

Uji Performansi Turbin Air Tipe NACA 0018 pada Sudu yang Dimodifikasi

Paul M. Rumagit¹, Fransiscus J. Tulung², Nico Pinangkaan³

¹ Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Manado, 0431-811568, 95252, Indonesia

Email: ¹ paulrumagit@gmail.com

No. Hp: ¹ 085298726885 / 081340017869

Abstrak

Hingga saat ini penelitian untuk jenis turbin dengan poros vertikal masih banyak dilakukan diantaranya dengan melakukan modifikasi jenis atau model sudu serta disain turbin yang lebih efektif untuk pencapaian yang optimal dari performasi turbin tersebut. Penelitian ini dilakukan dengan memodifikasi bentuk sudu turbin berbentuk airofoil NACA 0018 sebagai acuan dasar jenis turbin yang kemudian dimodifikasi untuk mendapatkan efek Gaya Dorong / Drag dari aliran fluida air secara optimal. Adapun jenis disainnya dengan membuat cekungan pada salah satu sisi sudu dengan jarak cekungan yang berbeda, serta membandingkannya dengan jenis sudu yang pejal. Dari hasil pengujian yang dilakukan didapatkan bahwa jenis sudu dengan cekungan sisi luar adalah yang mempunyai nilai performasi yang lebih baik dibandingkan dengan jenis sudu cekungan dalam, dan jenis sudu yang mempunyai cekungan baik luar maupun dalam mempunyai kemampuan Self Start lebih baik dibandingkan dengan sudu Standart.

Kata Kunci – NACA 0018, Gaya Drag, Sudu Turbin Air.

The Water Turbine Performance Test NACA 0018 Type on the Modified Blade

Abstract

Until now, research for turbine types with vertical shafts is still being done, including modifying the type or blade model and designing a more effective turbine to achieve optimal performance of the turbine. This research was conducted by modifying the shape of the blade turbine in the form of airofoil NACA 0018 as a basic reference for the type of turbine which was then modified to obtain the effect of the push / drag force from the fluid water flow optimally. The type of design is by making a hollow on one side of the blade with a different recess distance, and comparing it with a solid blade type. From the results of the tests carried out, it was found that the type of blade with outer concave has a better performance value compared to the type of blade with inner concave, and the type of blade that has both inner and outer concave has better Self Start capability than the standard blade.

Keywords – NACA 0018, Drag Force, Water Turbine Blade.

PENDAHULUAN

Seiring dengan meningkatnya kebutuhan akan energi listrik serta menipisnya cadangan bahan bakar fosil, maka keadaan tersebut memaksa manusia

untuk mencari energi alternatif (*renewable energy*) yang dapat diperbaharui yang dapat menggantikan bahan bakar fosil.

Data Dewan Energi Nasional (DEN) pada 2013 mencatat bahwa potensi EBT terbesar adalah energi dari air sebesar 75.000 MW, dengan kapasitas yang terpasang baru sebesar 7573 MW. Dengan kata lain, potensi energi air yang telah dimanfaatkan hingga tahun 2013 baru sebesar 10,1%. Dari data tersebut, dapat dikatakan bahwa konversi energi dengan memanfaatkan energi air memiliki peluang yang besar untuk membantu memenuhi kebutuhan energi di Indonesia. [1]

Untuk melakukan konversi energi arus air dapat menggunakan turbin. Energi kinetik yang diperoleh dari air yang mengalir dapat dimanfaatkan dan digunakan dalam wujud energi mekanis maupun energi listrik. Pemanfaatan energi air banyak dilakukan dengan menggunakan kincir air atau turbin air yang memanfaatkan adanya aliran air. [2][3]

Tujuan utama dari penelitian ini adalah mendapatkan turbin air yang mudah dalam pembuatan, murah, efektif, mudah dipindahkan susuai kebutuhan lokasi

