

TURBIN GORLOV DENGAN SUDU PROFIL NACA 0012, SUDUT PUNTIR 30° SUMBU VERTIKAL

Andreas Partogi Manurung¹, Eka Yawarar^{1*}, Yosua Heru Irawan¹

¹Program Studi Teknik Mesin, Institut Teknologi Nasional Yogyakarta
Jalan Babarsari, Catur Tunggal, Depok, Caturtunggal, Kec. Depok, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta 55281
e-mail*: ekywr.820@gmail.com

Abstrak

Indonesia adalah negara kepulauan dengan jumlah penduduk yang sangat banyak pada tahun 2016 pernah tercatat bahwa angka pertumbuhan penduduk sampai angka 4 juta jiwa pertahunnya dengan demikian jumlah kebutuhan energi juga akan terus meningkat sesuai angka pertumbuhan penduduk, seperti yang kita ketahui perusahaan penghasil energi masih di dominasi oleh perusahaan listrik negara yang masih banyak menggunakan energi yang berasal dari fosil, dengan masalah ini peneliti ingin memanfaatkan bentuk geografis dari Indonesia dengan pemanfaatan turbin air mikrohidro dengan sudu profil NACA 0012 dengan sudut puntir 30° sumbu vertikal. Dalam penelitian ini akan di bedakan dengan pemberian variasi di setiap sudut kemiringan yaitu -2,5°, -5°, 0°, 2,5°, 5°. Dan pembebanan yang berbeda di setiap sudut kemiringannya demi untuk mendapatkan hasil yaitu : berupa grafik antara torsi terhadap kecepatan angular, koefisien daya terhadap kecepatan angular, pout. Dan hasil pout terbaik diperoleh pada saat pengujian di sudut 0°, dan koefisien daya terbaik diperoleh pada saat pengujian sudut kemiringan +5°.

Kata kunci : Turbin Air, Turbin Gorlov, Sudut Kemiringan, NACA, Koefisien Daya.

Abstract

Indonesia is an archipelagic country with a very large population in 2016 it was recorded that the population growth rate reached 4 million people per year, thus the amount of energy needs will also continue to increase according to population growth rates, as we know energy-producing companies are still dominated by state electricity companies that still use a lot of energy derived from fossils, with this problem researchers want to take advantage of the geographical shape of Indonesia by utilizing a micro hydro turbine with a NACA 0012 profile blade with a torsion angle of 30° the vertical axis. In this study, it will be distinguished by giving variations at each slope angle, namely -2,5°, -5°, 0°, 2,5°, 5°. And different loadings at each angle of inclination in order to get results, namely: in the form of a graph between torque to angular speed, power coefficient to angular speed, pout. And the best pout results were obtained when testing at an angle of 0°, and the best power coefficient was obtained when testing a slope angle of +5°.

Keywords : Water Turbine, Gorlov Turbine, Tilt Angle, NACA, Power Coefficient

1. PENDAHULUAN

Indonesia adalah suatu negara berkepulauan dengan jumlah penduduk yang sangat banyak, berdasarkan laporan yang disampaikan oleh menteri dalam negeri (mendagri) RI Tjahjo Kumolo, jumlah penduduk Indonesia pada 30 Juni 2016 sebanyak 257.912.349 jiwa. Sedangkan laju pertumbuhan penduduk di Indonesia saat ini di angka 1,49 persen. Maka dalam satu tahun penduduk Indonesia bertambah sekitar 4 juta jiwa, sebagaimana dikatakan Kepala BKKBN Pusat dr Surya Chandra (Setiawan, 2017).

Dan penyedia energi listrik terbesar di Indonesia adalah Perusahaan Listrik Negara (PLN), (PLN) sendiri masih didominasi bahan bakar fosil contohnya adalah batubara, sedangkan ketersediaan batubara di Indonesia mencapai 28 miliar ton dan akan habis dalam 67 tahun kedepan, menurut Oxford Business Group (OBG) (Apriyani, 2015).

