

SKRIPSI

**PENGARUH KONFIGURASI BILAH TERHADAP KINERJA
VENTILATOR TURBIN DI AIR**

Oleh :

ELIA SUCIE
NIM. DAB 114 061



JURUSAN/PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PALANGKA RAYA
PALANGKA RAYA
2021

SKRIPSI

**PENGARUH KONFIGURASI BILAH TERHADAP KINERJA
VENTILATOR TURBIN DI AIR**

Oleh :

ELIA SUCIE
NIM DAB 114 061

**Disetujui sesuai dengan revisi dalam Form Rekomendasi
dan Berita Acara Ujian Skripsi**

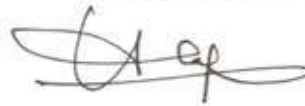
Palangka Raya, Juli 2021

Ketua Penguji/Penguji 1



DWI ANUNG NINDITO, S.T., M.T.
NIP. 19761026 200312 1 001

Sekretaris/Penguji 2



Ir. ALLAN RESTU JAYA, M.T.
NIP. 19631204 199203 1 001

Mengetahui:

Jurusan/Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya

Ketua,



Dr. RUDI WALUYO, S.T., M.T.
NIP. 19780608 200501 1 003

PENGARUH KONFIGURASI BILAH TERHADAP KINERJA VENTILATOR TURBIN DI AIR

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan
Program Strata-1 Pada Jurusan/Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya

Oleh :

ELIA SUCIE
NIM. DAB 114 061

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji, pada :

Hari/Tanggal : Senin, 28 Juni 2021
Waktu : 13.00 - 15.00 WIB
Tempat : Ruang Sidang Jurusan Teknik Sipil


Tim Penguji :

1. DWI ANUNG NINDITO, S.T., M.T.
NIP. 197610262003121001
2. Ir. ALLAN RESTU JAYA, M.T.
NIP. 196312041992031001
3. NOMERITAE. S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP. 197911092003122002
4. Dr. Ir. I MADE KAMIANA, M.T.
NIP. 196208181990021001

 (Ketua Penguji/Penguji 1)
 (Sekretaris/Penguji 2)
 (Penguji 3)
 (Penguji 4)

Mengetahui :

Jurusan/Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya
Ketua,


Dr. RUDI WALUYO, S.T., M.T.
NIP. 19780608 200501 1 003


Fakultas Teknik
Universitas Palangka Raya
Dekan,
Ir. WALUYO NUSWANTORO, M.T.
NIP. 19651119 199302 1 001

RINGKASAN

PENGARUH KONFIGURASI BILAH TERHADAP KINERJA TURBIN VENTILATOR DI AIR, Elia Sucie, DAB 114 061, Jurusan/ Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.

Salah satu alternatif yang dapat digunakan dalam menyelesaikan ketergantungan energi fosil yaitu *renewable energy* seperti energi air. Pemanfaatan energi air adalah hidrokinetik turbin yang dapat langsung dikonversi menjadi energi lainnya seperti energi listrik. Penggunaan hidrokinetik turbin pada aliran sungai masih sangat kurang penggunaannya, perlu dilakukan inovasi pada bilah turbin ventilator untuk mengoptimalkan kinerja turbin di aliran air.

Studi ini dilakukan untuk mengetahui kinerja turbin ventilator dengan inovasi variasi jumlah bilah yang berbeda-beda. Dimensi yang digunakan pada turbin ventilator adalah sama yaitu, diameter turbin 30 cm, tinggi turbin 15 cm, dan jenis turbin yang digunakan model *Freebag* POA1866507. Penelitian dilakukan dengan menggunakan 1 (satu) variasi kedalaman air dan 11 (sebelas) variasi kecepatan aliran. Parameter yang diukur adalah kecepatan aliran, kedalaman air, torsi dan jumlah putaran (RPM).

Perubahan jumlah bilah pada turbin ventilator menyebabkan kinerja turbin menjadi semakin menurun, semakin berkurangnya jumlah bilah pada turbin maka kinerja turbin ventilator semakin menurun hal ini ditunjukkan dari rentang nilai parameter yang dihasilkan pada turbin ventilator 16 bilah *Coefficient of Power* (C_P) 0,13–0,35 dengan rentang nilai *Tip Speed Ratio* (TSR) sebesar 0,53-0,77. Sedangkan untuk turbin ventilator 12 bilah dihasilkan nilai *Coefficient of Power* (C_P) 0,03–0,13 dengan rentang nilai *Tip Speed Ratio* (TSR) sebesar 0,46-0,49. Dan turbin ventilator 8 bilah nilai yang dihasilkan *Coefficient of Power* (C_P) 0,00–0,04 dengan rentang nilai *Tip Speed Ratio* (TSR) sebesar 0,07-0,32. Variasi turbin ventilator 16 bilah memiliki kinerja paling optimal.

Kata kunci: Kinerja turbin, hidrokinetik, turbin ventilator.

SUMMARY

EFFECT OFF CONFIGURATION BLADE ON TURBINE VENTILATOR PERFORMANCE IN WATER, Elia Sucie, DAB 114 061, *Civil Engineering Department, Engineering Faculty, University of Palangka Raya.*

One of the alternatives that can be used to solve dependence on fossil energy is renewable energy such as water energy. Utilization of water energy is hydrokinetic turbines which can be directly converted into other energy such as electrical energy. The use of hydrokinetic turbines in river flows is still very underutilized. It is necessary to innovate the ventilator turbine blades to optimize the performance of the turbine in the water flow.

This study was conducted to determine the performance of a ventilator turbine with an innovative variation of the number of different blades. The dimensions used in the ventilator turbine are the same, namely, the turbine diameter is 30 cm, the turbine height is 15 cm, and the type of turbine used is the Freebang POA1866507 model. The research was conducted using 1 (one) variation of water depth and 11 (eleven) variations of flow velocity. The parameters measured are flow velocity, water depth, torque and number of revolutions (RPM).

Changes in the number of blades on the ventilator turbine cause the performance of the turbine to decrease, the decrease in the number of blades on the turbine, the lower the performance of the ventilator turbine, this is indicated by the range of parameter values generated on the 16-blade turbine ventilator Coefficient of Power (CP) 0.13–0.35 with a range of values for Tip Speed Ratio (TSR) of 0.53-0.77. Meanwhile, for the 12-blade ventilator turbine, the Coefficient of Power (CP) value is 0.03–0.13 with a Tip Speed Ratio (TSR) value range of 0.46-0.49. And the 8-blade ventilator turbine has a Coefficient of Power (CP) of 0.00–0.04 with a range of Tip Speed Ratio (TSR) values of 0.07-0.32. The most optimal blade variation performance innovation on the 16-blade ventilator turbine.

Keywords: *Turbine performance, hydrokinetic, ventilator turbine.*

PRAKATA

Puji dan syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penyusunan Skripsi ini dapat diselesaikan. Skripsi berjudul **“PENGARUH KONFIGURASI BILAH TERHADAP KINERJA VENTILATOR TURBIN DI AIR”** disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi pada jenjang Strata-1 yang berlaku dalam kurikulum Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Palangka Raya.

Pada kesempatan ini, saya mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada:

1. Bapak Ir. Waluyo Nuswantoro, M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
2. Ibu Frieda, S.T., M.T., selaku Wakil Dekan Bidang Akademik Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
3. Bapak Dr. Sutan P. S. S.T.P., S.T., M.T., selaku Wakil Dekan Bidang Umumdan Keuangan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
4. Bapak Dr. Deddy N.S.P. Tanggara, S.T., M.T., selaku Wakil Dekan Bidang Kemahasiswaan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
5. Bapak Dr. Rudi Waluyo, S.T.,M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
6. Ibu Frieda, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Akademik.
7. Bapak Dwi Anung Nindito, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Utama Skripsi.

8. Bapak Ir. Allan Restu Jaya, M.T., selaku Dosen Dosen Pembimbing Pendamping Skripsi.
9. Ibu Nomeritae, S.T., M.Eng., Ph.D., selaku Dosen Pembahas/Penelaah 2 Skripsi.
10. Bapak Dr. Ir. I. Made Kamiana, M.T., selaku Dosen Pembahas/Penelaah 3 Skripsi.
11. Bapak Raden Haryo Saputra, M.T., selaku Dosen Moderator Skripsi.
12. Seluruh Dosen Jurusan/Program Studi Teknik Sipil beserta Staf Tata Usaha Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
13. Staf Tata Usaha Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
14. Semua pihak yang secara langsung maupun tidak langsung membantu dalam penyelesaian Skripsi ini.