Hingga saat ini, pengembangan turbin yang berporos vertikal masih terfokus pada turbin Savonius, turbin Darrieus, dan turbin Gorlov. Berdasarkan hasil penelitian terdahulu, turbin Darrieus memiliki efisiensi yang lebih baik dari pada turbin Savonius dan lebih rendah dari pada turbin Gorlov. Meskipun demikian, turbin Darrieus memiliki kontruksi yang lebih mudah untuk dikembangkan. (Gorban, et all, 2016). [4]

Secara teoritis, turbin Darrieus memiliki keunggulan untuk menerima air dari segala arah, (Letcher, T., 2010) dan bisa bekerja dengan kecepatan air bebas yang lemah. Kelemahannya adalah efisiensi yang masih agak rendah tetapi bisa ditingkatkan dengan pereduksian *drag* (Paraschivoiu, I., 2009), sudut *attack* bervariasi sehingga hanya akan ada *drag* dan distribusi ke torsinya negatif, serta ketidak mampuannya untuk berputar sendiri di awal pergerakan karena rasio antara kecepatan sudunya dibandingkan kecepatan air bebas (biasa disebut TSR, tip speed ratio) masih rendah. Tetapi dengan upaya-upaya perbaikan, diharapkan bisa diatasi dengan beragam strategi; pengoptimalan desain sudu lewat proses otomatis penentuan luas penampang terbaik pada kondisi tertentu (Carrigan, T. J., 2010). [5]

Pada penelitian sebelumnya, telah dilakukan beberapa upaya untuk meningkatkan efisiensi turbin. Cara yang pertama adalah dengan menguji variasi *solidity* (S. Shiono, M., Suzuki, K., & Kiho, 2002). *Solidity* berhubungan dengan luas sapuan turbin, dimana semakin besar luas sapuan turbin akan semakin besar gaya *lift* yang dihasilkan sehingga torsi akan semakin besar.

Selanjutnya pada penelitian yang dilakukan oleh Niblick pada tahun 2012, disebutkan bahwa turbin Darrieus merupakan *lift device*, dimana turbin memanfaatkan gaya *lift* (gaya angkat) untuk berputar. Bagian turbin Darrieus yang menghasilkan gaya *lift* terbesar adalah *blade* (A. L. Niblick, 2012).

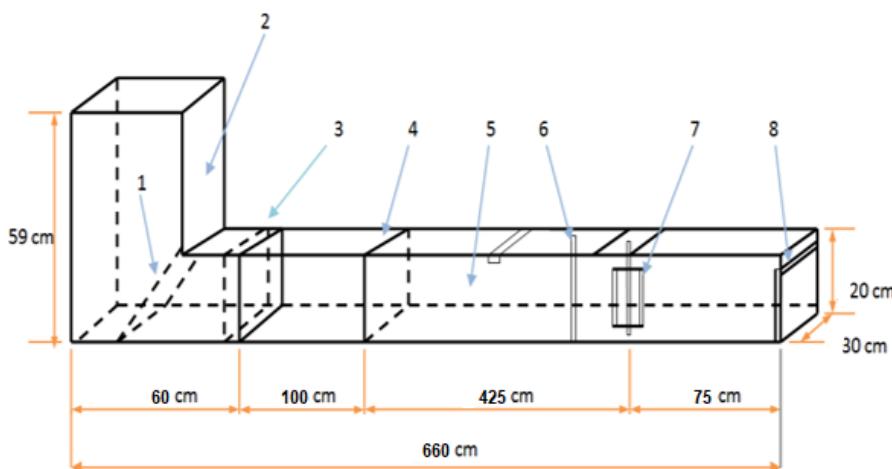
Ahmad Yani (2016), melakukan pengujian terhadap pengaruh variasi bentuk sudu terhadap kinerja turbin air kinetik didapatkan bahwa; Sudu Lengkung efisiensi 26,659%, Sudu Mangkuk efisiensi 28,457% dan Sudu Datar efisiensi 19,493%

Melihat dari penelitian terdahulu, bahwa sudu turbin dapat dikembangkan dengan cara memodifikasinya, maka perlu adanya pemodelan yang lain dengan melakukan Rekonstruksi Sudu menjadi Tipe JJ-Tipe dengan posisi poros tegak.