Dengan demikian kebutuhan energi khususnya listrik akan terus meningkat sesuai pertumbuhan penduduk, sedangkan ketersediaan bahan bakar fosil diperkirakan akan terus menurun di 67 tahun kedepan. Demi untuk mensejahterakan masyarakat di Indonesia, sumber-sumber energi khususnya listrik sebaiknya menggunakan energi terbarukan yang menggunakan energi potensial maupun kinetik dari alam contohnya energi Mikrohidro. Mikrohidro ataupun Pikohidro yang dibuat biasanya memanfaatkan air terjun dengan *head* jatuh yang besar. Sedangkan untuk aliran sungai dengan *head* jatuh yang kecil maupun aliran yang tanpa *head* belum termanfaatkan dengan optimal. Hal ini menjadi referensi untuk memanfaatkan aliran sungai/selokan irigasi untuk menghasilkan energi listrik (NN, Z.F Arif B.S, 2012). Dari masalah di atas penulis tertarik untuk memberdayakan energi kinetik yang masih banyak belum dimanfaatkan terutama yang mempunyai *head* rendah atau *zero head*. Didalam penelitian ini penulis akan menggunakan Turbin *Gorlov*. Turbin ini berputar di *head* rendah, berputar dengan putaran yang rendah, dan masih dalam target pengembangan khususnya di Indonesia, oleh karna itu penulis akan membuat penelitian Turbin *Gorlov* sebagai pemanfaatan energi kinetik yang terdapat di alam khususnya sungai/selokan irigasi dengan spesifikasi yang di tentukan yaitu tiga jumlah sudu (*Blade*) dengan bahan resin yang akan di cetak dengan sudu profil NACA 0012, sudut puntir 30° sumbu vertikal.

Penelitian tentang turbin *Gorlov* bukan pertama kali di lakukan, melainkan banyak pendahulu yang telah meneliti, demikian Penelitian secara simulasi numerik atau eksperimental telah banyak dilakukan oleh para peneliti untuk mendapatkan turbin dengan koefisien daya yang tinggi, untuk diterapkan pada sumber daya air dengan *head* rendah atau sangat rendah atau pada arus air sungai, baik turbin *Darrieus* atau turbin *Gorlov*. Demikian beberapa para peneliti terdahulu.

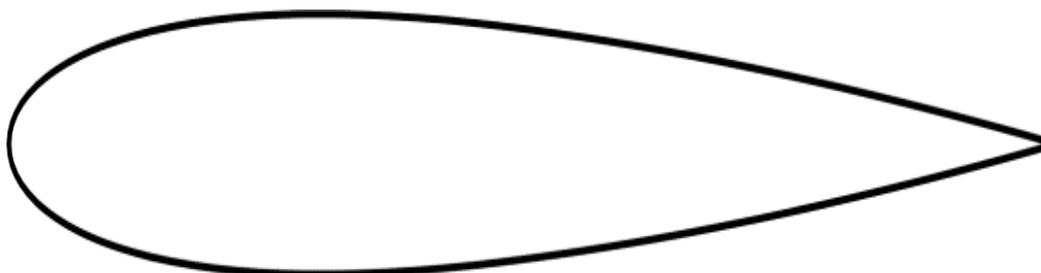
Sudargana dkk (2012) memberikan hasil dari penelitiannya tentang solusi terhadap kelemahan yang dimiliki oleh turbin *Darrieus pitch* tetap konvensional berupa rendahnya torsi pengawalan (*startingtorque*) dan getaran karena variasi Sudut Kemiringanselama berputar, yaitu dengan menerapkan *pitch* variabel yang dapat menghasilkan torsi pengawalan yang besar dan efisiensi yang tinggi, dan dengan pemilihan rejim *pitch* yang sesuai, getaran dapat diminimalkan. Wright dkk (2011) dalam tesis Master of Science-nya melakukan optimalisasi terhadap turbin helix (*Gorlov*) untuk diterapkan pada *head* rendah. Optimalisasi dilakukan dengan metode simulasi numerik (komputasi) dan eksperimental. Simulasi numerik (CFD) dilakukan menggunakan perangkat lunak komersial, dan meskipun memerlukan waktu yang lama dan keahlian untuk melakukan set-up, memecahkan dan menganalisa, tetapi dengan beberapa asumsi berhasil mendapatkan model yang berharga untuk dijadikan modal dalam melakukan pengujian eksperimental. Hasil pengujian menunjukkan bahwa rancangan turbin yang paling efisien yaitu turbin dengan 3 sudu, dengan profil NACA-0022 dan soliditas 55%.

