

## Analisis Karakteristik Aerodinamis Airfoil Simetris Dan Airfoil Camber Pada Turbin Angin Poros Vertikal Jenis Helix

Saepulloh Aditya<sup>1</sup>, Maria F. Soetanto<sup>2</sup>

Politeknik Negeri Bandung

[Saepulloh.aditya.aer18@polban.ac.id](mailto:Saepulloh.aditya.aer18@polban.ac.id), [mariasoetanto@polban.ac.id](mailto:mariasoetanto@polban.ac.id)

### ABSTRACT

This journal discusses the airfoil simulation on a helix type vertical turbine blade. The airfoils used are NACA 0018 and 4418. The simulation uses a Computational Fluid dynamics (CFD) application. In this simulation, TSR values are entered starting from 3.5, 3.8, 4.1, 4.4, 4.7, 5.0, 5.3, 5.6, 5.9, 6.2, 6.5. The results of the simulation show that the highest inhibition coefficient value is at TSR = 5.3 with a  $C_d$  value = 1.631 and for NACA 0018, and for NACA 4418, the highest inhibition coefficient value is at TSR 6.5 with a  $C_d$  value = 1.582. In the calculation results, the highest drag force ( $F_d$ ) is at TSR 3.5 of 0.678 Newton at NACA 0018 with a turbine power of 10.78 Watt with a value of  $C_p$  = 0.35, turbine efficiency 35%.

**Keywords :** Airfoil, TSR, NACA, TASV, CFD

### PENDAHULUAN

Energi adalah suatu hal yang penting dimuka bumi ini, dimana ini sangat penting untuk kehidupan manusia. Energi banyak dimanfaatkan oleh manusia dari mulai cahaya matahari, udara, air, dan panas bumi. Dari tahun ke tahun energi fosil (minyak, batu bara, gas bumi) semakin berkurang dan hampir habis. Peneliti di laboratory of Electric Machinery, Department of Electrical and Electronic Engineering, Kitami Institute of Technology, Hokkaido, Jepang Marwan Rosyadi mengatakan energi fosil, seperti Batu Bara, Minyak Bumi, dan Gas alam akan habis pada tahun 2050 mendatang Di dunia [1]. Di Indonesia pun cadangan energi fosil berupa minyak dan gas bumi diperkirakan semakin berkurang dan akan habis pada tahun 2025. Hal ini diungkapkan Kepala Pusat Riset dan Pengembangan Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Sutijastoto. Oleh karena itu, banyak orang yang mulai mencari alternatif Energi yang dapat diperbaharui seperti angin, uap panas dan Cahaya matahari. Beberapa perusahaan pembangkit pun, saat ini banyak yang memanfaatkan beberapa energi tersebut dan yang saat ini sedang gencar dikembangkan yaitu salah satunya memanfaatkan kinerja turbin angin.

Turbin angin sendiri terdiri dari berbagai komponen dasar seperti rotor, generator, rantai penggerak, sistem kontrol, dll. Rotor yang tersambung dengan sudu turbin digerakan oleh angin dengan kecepatan tertentu dan mengakibatkan generator yang telah terhubung dengan putaran dari rotor dapat menghasilkan energi listrik dalam batas pengaturan sistem kontrol untuk kelistrikan itu sendiri. Pemilihan jenis airfoil untuk rotor blade pun adalah hal utama yang

tentunya ditentukan sebelum merancang sebuah turbin angin. Turbin angin tipe sumbu vertikal diambil sebagai bahan penelitian ini karena turbin angin tipe ini mampu bekerja pada kecepatan angin yang rendah tapi menghasilkan daya dan efisiensi yang tinggi, sehingga turbin ini sangat cocok diaplikasikan didaerah-daerah perkotaan yang mempunyai kecepatan angin yang rendah.

Tujuan dari penelitian ini adalah Mengkaji secara numerik karakteristik aerodinamik airfoil turbin helix simetris dan *camber* dan mengkaji Pola aliran turbin angin sumbu vertikal jenis helix menggunakan Fluent.

### 1. METODE

Penelitian yang dilakukan pada journal ini adalah jenis penelitian yang dilakukan berbasis komputer, yang dilakukan sebuah simulasi melalui aplikasi Fluent dan Gambit. Proses penelitian karakteristik Aerodinamik Turbin Angin Vertikal tipe Helix dilakukan di Aplikasi Fluent 6.3.26 dan Gambit 2.4.6.