Akhir kata, dengan segala kerendahan hati dan menyadari bahwa penulisan Skripsi ini banyak terdapat kekurangan dan kelemahan, oleh karena itu diharapkan berbagai tanggapan, kritik dan saran yang membangun demi perbaikan dimasa mendatang. Terima kasih.

Palangka Raya, April 2021

ELIA SUCIE
DAB 114 061

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PERSETUJUAN	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
BIODATA MAHASISWA	iii
SURAT PERNYATAAN	iv
LEMBAR PERSEMBAHAN	v
RINGKASAN.....	vi
SUMMARY.....	vii
PRAKATA	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR NOTASI.....	xv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	5
1.3 Batasan Masalah	5
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
1.5 Tujuan Penelitian	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Umum	7
2.2 Jenis-jenis Turbin Hidrokinetik	9
2.3 Turbin Ventilator	11
2.3.1 Desain Turbin	12
2.3.2 Parameter Turbin.....	14
2.4 Penelitian Terdahulu	19
2.5 Hubungan Antara Parameter Turbin.....	22
2.5.1 Hubungan antara Torsi dan TSR	22
2.5.2 Hubungan antara TSR dan C_p	23
2.5.3 Hubungan antara RPM dengan kecepatan	

aliran air.....	24
2.5.4 Hubungan antara RPM dan kecepatan aliran rata-rata.....	25
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Umum	26
3.2 Diagram Alir Penelitian	26
3.3 Studi Pustaka	28
3.4 Komponen Turbin Ventilator	30
3.5 Instrumen dan Perlengkapan Penelitian.....	33
3.6 Pengambilan variasi <i>running</i>	35
3.7 Parameter yang diukur.....	35
3.8 Perbandingan Kinerja Turbin	37
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN	
4.1 Desain dan Turbin Ventilator.....	38
4.2 Parameter Hasil Pengukuran.....	43
4.3 Analisa Hubungan antara Rotasi Per-Menit (RPM) dan Kecepatan Aliran, V (m/s).....	50
4.4 Analisa Hubungan antara Torsi , τ (Nm) dan Kecepatan Aliran, V (m/s).....	51
4.5 Analisa Hubungan antara TSR (<i>Tip Speed Ratio</i>) dan Kecepatan Aliran, V (m/s).....	55
4.6 Analisa Hubungan antara C_p dan TSR.....	57
4.7 Daya Mekanik Turbin, W_s (kgm^2/s^3).....	58
4.8 Efisiensi Turbin (η)	58
BAB V PENUTUP	
5.1 Kesimpulan.....	60
5.2 Saran.....	61
DAFTAR PUSTAKA	62
DOKUMENTASI	64

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Perbandingan Turbin Konvensional Dan Hidrokinetik Turbin	2
Gambar 1.2	Penggunaan Saluran Dan Pengaplikasian Turbin	2
Gambar 1.3	Penggunaan Penggunaan Turbin ventilator Di Atap Gedung (Kiri) Dan Ventilator Atau Turbin Di Atap Pabrik (Kanan).....	3
Gambar 1.4	Penggunaan Penggunaan Turbin ventilator Di Atap Gedung (Kiri) Dan Ventilator Atau Turbin Di Atap Pabrik (Kanan)	4
Gambar 2.1	<i>Vertical-Axis</i> Turbin	10
Gambar 2.2	<i>Horizontal Axis Turbine</i> Turbin	11
Gambar 2.3	Turbin Ventilator	12
Gambar 2.4	Model CAD dari Desain Akhir	13
Gambar 2.5	Skema <i>Streamtube</i> Horizontal	14
Gambar 2.6	<i>Tachometer</i>	15
Gambar 2.7	Neraca Pegas	15
Gambar 2.8	<i>Current Meter</i>	16
Gambar 2.9	Hubungan Antara Koefisien Torsi dan TSR.....	22
Gambar 2.10	Hubungan Antara CP dan TSR.....	23
Gambar 2.11	Hubungan Antara RPM Torsi dan Kecepatan Aliran	24
Gambar 2.12	Hubungan Antara RPM dan Kecepatan Aliran Rata-Rata	25
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian.....	28
Gambar 3.2	Turbin Ventilator	30
Gambar 3.3	Turbin Ventilator 16 Bilah	32
Gambar 3.4	Turbin Ventilator 12 Bilah	32
Gambar 3.5	Turbin Ventilator 8 Bilah	32
Gambar 3.6	Saluran Prismatik (<i>Flume</i>).....	35

Gambar 4.1 Turbin Ventilator	38
Gambar 4.2 Gambar (a), (b) dan (c), menunjukkan gambar Turbin Ventilator dengan variasi jumlah bilah (<i>Blade</i>).....	39
Gambar 4.3 Efek Kekasaran Terhadap Distribusi Kecepatan Disaluran Terbuka	40
Gambar 4.4 As turbin	40
Gambar 4.5 <i>Bearing</i>	41
Gambar 4.6 Dudukan Turbin.....	41
Gambar 4.7 Perbandingan Nilai Rotasi Per-Menit (RPM) dan Kecepatan Aliran, V(m/s).....	50
Gambar 4.8 Nilai Torsi Turbin ventilator 16 Bilah Pada Masing-masing Sudut.....	52
Gambar 4.9 Nilai Torsi Turbin ventilator 12 Bilah Pada Masing-masing Sudut	53
Gambar 4.10 Nilai Torsi Turbin ventilator 8 Bilah Pada Masing-masing Sudut	54
Gambar 4.11 Perbandingan Nilai Torsi Rerata, τ (Nm) dan Kecepatan Aliran, V (m/s).....	55
Gambar 4.12 Perbandingan Nilai <i>Tip Speed Ratio</i> (TSR) dan Kecepatan Aliran, V (m/s).....	56
Gambar 4.13 Perbandingan Nilai C_p dan <i>Tip Speed Ratio</i> (TSR)	57

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Penelitian turbin hidrokinetik Terdahulu	8
Tabel 2.2 Inovasi penelitian terdahulu turbin ventilator	20
Tabel 3.1 Komponen Parameter Turbin.....	31
Tabel 3.2 Parameter Yang Diukur	36
Tabel 4.1 Desain Turbin Ventilator dengan Konfigurasi Bilah yang Berbeda.....	42
Tabel 4.2 Spesifikasi Komponen Turbin Ventilator	43
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Turbin Ventilator 16 Bilah	44
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Turbin Ventilator 12 Bilah	45
Tabel 4.5 Hasil Pengujian Turbin Ventilator 8 Bilah	46

DAFTAR NOTASI

Notasi	Keterangan	Satuan
A	<i>Cross-section area of turbine</i>	m^2
C_p	Koefisien Daya	
C_τ	Koefisien Torsi	Cm
D	Diameter Turbin	Cm
KEF	<i>Kinetic Energi Flux</i>	J/s
l	Panjang <i>blade</i>	Cm
H	Tinggi turbin	Cm
P	Daya potensi air	Watt
P/Ws	Daya keluaran turbin	%
ρ	Densitas air	Kg/m^3
ρ	Massa jenis fluida	kg/m^3
r	Jari-jari turbin	Cm
RPM	Rotasi per menit	
τ	Torsi	N.m
v	Kecepatan aliran air	m/detik
V	Kecepatan aliran fluida	m/detik
\bar{V}	Kecepatan Aliran Rata-Rata	
λ	<i>Tip Speed Ratio</i>	

SKRIPSI

**BAB I
PENDAHULUAN**

**JURUSAN/PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PALANGKA RAYA
2021**



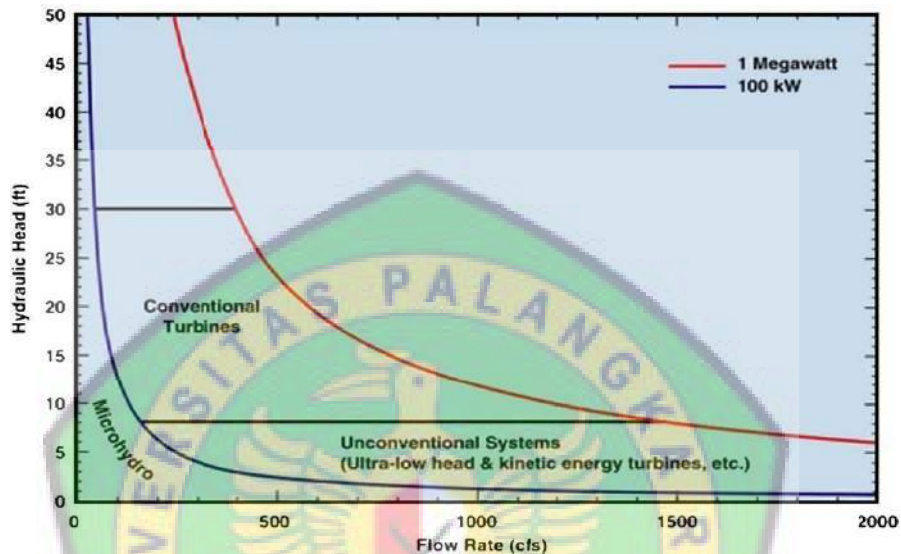
BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

