Kaji Numerik Turbin Angin Savonius Poros Vertical Savo-Mod F-30 Tiga Bilah

Fauziah Khofifah[1,*], Maria F. Soetanto[2]

[1,2]Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40012
E-mail : [1,]fauziah.khofifah.aer20@polban.ac.id; [2]mariasoetanto@polban.ac.id*

ABSTRAK

Turbin angin merupakan salah satu media yang dapat mengkonversikan energi angin menjadi energi listrik. Sumbu vertikal yang dimiliki turbin angin tipe savonius menjadi tipe turbin yang dapat beroperasi dengan baik pada kecepetan dan arah angin yang berubah-ubah. Bentuk aerodinamis menjadi factor yang mempengaruhi kinerja dari turbin angin ini. Penelitian ini dilakukan dengan metode CFD dengan bantuan *software* CATIA, Gambit, dan Fluent. Perancangan turbin angin savonius modifikasi yang dirancanga memiliki 3 bilah, serta dipemberian empat Variasi TSR juga empat variasi kecepatan angin yang membantu dalam menemukan perbandigan dalam hasil simulasi. Hasil dari simulasi berupa koefisien gaya aerodinamika, daya dan momen torsi turbin savonius tiga bilah yang dikaji secara numerik dalam tiga dimensi

Kata Kunci
CFD, Turbin Angin Vertikal Savonius, Koefisien gaya aerodinamika,

1. PENDAHULUAN

Pertambahan jumlah penduduk menjadikan faktor terbesar dalam penggunaan energi, penggunaan energi pun sangat diperlukan pasokan yang banyak [1]. Energi hingga kini yang paling banyak digunakan merupakan energi yang tidak dapat diperbaharui, maka dari itu pada 2025 Rencana Umun Energi Nasional (RUEN) menargetkan pengguaan energi angin menjadi prioritas dalam pengoptimalan energi yakni hingga 255 MW [2]. Letak Indonesia yang strategis berpotensi besar dalam penggunaan turbin angin sebagai alat yang dapat mengubah energi angin menjadi energi listrik tetapi hingga saat ini turbin angin masih sangat jarang digunakannya sebagai alat konversi energi angin [3]. Penyebaran listrik di Indonesia sendiri masih belum merata, dengan pemasangannya turbin angin untuk daerah-daerah terpencil menjadi salah satu solusi untuk penyebaran listrik yang tidak merata di Indonesia. Indonesia memilik arah angin yang berubah-ubah dan kecepatan angin yang tidak terlalu besar [2] oleh sebab itu, penelitian ini berfokus pada turbin angin savonius yang disimulasikan dengan variasi kecepatan dan variasi TSR yang diharapkan hasil analis tersebut dapat menghasilkan nilai daya yang paling optimal pada variasi TSR dan kecepatan yang digunakan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian terhadap karakterisitik angin yang dilakukan oleh pada jurnal yang berjudul Karakteristik Potensi Angin Sebagai Energi Terbarukan di Indonesia dari Data Satelit Remote Sensing mendapatkan hasil kesimpulan Karakteristik angin di wilayah Indonesia berhubungan dengan posisi geografis Indonesia. Potensi angin pada skala rendah untuk pembangkitan energi listrik. Diperlukan desain generator turbin angin dengan mekanis yang spesifik untuk wilayah Indonesia. Pola angin yang berubah arah dan kecepatan menurut musim membuat operasional dan perawatan turbin tinggi [4].

Penelitian terhadap turbin angin poros vertikal savonius sudah pernah dilakukan beberapa kali oleh mahasiswa sebagai penelitian dan pekan kreativitas mahasiswa (PKM) di beberapa perguruan tinggi. Pada tahun 2014 Khairul Muhajir mahasiswa IST AKPRIND Yogyakarta melakukan seminar nasional mengenai Pengaruh Pengarah terhadap unjuk Kerja Kincir Savonius, dengan tujuan yang pertama mengetahui pengaruh pengarah terhadap putaran, torsi, efisiensi kincir savonius, kedua mencari perbandingan kecepatan torsi, serta efisiensi sebelum dan sesudah pemakaian, dan terakhir

mencari penempatan sudut pengarah, agar didapatkan putaran torsi, dan efisiensi yang maksimal [5].

Raden Ekky Setyawan Menyusun skripsi berjudul Analisis dan Pemodelan Savonius Vertikal Axis Wind Turbine dengan Variasi Blade terhadap Aliran Udara dengan Metode CFD. Pada skripsi tersebut dijelaskan semakin besar kecepatan angin melewati turbin angin tekanan yang dihasilkan semakin besar oleh karena itu besar tekana pada turbin angin berbanding lurus dengan kecepatan angin [6].