Penelitian ini merupakan teknologi rekayasa yang dapat diaplikasikan untuk penerapan *Green and Sustainable Energy System* dengan memanfaatkan energi air sebagai media pembangkit (energi potensial). Pembuatan turbin air telah banyak dilakukan, namun masih banyak pengujian yang perlu dilakukan guna mendapatkan optimasi yang terbaik dari turbin yang dibuat. Dalam hal ini dengan memodifikasi bentuk sudu akan didapatkan peningkatan performansi dari turbin tersebut.

METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang dilakukan dalam penelitian ini adalah dengan Metode Eksperimen dengan terlebih dahulu melakukan pengumpulan referensi serta material bahan baku untuk pembuatan sudu dan kerangka turbin dan peralatan ukur untuk pengujian. Lokasi pembuatan dan pengujian dari penelitian ini dilakukan di Politeknik Negeri Manado Jurusan Teknik Mesin, pada Bengkel Produksi.



Gambar 1. Sketsa Instalasi Saluran Air

Pada gambar 1 menjelaskan beberapa bagian-bagian sebagai berikut:

1. Sefarator 1, di pasang paling depan fungsinya untuk membongkar gumpalan air yang keluar dari pompa.
2. Sebagai penampungan air dengan di isi air dengan menggunakan mesin pompa.
3. Sefarator 2, dipasang di bagian dalam penampungan yang suda di lubangi 10 mm, yang membuat air menjadi laminar.
4. Sefarator 3, meredam kembali air yang keluar dari sefarator 2 sehingga air lebih laminar.
5. Saluran dimana fluida air akan mengalir.
6. Mistar yang di pasang pada bagian dinding saluran sebagai mengukur ketinggian aliran.

7. *Blade Naca 0018*
8. Pintu saluran di gunakan untuk mengatur level fluida air.

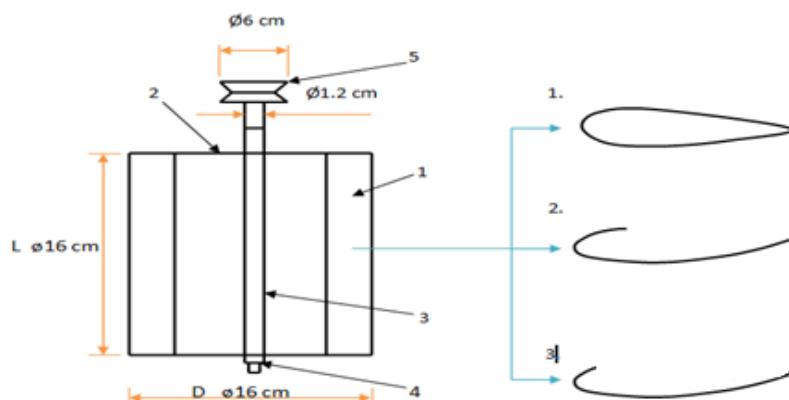
Proses Pengujian Turbin Air

- a. Atur kelengkapan Saluran Air (Isi Air, Pompa Air dan Pintu Air)
- b. Level ketinggian air disesuaikan dengan pintu air disesuaikan dengan kecepatan aliran yang akan diberikan ($V = 0,25 ; 0,3$ dan $0,4$ m/det).
- c. Pasangkan Sudu-sudu yang akan diuji (1- Type Standart, 2- Type JJ-Luar, 3- Type JJ-Dalam).
- d. Uji satu per-satu dari masing-masing type dengan variasi kecepatan aliran serta ketinggian air pada permukaan turbin.
- e. Lakukan pengujian Torsi pada poros turbin dengan menggunakan Load Digital (kg), dilakukan bersamaan dengan mengukur kecepatan putar (n) dari turbin air dengan menggunakan Tacometer (rpm)
- f. Catat data yang telah didapat sesuai dengan; Type sudu, kecepatan aliran dan tinggi permukaan air pada sudu.
- g. Data yang ditabelkan: Kecepatan aliran air, Putaran Turbin, Torsi
- h. Lakukan untuk setiap type sudu yang direncanakan.



