

MERANCANG, MEMBUAT, DAN, MENELITI TURBIN GORLOV SUMBU VERTIKAL DENGAN PROFIL NACA 0012 DENGAN SUDUT PUNTIR 45°

Muhammad Burhannuddin^{*1}, M. Abdulkadir², Eka Yawara³

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri

Institut Teknologi Nasional Yogyakarta

Jl Babarsari No. 1 Depok Sleman, Yogyakarta, Telp (0274) 485390

e-mail : ^{*1}Burhannuddin.rasyid53@gmail.com, ²abdulkadir@itny.ac.id, ³eka.yawara@itny.ac.id

Abstrak

Masalah keterbatasan penyediaan sumber energi dari energi fosil diatasi dengan optimalisasi sumber energi terbarukan. Salah satu kendala yang dihadapi dari penyediaan pembangkit daya air berskala besar adalah problem lingkungan. Oleh karena itu pembangkit daya air skala kecil atau mikro terus diupayakan pengembangannya, misalnya penggunaan Turbin Gorlov yang memanfaatkan potensi air dengan head rendah atau sangat rendah. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan Turbin Gorlov sumbu vertikal dengan geometri sudu aerofoil NACA 0012 dengan sudut puntir 45° dan variasi Sudut Kemiringan -5°, -2,5°, 0°, 2,5°, dan 5°. Hasil terbaik diberikan oleh Turbin Gorlov dengan Sudut Kemiringan 0° dan pembebanan $F1=8,5$ kg, $F2=5$ kg, yaitu nilai torsi 0,20588 Nm, Daya output 3,89 Watt, dan efisiensi 20,02 %.

Kata kunci : Turbin Gorlov, Profil Sudu, NACA 0012, Sudut Puntir, Sudut Kemiringan

Abstract

The problem of the provision of energy from fossil energy overcome by optimizing. renewable energy source. One of the obstacles from provision of hydroelectric power station large scale environment is the problem. Hence power station water resources a small scale or micro of its development is needed, for example the use of turbine gorlov which takes advantage of the potential water with head low or very low. his study attempts to develop a turbine gorlov the vertical axis with blade geometry aerofoil naca 0012 with an angle twist your 45° and variation slope angles -5°, -2,5°, 0°, 2,5°, dan 5°. The best result given by a turbine gorlov with the angle of inclination of 0° and the imposition of formula one = 8.5 kg , f2 = 5kg , namely the value of torque 0,20588 nm , 3.89 watts output power , and efisiensi 20,02 %.

Keywords :Gorlov turbine, blade profile, NACA 0012, twist angle, slope angle

1. PENDAHULUAN

Energi terbarukan adalah energi yang bersumber dari alam dan secara berkesinambungan dapat terus diproduksi tanpa harus menunggu waktu jutaan tahun layaknya energi berbasis fosil. Sumber alam yang dimaksud dapat berasal dari matahari, panas bumi (*geothermal*), angin, air (*hydropower*) dan berbagai bentuk dari biomassa (Ashrawi, 2013).

Pembangkit listrik tenaga air saat ini menjadi salah satu pilihan dalam memanfaatkan sumber energi terbarukan. Namun pemanfaatan yang ada masih menggunakan teknologi yang sederhana. Jenis Pembangkit Listrik Tenaga Air ini sering disebut Mikrohidro atau sering juga disebut Pikohidro tergantung keluaran daya listrik yang dihasilkan.

Sumber-sumber energi Tidak terbarukan dan Terbarukan bisa dikonversikan menjadi sumber-sumber energi sekunder, seperti listrik. Listrik berbeda dari sumber-sumber energi lainnya dan dinamakan sumber energi sekunder atau pembawa energi karena dimanfaatkan untuk menyimpan, memindahkan atau mendistribusikan energi dengan nyaman. Sumber energi primer diperlukan untuk menghasilkan energi listrik. (dalam Vries, Pieter de.dkk. 2010).

Di Indonesia, hingga saat ini sumber energi di sektor kelistrikan masih didominasi oleh batubara, gas dan minyak bumi. Peranan energi terbarukan cukup signifikan berasal dari panas bumi dan tenaga air, sedangkan pemakaian energi surya, angin dan biomasa masih sangat kecil. Secara keseluruhan sumbangan dari sumber energi terbarukan yang dimanfaatkan untuk sektor kelistrikan sebesar 13% pada tahun 2013.