Zaidi dkk (2013) melakukan simulasi numerik menggunakan perangkat lunak komersial FLUENT dari ANSYS terhadap aliran 3-dimensi melewati turbin *Gorlov* untuk menyelidiki

unjuk kerjanya dengan mengubah rasio *tip-speed*. Tujuan dari studi ini adalah untuk memilih ukuran sudu optimum agar memperoleh daya maksimum. Penelitian ini memberikan hasil bahwa untuk sudu dengan profil NACA0012 memberikan C_p maksimum pada *tip speed ratio* 2,25 dan panjang *chord* 9,83 cm. Selain melakukan optimalisasi terhadap rancangan turbin, beberapa peneliti mencoba meningkatkan koefisien daya turbin dengan cara meletakkan turbin itu di dalam sebuah saluran. Pengujian yang dilakukan oleh Zaidi dkk (2013) secara eksperimental justru berujung pada kesimpulan bahwa penyerdehanaan yang perlu dilakukan adalah tanpa dinding saluran dan draft tube, tetapi menggunakan lebar nozel Sin yang sempit.

Sutikno dkk (2010) melakukan studi simulasi numerik dan eksperimental terhadap turbin *Gorlov* yang ditempatkan di dalam saluran. Hasil antara data simulasi dan percobaan kurang bagus, karena turbin sendiri tidak dirancang untuk kecepatan rendah dan aliran yang tidak konstan. Sehingga turbin tidak dapat berputar yang baik dan efisiensinya rendah, dan luas frontal sudu tidak cukup besar untuk menyerap daya dari air pada kecepatan antara 0,5 sampai 2 m/s; di sisi lain, pembuatan bentuk *airfoil* tidak cukup mudah untuk profile yang diinginkan. Turbin *Gorlov (helical turbine)* yang ditempatkan di dalam saluran ini menggunakan profil NACA 0020, dengan 3 sudut puntir yang berbeda, 60°, 90°, dan 120°. Simulasi numerik menggunakan FLUENT pada kecepatan 4,43 m/s memberikan hasil koefisien daya C_p 43% untuk sudut puntir turbin 60°, 45,9% untuk 90°, dan 46% untuk 120°. Tetapi, data eksperimen tidak memberikan hasil yang memuaskan. Pada kecepatan air dari 0,5 sampai 2 m/s, untuk sudut puntir turbin 60° $C_p = 0,85\%$, untuk 90° $C_p = 1,2\%$, dan untuk 120° $C_p = 2,3\%$. Usaha lain untuk meningkatkan kinerja adalah dengan memasang difuser pada saluran. Pemasangan difuser ini dimaksudkan untuk menambah kecepatan aliran air mengingat bahwa tidak sedikit arus sungai yang kecepatan alirannya sangat rendah sehingga tidak cukup mampu untuk memutar turbin. Hasil penelitian yang telah mereka lakukan menggunakan CFD adalah kecepatan aliran air dapat ditingkatkan sampai 1,96 kali menggunakan difuser dengan sudut 20°. Dari berbagai hasil penelitian yang sudah diungkapkan di atas, dapat diambil kesimpulan bahwa ada beberapa cara untuk meningkatkan koefisien daya C_p , mulai dari pemilihan profil sudu, *tip speed ratio*, panjang *chord*, soliditas turbin, sudut puntir pada turbin *Gorlov*, penempatan turbin di dalam saluran, pemasangan nosel atau difuser di dalam saluran, termasuk variasi lebar nosel dan sudut difuser.