Variabel Bebas dapat juga disebut variable Penyebab. Variabel Bebas pada Penelitian ini Adalah Nilai TSR, dan Jenis Airfoil NACA 0018 dan NACA 4418. Variabel Respon pada penelitian ini adalah Koefisien Lift, Drag, Moment. Dan juga perhitungan Daya dan efisiensi pada turbin Angin Vertikal Tipe Helix. Variabel Kontrol pada penelitian ini adalah Simulasi dalam bentuk 2 dimensi, jumlah Blade adalah 3 Buah dan diambil Hanya satu potongan dimensi tampak atas yang di Aplikasi CFD (*Computational Fluid Dynamics*).

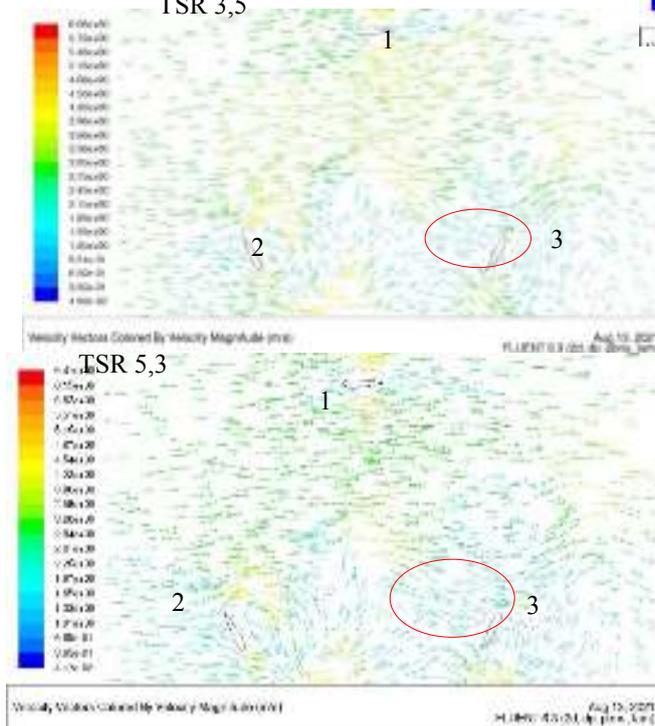
**2. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**2.1 Hasil kontur dan Fenomena Aliran**

Pada hasil penelitian ini akan ditampilkan Fenomena aliran berupa Vektor kecepatan, Kontur Kecepatan dan kontur tekanan pada masing-masing NACA 0018 dan NACA 4418. Beserta analisisnya. Berikut Penjelasannya;

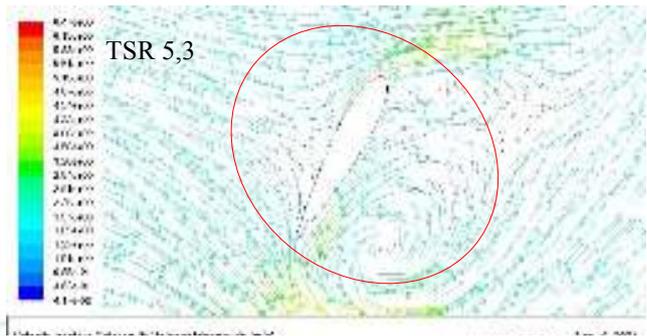
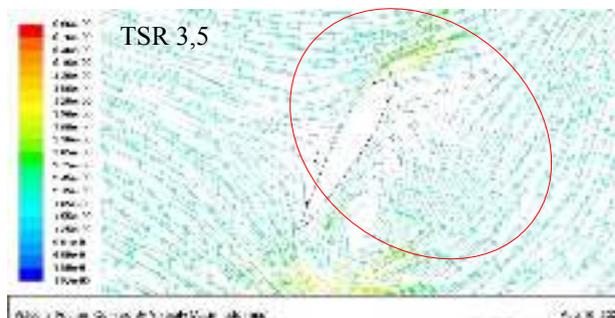
**2.1.1 Turbin Angin Tipe Helix Airfoil Simetris (NACA 0018)**

**Pola Aliran Kecepatan**  
TSR 3,5



Gambar 4-1 Vektor Kecepatan udara Pada Airfoil (1) NACA 0018 TSR 3,5 dan TSR 5,3

Jika diperhatikan pada Gambar 4-1 terlihat adanya perbedaan banyaknya ulakan (turbulensi), itu menandakan bahwa pada TSR 5,3 nilai koefisien gaya hambatnya jauh lebih besar dari pada di TSR 3,5.