Maria F. Soetanto dan Asri Yusnita Menyusun sebuah jurnal yang berjudul Kaji Numerik Optimasi Kinerja Rotor Savonius Dua Bilah dan Tiga Bilah, pada jurnal tersebut disimpulkan bahwa perolehan koefien gaya hambat (C_D) pada rotor tiga bilah lebih besar daripada yang diperoleh rotor dua bilah [7].

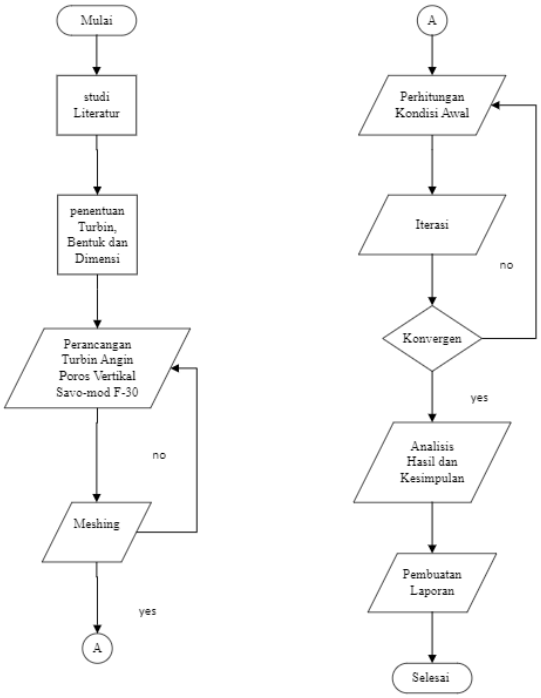
J. Victor Tuapetel, Ikbal Arif Triprayoga, Putu M.Santika Menyusun sebuah jurnal yang berjudul Analisi dan Pengaruh Kinerja Turbin Angin Savonius 4 Sudu dari jurnal tersebut didapatkan hasil bahwa Putaran pada poros motor berbanding lurus dengan kecepatan angin, begitu pula sebaliknya, Daya generator yang dihasilkan semakin besar seiring dengan bertambahnya kecepatan angin [8].

Mr. Laxmikant N.Dhoble, Dr.A.K.Mahalle Menyusun sebuah jurnal yang berjudul CFD Analysis of Savonius Vertical Axis Wind Turbine pada jurnal tersebut disimpulkan bahwa metode numerik sangat efektif untuk pengujian aliran dan kinerja turbin,Turbin angin savonius dengan 3 bilah memiliki kinerja terbaik pada TSR tinggi dan turbin yang menggunakan 4 bilah memiliki kinerja yang baik pada TSR rendah [9].

Teguh, Satria Kurniawan (2019) melakukan Pengujian Turbin Angin Savonius dengan Variasi Celah Sudu pada pengujian tersebut didapatkan kesimpulan bahwa kecepatan angin dan jarak celah sudu berpengaruh terhadap unjuk kerja turbin, Nilai kecepatan putaran poros, daya mekanik, CP dan TSR, serta tegangan listrik,arus listrik dan daya listrik tertinggi diperoleh pada turbin angin savonius jarak celah sudu 5 cm, Turbin Angin Savonius sebaiknya mempunyai celah sudu dengan celah yang tidak terlalu besar [10].

3. METODE PENELITIAN

Penelitian yang dilakukan menggunakan metode diagram alir dibawah ini.



Gambar 1. Diagram Alir Penyelesaian Masalah

3.1 Penentuan Tipe Bentuk dan Dimesi

Pembuatan model turbin angin poros vertikal savo-mod yang dibuat merupakan hasil dari studi literatur yang telah dilakukan, turbin angin 3 bilah [9] dan penggunaan celah sudu [10] agar menghasilkan kinerja yang lebih maksimal menjadi pertimbangan dalam pembuatan turbin angin ini, dari beberapa referensi tersebut turbin angin juga banyak dibuat modifikasinya maka pembuatan turbin angin akan dirancang dengan modifikasi pada bilah turbin angin.

