

Pengaruh Sudut Sudu Terhadap Pengaruh Turbin Helikal Pada Pembangkit Tenaga Listrik Di Irigasi Bendungan Seluma Bengkulu

Niharman¹

Niharman.unihaz@gmail.com

Abstract

The Gorlov vertical axis water turbine is suitable to harness the water flow in the creation of kinetic energy for the irrigation dam. The turbine tested in this study was the Gorlov helical turbine blade with steering angles of 0° , 30° , 45° and 60° turbine diameter (d) of 0.30 m, height (h) of 0.50 m and the NACA 0020 profile. The testing was conducted on the irrigation dam of Seluma Bengkulu. The water flow showed in the velocity (U_{air}) of 0.85 m/s and a round (n) of 110 rpm. The results were achieved by setting the blades in steering torque coefficient (CT) of 0.309 are turbine efficiency (η_t) of 28.5% and a power turbine (PT) of 13.699 Watts.

Keywords : Gorlov helical turbine, irrigation dams

PENDAHULUAN

Kehidupan masyarakat modern banyak tergantung pada ketersediaan sumber energi terutama energi listrik. Kebutuhan terhadap listrik sama seperti kebutuhan pokok manusia lainnya. Pemanfaatan energi listrik telah mempengaruhi dan membentuk peradaban manusia di dekade ini, sebab kualitas kehidupan manusia memiliki korelasi terhadap pemanfaatan energi listrik dalam kehidupan sehari-hari. Sementara itu kebutuhan akan energi listrik terus meningkat setiap tahunnya, diperkirakan pertumbuhan mencapai 7,1%. Pada tahun 2012 dengan rasio elektrifikasi 60%. Namun masih banyak terdapat daerah-daerah terpencil yang belum mendapat aliran listrik. Untuk PLN (Perusahaan Listrik Negara) belum mampu mensuplai aliran listrik mencapai daerah-daerah tersebut.

Miftahuddin (2008) menjelaskan bahwa pemanfaatan saluran primer irigasi pada debit 2,7 – 3,1 m³/dt dan dapat membangkitkan daya listrik hingga 59,823 kW. Dari hasil percobaan alat ini memiliki efisiensi pembangkit yang dapat bekerja sampai dengan 79,92 %.

Ferhat Kurtulmus dkk (2007) menjelaskan bahwa untuk mendapatkan turbin angin ekonomis dan daya guna maksimum dimana dalam penelitiannya dibuat 4 variasi sudut sudu serang dicetak

berulang hubungan antara lift dan drag, menggunakan perangkat komputer untuk menghitung lift dan drag pada koefisien tekanan minimum. Setelah di evaluasi bentuk sudu dan yang menghasilkan tertinggi dan aman sudut terpaan adalah antara 3° sampai 9° . Sesuai dengan hubungan lift dan drag yang konstan dalam waktu yang lama dan sesuai dengan bilangan Re 2000.

Daisuke MATSUSHI dkk (2008) mengatakan bahwa turbin air tipe Darrieus, untuk konversi daya hidro dan

gan head yang sangat rendah dan mempunyai keuntungan yaitu biaya pembuatan yang murah karena bentuknya sederhana karena bentuk salurannya bisa diatur sehingga efisiensi lebih tinggi. Sedangkan turbin Gorlov banyak mempunyai kesamaan pada turbin Darrieus, tetapi turbin Gorlov tipe helikal mempunyai kelebihan antara lain bisa digunakan air pasang surut dan efisiensi lebih tinggi.

Shawn Armstrong dkk (2011) mengatakan bahwa turbin angin sumbu vertikal mempunyai keuntungan untuk dikembangkan dilingkungan tetapi terjadi variasi dorong dan gaya radial aerodinamik. Bentuk sudu helik, untuk turbin sumbu vertikal dapat mengurangi fluktuasi beban pada saat turbin beroperasi. Bagaimanapun helik mempunyai bentuk yang kompleks geometri tiga dimensi sehingga sulit dibuat mengakibatkan harganya mahal. Sudu lurus

¹Dosen Fak. Teknik Jur. T.Mesin Unihaz Bengkulu
Majalah Teknik Simes Vol.12 No.2 juli 2018

dan bengkok sama mempunyai keuntungan untuk mentribusikan fluktuasi aerodinamik tetapi menggabungkan sumbu linier sehingga dapat dibuat dengan biaya yang sebanding dengan sudu lurus. Dari data pengujian memperlihatkan sudu miring memiliki daya output yang sebanding dengan sudu lurus dan daya aerodinamik dapat digunakan untuk meningkatkan daya kerja.

