

STUDI EKSPERIMENTAL TURBIN AIR GORLOV *HELICAL* LIMA SUDU DENGAN *PITCH ANGLE* 45° AKIBAT PERUBAHAN *TWIST ANGLE*

Nofrianto Pasae¹, Yafet Bontong², Dion³

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik
Universitas Kristen Indonesia Toraja

[e-mail : dionjosua10@gmail.com](mailto:dionjosua10@gmail.com)

ABSTRAK

Penelitian ini untuk mengetahui torsi, daya dan efisiensi maksimum dari turbin air Gorlov lima sudu dengan variasi *twist angle* (sudut puntir) 30°, 45° dan 60°. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dimana kita melakukan uji coba terhadap prototype turbin air Gorlov untuk memperoleh daya mekanis, torsi mekanis, efisiensi mekanis sebagai parameter analisis dari kinerja prototipe yang di uji. Menggunakan *twist angle* 30°, 45° dan 60° dengan lima sudu dengan menaikkan beban 0,5 kg hingga tidak terjadi putaran kemudian dilakukan pengambilan data menggunakan alat ukur putaran yaitu tachometer untuk menghitung putaran turbin. Hasil dari pengujian turbin air Gorlov lima sudu dengan variasi *twist angle* 30°, 45°, dan 60°, torsi maksimum yang dihasilkan pada *twist* 60° sebesar 3,88 Nm, pada beban 11 kg, daya maksimum yang dihasilkan sebesar 11,7 Watt, dan efisiensi maksimum yang dihasilkan adalah sebesar 4,42% dengan putaran 82,7 rpm.

Kata kunci : Daya, Efisiensi, Gorlov, Lima Sudu, Torsi, *Twist angle*

ABSTRACT

This study is to determine the maximum torque, power and efficiency of a five-blade Gorlov water turbine with variations in the twist angle of 30°, 45° and 60°. This study uses an experimental method in which we conduct trials on the Gorlov water turbine prototype to obtain mechanical power, mechanical torque, mechanical efficiency as an analytical parameter of the performance of the prototype being tested. Using 30°, 45° and 60° twist angles with five blades with an increase in load of 0.5 kg until no rotation occurs, data is collected using a rotation measuring instrument, namely a tachometer to calculate turbine rotation. The results of the five-blade Gorlov water turbine test with variations in the twist angle of 30°, 45°, and 60°, the maximum torque produced at a 60° twist is 3.88 Nm, at a load of 11 kg, the maximum power generated is 11.7 Watt, and the maximum efficiency produced is 4.42% with a rotation of 82.7 rpm.

Keywords : Power, Efficiency, Gorlov, Five Blades, Torque, *Twist angle*.

I. PENDAHULUAN

Indonesia salah satu Negara yang ikut meratifikasi protokol kyoto tentang pemanasan global, indonesia dalam upaya menurunkan efek pemanasan ini dengan mengeluarkan beberapa regulasi tentang optimalisasi pengelolaan dan pemanfaatan energi sebagai pembangkit tenaga listrik *mikrohydro*. Energi listrik merupakan jenis energi yang dibutuhkan dalam kehidupan sehari-hari baik dalam skala besar maupun kecil. Sebagian sumber energi listrik berasal dari bahan bakar fosil.