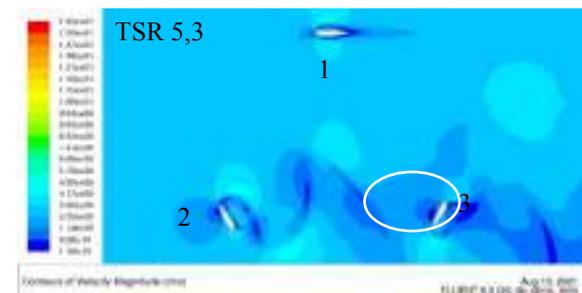
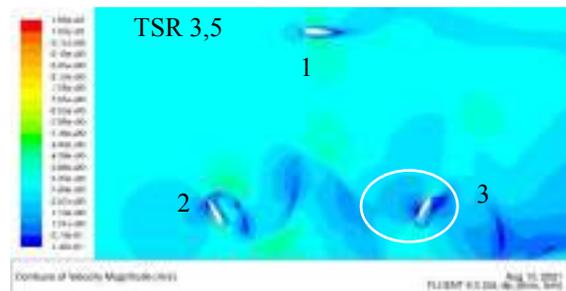


Gambar 4-2 Detail Vektor Kecepatan udara Pada Airfoil (3) NACA 0018 TSR 3,5 dan TSR 5,3

Pada Gambar 4-2 ditampilkan detail fenomena aliran vektor kecepatan di blade 3, dan ketika dilihat lebih dekat angkat terlihat perbedaan fenomena aliran yang terjadi.

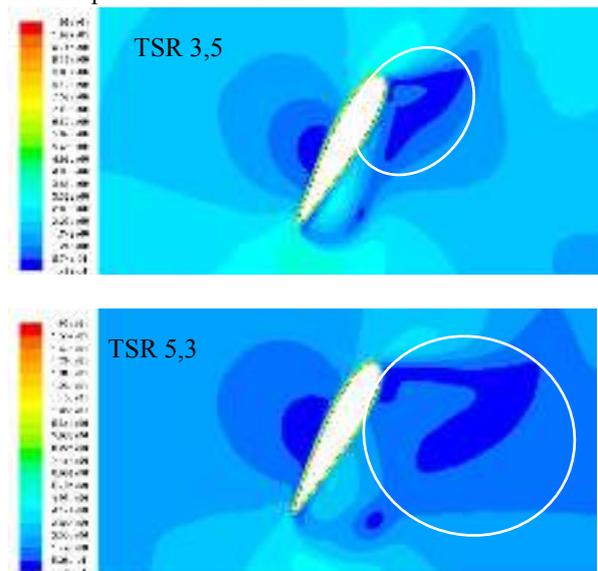
**Kontur Kecepatan**

Pada Gambar 4-3 dan Gambar 4-4 ditampilkan kontur pada TSR 3,5 dan 5,3 untuk NACA 0018. Bisa terlihat pada Blade-3 kecepatan yang paling tinggi didapatkan pada TSR 5,3 ditandai dengan adanya warna biru tua sebesar  $1,42 \times 10^{-1}$



Gambar 4-3 Kontur Kecepatan udara Pada Airfoil NACA 0018 TSR 3,5 dan TSR 5,3

Dari Gambar 4-3 dan Gambar 4-4 disajikan airfoil pada blade turbin secara detail, terlihat

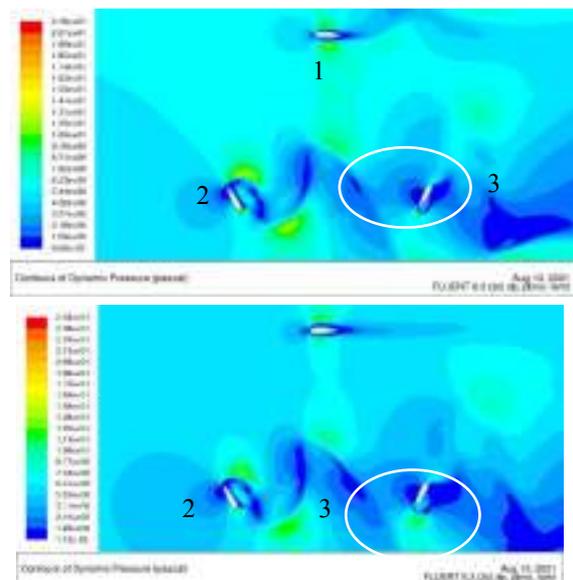


Gambar 4-4 Detail Kontur Kecepatan udara Pada Airfoil (3) NACA 0018 TSR 3,5 dan TSR 5,3