Gambar 2. Foto Instalasi Saluran Air

Skema Model Turbin Air



Gambar 3. Skema Turbin dan Model Sudu

Tabel 1. Bahan dan Data Turbin Air

Ket. Gbr.	Bahan	Model Sudu	Standart	JJ-2-L / D	JJ-1-L / D	Solidity	Chord
1. Sudu	Alliminium	1. Standart	(14x14)	(14x14)	(14x14)	0,409	8 cm
2. Dish	Akrilik	2. JJ-2-L / D	(16x16)	(16x16)	(16x16)	0,359	8 cm
3. Poros	Steinlissteel	3. JJ-2-L / D		Jarak 16 mm	Jarak 8 mm		
4. Sock	Steinlissteel						
5. Pully	Aluminium		Tebal Sudu NACA 0018 = 14,4 mm (18%)				

Keterangan:

Std = Sudu Standart

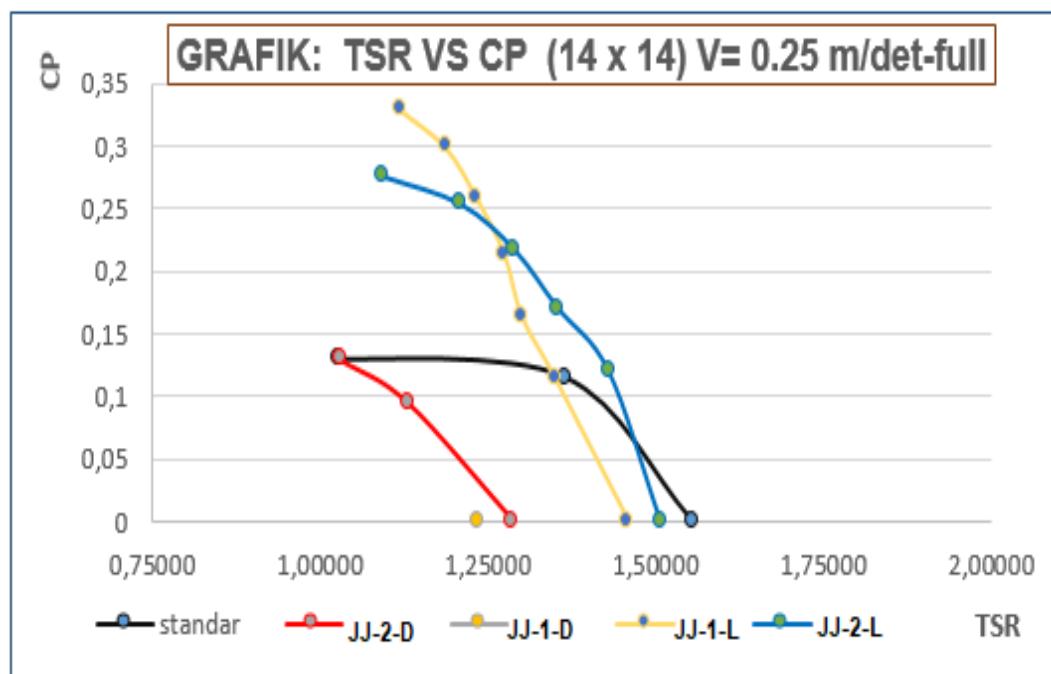
JJ-L = Sudu Modifikasi pada Posisi Luar