Pembangkit listrik tenaga air saat ini menjadi salah satu pilihan dalam memanfaatkan sumber energi terbaru, namun pemanfaatan yang ada masih menggunakan teknologi yang sederhana. Pembangkit listrik jenis ini dalam proses pembuatannya sangat ekonomis, tetapi masih dalam skala kecil. Artinya pembangkit-pembangkit seperti ini hanya mampu mencukupi pemakaian energi listrik untuk sejumlah rumah saja. Jenis pembangkit listrik tenaga air ini sering disebut *microhydro* atau sering juga disebut *picohydro* tergantung keluaran daya listrik yang dihasilkan. *Twist angle* (sudut puntir), dalam bidang mekanika zat adalah pilihan terhadap suatu objek akibat torsi dan puntir dapat terjadi apabila salah satu batang atau serat puntir dengan arah yang berlawanan dengan arah putaran pada ujung yang lain seperti pada sudu turbin dalam penelitian ini. *Pitch angle* (sudut kemiringan) mengacu pada garis singgung sudut permukaan tersebut terhadap bidang horizontal. Teknologi ini terdiri dari komponen utama yaitu turbin air dan generator listrik (Marsudi, Djiteng. 2005). Turbin air berperan untuk mengubah energi air (energi potensial, tekanan dan energi kinetik) menjadi energi mekanik dalam bentuk putaran poros. Putaran poros turbin ini akan diubah oleh generator menjadi tenaga listrik. Padahal di Indonesia terdapat potensi air sungai yang berasal dari 5.590 aliran sungai yang tersebar diberbagai pulau di Indonesia. Arus sungai memiliki kecepatan rendah berkisar 0,01 s/d 2,8 m/s. meskipun mempunyai kecepatan rendah namun energi yang masih tersimpan didalamnya masih bisa dimanfaatkan sebagai sumber pembangkit listrik. Untuk pemanfaatan dan penggunaan pada arus sungai bisa menggunakan salah satu turbin kinetik. Dimana turbin kinetik ini nantinya akan memanfaatkan kecepatan aliran sungai sehingga mengalami perubahan dari energi kinetik menjadi energi mekanis.

Turbin air Gorlov *heical* adalah jenis turbin yang baru di kembangkan pada tahun 1995 yang merupakan buah karya dari Prof. Alexander M Gorlov. Dimana jenis turbin Gorlov dengan ukuran 6 inchi yang mempunyai dua sudu dapat

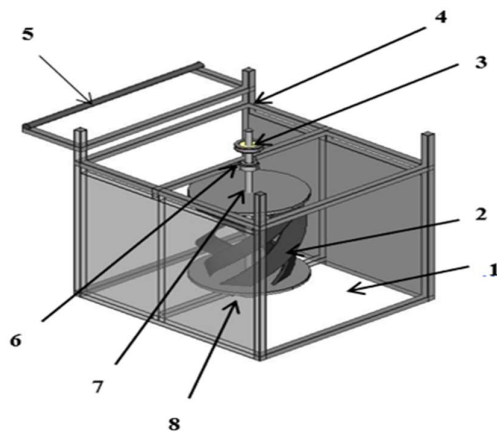
menghasilkan daya hingga 10 watt pada kecepatan air 3 knot (1,543 m/s). Turbin gorlov juga merupakan salah satu teknologi turbin hidrokinetik yang berbeda dengan turbin air konvensional. Turbin gorlov dapat dipasang secara vertikal maupun horizontal dan mampu digunakan pada kondisi *low-head*. Turbin Gorlov juga mengubah energi kinetik yang dihasilkan oleh arus aliran menjadi energi mekanis yang memanfaatkan pusaran air buatan untuk memutar sudu turbin dan kemudian diubah menjadi energi putaran pada poros. Prosesnya air dari sungai dialirkan melalui saluran masuk ketangkai turbin yang berbentuk lingkaran dan di bagian tengah dasar tangki. Akibat saluran buang ini maka air mengalir membentuk aliran pusaran air. Ketinggian air (*head*) yang diperlukan untuk turbin ini 0,7-2 m dan debit berkisar 1000 liter per detik.

Aplikasi turbin Gorlov sendiri dipilih untuk diteliti berdasarkan beberapa pertimbangan. Karena tidak semua aliran sungai memiliki *head* yang tinggi, sedangkan sungai-sungai pada daerah hilir meskipun dengan *head* yang rendah namun memiliki debit air yang besar sehingga menjadi peluang yang sangat besar yang dapat dimanfaatkan, dan turbin ini sendiri dapat bekerja meski tanpa memerlukan ketinggian jatuh air (*head*).

Berdasarkan latar belakang diatas, maka penulis tertarik dan berminat untuk melakukan penelitian dengan judul “Studi Eksperimental Turbin Air Gorlov *helical* lima sudu dengan *pitch angle* 45° akibat perubahan *twist angle*”.