Sementara itu menurut kajian BPPT, kebutuhan listrik di Indonesia pada tahun 2035 diperkirakan antara 903 – 1.229 TWh. Pada tahun itu diperkirakan kemampuan penyediaan listriknya akan mencapai antara 215 – 270 GW, yang sumber energinya masih tetap didominasi oleh batubara. Sumber energi dari air diperkirakan akan mencapai 17,8 GW.

Salah satu potensi yang signifikan tetapi belum banyak dibahas adalah *hidropower* dengan head yang sangat rendah, yaitu yang kurang dari 2 m. Hidropower kecil dengan daya antara 100 W s.d 1000 kW dan *head* sangat rendah dari 0,8 m s.d 2,0 m masih merupakan problem yang belum terpecahkan.

Dalam perancangan dan penelitian yang dilakukan oleh Andi Haris Muhammad, Abdul Latief Had, dan Wayan Terti pada tahun 2009 yang berjudul “Study Eksperimental Perancangan Turbin Air Terapung Tipe Helical Blades” jumlah sudu antara 3 sudu, diameter sudu 101 cm, tinggi sudu 83 cm, dan panjang *chord line* 40 cm, dengan variasi sudut puntir 45°, 90°, 135°, dan kecepatan 0,55 m/s. Diperoleh hasil dengan sudut puntir 45° didapatkan hasil Rpm 0 dan Efisiensi 0, sudut puntir 90° didapatkan hasil Rpm 6,65 dan Efisiensi 0,35, sudut puntir 135° diperoleh hasil Rpm 5,27 dan efisiensi 0,349. Dengan demikian hasil paling maksimal yg diperoleh terjadi pada sudut 45° dengan efisiensi kerja 35%.

Turbin gorlov bekerja dengan memanfaatkan aliran arus air yang mengalir di sungai maupun laut dan akan melewati sudu di sepanjang permukaan silinder seperti ulir. Sudu dapat memberikan reaksi dorong dari arus yang baik tanpa getaran yang signifikan. Energi kinetik yang melewati sudu-sudu turbin diubah menjadi energi mekanik.

Gorlov merupakan buah karya dari Prof. Alexander M Gorlov. Sebuah turbin yang memodifikasi turbin Darrieus dengan blade berbentuk helik. Kelemahan turbin Darrieus di dapatkan solusinya oleh turbin gorlov ini.

Dibandingkan dengan turbin Darrieus, turbin Gorlov menawarkan efisiensi lebih tinggi. Kelemahan pada turbin Darrieus adalah rendahnya torsi pengawalan. Unjuk kerja atau efisiensi turbin menggunakan istilah koefisien daya, yaitu rasio daya yang dihasilkan oleh turbin dan daya yang tersedia oleh aliran air yang mengalir dengan kecepatan v .

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Dyos Santoso, Joni Yanto, dan Marwani pada tahun 2011 yang berjudul “Study eksperimental pada Turbin Air Aliran Lintang Yang Menggunakan Sudu Helikal Dengan Penampang Airfoil” Jumlah sudu 3 Blade dengan karakteristik NACA 0020, diameter turbin 300 mm, tinggi turbin 400 mm, panjang chord 60 mm. Pengujian dilakukan dengan empat nilai kecepatan aliran 0,6 m/s, 0,8 m/s, 1,0 m/s, 1,2 m/s. Hasil maksimal yang didapatkan adalah efisiensi 17% pada TSR 1,24 dan daya yang dihasilkan 17,98 W pada kecepatan aliran 1,2 m/s.

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Eka Yawara, Y. Agus Jayatun, Daru Sugati pada tahun 2016 yang berjudul “Pengaruh Profil Sudu Terhadap Koefisien Daya Turbin Gorlov” metode yang digunakan adalah simulasi numerik menggunakan perangkat lunak *Solidworks*. Dengan karakteristik 3 model profil Naca 0012, 0017, 0022 dan panjang chord 10 cm, diameter turbin 40 cm, tinggi turbin 80 cm, dan sudut puntir 30°, 60°, 90° kecepatan aliran 0,5m/s, 1,0 m/s, 1,5m/s, 2.0 m/s. Hasil terbaik didapat pada profil NACA 0017 dengan koefisien daya C_p tertinggi mencapai 18,9% dan rata-rata 17,3% pada sudut puntir 30°.