Beberapa hasil penelitian yang dilakukan oleh para peneliti sebelumnya, menunjukkan bahwa peluang untuk meningkatkan koefisien daya C_p terutama dari turbin *Gorlov* masih terbuka, namun peneliti lebih memilih turbin *Gorlov*, mengingat bahwa turbin *Gorlov* diciptakan untuk *head* yang sangat rendah dan memperbaiki kinerja dari turbin *Darrieus*, dalam penelitian ini akan dilakukan pembuatan *prototipe* turbin dan dibatasi dengan pembuatan sudu turbin *gorlov* dengan Profil NACA 0012 sudut puntir 30°, sumbu vertikal dengan panjang *cord* 7cm. Hidrofoil pada hakikatnya sama dengan *airfoil*, hanya saja Hidrofoil biasa digunakan pada fluida air, sedangkan *airfoil* digunakan pada fluida udara. Hidrofoil merupakan suatu struktur dengan bentuk geometri spesifik yang digunakan untuk menghasilkan gaya mekanis karena gerakan relatif dari hidrofoil tersebut dan juga fluida sekitarnya (Sudargana dkk, 2012). Demikian adalah bentuk profil NACA 0012 pada gambar 1.



Gambar 1. Profil NACA 0012

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini adalah pembuatan *prototipe* Turbin Gorlov dengan profil NACA 0012 dengan sudut puntir 30° , Sumbu Vertikal, dengan panjang *cord* 7 cm, bahan dari sudu terbuat dari resin dan campuran serat resin.

Pengujian dilakukan di saluran irigasi selukan mataram, Yogyakarta dalam pengujian ini dilakukan dengan pemberian variasi sudut kemiringan $-2,5^\circ$, -5° , 0° , $+2,5^\circ$, $+5^\circ$ dengan pembebanan yang berbeda di setiap sudut kemiringan, demikian gambar dari turbin yang akan di uji ditunjukkan pada gambar 2.

Model turbin yang di uji menggunakan sudu simetris yaitu profil NACA 0012 sudut pontir 30° dengan tiga buah sudu yang masing masing mempunyai panjang 30cm dan *cord* 7cm, turbin ini menggunakan poros alumunium dengan dua buah bantalan sebagai pelancar gerakan poros ketika berputar, rangka dari turbin ini terbuat dari besi siku. Dalam pengujian diberi sudut kemiringan yang berbeda yaitu : $-2,5^\circ$, -5° , 0° , $+2,5^\circ$, $+5^\circ$ masing-masing sudut kemiringan di ambil lima sampel pembebanan yang berbeda.

Pada saat pengambilan kecepatan aliran menggunakan pipa pitot dan pengambilan torsi menggunakan metode dua buah timbangan yang terhubung oleh tali yang bergesekan dengan ujung poros.