Geometri Turbin Angin yang akan dibuat modelnya tertera pada tabel berikut:

Tabel 1. DRO Turbin Angin

Jenis Turbin Angin	: Turbin Angin Poros Vertikal Savonius
Jumlah Bilah	: 3 bilah berbentuk setengah lingkaran
Tinggi turbin angin	: 1 meter
Sudut pasang	: 120°
Diameter poros	: 0,1 m
Ketebalan turbin	: 0.005 m

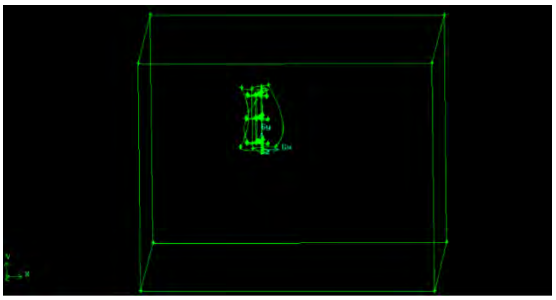
Ketebalan tangan penyangga	: 2 cm
Diameter *blade*	: Z (0) = 0,425 m; Z (400) = 0,5 m ; Z (1000) = 0,35 m

3.2 Perancangan Turbin Angin Poros Vertikal Savo-Mod F-30

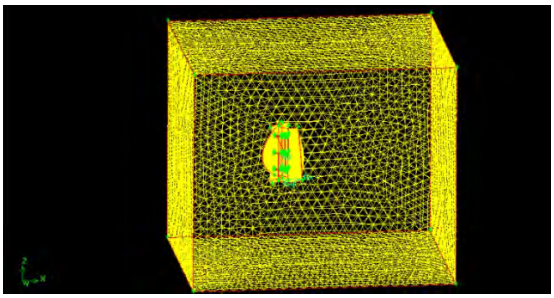
Pembuatan model turbin angin 3D yang dibuat sesuaikan dengan geometri yang telah ditentukan sebelumnya. Pembuatan model menggunakan *software CATIA.*

3.3 Meshing

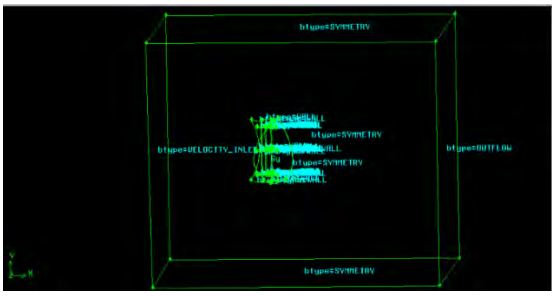
Model yang telah dibuat lalu dimuat kedalam *software* gambit untuk dilakukan *mesh*, sebelum di mesh ruang komputasi lebih dulu dibuat untuk mempermudah pendefinisi ruang batas yang digunakan sesuai kebutuhan.



Gambar 2. Ruang Komputasi



Gambar 3. Meshing



Gambar 4. Boundary Zone

3.4 Perhitungan Kondisi Awal

Perhitungan kondisi awal dilakukan untuk menentukan karakteristik fluida kerja dan kondisi awal lingkungan benda kerja. Setelah kondisi batas pada Tabel 2. Terinput selanjutnya dilakukan proses Iterasi yang akan menghasilkan data berupa angka dan kurva.

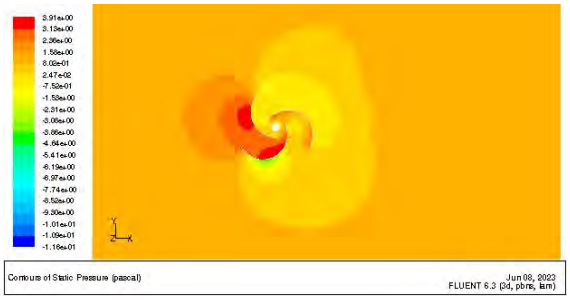
Tabel 2 Boundary Condition

Define	Solver	Green-Gauss Node Based
	viscous	laminar
	Boundary Condition	Inlet = velocity magnitude Turbine = moving wall; absolute; rotational; rotation axis z; speed sesuai TSR
Solve	Initialize	Computte from = inlet; absolute
	Residual	plot
	Force	Plot, print, write
Report	Reference Value	Compute from = inlet Area = 1.570 m^2 Pressure = 101325 Reference zone = fluid

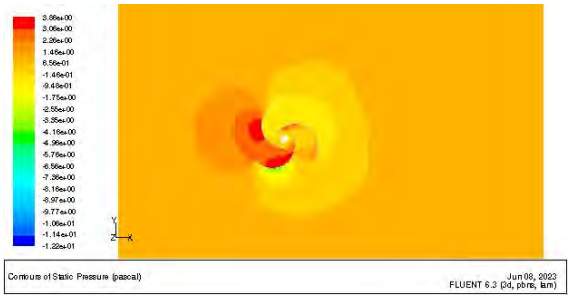
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Simulasi