Rusman (2008) menjelaskan bahwa turbin Gorlov helikal dengan dimensi tinggi 300 mm dan diameter 122 mm pada perbedaan kecepatan aliran fluida yaitu : 1,85, dan 1,6 m/s, dapat menghasilkan efisiensi 31,72% dan 30,95%.

Muhammad dkk (2009) mengatakan bahwa penelitiannya untuk memprediksi fenomena putaran dan efisiensi kerja turbin helikal dengan daun rotor (Gorlov helikal Turbin). Yang diteliti adalah perubahan sudut kemiringan strip pada sudu rotor memiliki pengaruh terhadap putaran efisiensi kerja turbin.

Sathish dkk, Turbin helikal adalah alat untuk mengkonversikan energi kinetik dari fluida yang bergerak kedalam energi mekanik rotasi, turbin helikal diputar oleh angin dari 4 arah dan cocok jika dibandingkan turbin angin yang lainnya dan turbin helikal digunakan untuk menggerakkan generator.

By Alexander Gorlov, 2010. Yaitu penelitian kembali turbin helikal untuk pembangkit turbin air yang difokuskan pada keamanan sudu airfoil yang terdapat pada rotor.

Manabu Takao dkk 2009. Menjelaskan efek geometri Vane pengarah terhadap unjuk kerja turbin angin sumbu vertikal. Untuk mengatasi turbin angin sumbu vertikal dengan sudu lurus (S-VAWT) dengan diarahkan langsung oleh vane pengarah dan menjadi tujuan penelitian.

Alexander N. Gorban, dkk 2001 menjelaskan bahwa pengetahuan tentang batas efisiensi turbin Darrieus dan turbin helik Gorlov dimana efisiensi baling-baling pesawat 30 persen dan 60 persen yang diberikan oleh batas betz hal ini terlalu berlebihan. Sedangkan yang telah diteliti oleh Gorlov dan didokumentasikan dengan baik bahwa turbin helikal memiliki efisiensi 35 persen sehingga banyak digunakan pada saluran bebas

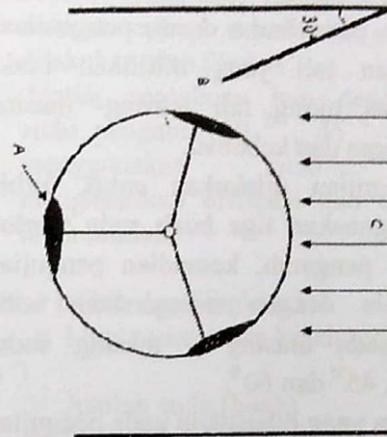
2. Alat dan Cara Penelitian

Majalah Teknik Simes Vol.12 No.2 juli 2018

Pada penelitian ini penulis membuat turbin air Gorlov helikal dengan menggunakan sudu pengarah memiliki diameter = 300 mm, turbin air menggunakan 3 (tiga) sudu bentuk helikal dengan NACA 0020 dan tinggi turbin = 500 mm. soliditas sudu $\sigma = 0,25$ maka panjang chord adalah :

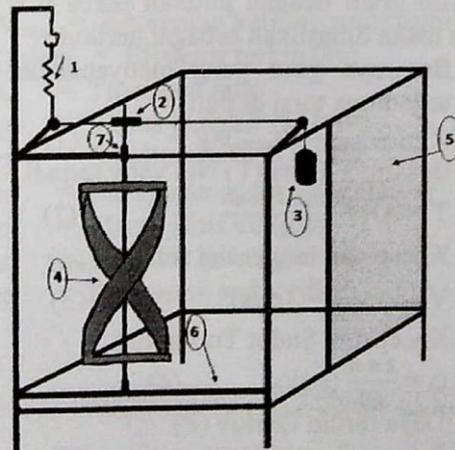
$$C = \frac{\sigma \pi d}{B} =$$

Maka ketebalan sudu turbin Gorlov adalah 26 mm



Gambar 1 Skema penelitian (tampak atas)

Pada gambar 1 adalah skema penelitian tanpa menggunakan sudu pengarah (A) sudu turbin helik, (B) sudu pengarah, (C) aliran air.