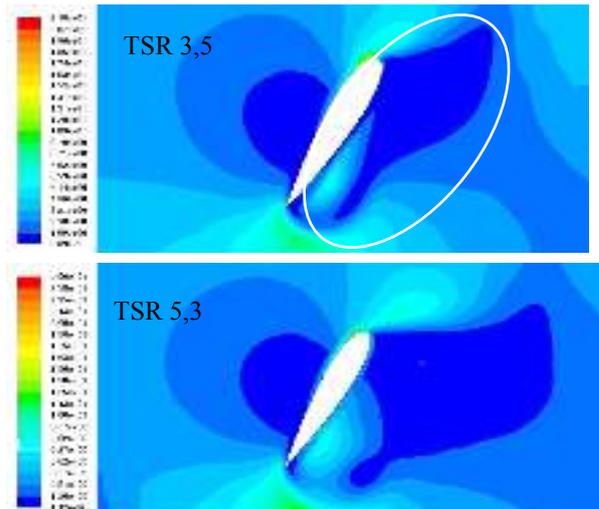
adanya perbedaan warna pada aliran kecepatan udara, dan didapatkan nilai kecepatan pada TSR= 5,3 lebih tinggi dibandingkan TSR= 3,5. Itu artinya gaya yang terjadi pada TSR = 5,3 lebih besar dari pada TSR = 3,5 dan itu juga bisa diartikan gaya hambat pada TSR = 5,3 mempunyai nilai yang lebih besar.

**Distribusi Tekanan**

Berikut disajikan kontur tekanan untuk blade airfoil NACA 0018 pada TSR 3,5 dan 5,3. Pada Gambar 4-5 disajikan airfoil pada balde turbin angin vertikal 3 bilah.



Gambar 4-5 Detail Kontur Tekanan Pada Airfoil NACA 0018 TSR 3,5 dan TSR 5,3



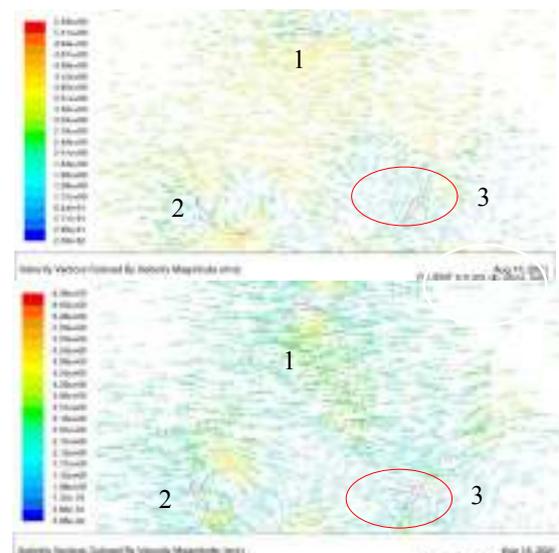
Gambar 4-6 Detail Kontur tekanan Pada Airfoil (3) NACA 0018 TSR 3,5 dan TSR 5,3

Pada Gambar 4-6 (bilah 3) terlihat jelas adanya perbedaan luas warna biru pada TSR 3,5 dan 5,3. Ini diindikasikan bahwa tekanan yang paling besar terjadi pada TSR = 5,3, dan pada kontur tekanan ini bisa dilihat arah putar blade turbinnya yang terlihat nilai tekanan pada *upper* airfoil nya lebih besar jadi dapat disimpulkan bahwa bilah turbin helix ini bergerak searah jarum jam.