JJ-D = Sudu Modifikasi pada Posisi Dalam

HASIL DAN PEMBAHASAN

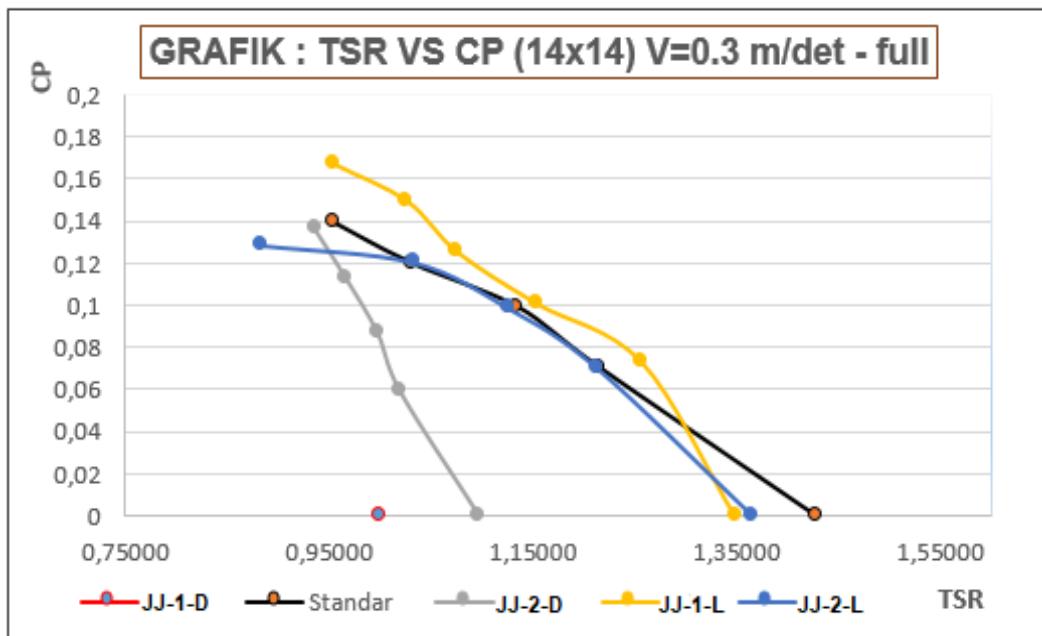
Hasil dari yang didapat pada pengujian turbin air dengan berbagai variasi sudu turbin NACA 0018 dengan Cord 8 cm serta tinggi turbin 14 cm dan 16 cm.

Data Hasil



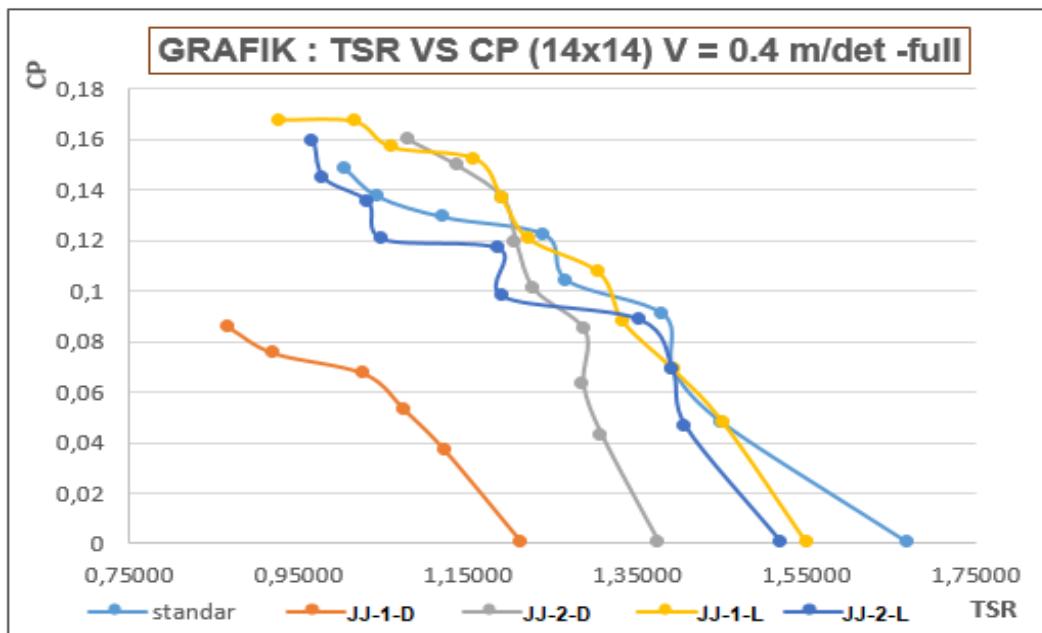
Gambar 4. Grafik Perbandingan TSR Vs Cp pada V= 0,25 m/det. (14x14)

Gambar di atas adalah grafik perbandingan dari TSR dan Cp pada kecepatan aliran $V=0,25$ m/det dengan tinggi dan diameter turbin (14x14) cm dan terlihat bahwa sudu tipe JJ-1-L mempunyai nilai Coefesien Performance (Cp) = 0,329 dan Coefesien Turbin (Ct) = 0,587.