Gambar 2. Konstruksi turbin air helik

Gambar 2 adalah konstruksi turbin air jenis Gorlov helikal dengan rangka terbuat dari besi dan dilengkapi dengan (1) neraca pegas,

(2) brake drum, (3) tempat beban, (4) sudu helik Gorlov, (5) sudu pengarah, (6) rangka turbin dan (7) bearing.

Tempat pelaksanaan pengujian turbin dilakukan di aliran irigasi bendungan Selama Desa Lubuk Gebur Bengkulu. Selama ini irigasi hanya digunakan untuk pengairan persawahan dan perikanan kolam. Sudu pengarah dipasang di bagian depan turbin dengan mengatur besaran sudutnya. Pengukuran gaya dilakukan dengan pengereman pada brake drum, pengereman menggunakan tali yang dililitkan brake drum, kedua ujung tali masing-masing keneraca pegas dan beban.

Pengujian dilakukan untuk turbin yang menggunakan tiga buah sudu Gorlov tanpa sudu pengarah, kemudian pengujian untuk turbin dengan menggunakan sudu pengarah pada masing - masing sudut adalah, 30° , 45° dan 60° .

Data yang dihasilkan pada pengujian ini adalah kecepatan air $U_{air} = 0,85$ m/s, kecepatan putar (n) = 110 rpm, gaya pegas dan gaya beban

3. Data hasil pengujian turbin

Analisa perhitungan ini diambil dari hasil data dari penelitian, dengan data yang diketahui adalah $W_{pegas} = 450$ gram dan $W_{beban} = 100$ gram dengan putaran poros $n = 110$ rpm maka dihasilkan sebagai berikut :

a. Besarnya gaya yang menyebabkan terjadinya torsi di puli

$$\Delta F = (W_{pegas} - W_{beban}) \times g \quad (1)$$

b. Besarnya Torsi (T) Nm yang terjadi ,

$$T = \Delta F \left(\frac{D_{puli} + D_{tali}}{2} \right) \quad (2)$$

c. Kecepatan tangensial rotor (V_{rotor})

$$V_{rotor} = \frac{\pi d n}{60} \quad (m/s) \quad (3)$$

d. Kecepatan Sudut Turbin (ω)

$$\omega = \frac{2 \pi n}{60} \quad (rad/s) \quad (4)$$

e. Daya turbin Gorlov (P)

$$P_{turbin} = T \cdot \omega \quad (Watt) \quad (5)$$

f. Daya air (P_{air})

$$P_{air} = \frac{1}{2} \rho A V^3 \quad (Watt) \quad (6)$$

g. Tip speed ratio (λ)

$$\lambda = \frac{V_{rotor}}{U_{air}} \quad (7)$$

h. Efisiensi turbin (η_t)

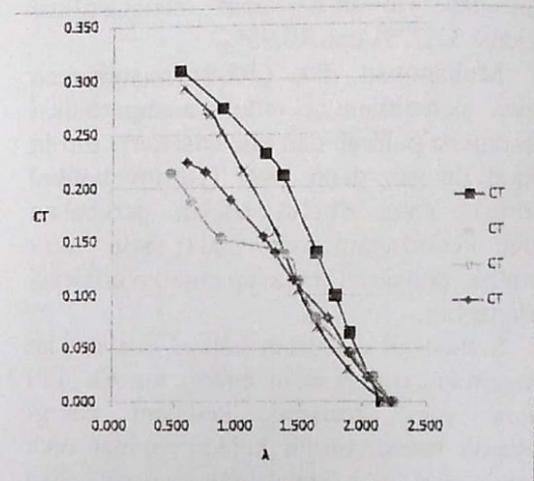
$$C_p = \frac{P_{turbin}}{P_{air}} \quad (8)$$

i. Koefisien torsi (C_T)

$$C_T = \frac{T}{\frac{1}{2} \rho \cdot V^2 A r} = \frac{C_p}{\lambda} \quad (9)$$