Gambar 1. Profil NACA 0012

2. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan membuat prototype turbin gorlov dengan spesifikasi tinggi turbin 30 cm, diameter rotor 20 cm dan sumbu vertikal. Sudu turbin dibuat dengan bahan resin, katalis, dan serat fiber dengan profil NACA 0012 dan sudut puntir 45°.



Gambar 2. Model turbin gorlov

Profil yang diujikan merupakan profil yang simetris dengan panjang chord 5 cm. Parameter pengujian ada pada perbedaan sudut kemiringan sudu yaitu, -5°, -2,5°, 0°, 2,5°, 5°.

Pengujian dilakukan di saluran irigasi selokan mataram, kecamatan depok kabupaten Sleman Provinsi Yogyakarta.

Pengujian dilakukan dengan cara mengukur kecepatan aliran dengan pipa pitot pada air masuk dan keluar turbin. Mengukur beban pengereman pada poros turbin dengan 2 timbangan yang dihubungkan dengan tali, timbangan 1 diberi pegas dan timbangan 2 tanpa pegas dan Mengukur putaran rotor turbin. Tiap sudut kemiringan dilakukan 5 kali percobaan dari beban pengereman 0 sampai rotor turbin hampir mendekati berhenti berputar.

Data yang diperoleh selanjutnya diolah untuk mendapatkan informasi berupa daya output dari turbin dan kemudian dibandingkan dengan potensi daya air untuk mendapatkan efisiensi dan koefisien daya turbin. Hasil pengolahan data disajikan dalam 4 bentuk grafik, yaitu torsi terhadap putaran, daya output terhadap putaran, efisiensi terhadap putaran dan koefisien daya terhadap putaran.

3. HASIL DAN ANALISIS

Data yang diperoleh selanjutnya diolah demi untuk mendapatkan hasil torsi, Pout, efisiensi, cp di setiap pemberian sudut kemiringan. Hasil pengujian berupa torsi, torsi dapat dihitung dengan cara :

$$T = (F1 - F2)r$$

Dimana : T = Torsi (Nm)

F1 = Beban pengereman pada timbangan 1 (N)

F2 = Beban pengereman pada timbangan 2 (N)

r = Radius poros (m)

$$Pin = \frac{1}{2} \rho A (v_1^3 - v_2^3)$$

Dimana : Pin = Daya masuk turbin (w)

ρ = Massa jenis air (997)

A = Luas penampang (m²)

v_1 = Kecepatan air masuk turbin (m/detik)
 v_2 = Kecepatan air keluar turbin (m/detik)

$$P_{out} = T\omega$$

Dimana : P_{out} = Daya keluar turbin (w)
 T = Torsi turbin (Nm)
 ω = kecepatan sudut (radian)

