan

Istilah tekanan digunakan untuk menunjukkan gaya normal setiap satuan luas pada sebuah titik di bidang tertentu dalam massa fluida yang ditinjau. Tekanan pada sebuah titik dalam sebuah massa fluida dapat dimaksudkan sebagai sebuah tekanan mutlak (*absolute pressure*) atau sebuah tekanan pengukuran (*pressure gauge*). Tekanan mutlak diukur relative terhadap suatu keadaan hampa sempurna (tekanan nol mutlak), sementara tekanan pengukuran diukur relatif terhadap tekanan atmosfer setempat. Suatu tekanan pengukuran nol bersesuaian dengan tekanan yang sama dengan tekanan atmosfer setempat. Tekanan mutlak selalu positif, tetapi tekanan pengukuran dapat positif dan negatif, tergantung pada apakah tekanan tersebut diatas tekanan atmosfer atau dibawah atmosfer. Sebuah tekanan pengukuran negative juga disebut sebagai tekanan hisap atau hampa.

Sama seperti acuan bagi pengukuran tekanan, satuan yang digunakan untuk menyatakan nilainya pun sangat penting. Tekanan adalah gaya per satuan luas, dan satuannya dalam sistem Inggris (BG) adalah lb/ft² atau lb/in² yang biasanya disingkat masing-masing dengan psf atau psi. Dalam satuan internasional (SI), satuan satuan tersebut adalah N/m², kombinasi-kombinasi ini disebut dengan pascal dan ditulis sebagai Pa.

Pengukuran tekanan atmosfer biasanya dilakukan dengan sebuah barometer air raksa, yang bentuk paling sederhana terdiri dari sebuah tabung gelas tertutup pada satu ujungnya dan ujung terbuka lainnya tercelup dalam sebuah bejana berisi air raksa.

c. Pengukuran Laju Aliran

• Besar Daya Hidrolik (P_h)

Daya hidrolik adalah daya yang dimiliki oleh air yang mengalir dari tempat tinggi ke tempat yang rendah, dapat dicari dengan persamaan :

$$P_{h_t} = \rho \cdot g \cdot Q \cdot H \dots\dots\dots(2.1)$$

1)

Ket :

ρ = Densitas Air (kg/m)

g = Percepatan Gravitasi (m/s)

Q = Debit air (m³/s)

h = Tinggi Jatuh Air (m)

• Besar Daya Mekanik (P_m)

Daya Mekanik adalah daya yang dihasilkan oleh poros turbin, didapat dengan persamaan :

$$P_m = \frac{2 \times \pi \times n}{60} T \dots\dots\dots(2.2)$$

2)

Dimana Torsi didapat dari persamaan :

$$T = BBF \times D \dots\dots\dots(2.3)$$

Ket :

BBF= Brake Band Force (Newton)

n = Kecepatan Putar (rpm)

D = Diameter dalam Pully (m)

T = Torsi

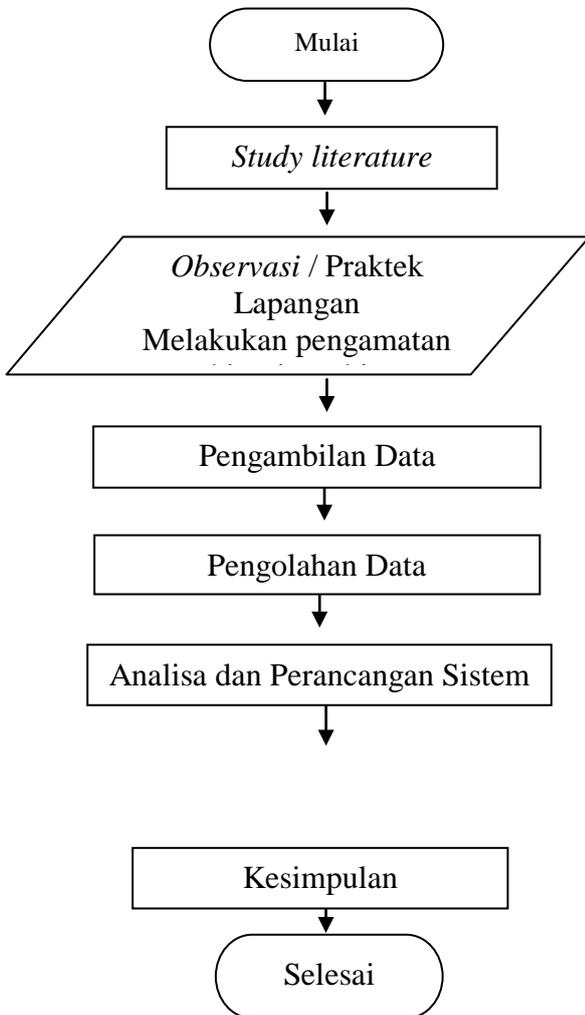
• Efisiensi Turbin

Efisiensi turbin merupakan perbandingan daya mekanik yang dihasilkan oleh turbin dengan daya hidrolik yang digunakan untuk