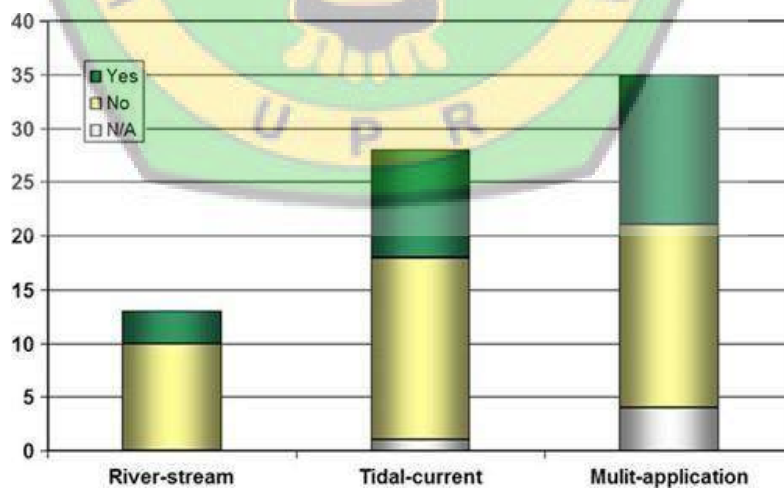
Semakin menipisnya sumber energi yang tidak dapat terbarukan (*nonrenewable*), serta penggunaan bahan bakar yang tidak ramah lingkungan yang terus meningkat, memerlukan suatu jalan alternatif guna mengganti sumber energi tersebut dengan sumber energi yang terbarukan (*renewable*). Sumber energi yang tidak dapat terbarukan saat ini penggunaannya terus meningkat, seperti bahan bakar yang berasal dari fosil minyak bumi, gas, dan batu bara. Kebutuhan energi yang terus meningkat karena penambahan penduduk, pertumbuhan ekonomi dan pola konsumsi energi itu sendiri yang terus meningkat dan menuntut untuk menciptakan berbagai alternatif energi guna memenuhinya. Pemanfaatan terhadap sumber daya alam yang terbarukan merupakan hal-hal yang harus dan terus dikembangkan agar tidak terjadi krisis dan kelangkaan energi, khususnya untuk memenuhi kebutuhan masyarakat. Salah satu alternatif yang dapat digunakan dalam menyelesaikan ketergantungan energi fosil yaitu *renewable energy* seperti energi air, energi angin, dan energi *geothermal* (panas bumi). Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki sumber daya energi yang sangat melimpah, salah satunya adalah sumber energi air. Sehingga potensi melalui tenaga air untuk menghasilkan *renewable energy* dapat dilakukan, salah satunya dengan menggunakan turbin sebagai penghasil *renewable energy*. Hidrokinetik turbin secara umum terbagi menjadi dua jenis turbin, yaitu turbin yang bergerak karena *head* yang tinggi dan turbin yang bergerak dengan *head* yang rendah, seperti pada Gambar 1.1. dan berdasarkan

Gambar 1.2. dapat diketahui bahwa penggunaan turbin pada aliran sungai atau *river-stream* masih sangat sedikit dibandingkan dengan penggunaan turbin pada arus pasang surut serta turbin yang dipakai dengan turbin yang diaplikasikan dengan lebih dari satu kegunaan.



Sumber: Khan et al (2009)

Gambar 1.1. Perbandingan Turbin Konvensional dan Hidrokinetik Turbin

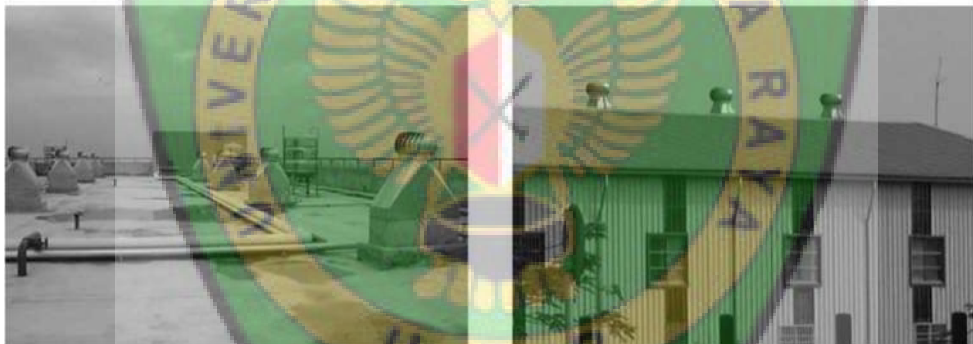


Sumber: Khan et al (2009)

Gambar 1.2. Penggunaan dan Pengaplikasian Turbin

Sebagai salah satu turbin angin turbin ventilator adalah alat sejenis *exhaust*

fan atau *roof fan*, di mana fungsi alat tersebut adalah menghisap udara panas, debu dan juga berfungsi sebagai alat ventilasi atau sirkulasi udara. Turbin ventilator otomatis tidak memakai tenaga listrik, bebas perawatan, dan dapat bekerja selama 24 jam yang biasanya digerakan oleh angin dan digunakan untuk menyedot udara dari bawah ke atas. Turbin ventilator dapat dibuat sesuai dengan desain kecepatan angin dan persyaratan untuk setiap lokasi tertentu atau daerah tertentu. Di mana kita ketahui bahwa viskositas di air dan di angin berbeda maka akan dilakukan pengujian terhadap kinerja turbin ventilator di air. Sehingga diharapkan sangat efektif untuk digunakan sebagai perangkat konversi hidrokinetik karena kecepatan rotasi yang relatif rendah.



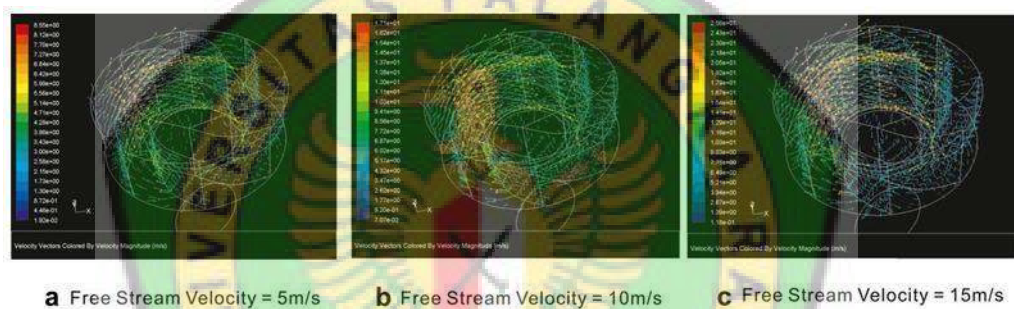
Sumber: Lai, (2003)

Gambar 1.3. Penggunaan Turbin Ventilator Di Atap Gedung (Kiri) Dan Turbin Ventilator Di Atap Pabrik (Kanan).

Berdasarkan fakta diatas, selama ini kita ketahui bahwa turbin ventilator hanya digunakan untuk perancangan *Low-Reynolds* untuk *VAWT* (*Vertical Axis Turbine*) diangin, karena biasanya turbin ventilator yang digunakan diangin memiliki viskositas yang pasti berbeda dengan di aliran air maka dari itu dalam penelitian ini akan dilakukan percobaan kinerja turbin ventilator pada aliran air atau menggunakan saluran prismatic (*flume*) karena turbin ventilator ini bisa

memanfaatkan energi kinetik dari sungai (*river-stream*) dan aliran kecil.