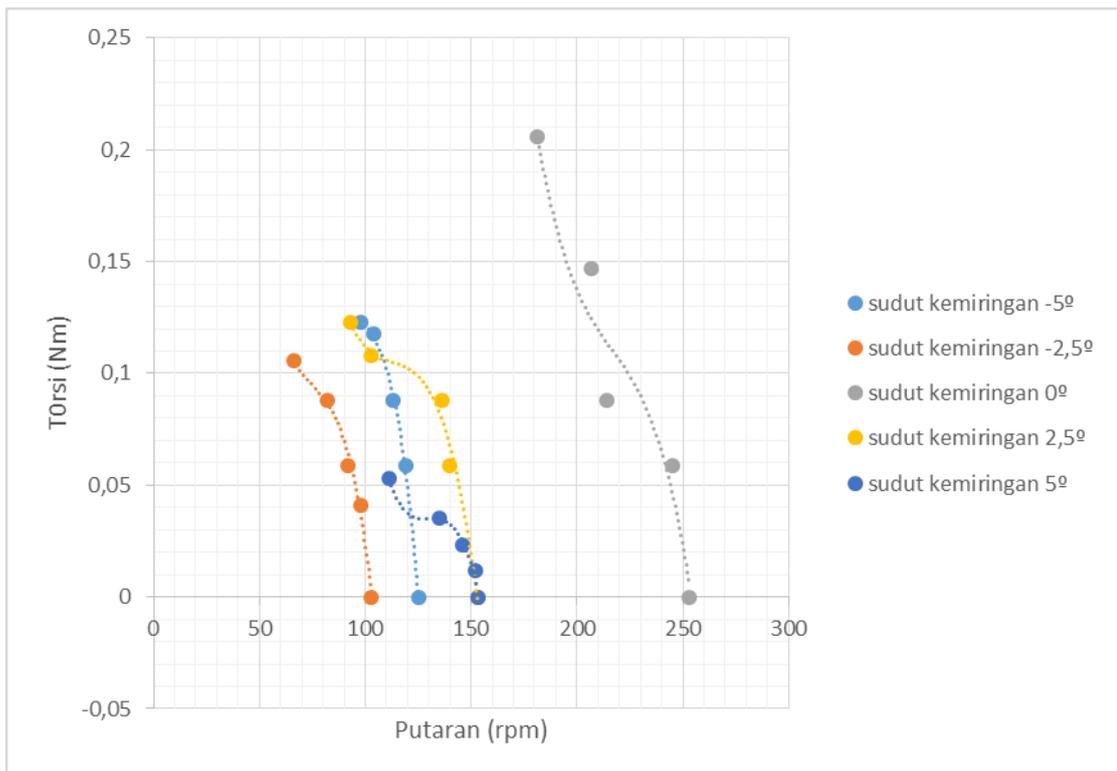
$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} 100\%$$

Dimana : η = Effisiensi Turbin (%)
 P_{out} = Daya keluar turbin (w)
 P_{in} = Daya masuk turbin (w)

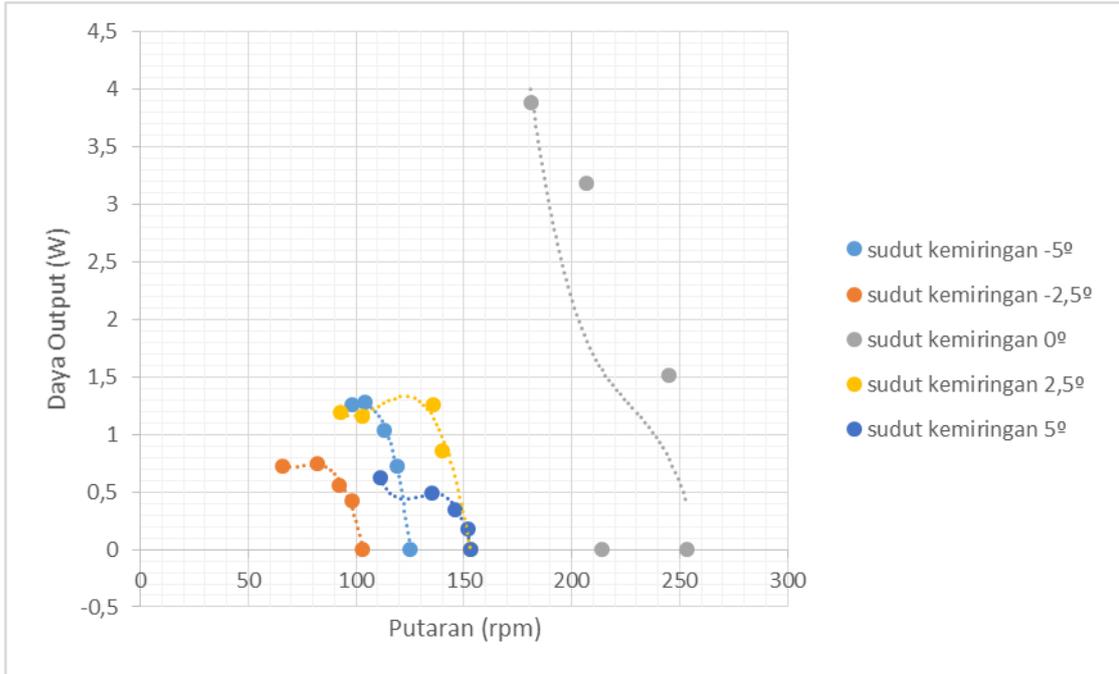
$$c_p = \frac{P_{out}}{P_{air}} 100\%$$

Dimana : c_p = Koefisien daya (%)
 P_{out} = Daya keluar turbin (w)
 P_{air} = Daya air (w)