4. Hasil dan Diskusi

Percobaan ini adalah untuk mendapatkan koefisien torsi (C_T) dan efisiensi daya turbin (η_t) terhadap pengaruh penggunaan sudut sudu pengarah turbin.helik



Gambar 3. Grafik CT dengan λ

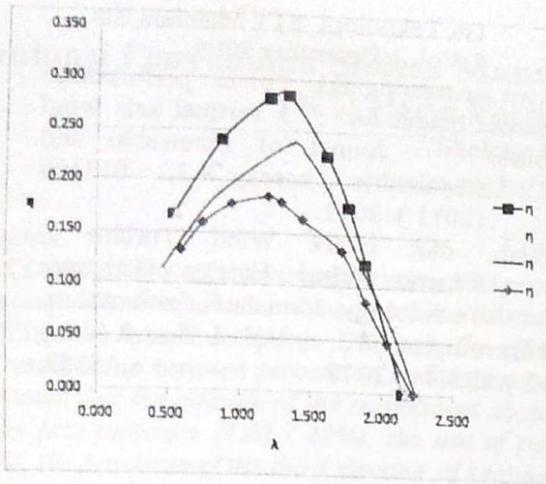
Gambar koefisien torsi yang ditimbulkan dari turbin Gorlov 3 sudu tanpa sudu pengarah dimana $C_{T \max} = 0,223$ dengan $\lambda = 0,591$ pada line torsi yaitu terletak antara $0,591 < \lambda < 2,216$ dengan putaran turbin cukup kencang.

Bentuk grafik C_T dan λ cukup baik, dimana nilai C_T bisa dicari dengan perbandingan antara torsi (T) dan $\frac{1}{2} \rho V^2 A r$.

Pada gambar grafik C_T dengan λ yang dihasilkan oleh turbin Gorlov dengan sudut sudu pengarah 30° dapat dilihat bahwa nilai $C_{T \max} = 0,214$ dan $\lambda = 0,469$ dengan batas garis oprasiona adalah $0,469 < \lambda < 2,238$.

sudu pengarah 45° dapat dilihat bahwa nilai $C_{T \max} = 0,292$ dan $\lambda = 0,469$ dengan batas garis oprasiona adalah $0,469 < \lambda < 2,238$.

Pada gambar 4. grafik C_T dengan λ yang dihasilkan oleh turbin Gorlov dengan sudut sudu pengarah 60° dapat dilihat bahwa nilai $C_{T \max} = 0,309$ dan $\lambda = 0,540$ dengan batas garis oprasiona adalah $0,540 < \lambda < 2,144$



Gambar 4. Grafik η_t dengan λ

Pada gambar 4. adalah grafik efisiensi dan tip speed ratio dengan sudut sudu pengarah 60° , nilai $\eta_{\max} = 28,5\%$ dengan $\lambda = 1,351$. Kondisi kedua dengan sudut sudu pengarah 45° nilai $\eta_{\max} = 23,8\%$ dan $\lambda = 1,035$. Kondisi ketiga dengan sudut sudu pengarah 30° nilai $\eta_{\max} = 22,3\%$ dan $\lambda = 1,20$. Kondisi ke empat tanpa sudu pengarah maka efisien turbin maksimum nilai $\eta_{\max} = 18,5\%$ dan $\lambda = 1,351$,

Pada ke empat pengujian turbin Gorlov tersebut, maka efisiensi yang terbesar adalah pada sudut pengarah 60° dengan nilai efisiensi (η_t) $\max = 28,5\%$.

Daftar Istilah dan Singkatan

- A = Luas penampang basah turbin Gorlov (m^2)
- B = Jumlah sudu (buah)
- C = Lebar chord sudu (m)
- CT = Koefisien torsi (Nm)
- d = diameter rotor (m)
- F = Gaya (kg)
- g = Gravitasi bumi (m/s^2)
- V_{rotor} = Kecepatan keliling rotor turbin (m/s)
- η_t = Efisiensi turbin (%)
- λ = Tip speed ratio
- ω = Kecepatan sudut rotor (rad/s)
- Pair = Daya air (Watt)
- P_t = Daya turbin (Watt)
- r_{puli} = Jari-jari puli (m)
- T = Torsi (Nm)
- Uair = Kecepatan air (m)

KESIMPULAN

Ada beberapa hal yang dapat disimpulkan dalam penelitian ini antara lain :