Penelitian terdahulu telah menguji kinerja ventilasi turbin atap yang berputar adalah perangkat ventilasi alami ramah lingkungan yang hemat biaya, yang digunakan untuk mengekstraksi aliran udara dari sebuah bangunan untuk meningkatkan kualitas dan kenyamanan udara. Sebuah studi CFD menggunakan model turbulensi k-3 standar dengan teknik ganda *Meshing Referensi Frame* (MRF) digunakan untuk mengeksplorasi kesesuaian pendekatan numerik dalam pemodelan berbagai fitur ventilator mengalir.



Sumber : Lien dan Ahmed (2010)

Gambar 1.4 Vektor Kecepatan 3D di dalam Turbin Ventilator

Hasil CFD divalidasi terhadap data terowongan angin yang diperoleh untuk ventilator komersial pada simulasi atap miring yang disimulasikan dan dilakukan di Laboratorium Aerodinamika Universitas New South Wales. Studi numerik kemudian diperluas untuk memeriksa aliran internal dan eksternal pada ventilator dengan kecepatan angin yang berbeda dan untuk mengukur kinerja ventilator yang berputar dalam hal tingkat ekstraksi udara. Ventilator yang diamati tampaknya sesuai dengan data yang dipublikasikan dan menunjukkan hasil yang baik dengan penerapan simulasi numerik layak sebagai alat yang hemat biaya dalam desain, pengembangan, dan analisis kinerja dari perangkat ventilasi angin yang berputar.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan sebelumnya, maka rumusan masalah yang akan diteliti dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

Bagaimana kinerja dari turbin ventilator di air dengan jumlah bilah yang berbeda ?

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini ialah :

1. Turbin ventilator yang akan digunakan pada pengujian ini dengan menggunakan desain yang beredar atau tersedia di pasaran dengan model Freebang-POA1866507
2. Diameter turbin ventilator yang digunakan dalam penelitian ini adalah diameter 300 mm dan tinggi 150 mm.
3. Pengujian dilakukan di laboratorium dengan menggunakan saluran prismatic buatan yaitu *flume*.
4. Pengujian yang dilakukan hanya sebatas peninjauan hidrodinamika tanpa peninjauan lebih lanjut tentang listrik yang dihasilkan.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah:

1. Mendapatkan inovasi bentuk baru untuk turbin ventilator yang dapat digunakan di aliran sungai.
2. Dapat digunakan sebagai sumber informasi bagi masyarakat yang membutuhkan sumber energi alternatif selain sumber energi fosil.
3. Menambah *literature* (pustaka) dan pengetahuan dalam bidang energi

terbarukan.

1.5 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

Untuk mengetahui kinerja turbin ventilator di air dengan jumlah bilah yang berbeda.



SKRIPSI

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

JURUSAN/PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PALANGKA RAYA
2021



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Umum

Turbin hidrokinetik merupakan turbin yang memanfaatkan energi kinetik dari aliran sungai, yang memiliki prinsip kerja seperti halnya turbin angin (Fleisinger, Vesenjok dan Hriberšek, 2014). Turbin hidrokinetik tidak memerlukan adanya konstruksi bendungan ataupun *waterway*, sehingga biaya konstruksi dapat diminimalkan. Turbin hidrokinetik dibedakan menjadi 2 (dua) jenis, yaitu *horizontal axis wind turbine* (HAWT) dan *vertical axis wind turbine* (VAWT). Memanfaatkan turbin udara untuk diterapkan ke dalam sungai bisa untuk dilakukan, karena densitas di air yaitu 1000 kali lebih besar dibandingkan densitas di udara. Dengan kecepatan aliran air yang lebih kecil dapat memberikan daya yang lebih besar dibandingkan dengan penerapan di udara (Brian dan Sutrisno, 2016).

Untuk mengetahui besarnya potensi air yang melal ui turbin, maka digunakan persamaan, berikut :

$$\text{Energi Kinetik} = \frac{1}{2} m \bar{V}^2 \quad (1)$$

Maka, daya potensi air per satuan waktu adalah:

$$P = \frac{1}{2} m \bar{V}^2$$
$$P = \left(\frac{1}{2} \rho \bar{V}^2\right) \bar{V}^2$$
$$P = \frac{1}{2} A \bar{V}^3 \quad (2)$$

Keterangan :

P : Daya potensi air (*Watt*)

ρ : Massa jenis fluida (kg/m^3)

A : *Cross-section area of turbine* (m^2)

\bar{V} : Kecepatan Aliran Rata-Rata(m/d)

Untuk daya yang dihasilkan oleh turbin, adalah

$$P = \frac{1}{2} \rho A \bar{V}^3 C_p \quad (3)$$

Keterangan :

C_p : *Coefficient of Power*

Tabel 2.1 Penelitian turbin hidrokinetik Terdahulu

Peneliti	Penelitian Turbin Hidrokinetik	Hasil Studi
Antomo, Kamiana dan Nindito (2020)	Penambahan luas bidang tangkap pada turbin <i>Gorlov</i>	Penambahan luas bidang tangkap turbin gorlov dapat meningkatkan nilai torsi dari turbin DNA akan tetapi nilai RPM yang dihasilkan menurun.
Wardani, Nindito dan Jaya (2020)	Desain bilah turbin <i>Darrieus</i> berdasarkan distribusi aliran	Peningkatan RPM turbin Spinning Top Darrieus meningkatkan pengaruh gaya <i>lift</i> . Menghasilkan laju putaran yang tinggi, dan <i>self starting</i> yang tinggi.
Yudistira, Nindito dan Saputra (2021)	Kinerja Turbin Hidrokinetik Tornado Savonius	Perbandingan kinerja turbin Savonius dan turbin Tornado Savonius. Turbin Tornado Savonius bekerja lebih optimal dibandingkan turbin Savonius.

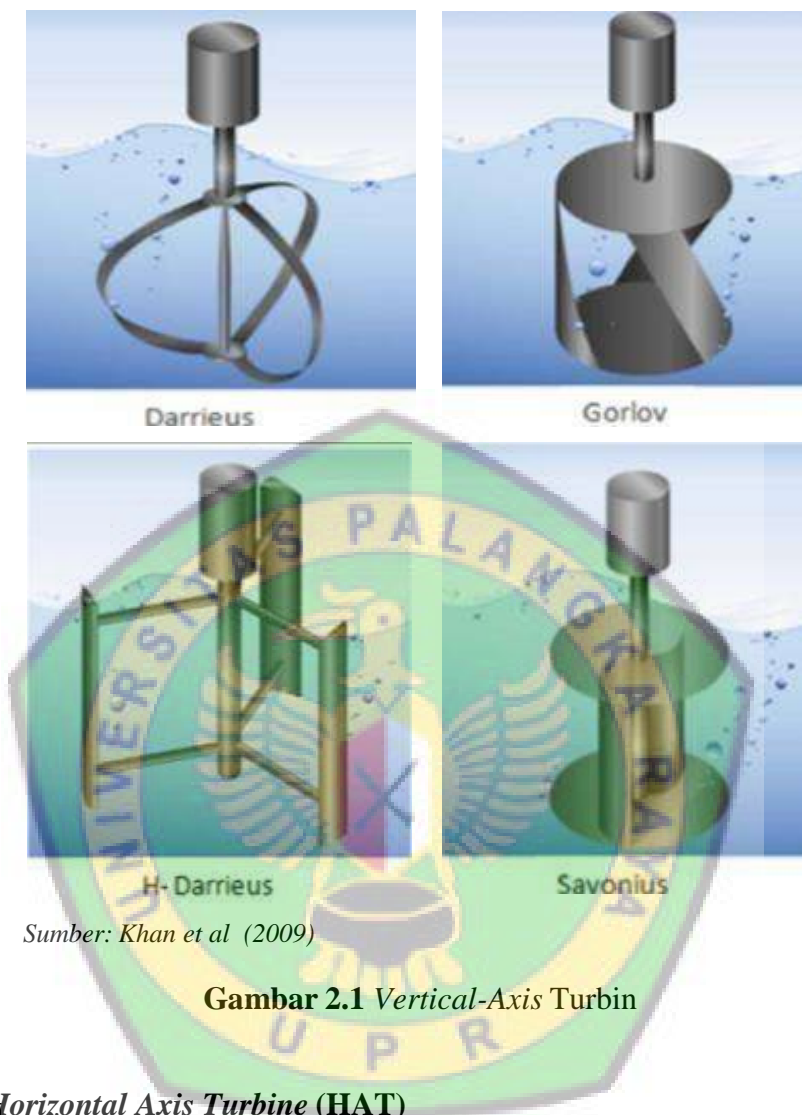
Peneliti	Penelitian Turbin Hidrokinetik	Hasil Studi
Octauria, Nindito dan Saputra (2021)	Uji Eksperimental Pengaruh Sudut <i>Omni Directional Guide Vanes</i> Terhadap Performa Turbin Hidrokinetik Darrieus	Pengaruh penambahan pengarah <i>Omni Directional Guide Vanes</i> terhadap turbin Darrieus. Nilai C_p dan nilai TSR meningkatkan pada turbin Darrieus sehingga mengoptimalkan gaya angkat.
Pratama, Nindito dan Saputra (2021)	Studi Eksperimental Sistem Pengarah Aliran Pada Turbin Hidrokinetik Archimedes Spiral	Pengaruh penambahan sistem pengarah aliran berupa truncated cone dan ekor pengarah terhadap performa turbin Archimedes Spiral. Penambahan truncated cone dan ekor pengarah berdampak meningkatnya performa turbin Archimedes Spiral.