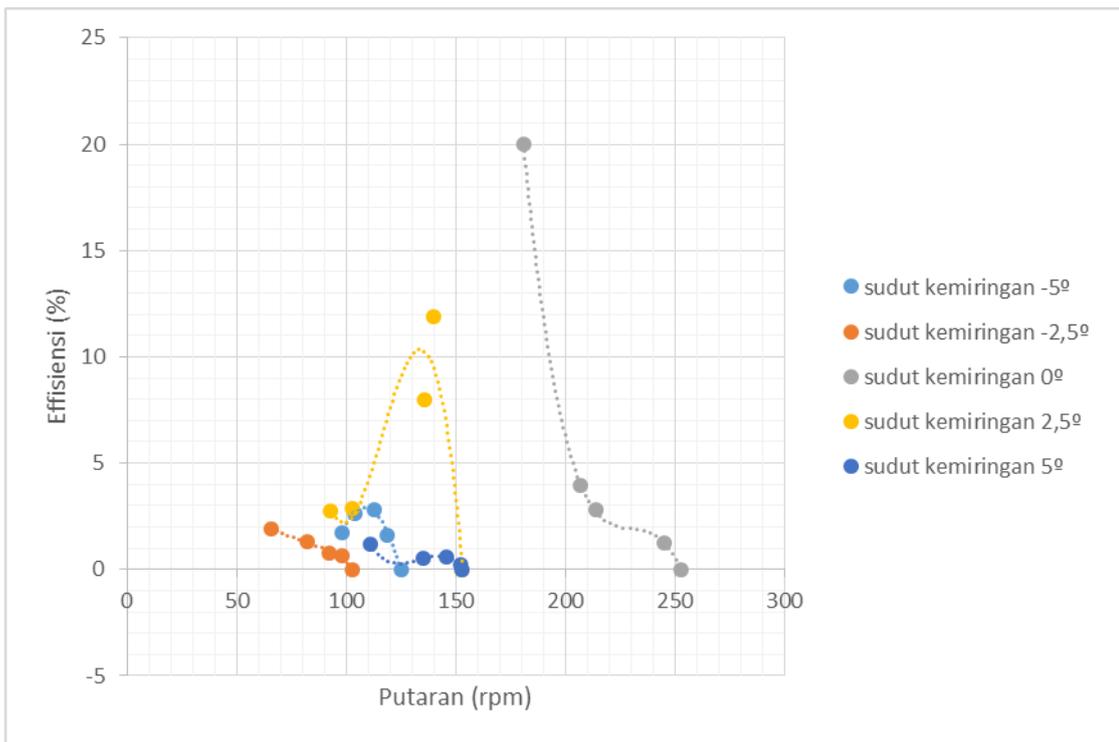
Hasil perhitungan di sajikan dalam bentuk grafik sebagai berikut :