**2.2 Turbin Angin Tipe Helix Airfoil Camber (NACA 4418)**

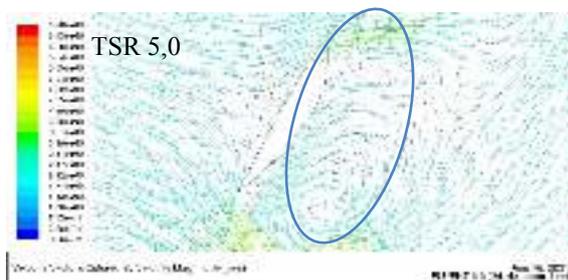
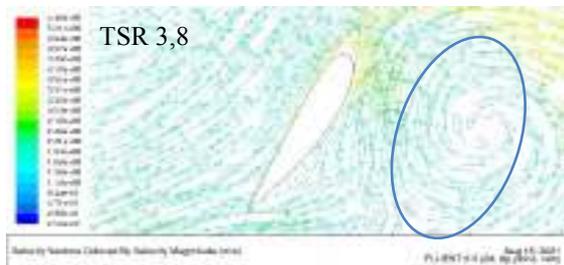
Pada poin ini ditampilkan Fenomena aliran berupa vektor kecepatan, Kontur Kecepatan, dan Kontur Tekanan pada 2 Variasi nilai TSR untuk Airfoil NACA 4418, ini dimaksudkan untuk mengetahui adanya perbedaan fenomena aliran pada setiap TSR yang berbeda;

**Pola Aliran Kecepatan**



Gambar 4-7 Pola Aliran Vektor Kecepatan Pada Airfoil NACA 4418 TSR 3,8 dan TSR 5,0

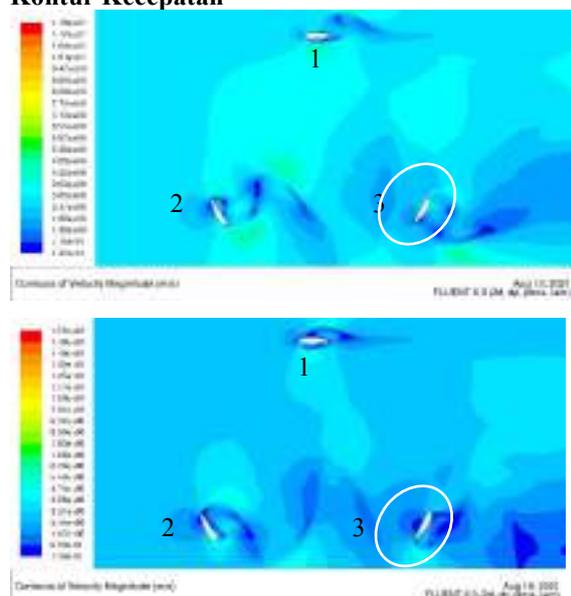
Pada Gambar 4-7 terlihat bahwa arah datang angin berada pada sebelah kiri dengan kecepatan 2-3 m/s yang ditunjukkan dengan banyaknya warna biru.



Gambar 4-8 Detail Pola Vektor Kecepatan Pada Airfoil (3) NACA 4418 TSR 3,8 dan TSR 5,0

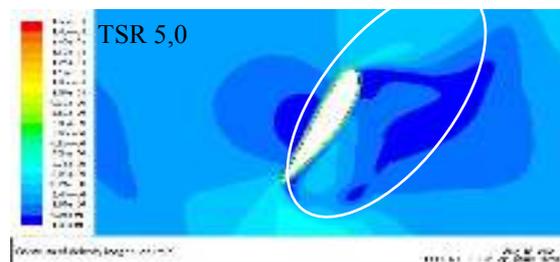
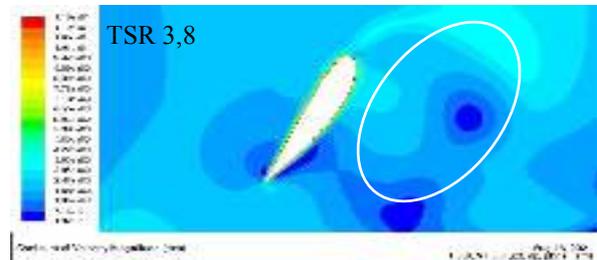
Adanya perbedaan aliran vektor kecepatan yang terjadi pada TSR 3,8 dan TSR 5,0, dapat dilihat pada Gambar 4-8 terlihat di TSR 5,0 ulakan yang terjadi lebih banyak itu menandakan bahwa kecepatan yang terjadi lebih besar di TSR 5,0.

**Kontur Kecepatan**



Gambar 4-9 Kontur Kecepatan udara Pada NACA 4418 dan TSR 3,8 dan 5,0

Pada Gambar 4-9 ditampilkan kontur pada TSR 3,8 dan 5,0 untuk NACA 4418. Bisa terlihat pada Blade 3 kecepatan yang paling tinggi didapatkan pada TSR 5,0 ditandai dengan adanya warna biru tua sebesar  $1,32 \times 10^{-1}$  sedangkan pada TSR 3,8 sebesar  $7,16 \times 10^{-1}$ .