2.2. Jenis-Jenis Turbin Hidrokinetik

Turbin hidrokinetik secara umum dibedakan menjadi dua jenis yaitu *Horizontal Axis Turbine* (HAT) dan *Vertical Axis Turbine* (VAT). Turbin hidrokinetik jenis *Horizontal Axis Turbine* (HAT) memiliki sumbu rotasi yang searah dengan arah datangnya fluida. Sedangkan turbin hidrokinetik jenis *Vertical Axis Turbine* (VAT) memiliki sumbu rotasi yang tegak lurus dengan arah datangnya fluida (Khan *et al.*, 2009). Adapun jenis-jenis turbin hidrokinetik, antara lain:

a. *Vertical Axis Turbine* (VAT)

Vertical Axis Turbine (VAT) adalah turbin yang porosnya tegak lurus dengan arah aliran arus. Turbin *vertical axis* adalah turbin yang umum digunakan pada arus air. Turbin jenis *vertical axis* memiliki banyak jenis (Khan *et al.*, 2009). Contoh turbin *vertical axis* terdapat pada Gambar 2.1.



Sumber: Khan et al (2009)

Gambar 2.1 *Vertical-Axis* Turbin

b. *Horizontal Axis Turbine (HAT)*

Horizontal Axis Turbine (HAT) adalah turbin yang memiliki sumbu rotasi horizontal. Turbin dengan sumbu horizontal yang digunakan untuk pembangkit tenaga listrik menggunakan energi kinetik (aliran) air (Verma dan Katkade, 2018).



Sumber : Verma dan Katkade (2018)

Gambar 2.2 *Horizontal Axis Turbine Turbin*

2.3. Turbin ventilator

Turbin ventilator adalah alat penghisap udara yang digerakan oleh angin. Memiliki fungsi gabungan turbin angin dan kipas ekstrak, pengganti yang menarik untuk kipas ventilasi listrik dalam hal menggunakan energi angin. Konsep awalnya dipatenkan pada 1929 oleh Meadows, yang menggambarkannya sebagai ventilator putar, dan pertama kali dikomersilkan secara luas oleh Edmonds dari Australia. Turbin ventilator mencakup sejumlah baling-baling vertikal (bilah melengkung dan lurus) dalam susunan bola atau silinder yang dipasang pada sebuah kerangka. Ketika angin berhembus pada baling-baling aerofil, gaya seret aerodinamis yang dihasilkan menyebabkan turbin ventilator berputar. Rotasi ini menghasilkan tekanan negatif didalam turbin ventilator dan karena itu udara terhisap dari saluran dasar. Udara memasuki turbin secara aksial melalui saluran dasar dan dikeluarkan secara radial. Dengan tidak adanya angin, turbin ventilator memfasilitasi ventilasi menggunakan efek tumpukkan. Turbin ventilator populer di negara-negara yang lebih hangat seperti Australia dan Amerika Serikat karena merupakan solusi yang

relatif murah untuk pendinginan sebuah bangunan. Pemilihan turbin ventilator ini dapat dibuat sesuai dengan kecepatan angin desain dan persyaratan ventilasi untuk setiap lokasi tertentu dan turbin ventilator ini menambah laju ventilasi secara signifikan dan tekanan negatif yang diinduksi membantu mengurangi kebocoran bau dan kelembapan keruangan lain (Khan *et al.*, 2008).

2.3.1. Desain Turbin

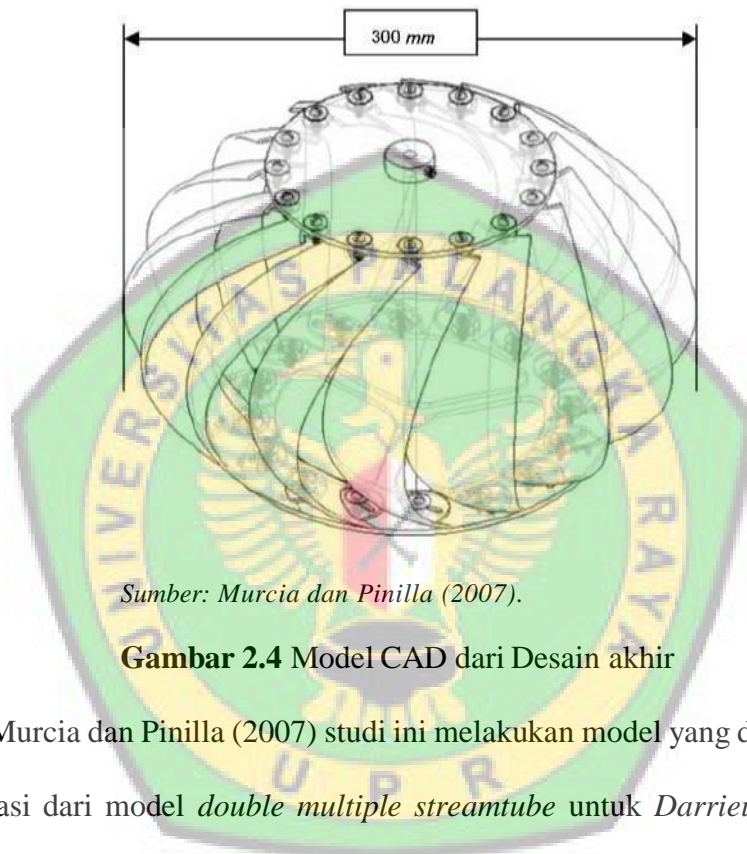
Turbin ventilator adalah alat ventilasi yang dibuat dan digerakkan oleh *Low-Reynolds* VAWT yang menciptakan gradien tekanan yang menarik aliran dari bawah ke atas. Sudut bagian dalam opsional dipasang di turbin untuk meningkatkan aliran udara yang habis seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.3. (Murcia dan Pinilla, 2007).



Sumber: Murcia dan Pinilla (2007).

Gambar 2.3 Turbin ventilator

Desain akhir terdiri dari : 16 bilah, 300 mm diameter maksimum dan 150 mm tinggi. Distribusi radius adalah kurva parabola sehingga radiusnya ada 70 mm diatas dan 100 mm dibawah. Model CAD dari desain akhir dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Sumber: Murcia dan Pinilla (2007).

Gambar 2.4 Model CAD dari Desain akhir

Murcia dan Pinilla (2007) studi ini melakukan model yang diusulkan adalah modifikasi dari model *double multiple streamtube* untuk *Darrieus* VAWT yang dikembangkan oleh Paraschivoiu. Modifikasi dapat diringkas untuk memungkinkan tabung melengkung pada saat berinteraksi dengan bilah. Ini merupakan masalah penting untuk VAWT kecil karena membutuhkan soliditas yang lebih tinggi (hubungan antara area sapuan dan luas permukaan total bilah), yang diubah ke *akord blade* yang lebih besar. Model ini didasarkan pada teori *Elemen Momentum Blade* (BEM), yang terdiri dari dua ekspresi untuk gaya pada elemen *blade*, satu ekspresi mewakili laju perubahan momentum dalam aliran,

sementara yang lain diperoleh dengan menggunakan data aerodinamis dari profil *blade*, sudut efektif dan panjang *chord*. Untuk memodelkan VAWT, bagian horizontal ditutupi oleh satu set *streamtube* (Gambar 2.5.). Untuk setiap *streamtube*, aliran hulu dan hilir diselesaikan secara independen dengan asumsi bahwa aliran benar-benar dikembangkan sebelum interaksi dengan bagian bawah angin dari *streamtube*.