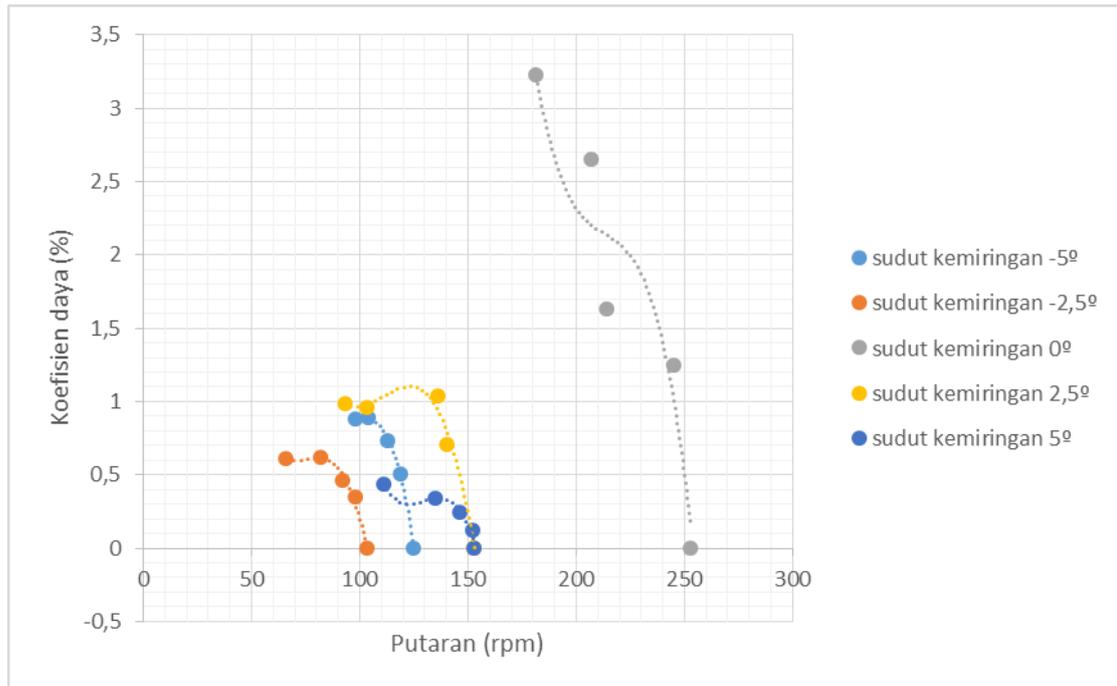
Gambar 3. Grafik Torsi Terhadap Putaran



Gambar 4. Grafik Daya Output terhadap Putaran



Gambar 5. Grafik Efisiensi terhadap Putaran



Gambar 6. Grafik Koefisien Daya terhadap Putaran

Dari gambar grafik di atas dapat dilihat bahwa setiap sudut kemiringan mempunyai potensi masing-masing. Torsi tertinggi diperoleh pada saat sudut kemiringan 0° yang dimana beban pengereman semakin besar, maka torsi semakin tinggi. Effisiensi tertinggi di peroleh pada saat pengujian sudut kemiringan 0° hal ini ditunjukkan bahwa kecepatan putar belum tentu mendapatkan *effisiensi* yang besar pula, dan *Pout* tertinggi diperoleh pada saat pengujian sudut kemiringan 0° hal ini juga ditunjukkan bahwa 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 45° sumbu vertikal *cord* 5 cm. Memberikan hasil koefisien daya dan *pout* yang berbeda dan hasil koefisien daya terbesar diperoleh pada saat pengujian sudut kemiringan 0° yaitu mencapai 3,23% kemudian untuk *pout* terbesar diperoleh saat sudut kemiringan 0° yaitu 3,89 w serta effisiensi terbesar pada sudut kemiringan 0° yaitu 20,02%. Perbedaan angka koefisien daya, *Pout* dan effisiensi 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 pembuatan sudu, perlunya kepresisian yang baik. Disarankan untuk sudu dibuat dengan 3D Printing. Pada turbin ini, alat pengukur putaran menggunakan cara manual, dimana mengukur dengan cara ini tidak akurat. Disarankan menggunakan alat ukur *tachometer*. *Bearing* yang digunakan rentan terhadap korosi, untuk itu disarankan untuk memilih *bearing* yang tahan aus dan air agar tidak korosi. Perlunya pengembangan dan penelitian lebih jauh mengenai desain turbin *Gorlov*, seperti penambahan sudu dengan nilai sudut puntir yang berbeda,

pengaruh variasi diameter turbin terhadap panjang chord sudu turbin, dan penggunaan material dari jenis lain dalam pembuatan turbin *Gorlov* serta pengaplikasiannya di lapangan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Allah SWT yang selalu memberikan rahmat, nikmat serta karunianya. Tidak lupa juga kepada Sekolah Tinggi Teknologi Nasional Yogyakarta atas bantuan dan dukungannya sehingga penelitian ini berjalan dengan baik

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/>)
- C. R. Wright and M. C. Hansen, "Optimization of Helical Turbine," no. August, 2011.
- M. 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.
- Muhammad, Andi, Haris, dkk. 2009. *Studi Eksperimental Turbin Air Terapung Tipe Helical Blades*. Jurnal Penelitian. Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Makasar.)
- P. 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.
- 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.)
- 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>).
- Yawara, Eka, dkk. 2016. *Pengaruh Profil Sudu Terhadap Koefisien Daya Turbin Gorlov*. Jurnal. Teknik Mesin Sekolah Tinggi Teknologi Nasional Yogyakarta.)