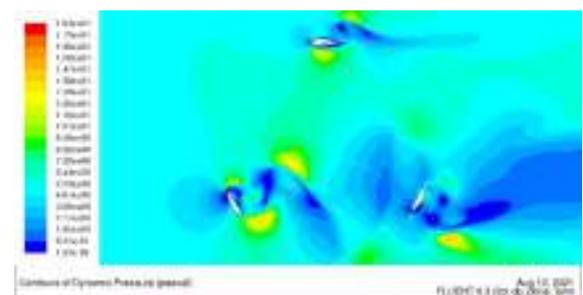


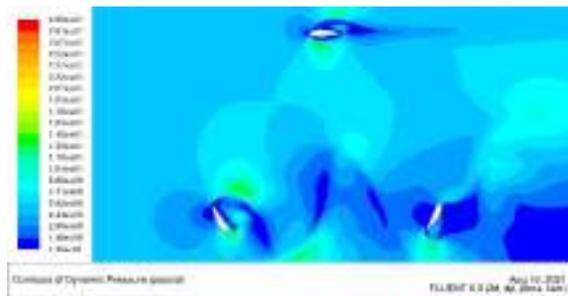
Gambar 4-10 Detail Kontur Kecepatan Pada Airfoil (3) NACA 4418 TSR 3,8 dan TSR 5,0

Dari detail kontur kecepatan yang disajikan pada Gambar 4-10 terlihat adanya perbedaan warna pada aliran kecepatan udara, dapat dilihat bahwa nilai kecepatan pada TSR= 5,0 lebih tinggi dibandingkan TSR= 3,8. Itu artinya gaya yang terjadi pada TSR = 5,0 lebih besar dari pada TSR = 3,8 dan itu juga bisa diartikan gaya hambat pada TSR = 5,0 mempunyai nilai yang lebih besar.

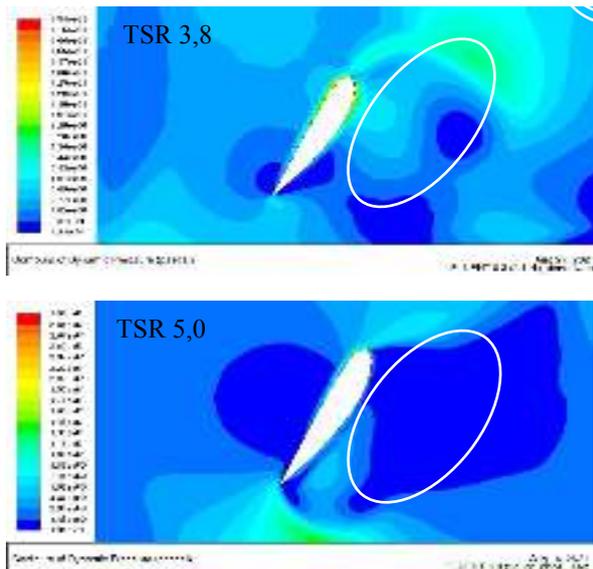
**Distribusi Tekanan**

Berikut disajikan kontur tekanan untuk blade airfoil NACA 4418 pada TSR 3,8 dan 5,0. Pada Gambar 4-11. Jika dibandingkan dapat terlihat bahwa nilai tekanan paling besar terdapat pada TSR 5,0 ditandai dengan daerah warna biru tua di blade 3 dengan nilai sebesar  $1,12 \times 10^{-2}$ . Untuk selanjutnya ditampilkan detail kontur tekanan untuk setiap airfoil NACA 4418 dari TSR 3,8 dan TSR 5,0 yang ditampilkan pada Gambar 4-11 dan Gambar 4-12.





Gambar 4-11 Kontur tekanan Pada NACA 4418 dan TSR 5,0



Gambar 4-12 Detail Kontur tekanan Pada Airfoil (3) NACA 4418 TSR 3,8 dan TSR 5,0

Dari Gambar 4-12 terlihat bahwa tekanan pada TSR = 5,0 didapatkan nilai yang lebih kecil daripada di TSR 3,8 itu menandakan bahwa pada TSR 5,0 terjadi gaya hambat yang lebih besar. Dan dapat disimpulkan juga bahwa bilah turbin helix ini bergerak searah jarum jam dilihat dari tekanan yang terjadi pada upper airfoil nilai tekananya lebih besar dibandingkan dengan di lower airfoil bias dilihat dari warna nya.