I. Fasilitas Metode Penelitian

1. Desain alat

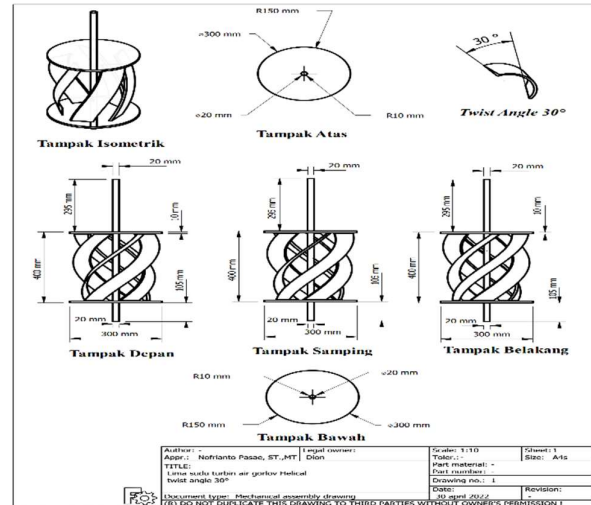


Gambar 1. Turbin Air Gorlov Helical

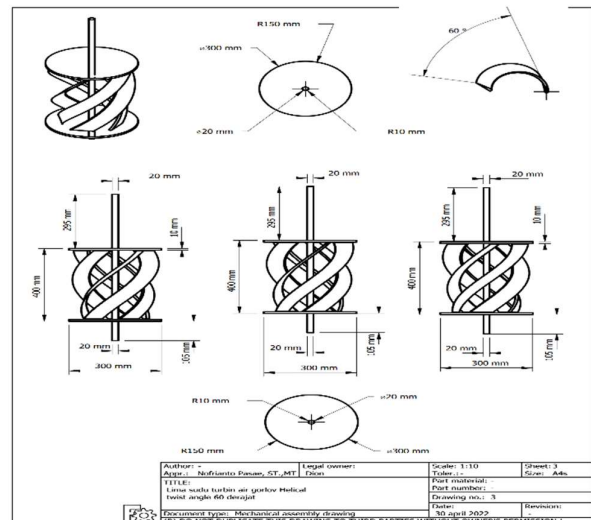
Keterangan gambar 1:

1. Saluran masuk turbin
2. Sudu turbin

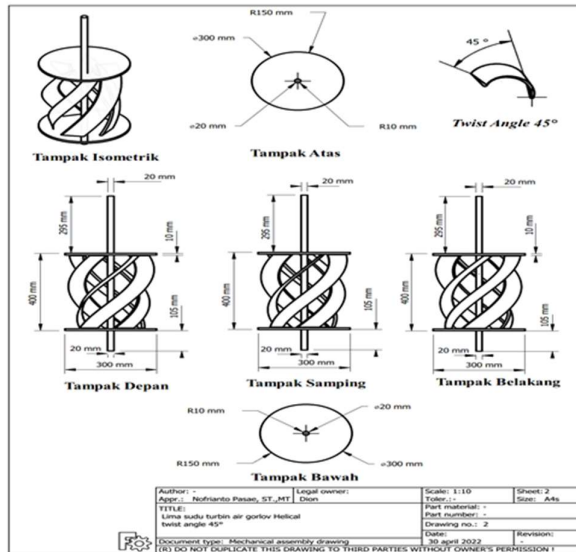
3. Pully
4. Rangka turbin
5. Pembebanan
6. Bearing atas
7. Poros
8. Bearing bawah



Gambar 2. Lima sudu turbin air Gorlov *helical* twist angle 30°



Gambar 3. Lima sudu turbin air Gorlov *helical* twist angle 45°



Gambar 4. Lima sudu turbin air Gorlov helical twist angle 60°

2.1 Penulisan Rumus

a. Luas Penampang

$$A = D \cdot h$$

$$= 0,30 \times 0,40 \text{ m}$$

$$= 0,12 \text{ m}^2$$

Dimana:

A = luas Penampang sudu (m²)
D = diameter Sudu (m)
h = tinggi Sudu (m)

b. Debit Aliran

$$Q = A \cdot v$$

$$= 0,12 \text{ m}^2 \times 1,64 \text{ m/s}$$

$$= 0,197 \text{ m}^3/\text{s}$$

Keterangan:

Q = debit aliran (m³/s)
A = luas penampang (m²)
V = kecepatan aliran (m/s)
 τ = Torsi (Nm)
 ω = Kecepatan sudut (rad/s)

c. Gaya Pemebebanan

$$F = m \cdot g$$

$$= 5,5 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$= 53,96 \text{ N}$$