menggerakkan turbin, dapat dihitung dengan persamaan :

$$\eta_t = \frac{P_m}{P_{ht}} \times 100\% \dots\dots\dots(2.4)$$

3. METODE PELAKSANAAN



1. tudy Literatur
Mencari jurnal tentang Guide Vane, mengumpulkan data dengan cara membaca dari sumber referensi buku-buku refrensentatif maupun internet.

2. raktek Lapangan
Praktek lapangan di PLTA Parakan kondang terletak di Jl.PLTA Parakan Kondang Dusun

Parakan kondang Desa Kadujaya Kec. Jatigede Kab. Sumedang Jawa Barat.

PLTA Parakankondang adalah salah satu Sub Unit PLTA yang berada dibawah Unit Bisnis Pembangkitan Saguling.

3. engambilan Data P
Pengambilan data berupa sistem kerja bukaan Guide Vane dan mencari pengaruh bukaan Guide Vane terhadap kinerja turbin.

4. P
ngolahan Data
Mengolah semua data yang dicari, yaitu dengan mencari pengaruh bukaan guide vane pada bukaan 3/4, 1/2, 1/3 dan bukaan penuh.

5. A
nalisis dan Perancangan Sistem

Pada langkah ini dilakukan analisis semua data-data yang didapat dari pengolahan data.

6. K
esimpulan

Dalam Kerja praktek ini dapat diambil kesimpulan berupa pengaruh yang terjadi terhadap kinerja turbin akibat bukaan guide vane.

4. PENGAMBILAN DATA

Data yang diperlukan untuk mencari pengaruh bukaan sudu adalah debit dan kecepatan putar. Ada 2 cara yang digunakan untuk memperoleh data tersebut, yaitu pengamatan di lapangan secara langsung dan studi literatur.

Berikut ini adalah tabel hasil pengamatan selama dilapangan.

Tabel 4.1 Variasi Bukaan sudu

Variasi Bukaan sudu	Debit (m ³ /s)	Kecepatan Putar (rpm)
Penuh	1,2	0
	2,4	195
	3,4	370
	5,6	590
	6	600
3/4	1,1	0
	2,3	180

	3,1	355
	5,3	465
	5,9	598
1/2	1,2	0
	2,1	170
	2,9	325
	5	445
	5,7	560
1/3	0,9	0
	1,8	140
	2,6	310
	4,8	430
	5,5	545

Tabel 4.2 Data Hasil Observasi Lapangan

Nama	Besaranya	Simbol
Densitas air	1000 m ³ /s	ρ
Kecepatan Gravitasi	9,81 m/s ²	g
Tinggi Jatuh air	56 m	h
Diameter <i>Pully</i>	25 cm	D
Debit air	6 m ³ /s	Q
<i>Brake Band Force</i>	2 kgf	BBF
Kecepatan Putar Bukaan Penuh	600 rpm	n
Kecepatan Putar Bukaan 3/4	598 rpm	n
Kecepatan Putar Bukaan 1/2	560 rpm	n
Kecepatan Putar Bukaan 1/3	545 rpm	n

a. Pengolahan data
• Pengaruh Bukaan Guide Vane Pada Bukaan Penuh

Berdasarkan data yang diperoleh melalui pengujian maka perhitungan dapat dilakukan sebagai berikut :

a) Besar Daya Hidrolik (Pht)

Daya hidrolik dapat dicari dengan persamaan :

$$P_{ht} = \rho \cdot g \cdot Q \cdot h$$

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$Q = 6 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$H = 56 \text{ m}$$

$$\text{Jawab : } P_{ht} = 1000 \cdot 9,81 \cdot 6 \cdot 56$$

$$P_{ht} = 329,616 \text{ m/s}$$

b) Besar Daya Mekanik (P_m)