1. Energi kinetik yang terkandung dalam laju aliran air dapat dikompersikan ke energi mekanik dengan menggunakan turbin Gorlov helikal sumbu vertikal
2. Efisien turbin Gorlov helikal dengan menggunakan sudut sudu pengarah 60° pada kecepatan laju air = 0,93 menghasilkan efisiensi maksimum (η_t) $\max = 28,499\%$ daya turbin (P_t) = 13,699 Watt, dari hasil efisiensi yang didapat cukup mendekati yang telah dilakukan oleh Gorlov.
3. Untuk percobaan lain dengan sudut sudu pengarah 30° , 45° dan tanpa menggunakan sudu pengarah menghasilkan efisiensi dan daya yang lebih rendah.

Daftar Istilah dan Singkatan

- A = Luas penampang basah turbin Gorlov (m^2)
- B = Jumlah sudu (buah)
- C = Lebar chord sudu (m)
- CT = Koefisien torsi (Nm)
- d = diameter rotor (m)
- F = Gaya (kg)
- g = Gravitasi bumi (m/s^2)
- Pair = Daya air (Watt)
- P_t = Daya turbin (Watt)
- r_{puli} = Jari-jari puli (m)
- T = Torsi (Nm)
- Uair = Kecepatan air (m/s)
- V_{rotor} = Kecepatan keliling rotor turbin (m/s)
- η_t = Efisiensi turbin (%)
- λ = Tip speed ratio
- ρ = Massa jenis air (kg/m^3)
- σ = Soliditas turbin Gorlov
- ω = Kecepatan sudut rotor (rad/s)
- ρ = Massa jenis air (kg/m^3)
- σ = Soliditas turbin Gorlov
- ω = Kecepatan sudut rotor (rad/s)

DAFTAR PUSTAKA

- Alexander N. Gorban, dkk, Limits of the Turbine Efficiency for Free
Alexander Gorlov, Helical
Turbine and Fish Safety, 2010
- Axis Wind Turbines, Delft University of
Technology, Thesis, 2006.
- Claessens, M.C, The Design and Testing
of Airfoil for Application in
Small Vertical
- Daisuke MATSUSHITA, dkk Simplified
Structure of Ducted Darrieus –
Type Hydro Turbine with
Narrow Inlet for Extra- low
Head Hydropower Utilization,
Journal of Fluid Science and
Technology, Vol. 3 No.3, 2008
- Erich Hau, Wind Turbines:
Fundamentals. Technologies.
Application economics, Berlin,
2005.
- Fluid Flow, Journal of Energy Resources
Technology Copyright 2001 by
ASME December 2001 Vol.
123/311.
- Ferhat Kurtulmus, Aerodynamic
Analyses of Different Wind T
urbine Blade Profiles, Journal of
Applied Sciences 7 (5): 663-670,
2007 ISSN 1812- 5654.
- Gorlov, A. M. Patent no: US 6,253, 700
B1. *Method for Maintaining
Flotation Using a Helical
Turbine Assembly.* Boston :
Northeastern University. Boston :
Northeastern University, 2001
- Muhammad A.H, dkk Studi Eksperimen
Perancangan Turbin Air
Terapung Tipe Helikal Blade.
Jurnal Penelitian Enjiniring, Vol.
12 no. 2 hal 165 – 168. 2009.
- Manabu Takao, dkk Experimental Study
Of A Straight – Bladed Vertical
Axis Wind Turbine With A
Directed Guide Vane Row. 2009.
- Miftahuddin, Studi kelayakan potensi
saluran primer irigasi Batang
Antakan Kecamatan Lubuk
Basung Kabupaten Agam untuk
rancang bangun PLTMh. Makala,
2008
- Rusman, 2008. Pengujian Prototipe
Turbin Gorlov Sudu Helik, Jurnal
- Isu Teknologi STT Mandala No.
1 Vol. 1 Desember 2008
- Shawn Armstrong dkk Power performance
of canted blades for a vertical axis wind
turbine. Journal of renewable and
sustainable energy 3, 013106
(2011). 2011.
- Sathish, dkk Helix Wind Turbine –
Kinetic Wind Energy Generator
Technology. Journal of Innovations
and Developments Vol. 1 No.s 8 (Aug
2012). ISSN 2277 – 5382.