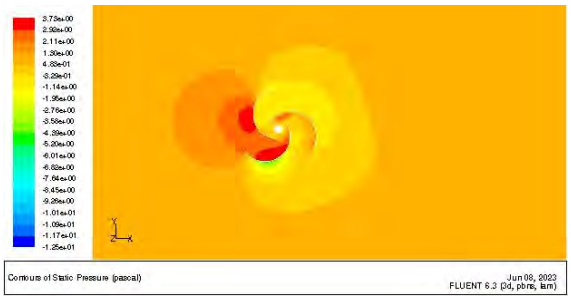
Hasil dari simulasi menunjukan besar tekanan yang bekerja pada turbin angin, dari setiap variasi kecepatan dan TSR mendapatkan tekanan yang bekerja berbeda-beda.



Gambar 5.Tekanan Static TSR 0,4; v 2 m/s

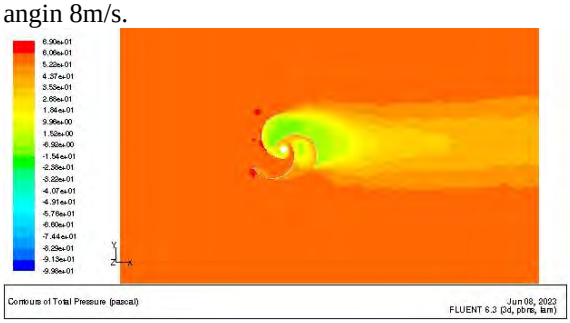


Gambar 6. Tekanan Static TSR 0,6; v 2 m/s



Gambar 7. Tekanan Static TSR 0,8; v 2 m/s

Berdasarkan hasil simulasi pada gambar diatas, tekanan terbesar didapatkan pada TSR 0,8 dilihat dari pola aliran hasil simulasi, terlihat jelas pada tekanan total yang dihasilkan di TSR 0,8 dengan kecepatan angin 8m/s.



Gambar 8. Tekanan Total TRS 0,8; V 8 m/s

4.2 Hasil Perhitungan

Simulasi yang telah dilakukan mendapatkan hasil berikut:

Tabel 3. Hail Perhitungan v=2m/s

TSR	ω (rad/s)	C_D	D (N)	τ (Nm)	P (Watt)	C_P
0,2	1,6	0,50	1,94	0,48	0,77	0,10
0,4	3,2	0,53	2,46	0,61	1,97	0,25
0,6	4,8	0,53	2,45	0,61	2,94	0,38
0,8	6,4	0,56	2,58	0,64	4,13	0,53

Tabel 4. Hasil Perhitungan v=4m/s

TSR	ω (rad/s)	C_D	D (N)	τ (Nm)	P (Watt)	C_P
0,2	3,6	0,48	7,53	1,88	6,78	0,11
0,4	6,4	0,49	7,61	1,90	12,17	0,19
0,6	9,6	0,49	7,63	1,90	18,31	0,29
0,8	12,8	0,51	7,91	1,97	25,31	0,41

Tabel 5. Hasil Perhitungan v=6m/s

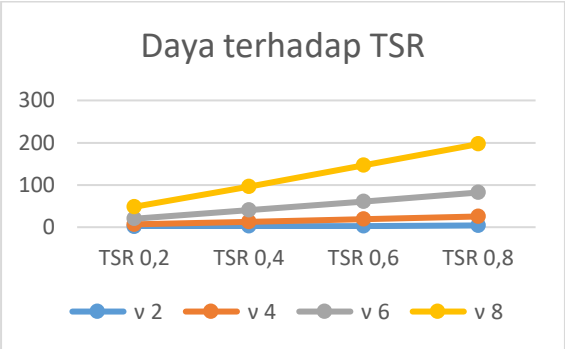
TSR	ω (rad/s)	C_D	D (N)	τ (Nm)	P (Watt)	C_P
0,2	4,8	0,48	16,64	4,16	19,97	0,09
0,4	9,6	0,49	16,88	4,22	40,52	0,19
0,6	14,4	0,48	16,73	4,18	60,25	0,29
0,8	19,2	0,49	17,10	4,27	82,08	0,39