Daya Mekanik didapat dengan persamaan :

$$P_m = \frac{2 \times \pi \times n}{60} T$$

Dik :

$$\text{Brake Band Force (BBF)} = 2 \text{ kgf} = 19,61 \text{ N}$$

$$n = 600 \text{ rpm}$$

$$D = 25 \text{ cm} = 0,25 \text{ m}$$

Dimana Torsi didapat dari persamaan :

$$T = \text{BBF} \times D$$

$$= 19,61 \text{ N} \times 0,25 \text{ m}$$

$$= 4,90 \text{ N.m}$$

$$P_m = \frac{2 \times 3,14 \times 600}{60} 4,90$$

$$= 307,72 \text{ N.m}$$

Maka, daya yang dihasilkan adalah sebesar 307,72 N.m.

c) Efisiensi Turbin
 Efisiensi turbin merupakan perbandingan daya mekanik yang dihasilkan oleh turbin dengan daya hidrolik yang digunakan untuk menggerakkan turbin, dapat dihitung dengan persamaan :

$$\eta_t = \frac{P_m}{P_{ht}} \times 100\%$$

$$= \frac{307,72}{329,616} \times 100\%$$

$$= 93,35\%$$

Jadi, Efisiensi yang dihasilkan pada bukaan Penuh adalah sebesar 93,35%.

Tabel 4.3 hasil analisa

Variasi Bukaan Guide Vane	Kecepatan (rpm)	Effisiensi (%)
Penuh	600	93,35
3/4	598	93,04
1/2	560	87,13
1/3	545	84,79

5. PENUTUP

a. Kesimpulan

Dari hasil penelitian tentang Pengaruh bukaan sudu pengarah terhadap air yang masuk pada turbin di PLTA Parakan Kondang, ini dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Prinsip kerja sudu pengarah dari *regulator cubicle* mengatur secara keseluruhan melalui *converter*, lalu diubah menjadi energi mekanik menuju *pilot valve* yang akan dikendalikan secara hidrolik ke katup distributor dan akan didistribusikan ke sudu pengarah, sudu pengarah akan mengarahkan air sesuai bukaan sudu menuju *spriral case* agar air dapat memusatkan tekanan pada *runner blade* lalu putaran poros *runner* akan memutarakan turbin, poros turbin terhubung ke generator dan akan merubah gerak putar menjadi energi listrik.
2. Pengaruh bukaan sudu pengarah yang berbeda – beda akan berbeda – beda pula pada putaran turbinnya itu sendiri, semakin kecil bukaan *guide vane* maka semakin rendah juga putaran turbin, nilai efisiensi yang dihasilkan pada bukaan penuh adalah 93,35%, bukaan $\frac{3}{4}$ adalah 93,04%, bukaan $\frac{1}{2}$ adalah 87,13 dan bukaan $\frac{1}{3}$ adalah 84,79%. Maka dapat disimpulkan bahwa bukaan penuh memiliki nilai efisiensi yang paling tinggi dan paling efisien.

b. Saran

Berikut ini saran yang harus diperhatikan untuk menjaga agar turbin di PLTA Parakan Kondang tetap berjalan dengan lancar yaitu sebagai berikut:

1. Ketika beroperasi disarankan agar debit air yang akan masuk tidak melebihi kapasitas, ditakutkan terjadi kerusakan pada *guide vane* dan *runner blade*.
2. Disarankan untuk melakukan perawatan pada komponen – komponen turbin secara rutin agar efisiensi kerjanya bisa bertahan lebih lama.

DAFTAR PUSTAKA

- Acharya, M. Marsuki (2017). *Pengaruh Bukaan Guide Vane Terhadap Kinerja Turbin*. Jurnal Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Metro. Lampung.
- Aditya Yoga (2016). *Kajian ekperimental Performasi Blower Angin Sentrifugal Yang Difungsikan Sebagai Turbin air*. Teknik Mesin Universitas Tempuran, Tamantirto. Bantul.
- Allam, M. Naufal (2015). *Analisa Kekuatan Guide Vane Pada Turbin Unit 1 di Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) Saguling*. Laporan Kerja Praktek. Fakultas Teknologi Industri. Institut Teknologi Nasional. Bandung.
- K.Linsley. Ray (1986). *Teknik Sumber Daya Air*, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- PT PJB UP Saguling (1995). *Teknisi Pembantu Listrik PLTA*, PT. Indonesia Power.
- Teknosains (2004). *pengaruh variasi bukaan sudu pengarah terhadap efisiensi turbin cross flow*. Sistem teknik mikohidro Universitas Gadjah Mada.
- Tim penyusun (2019). *pedoman kerja praktek*, Fakultas Teknik Universitas Majalengka.
- Wahyu, B. Mursanto (2010). *Jurnal Refrigerasi, Tata Udara, dan Energi, Penentuan debit air keluaran (outlet) PLTA Maninjau*.