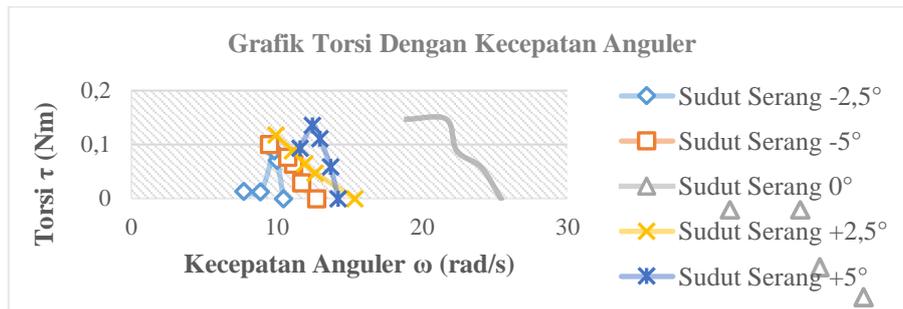


Gambar 2. Turbin *Gorlov*

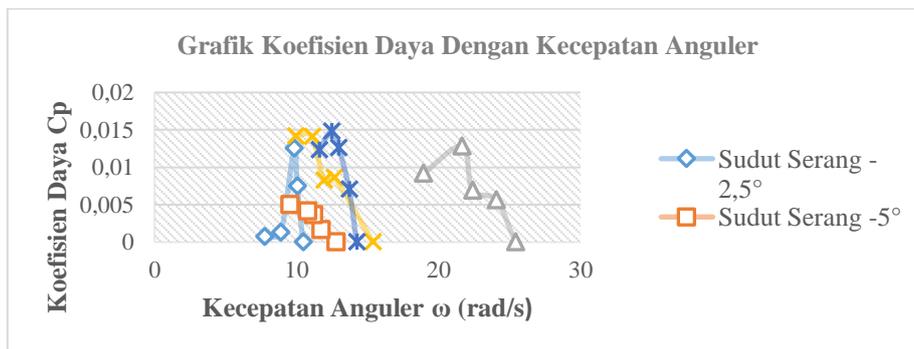
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang diperoleh selanjutnya diolah demi untuk mendapatkan hasil $pout$, cp , torsi di setiap pemberian sudut kemiringan. Hasil pengujian berupa torsi, torsi dapat dihitung dengan cara $(F_1 - F_2)$ dikali diameter poros turbin, torsi turbin digunakan untuk menghitung daya output turbin. Daya output merupakan hasil kali torsi dan kecepatan sudut turbin. Daya output turbin dibandingkan dengan potensi daya air untuk mendapatkan koefisien daya. Potensi daya air dihitung dari hasil kali setengah, massa jenis air, luas frontal bidang rotor, dan pangkat tiga dari kecepatan arus bebas air. Hasil perhitungan di sajikan dalam bentuk grafik sebagai berikut :

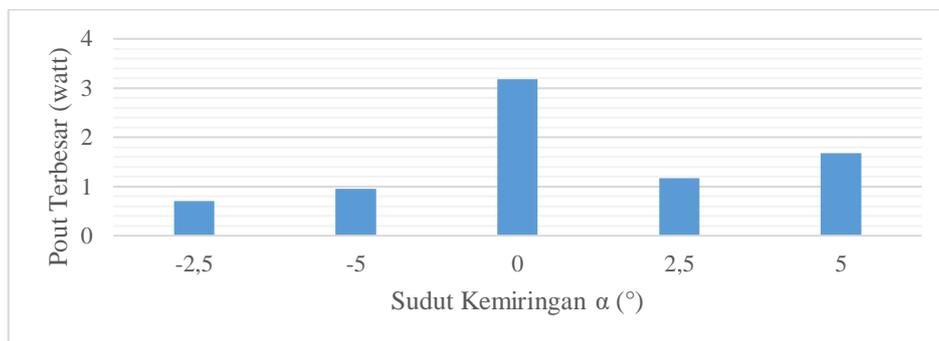
*Turbin GORGLOV dengan sudu profil NACA 0012, Sudut Puntir 30° Sumbu Vertikal
(Manurung dkk)*



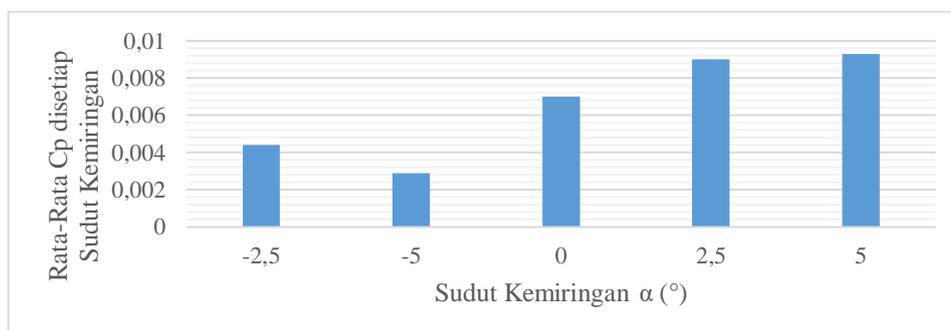
Gambar 3. Grafik Torsi Terhadap Kecepatan Anguler