2.3.2 Parameter Turbin

Berikut ini merupakan beberapa parameter turbin ventilator yang digunakan pada penelitian ini, yaitu :

1. RPM (Rotasi Per Menit)

Data rotasi per menit (RPM) dari piranti turbin yang diambil menggunakan *tachometer*. *Tachometer* digunakan dengan cara meletakkan ujung *tachometer* ke ujung poros turbin, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.6. Kemudian setelah

tachometer diletakkan atau waktu pengujian telah selesai akan dilakukan pengumpulan data dari nilai yang tertera pada *tachometer* (Hantoro *et al.*, 2018).



Sumber: Hantoro *et al* (2018).

Gambar 2.6 Tachometer

2. Torsi (τ)

Pengumpulan data torsi dilakukan dengan menggunakan alat neraca pegas, kemudian data torsi turbin diambil pada sudut (Θ) 0° , 90° , 120° , 180° , dan 240° . Neraca pegas digunakan dengan mengunci ujung alat ke ujung poros turbin, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.7. Setiap sudut dilakukan pengambilan data torsi, kemudian dilakukan pengumpulan data dan perhitungan nilai torsi rata-rata (Hantoro *et al.*, 2018).



Gambar 2.7 Neraca Pegas

3. Kecepatan Aliran

Pengumpulan data pada kecepatan aliran dilakukan dengan menggunakan alat *current meter*, kemudian akan dilakukan pengumpulan data dan perhitungan nilai rata-rata kecepatan aliran (Hantoro *et al.*, 2018).



Sumber: Hantoro *et al* (2018).

Gambar 2.8 Current meter

4. TSR (λ)

Tip Speed Ratio atau TSR adalah rasio antara kecepatan tangensial *blade* dan kecepatan arus. Nilai *Tip Speed Ratio* (TSR) menyatakan seberapa cepat turbin berputar terhadap kecepatan arus tertentu. *Tip Speed Ratio* (TSR) dihitung dengan persamaan (4) (Hantoro *et al.*, 2018).

$$TSR = \frac{R\omega}{v} \quad (4)$$

Dengan R adalah radius turbin (m), ω adalah kecepatan sudut (rad/s), dan V adalah kecepatan arus (m/d).

5. C_p

C_p (*Coefficient of Power*) adalah perbandingan nilai antara tenaga hidrokinetik yang dihasilkan oleh turbin (P_{turbin}) dengan tenaga yang tersedia dari aliran air (P_{awal}). C_p dihitung dengan persamaan (Fleisinger, Vesenjak dan Hriberšek, 2014).

$$C_p = \frac{P_{turbin}}{P_{awal}} = \frac{\tau\omega}{0,5\rho AV^3} \quad (5)$$

Keterangan:

r : Torsi (Nm).

ω : Kecepatan sudut (rad/s).

ρ : Massa jenis air (kg/m^3).

A : Luas daerah *blade* dari turbin (m^2).

V : Kecepatan arus (m/d).

6. Kecepatan Sudut (ω)

Kecepatan sudut (ω) dapat dikonversi dari nilai RPM yakni

(Febrianto dan Santoso, 2017) :

$$\omega = \frac{2\pi RPM}{60} \quad (6)$$

Keterangan :

ω : Kecepatan Sudut (rad/s)

RPM : Rotasi Per Menit

7. Efisiensi Turbin (η)

Efisiensi turbin dapat dicari dengan menggunakan model *streamtube analysis* yaitu dengan cara membandingkan daya keluaran pada turbin dengan *kinetic energi flux*. Berikut persamaan untuk mencari efisiensi dari turbin (Febrianto dan Santoso, 2017):

$$\eta = \frac{P}{KEF} \times 100\% \quad (7)$$

Dengan:

η : Efisiensi Turbin (%)

P/Ws : Daya keluaran turbin (%)

KEF : *Kinetic Energi Flux* (J/s)

ρ : Massa jenis fluida (kg/m^3)

V : Kecepatan aliran fluida (m/d)


r : Jari-jari turbin (cm)

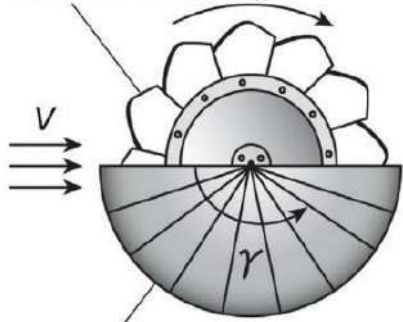

l : Panjang *blade* (cm)



2.4. Penelitian Terdahulu

Tabel 2.2 Inovasi Penelitian Terdahulu Turbin Ventilator

Peneliti	Hasil Desain	Hasil studi
Murcia dan Pinilla (2007)		<p>Turbin ventilator dirancang sedemikian rupa sehingga berbagai konfigurasi bilah dan sudut serang geometris yang berbeda bervariasi. Sebanyak 108 konfigurasi turbin diuji. Proses eksperimen dilakukan dengan terowongan terbuka kecepatan rendah. Konfigurasi terbaik yang dicapai terdiri dari turbin 16 bilah dengan sudut serang geometris -70° yang memiliki nilai maksimum sebagai berikut: CP dari 0,18, CT dari 0,82.</p>
Khan et al (2008)		<p>Pengujian dilakukan secara eksperimental pada empat turbin ventilator pengukuran laju aliran. Laju aliran ventilasi dan kecepatan rotasi diambil pada kecepatan angin tertentu. Penggunaan motor DC untuk memberi daya pada ventilator tidak adanya angin dijelaskan dan konsumsi daya terhadap laju aliran diberikan.</p>

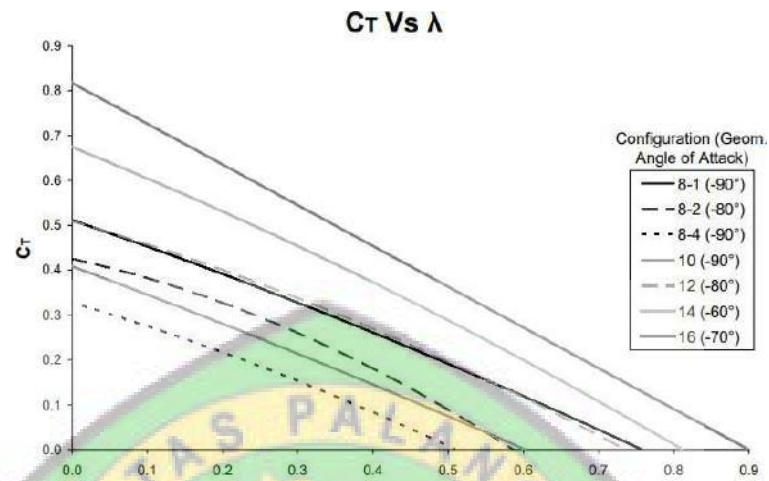
Peneliti	Hasil Desain	Hasil Studi
Schmid <i>et al</i> (2016)	<p>Turbine ventilator w</p>  <p>Wind deflector</p>	<p>Penambahan bilah <i>deflektor</i> dapat mengarahkan dan menambah rotasi disalah satu sisi putar turbin, hal ini meningkatnya ekstraksi udara sebanyak 11% dan kecepatan putar turbin sebanyak 33%. Studi ini menunjukkan potensi tinggi <i>deflektor</i> angin untuk meningkatkan efisiensi turbin ventilator, dan menunjukkan bahwa <i>deflektor</i> angin penutup gaya adalah desain yang lebih efisien.</p>
Wibawa, Permadi dan Hasanah (2018)		<p>Desain penambahan sirip pada turbin ventilator, dengan kecepatan angin maksimum tertentu meningkatkan kecepatan dan luas area sapuan rotor menghasilkan efisiensi sistem yang baik.</p>