Tabel 6. Hasil Perhitungan v=8m/s

TSR	ω (rad/s)	C_D	D (N)	τ (Nm)	P (Watt)	C_P
0,2	6,4	0,49	30,18	7,54	48,29	0,09
0,4	12,8	0,49	29,94	7,48	95,83	0,19
0,6	19,2	0,49	30,37	7,59	145,78	0,29
0,8	25,6	0,5	30,73	7,68	196,67	0,39

4.3 Pembahasan

Berdasarkan hasil simulasi bahwa terlihat jalas kontur tekanan terbesar terjadi pada TSR 0,8. Tabel hasil perhitungan menunjukan dengan penambahan kecepatan angin pada turbin angin ini mempengaruh hasil nilai torsi, daya tertinggi dihasilkan oleh TSR 0,8;V 8m/s, Koefisien drag tertinggi terjadi pada TSR 0,8; v 2 m/s, Koefisien performance daya (C_P) maksimum sebesar 0,538 atau 54%, Koefisien drag maksimun pada desain turbin ini sebesar C_D = 0,560 dan drag sebesar D = 30,730 N, Perbedaan kecepatan antar bilah turbin angin ini memiliki nilai maksimum sebesar ΔV = 19,08 m/s.



Gambar 9. Grafik Daya terhadap TSR

5. KESIMPULAN

Hasil simulasi komputasional yang telah dilakukan sebelumnya menghasilkan kesimpulan:

1. Kecepatan angin yang ditambah pada turbin angin ini mempengaruh hasil nilai. Kecepatan angin yang semakin tinggi maka hasil nilai torsi semakin besar.
2. Kecepatan angin dan TSR yangn semakin tinggi menghasilkan daya yang semakin besar.
3. Koefisien performance daya (C_P) yang dihasilkan dengan nilai torsi yang dihasilkan berbanding lurus. Semakin tinggi nilai torsi maka koefisien performance daya (C_P) yang dihasilkanpun semakin baik.

DAFTAR PUSTAKA

[1]Rachmawati, Evy. 2022. Energi Terbarukan Jadi Tumpuan Ledakan Jumlah Penduduk. https://www.kompas.id/baca/humaniora/2022/11/21/energi-terbarukan-jadi-tumpuan-ledakan-penduduk.

[2] Direktorat Jenderal Energi Baru Terbarukan dan Konservasi Energi. 2021. Potensi Energi Angin Indonesia 2020.https://p3tkebt.esdm.go.id/pilot-plan-project/energi_angin/potensi-energi-angin-indonesia-2020.

[3] nurrahman, yocta. 2016.Bagaimana Potensi Pengembangan Turbin Angin di Indonesia? https://tekno.tempo.co/read/745753/bagaimana-potensi-pengembangan-turbin-angin-di-indonesia.

[4] Swardika, Ketut & Santiary, Putri A. 2019. Karakteristik Potensi Angin Sebagai Energi Terbarukan di Indonesia dari Data Satelit Remote Sensing. Jurnal Teknologi Terapan. Politeknik Negeri Bali: Bali.

[5]Khairil A. 2020. Kinerja Turbin Angin Savonius dengan Modifikasi Bentuk Geometri Sudu Tipe Bach. Disertasi. Fakultas Teknik. Universitas Hasanuddin: Gowa.

[6] Raden E. 2018. Analisis dan Pemodelan Savonius Vertical Axis Wind Turbine dengan Variasi Blade Terhadap Aliran Udara dengan Metode CFD. Skiprsi. Teknologi Kelautan. Intsitut Teknologi Sepuluh Nopember: Surabaya.

[7] Soetanto, M & Yusnita, A. 2010. Kaji Numerik Optimasi Kinerja Rotor Savonius Dua Bilah dan Tiga Bilah. Jurnal IRWNS. Politeknik Negeri Bandung: Bandung.

[8] J. Victor Tuapetel, Ikbal Arif Triprayoga, Putu M.Santika. 2019. Analisi dan Pengaruh Kinerja Turbin Angin Savonius 4 Sudu. Jurnal Teknik Mesin. Program Studi Teknik Mesin. ITI: Banten.

[9] Mr. Laxmikant N.Dhoble, Dr.A.K.Mahalle. 2016. CFD Analysis of Savonius Vertical Axis Wind Turbine. IRJET. Departemen of Mechanical Engineering. G. H. Raisoni Collage of Engineering Nagpur: India.

[10]Teguh, Satria Kurniawan. 2019. Pengujian Turbin Angin Savonius dengan Variasi Celah Sudu. Thesis. Jurusan Teknik Mesin. Universitas Andalas: Padang.