Gambar 4. Grafik Koefisien Daya Terhadap Kecepatan Anguler



Gambar 5. Grafik *Pout* terbesar Di Setiap Sudut Serang



Gambar 6. Grafik Rata-Rata Cp disetiap sudut Kemiringan

Dari gambar grafik di atas dapat dilihat bahawa setiap sudut kemiringan mempunyai potensi masing-masing. Koefisien tertinggi di peroleh pada saat pengujian sudut kemiringan +5° hal ini ditunjukkan bahawa kecepatan putar belum tentu mendapatkan koefisien yang besarpula, dan *pout* tertinggi diperoleh pada saat pengujian sudut kemiringan 0° hal ini juga ditunjukkan bahawa

putaran awal turbin ini sudah mendapatkan putaran yang cukup besar dan ketika di beri beban tidak menunjukkan penurunan yang signifikan. namun pada pengujian ini kecepatan aliran tidak dapat diatur konstan karena pengujian di lakukan di tempat terbuka yaitu aliran irigasi, pada saat pengujian.

4. KESIMPULAN

Dari penelitian yang dilakukan, penggunaan sudut kemiringan yang berbeda pada profil NACA 0012 sudut puntir 30° sumbu vertikal *cord* 7 cm. Memberikan hasil koefisien daya dan *pout* yang berbeda dan hasil koefisien daya terbesar diperoleh pada saat pengujian sudut kemiringan $+5^\circ$ yaitu mencapai 1,4% kemudian untuk *pout* terbesar diperoleh saat sudut kemiringan 0° yaitu 3,18 w. Perbedaan angka koefisien daya dan *pout* itu tidak semata-mata dipengaruhi oleh sudut kemiringan, tetapi juga dipengaruhi oleh kecepatan aliran air ketika pengujian karena pengujian dilakukan di tempat terbuka dan kecepatan aliran tidak dapat dibuat konstan dan aliran air juga terdapat turbulensi sehingga dapat mempengaruhi kecepatan putar turbin.

5. SARAN

Pada proses pembuatan seharusnya mengerti akan dimensi NACA agar saat pembuatan sudu dapat menghasilkan hasil yang akurat, dan di sarankan pembuatan sudu menggunakan 3D printing. Pada saat melakukan pengukuran kecepatan aliran menggunakan pipa pitot buatan, dan belum tentu menghasilkan hasil yang semestinya harus ada kalibrasi terlebih dahulu, untuk peneliti selanjutnya disarankan menggunakan pipa pitot yang telah teruji dan presisi hasil ukurnya .

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh tim dari turbin Gorlov yaitu, Deni, Burhan, Rahman. Yang selalu memberi motivasi kepada tim, dan kepada bapak Eka Yawara selaku pembimbing satu kepada bapak Yosua Heru Irawan selaku pembimbing dua yang telah memberi dukungan serta motivasi terhadap penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Apriyani. Ketersediaan sumber Daya batubara indonesia tinggal 28 miliar ton". 23 Agustus 2015. <http://infobanknews.com/ketersediaan-sumber-daya-batu-bara-indonesia-tinggal-28-miliar-ton/>
- Setiawan, Deni. "DATA TERKINI, Jumlah Penduduk Indonesia Lebih dari 262 Juta". 02 Agustus 2017. <http://jateng.tribunnews.com/2017/08/02/data-terkini-jumlah-penduduk-indonesia-lebih-dari-262-juta-jiwa>.
- Sudargana dan Yuniarso, R, Guruh Kis. 2012. Analisa Perancangan Turbin Darrieus Pada Hydrofoil NACA 0015 Dari Karakteristik CL dan CD pada Variasi Sudut Kemiringan Menggunakan Regresi Linier pada Matlab. Semarang: Jurnal Teknik Mesin Universitas Diponegoro. Vol. 14, No. 1:21-28.
- Sutikno, S. Phommachanh and O. Shinnosuke, "Ducted Helical Type Hydro Turbine with Narrow Intake For Extremely Low Head Hydro Power Utilization", The 2nd AUN/SEED-Net Regional Conference on New & Renewable Energy, Faculty of Engineering, Burapha University, Thailand, 2010.
- Wright and M. C. Hansen, "Optimization of Helical Turbine," no. August, 2011.
- Zaidi, A. Uddin, and S. Ahmed, "Numerical Simulations of Hydrokinetic Turbine for Power Generation," Proc. Int. Conf. Energy Sustain., no. April 2013, pp. 52–56, 2013.