Dalam studi Brian dan Sutrisno (2016) “perancangan dan pembuatan turbin air sebagai pembangkit listrik 750 watt pada sungai hidrokinetik” Sungai hidrokinetik merupakan sungai dengan *head* yang rendah atau mendekati nol, sehingga memiliki energi kinetik yang lebih besar dibandingkan dengan energi potensialnya. Air memiliki massa jenis 1000 kali lebih besar dibandingkan

dengan massa jenis yang dimiliki oleh udara, sehingga turbin udara VAWT dapat diterapkan pada sungai hidrokinetik. Pada penelitian ini sungai-sungai hidrokinetik yang ditinjau memiliki beberapa kendala, sehingga digunakan prototipe untuk melakukan eksperimen. Jenis turbin yang digunakan adalah turbin straight darrieus 4 bilah. Airfoil yang digunakan adalah NACA 2418, dengan *chord length* 15 mm. Turbin yang digunakan memiliki dimensi radius 20.5 mm dan tinggi 51 mm. Setelah mendesain turbin dilakukan simulasi CFD. Simulasi bertujuan untuk membuktikan bahwa sistem prototipe dapat beroperasi. Setelah mendapatkan hasil simulasi, dilakukan eksperimen melalui prototipe. Hasil yang didapat pada eksperimen dibandingkan dengan hasil perhitungan. Hasil pada penelitian ini didapatkan bahwa dengan kecepatan aliran fluida yang didapatkan dari prototipe sebesar 2.8563 m/d, dan dengan generator DC 12 volt dan diberi beban lampu 5 watt, dapat menghasilkan daya sebesar 5.625 watt. Nilai C_p dari turbin yang telah dirancang adalah sebesar 0.23. Dimensi turbin yang diperlukan untuk menghasilkan daya sebesar 750 watt adalah 0.475 meter untuk diameter, 0.59 meter untuk tinggi turbin, serta 0.174 meter untuk *chord length*.

2.5 Hubungan Antar Parameter Turbin

2.5.1 Hubungan Antara Torsi dan TSR



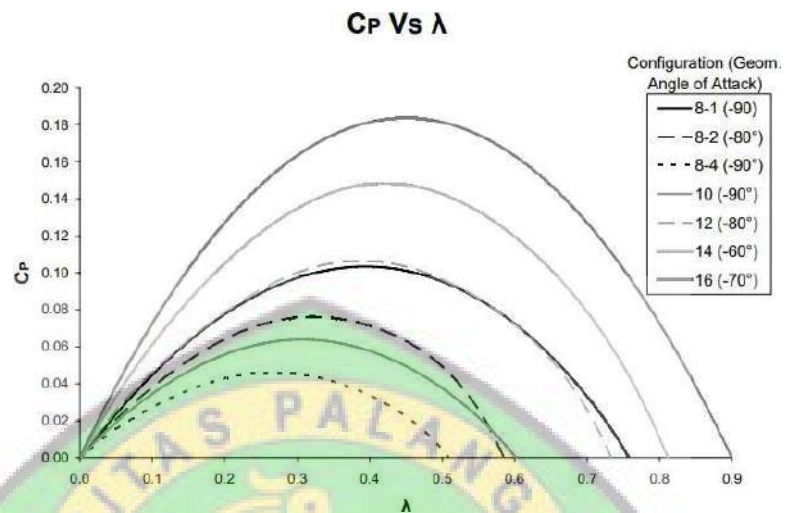
Sumber: Murcia dan Pinilla (2007).

Gambar 2.9 Hubungan Antara Koefisien Torsi Dan Tsr

Berdasarkan grafik Murcia dan Pinilla (2007) di atas dapat dilihat karakteristik paling penting dari kurva ini dapat diringkas sebagai berikut:

- Karena soliditas dan jumlah *blade* meningkatkan maksimum C_T dan C_P meningkat.
- Konfigurasi dengan *blade* yang lebih terpisah (digit kedua yang lebih rendah dalam sistem nomenklatur) memiliki kinerja yang lebih baik dari pada yang memiliki *blade* yang lebih dikelompokkan
- Kinerja turbin mirip dengan kinerja sistem urutan pertama, meskipun dipasang diurutkan kedua.

2.5.2 Hubungan Antara TSR dan C_P

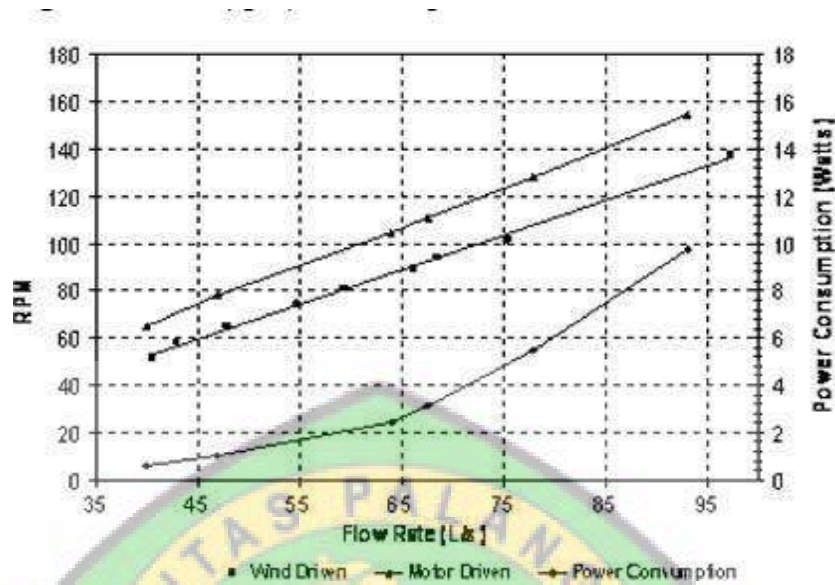


Sumber: Murcia dan Pinilla (2007).

Gambar 2.10 Hubungan Antara C_P dan TSR

Konfigurasi terbaik terdiri dari turbin 16 bilah dengan sudut serang geometris -70° memiliki nilai maksimum C_P dari 0,18, CT 0,82 (nilai yang dekat dengan batas teoritis untuk CT untuk turbin *cross-flow*). Hasil pengujian menunjukkan bahwa untuk turbin *Low-Reynolds* soliditas yang lebih tinggi menunjukkan kinerja yang lebih baik. Turbin skala kecil menunjukkan torsi tinggi tetapi koefisien kecepatan kecil karena diperlukan soliditas yang lebih tinggi. Turbin dengan posisi bilah yang lebih teratur menunjukkan kinerja yang lebih tinggi daripada bilah yang dikelompokkan dan dalam lebih tinggi daripada konfigurasi dengan bilah yang lebih banyak. Ini adalah hasil dari efek kaskade di mana setiap bilah masuk kebilah yang ditinggalkan oleh bilah lainnya. Karena bilah dikelompokkan lebih dekat, bilah ini berperilaku sebagai bilah tunggal yang lebih besar dan efek ini berkurang.

2.5.3 Hubungan Antara n (RPM) Dan Kecepatan Aliran Air



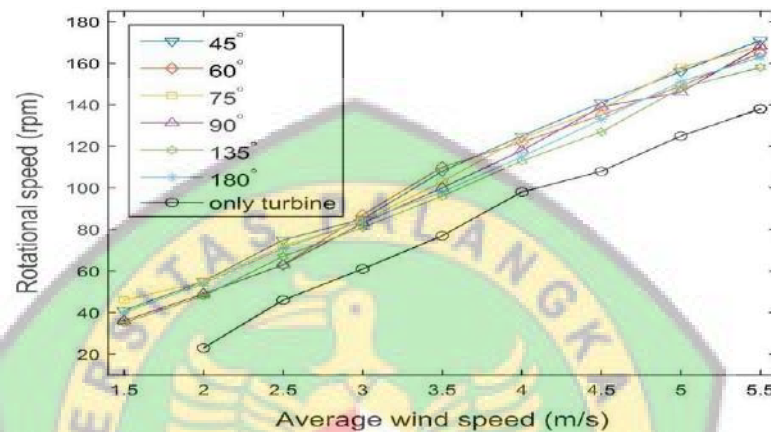
Sumber: Khan et al (2008).