Keterangan

F = gaya pembebanan (N)
m = massa/beban (kg)
g = percepatan gravitasi (m/s²)

d. Head Efektif Air (H)

$$H = \frac{v^2}{2 \cdot g}$$

$$= \frac{1,64^2}{2(9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2})}$$

$$= \frac{2,6896}{19,62}$$

$$= 0,137 \approx 0,14 \text{ m}$$

Dimana:

H = head efektif air (m)
v = kecepatan aliran (m/s)
g = percepatan gravitasi (m/s²)

e. Daya Air

$$P_{air} = \rho \cdot g \cdot H \cdot Q$$

$$= 997,33 \times 9,81 \times 0,14 \times 0,197$$

$$= 263,95 \text{ Watt}$$

Keterangan:

P_{air} = daya air (Watt)
 ρ = massa air (kg/m³)
Q = debit air (m³/s)
H = head (m)

f. Gaya Pemebebanan

$$F = m \cdot g$$

$$= 5,5 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$= 53,96 \text{ N}$$

Keterangan:

F = gaya pembebanan (N)
m = massa/beban (kg)
g = percepatan gravitasi (m/s²)

g. Head Efektif Air (H)

$$H = \frac{v^2}{2 \cdot g}$$

$$= \frac{1,64^2}{2(9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2})}$$

$$= \frac{2,6896}{19,62}$$

$$= 0,137 \approx 0,14 \text{ m}$$

Dimana:

H = head efektif air (m)
v = kecepatan aliran (m/s)
g = percepatan gravitasi (m/s²)

h. Daya Air

$$P_{air} = \rho \cdot g \cdot H \cdot Q$$

$$= 997,33 \times 9,81 \times 0,14 \times 0,197$$

$$= 263,95 \text{ Watt}$$

Keterangan:

P_{air} = daya air (Watt)
 ρ = massa air (kg/m³)
Q = debit air (m³/s)
H = head (m)

i. Efisiensi turbin (η)

$$\eta = \frac{P_t}{P_{air}} \cdot 100\%$$

$$= \frac{16,68}{263,95} \times 100\%$$

$$= 6,31 \%$$

Keterangan:

η = efisiensi Turbin (%)

P_t = daya Turbin (Watt)

P_{air} = daya air (Watt)

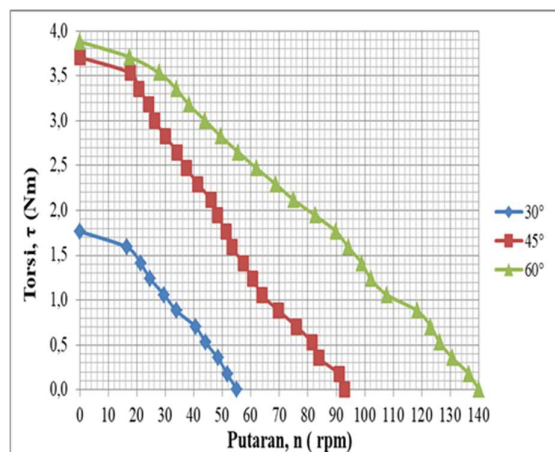
II. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Pembahasan

Dari hasil pengolahan data serta pengamatan yang dilakukan pada penelitian uji karakteristik turbin air Gorlov model *helical* dengan variasi 30°, 45° dan 60° diperoleh grafik sebagai berikut:

1. Torsi (Nm)

Torsi (Nm) merupakan ukuran kekuatan gaya yang dapat menyebabkan objek berputar disekitar sumbu. Torsi maksimum (Nm) merupakan kemampuan suatu benda untuk menghasilkan torsi terbesar. Torsi yang dihasilkan uji karakteristik turbin air Gorlov model *helical* menggunakan deflector dengan variasi sudut puntir 30°, 45° dan 60°.

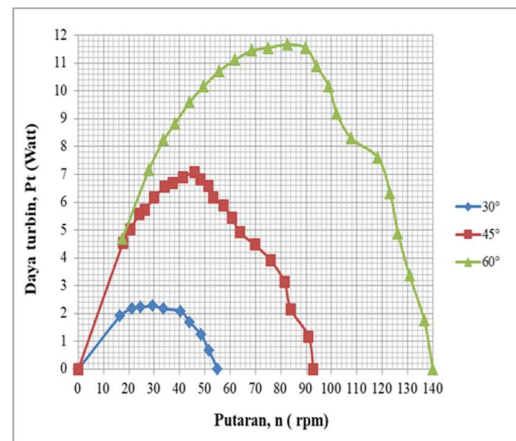


Gambar 5. Grafik putaran (rpm) terhadap torsi(Nm) dengan variasi *twist angle*

2. Daya

Daya merupakan suatu kemampuan untuk melakukan kinerja sedangkan putaran (rpm) merupakan jumlah atau banyaknya putaran yang terjadi dalam satu (1).