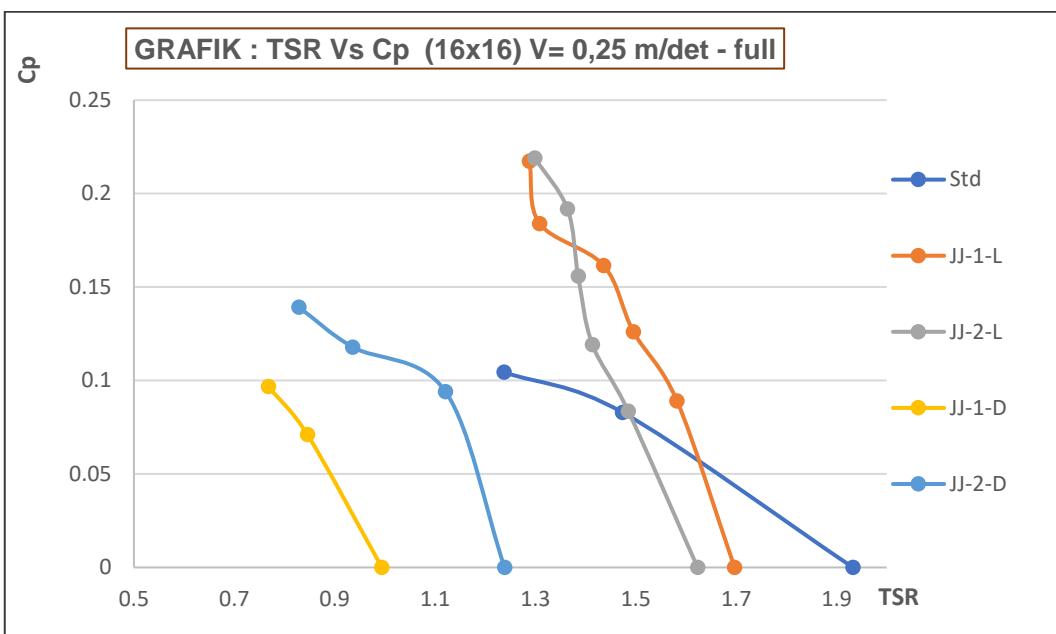
Gambar 5. Grafik perbandingan Tsr Vs Cp pada V= 0,3 m/det. (14x14)

Pada gambar terlihat sudu tipe JJ-1-L adalah memiliki nilai Cp yang terbaik sebesar 0,175 dengan nilai Ct = 0,291.