**2.3 Data Hasil Simulasi Penelitian NACA 0018 dan NACA 4418**

Berikut ditampilkan data perbandingan hasil simulasi dan perhitungan dari NACA 0018 dan 4418.

Tabel 1. Data Perbandingan NACA 0018 dan NACA 4418

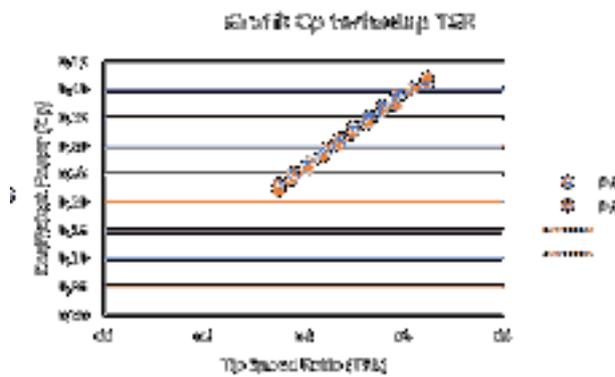
TSR (λ)	NACA 0018					NACA 4418				
	$C_L$	$C_D$	$C_{L/D}$	L	D	$C_L$	$C_D$	$C_{L/D}$	L	D
3,5	0,681	1,605	0,292	0,283	0,068	0,245	1,575	0,157	0,102	0,655
3,8	0,675	1,607	0,157	0,281	0,068	0,265	1,570	0,155	0,112	0,659
4,1	0,742	1,615	0,167	0,310	0,071	0,271	1,564	0,178	0,113	0,650
4,4	0,781	1,621	0,187	0,325	0,074	0,275	1,555	0,180	0,110	0,648
4,7	0,524	1,620	0,164	0,218	0,073	0,249	1,553	0,191	0,101	0,648
5,0	0,524	1,630	0,195	0,218	0,077	0,282	1,555	0,201	0,117	0,648
5,3	0,568	1,631	0,182	0,236	0,078	0,254	1,555	0,218	0,100	0,646
5,6	0,576	1,624	0,213	0,239	0,075	0,279	1,555	0,234	0,113	0,646
5,9	0,622	1,614	0,214	0,261	0,071	0,365	1,550	0,237	0,153	0,640
6,2	0,402	1,565	0,200	0,207	0,052	0,205	1,565	0,265	0,255	0,652
6,5	0,522	1,565	0,212	0,219	0,050	0,312	1,582	0,284	0,130	0,652

Berdasarkan Tabel 1 didapatkan bahwa nilai gaya hambat yang paling besar berada pada TSR=5,3 sebesar 0,678 pada NACA 0018. Dengan nilai  $C_L = 0,568$  dan Gaya Lift = 0,236. Berikut ditampilkan data perbandingan nilai koefisien pada NACA 0018 dan NACA 4418 yang dihasilkan dari perhitungan dari data hasil simulasi.

Tabel 2. Perbandingan NACA 0018 dengan NACA 4418

TSR (λ)	NACA 0018	NACA 4418
	$C_p$	$C_p$
3,5	0,23	0,22
3,8	0,25	0,24
4,1	0,27	0,26
4,4	0,29	0,28
4,7	0,31	0,30
5,0	0,33	0,32
5,3	0,35	0,34
5,6	0,37	0,36
5,9	0,39	0,37
6,2	0,40	0,40
6,5	0,41	0,42

Berdasarkan Tabel 2 didapatkan bahwa nilai koefisien daya paling besar didapatkan sebesar 0,42 pada NACA 4418. Tapi jika ditinjau lebih jauh nilai koefisien dari NACA 0018 dan NACA 4418 ini tidak terlalu beda jauh.



Gambar 4-13 Grafik CP terhadap TSR

Pada Gambar 4-13 dapat disimpulkan bahwa nilai perbedaan nilai  $C_p$  pada NACA 0018 dan NACA 4418 hanya sedikit, jadi itu bisa dikatakan bahwa penggunaan airfoil simetris atau airfoil camber tidak terlalu berpengaruh terhadap kinerja turbin angin vertikal jenis helix.