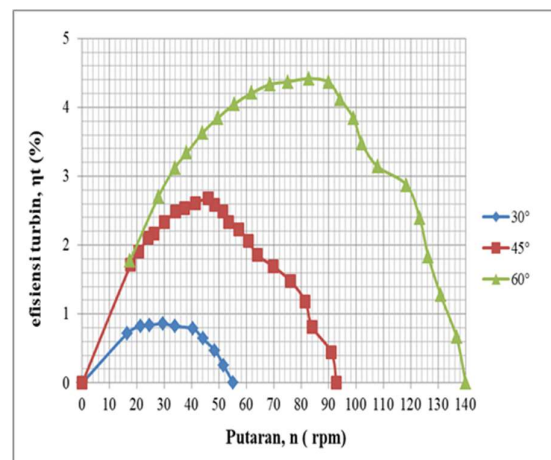
Hasil daya maksimum yang dihasilkan uji karakteristik turbin air Gorlov model *helical* menggunakan deflector dengan variasi 30°, 45° dan 60°.



Gambar 6. Grafik pengaruh putaran (rp terhadap daya (W) dngan variasi *twist angle*

3. Efisiensi Turbin (η_t)

Efisiensi merupakan suatu yang dinilai berdasarkan besarnya daya yang tersedia dibagi dengan daya yang digunakan untuk mendeapayakan hasil yang diinginkan. Efisiensi maksimum yang digunakan pengujian turbin air Gorlov tipe lima sudu *helical* dengan variasi *twist angle* disajikan dalam grafik sebagai berikut :



Gambar 7. Grafik pengaruh putaran (rp terhadap Efisiensi Tur dengan variasi *twist angle*

Dapat dilihat pada grafik 4.3 diatas bahwa efesiensi tertinggi terdapat pada twist angle 60° yaitu mencapai 4,42% pada putaran 82,7 rpm , pada twist angle 45° yaitu 2,68% pada putaran 45,9, dan kemudian pada twist angle 30° menghasilkan efesiensi sebesar 1,24% pada putaran 29,5 rpm.

DAFTAR PUSTAKA

Antomo, Try dkk. 2020. “*Analisis pengembangan hidrokinetik turbin Gorlov akibat penambahan luas*

- bidang tangkap*". *Teknika: Jurnal Sains Dan Teknologi* Vol. 16 No. 02 (2020) 159–170.
- Suwato, G. and Supriyo (2018) "*Pembuatan Turbin Vortex dengan Sudu Pipa Belah Tiga Dengan sudut Kemiringan Sudu 45°*", *Jurnal Teknik Energi*, 14((3), pp.72-77.
- Muhammad, Faadil dan Karnowo. 2018. "*Pengaruh Sudut Serang Terhadap Kinerja Turbin Angin Helikal Gorlov Dengan Penambahan Curveplate*". *Teknik Mesin Universitas Negeri Semarang*, Vol. 16 No.1 Juli 2018.
- Wibawanto, Harning Hapsari dkk. 2018. "*Uji Eksperimental Kinerja Turbin Vortex Tipe Sudu Berpanampang Lurus Dengan Variasi Lebar Sudu*". Surabaya :Universitas Negeri Surabaya JTM. Vol.6, No. 01 : Hal. 153-161
- Gibran *et al.* 2017. "*Kajian Eksperimental dan Numerikal Turbin Vortex Dengan Casing Berpenampang Lingkaran Yang Menggunakan Sudu Diameter 46 Cm Pada 3 Variasi Jarak Antara sudu Dan Saluran Keluar*", *Jurnal Dinamis*, 52(2), pp. 36-46
- Burhanuddin Muhammad, dkk. 2020. "*Merancang, Membuat, dan Meneliti Turbin Gorlov Sumbu Vertikal Dengan Profil NACA 0012 Dengan Sudut Puntir 45°*". *Cendekia Mekanika* Vol.01 No.01. Yogyakarta.