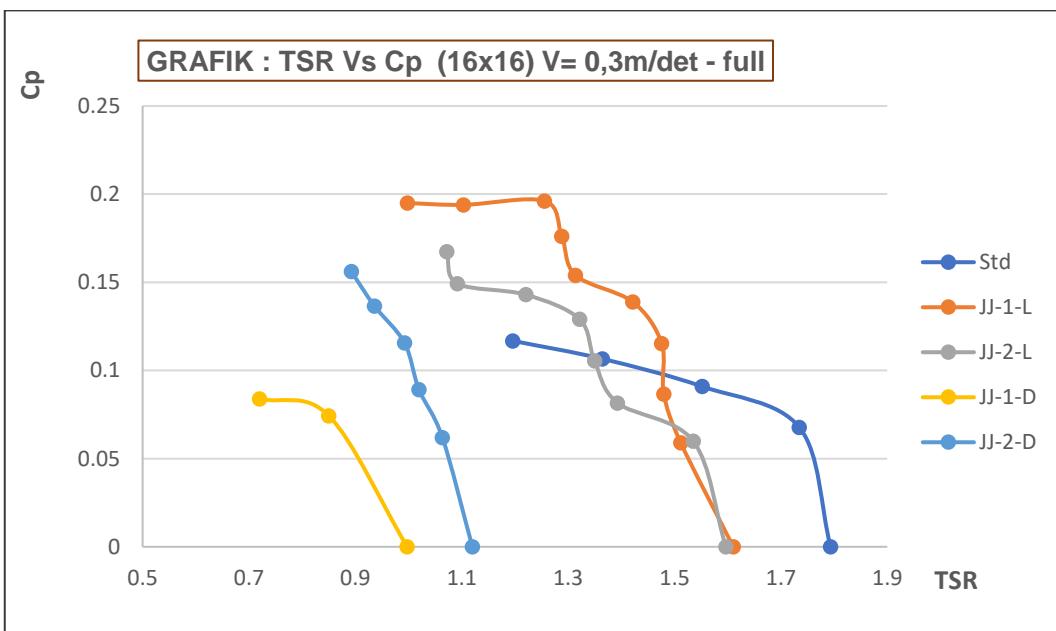
Gambar 6. Grafik perbandingan Tsr Vs Cp pada V= 0,4 m/det. (14x14)

Gambar di atas memperlihatkan jenis sudu JJ-1-L adalah sudu yang terbaik dengan panjang lintasan Cp = 0,167 serta Ct = 0,225.



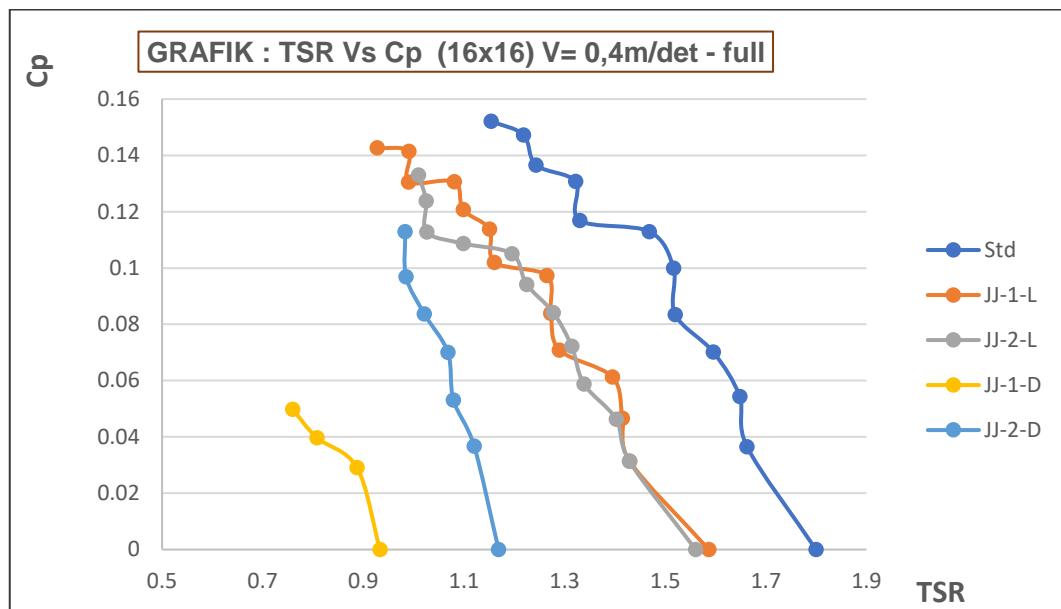
Gambar 7. Grafik perbandingan Tsr Vs Cp pada V= 0,25 m/det. (16x16)

Gambar di atas adalah grafik dari sudu dengan ukuran tinggi dan diameter turbinnya (16x16) cm, dengan kecepatan aliran V=0,25, dan terlihat bahwa sudu tipe JJ-2-L mempunyai nilai Cp yang terbaik sebesar 0,219 dimana sudu tipe JJ-1-L mempunyai nilai yang hampir mendekati Cp= 0,217 .