### 3. KESIMPULAN

Dari hasil simulasi aliran yang telah dilakukan pada turbin angin vertikal tipe Helix dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari hasil simulasi didapatkan nilai koefisien hambat ( $C_d$ ) maksimum untuk NACA 0018 sebesar 1,631 dengan gaya hambat maksimum sebesar 0,678 Newton yang didapat pada TSR 5,3. Dan Untuk NACA 4418 diperoleh nilai koefisien hambat ( $C_d$ ) maksimum sebesar 1,582 dengan gaya hambat nya sebesar 0,658 Newton yang didapat pada TSR 6,5.
2. Dari hasil Analisa didapatkan nilai ( $C_p$ ) maksimum sebesar 0,42 diperoleh pada NACA 4418 dengan TSR 6,5. Dan Untuk NACA 0018 dipeoleh ( $C_p$ ) maksimum sebesar 0,41 yang diperoleh pada NACA 0018 dengan TSR 6,5
3. Hasil perhitungan secara numerik pada turbin vertical tipe helix dengan NACA 4418 diperoleh daya maksimum sebesar 12,82 Watt yang didapatkan pada TSR = 6,5.
4. Untuk perhitungan secara numerik pada turbin vertical tipe helix dengan NACA 0018 diperoleh daya maksimum sebesar 12,68 Watt pada TSR = 6,5.
5. Dari Data Perbandingan Nilai ( $C_p$ ) NACA 0018 dan NACA 4418 dapat disimpulkan bahwa pemilihan airfoil antara NACA 0018 dan 4418 tidak terlalu berpengaruh terhadap kinerja dari turbin angin vertical tipe helix

### UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih kepada dosen pembimbing dan Politeknik Negeri Bandung

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anon., "Wind Power," Natural Resources Management and Environment Department, [Online]. Available: <http://www.fao.org>. [Accessed 18 Mei 2015].
- [2] M. T. Fadillah, "KAJI NUMERIK RASIO KERAMPINGAN ROTOR SAVONIUS SEBAGAI PENGGERAK AWAL TURBIN ANGIN VERTIKAL KOMBINASI SAVONIUS DAN DARRIEUS," Politeknik Negeri Bandung, Bandung, 2020.
- [3] D. Prakoso, "PEMBUATAN MODEL TURBIN ANGIN SUMBU VERTIKAL JENIS HELICAL ROTOR," Politeknik Negeri Bandung, Bandung, 2019.
- [4] G. Natayudha, "ANALISA AERODINAMIKA DAN KINERJA TURBIN ANGIN," Universitas Jendral Achmad Yani, Bandung, 2017.
- [5] A. & T. S. Fiedler, Blade Offset and Pitch Effects on a High Solidity Vertical Axis Wind Turbine, Canada: Mc Master, 2009.
- [6] M. A. Ferinando T GS, "Unjuk Kerja Turbin Angin Sumbu Horizontal Berdiameter 2,6 Meter di Gedung C Fakultas Teknik Universitas Riau," 2017.
- [7] N. Name, Politeknik Negeri Bandung, 17 Agustus 2021. [Online]. Available: <https://www.google.com>. [Accessed 18 agustus 2021].
- [8] U. Fischer, Mechanical and Metal Trades Handbook, 2nd ed., Verlag Europa-Lehrmittel, 2010.
- [9] H. W. F. a. K. Du and B. Zhang, "Development of Vibration Remote Monitoring System Based on Wireless Sensor Network," International Journal of Computer Application and Engineering Technology, vol. I, no. 1, pp. 1-7, 2012.
- [10] C. J. Bottero, A'erojoules project: Vertkal Axis Wind Turbine, Nantes: EMSHIP, 2011.
- [11] A. B. ., E. B. ., M. R. C. Battisti, "Analysis of Different Blade Architectures on small VAWT Performances," Journal of Physics, p. 5, 2016.
- [12] C. R. Annisa, "SIMULASI NUMERIK FENOMENA STALL PADA NON-POROUS

DAN POROUS AIRFOIL DENGAN  
VARIASI POROSITAS DAN KETEBALAN  
AIRFOIL," Tugas Akhir, 2019.

- [13] Sukamto, "Karakteristik Turbin Angin Vertical Axis Profil NACA 0018 dengan 3 Blade Berbatuan," 2017.
- [14] N. Name, "berita/545481/peneliti-energi-fosil-akan-habis-2050," 23 maret 2021. [Online]. Available: <https://www.antaraneews.com>. [Accessed 20 July 2021].