Gambar 8. Grafik perbandingan Tsr Vs Cp pada V= 0,3 m/det. (16x16)

Pada gambar di atas terlihat bahwa sudu tipe JJ-1-L adalah yang mempunyai nilai Cp terbaik sebesar 0,1949 dan nilai Ct = 0,3255



Gambar 9. Grafik perbandingan Tsr Vs Cp pada $V= 0,4$ m/det. (16x16)

Gambar di atas memperlihatkan adanya peningkatan yang signifikan dari sudu tipe Standart (Std) dimana terlihat mempunyai nilai $C_p = 0,1521$ yang melebihi nilai C_p dari sudu tipe JJ-1-L.

Pembahasan

Dari data hasil pengujian di dapat bahwa sudu yang telah modifikasi dapat memberikan peningkatan performasi dari turbin, hal tersebut dapat terlihat dari gambar-1 sampai gambar-5 dimana menunjukkan adanya kemampuan kinerja dari turbin yang melebihai kemampuan dari turbin standart yaitu sudu tipe JJ-1-L. Namun dengan semakin cepat laju aliran yang diterima maka turbin dengan sudu standart dapat memberikan nilai performasi yang lebih baik dibandingkan dengan sudu yang dimodifikasi.

Dimensi sudu turbin juga sangat mempengaruhi kinerja turbin, terlihat bahwa semakin besar dimensi turbin maka kemampuan kerja turbin ikut menurun.

KESIMPULAN

Dari hasil pembahasan didapat kesimpulan sebagai berikut:

- Kualitas pembuatan sudu turbin sangat mempengaruhi hasil kinerja yang didapat.
- Dimensi turbin mempengaruhi kinerja turbin dikarenakan pengujian dilakukan pada sistem saluran terbuka dengan lebar dan kedalaman yang yang terbatas, hal tersebut terbukti dengan menurunnya kinerja turbin dengan capaian C_p yang mengecil dengan semakin besarnya dimensi sudu.

- Sebagian dari peningkatan yang dapat dari sudu tipe JJ dikaitkan dengan geometri yang melekat pada profilnya dimana vortisitas melaluinya yang dihasilkan terperangkap di dalam blade dan dilepaskan di belakang rotor. Tidak hanya itu, representasi volumetrik energi kinetik turbulen mengungkapkan bahwa daerah bangun di belakang rotor berbentuk JJ bebas dari disipasi vortisitas yang lambat dan memiliki turbulensi yang jauh lebih sedikit.

SARAN

Setelah melakukan penelitian ini, perlu beberapa saran untuk kelanjutan penelitian yang lebih baik:

- Perlu perluasan penampang dari aparatus pengujian, agar didapatkan sistem aliran terbuka sesuai dengan keadaan riil dilapangan.
- Guna mendapatkan data yang lebih akurat serta mempermudah nantinya dalam pengolahan data sebaiknya memakai alat sensor (putaran dan torsi) yang disambungkan kedalam Data Loger.

REFERENSI

- [1] Sumule, *Produk Teknologi Berwawasan Lingkungan*. BPP Teknologi, 2006.
- [2] Sukatna, Hasil Melimpah dari Plastik Sampah, *Majalah Pengusaha*, 2005.
- [3] Yetri, Y., Sawir, H. dan Hidayati, R., *Rancang Bangun Mesin Pencacah Sampah dan Limbah Plastik*, vol. 1. 2016.
- [4] Kaligis, D., Sampah dan Revolusi Daur Ulang, *Lingkungan Hidup*, 2019. [Online]. Tersedia di: <https://baktinews.bakti.or.id/artikel/sampah-dan-revolusi-daur-ulang>. [Diakses: 13-Apr-2021].
- [5] Nur, I., Nofriadi dan Rusmardi, Pengembangan Mesin Pencacah Sampah/Limbah Plastik dengan Sistem Chrusherden Silinder Pemotong Tipe Reel, dalam: *Seminar Nasional Sains dan Teknologi*, hal. 1–8, 2014.