Gambar 2.11 Hubungan Antara RPM dan Kecepatan Aliran

Dapat dilihat bahwa pada kecepatan rotasi yang sama, laju aliran yang lebih tinggi diinduksi dalam mode yang digerakkan angin (garis tengah) dari pada dimode yang digerakkan oleh motor (garis atas). Ini mungkin merupakan bukti eksperimental untuk menegaskan bahwa turbin ventilator bekerja melalui kombinasi negatif tekanan yang disebabkan oleh rotasi ventilator dan juga tekanan negatif yang disebabkan oleh angin yang lewat, dalam kasus yang terakhir ventilator bertindak seperti kecepatan angin yang tidak beraturan. Karena itu perbedaan tingkat aliran dalam terkait dengan setiap tekanan negatif tambahan yang diinduksi langsung oleh angin. Konsumsi daya ventilator yang digerakkan motor (garis bawah) menunjukkan hubungan eksponensial yang mirip dengan karakteristik daya kipas, tetapi tampaknya lebih efisien. Sebagai contoh, turbin ventilator yang digerakkan motor mengonsumsi 3W untuk menghasilkan laju aliran

65 l / dtk, dan sementara itu kipas 3W DC biasanya dapat menghasilkan laju aliran sekitar 30 l /dtk. Ini mungkin kinerja yang menarik dari turbin ventilator yang digerakkan motor dengan tidak adanya angin (Khan *et al.*, 2008).

2.5.4 Hubungan Antara RPM dan Kecepatan Aliran Rata-Rata



Sumber: Schmid *et al* (2016).

Gambar 2.12 Hubungan Antara RPM dan Kecepatan Aliran Rata-Rata

Parameter yang diukur adalah kecepatan rotasi turbin untuk sudut deflektor angin yang berbeda, yang ditunjukkan pada Grafik di atas. Berlawanan dengan aliran volume gas buang, kecepatan putaran turbin dengan deflektor angin manapun tampak lebih tinggi daripada tanpa deflektor angin untuk semua sudut dan pada keseluruhan rentang kecepatan angin yang diukur. Hubungan antara kecepatan angin dan kecepatan turbin hampir linier, yang juga telah diamati oleh kecepatan tidak secara langsung mengarah ke aliran volume gas buang yang lebih besar. Ini mungkin karena desain ini tidak hanya mengalihkan aliran angin, tetapi pada saat yang sama juga menghalangi aliran udara buangan dari dalam turbin (Schmid *et al.*, 2016).

SKRIP

BAB III METODOLOGI

**JURUSAN/PROGRAM STUDI
TEKNIK SIPILFAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PALANGKA RAYA**



BAB III

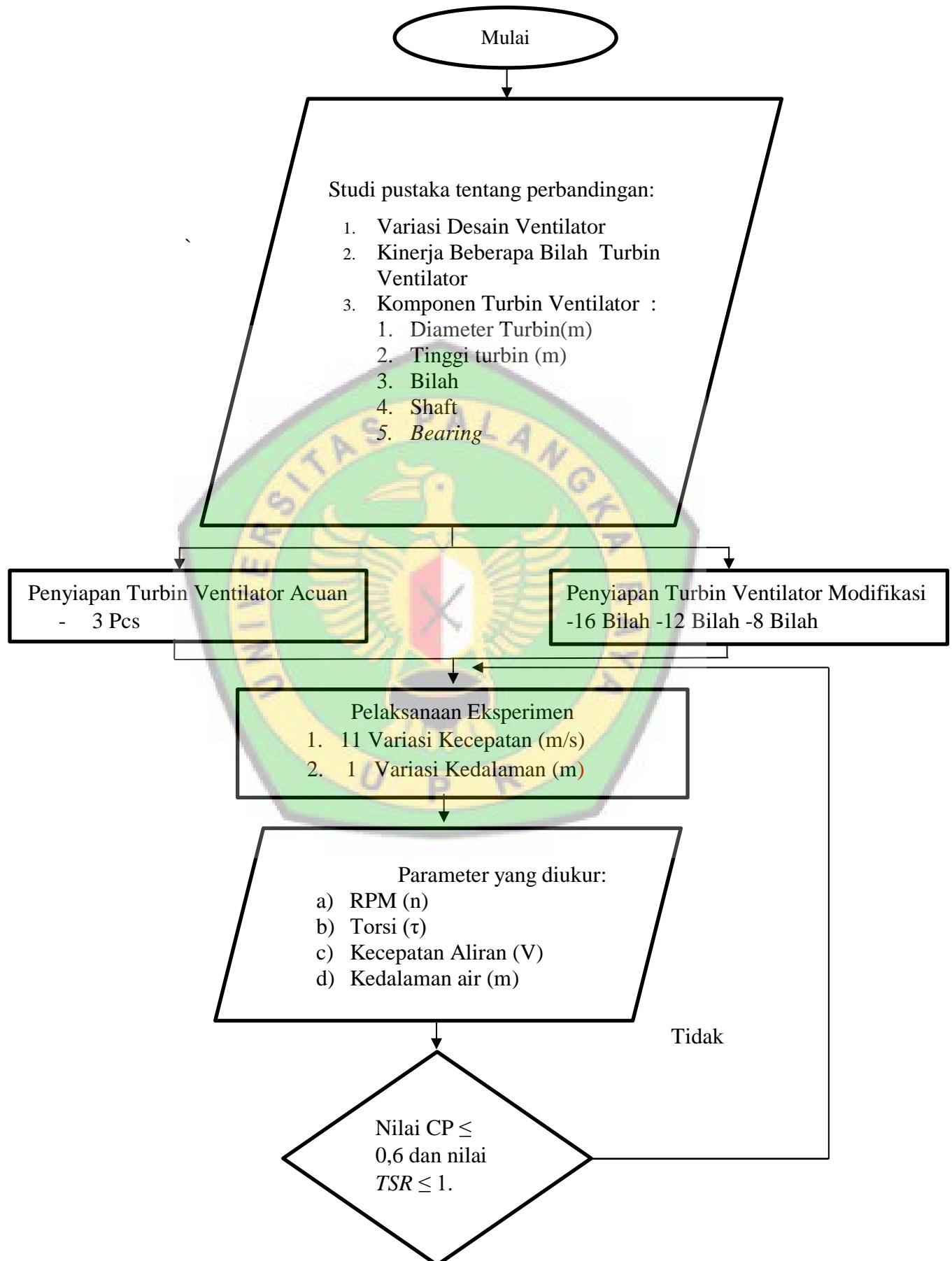
METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Umum

Dalam Penelitian ini, akan melakukan percobaan yang bertujuan untuk mengetahui perbandingan kinerja dari turbin ventilator dengan jumlah bilah yang berbeda-beda. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Hidrologi dan Hidraulika Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya, pengambilan data pada saluran prisma (*flume*) yang akan digunakan sebagai tempat eksperimen. Dari hasil pengujian yang dilakukan untuk mengetahui kinerja dari masing-masing turbin ventilator tersebut pada suatu parameter sehingga dapat diketahui turbin ventilator mana yang memiliki kinerja yang lebih baik. Langkah-langkah penelitian ini dimulai dari studi pustaka untuk mencari acuan dalam penelitian, kemudian dilanjutkan dengan pembuatan alat saluran prisma (*flume*) dan turbin itu sendiri. Kemudian dilakukan pengujian pada flume dengan menggunakan beberapa parameter yaitu parameter kecepatan aliran dan parameter kedalaman, yang di mana parameter tersebut dibuat beberapa variasi sehingga dari hasil pengujian dalam penelitian ini dapat digambarkan di dalam grafik agar dapat diketahui perbedaan antara masing-masing dari kinerja turbin ventilator. Untuk dapat mengetahui lebih detail tahapan penelitian dari awal sampai akhir maka dapat dilihat pada bagan alir Gambar 3.1.

3.2. Diagram Alir Penelitian

Langkah-langkah dalam penelitian ini ditunjukkan dalam diagram alir seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 3. Gambar 3.1 :





3.3. Studi Pustaka

Pada penelitian ini kajian studi pustaka dimulai dengan melakukan studi pustaka terkait materi, teori dan berbagai data dari penelitian terdahulu sebagai acuan serta pendukung pelaksanaan penelitian ini agar sesuai dengan tujuan penelitian. Berikut ini merupakan beberapa studi pustaka yang dijadikan acuan didalam penelitian ini, diantaranya :

Khan *et al* (2008) melakukan studi pengukuran laju aliran empat turbin

ventilator komersial pada sistem eksperimental yang dirancang khusus. Laju aliran ventilasi dan kecepatan rotasi diambil pada kecepatan angin yang berbeda dan dibandingkan dengan kolom terbuka sederhana dan dua topi ventilasi standar. Penggunaan motor DC untuk memberi daya pada ventilator tanpa adanya angin dijelaskan dan konsumsi daya terhadap laju aliran diberikan.

Dalam studi Murcia dan Pinilla (2007) Turbin ventilator dirancang sedemikian rupa, sebanyak 108 konfigurasi turbin diuji. Konfigurasi terbaik yang dicapai terdiri dari turbin 16 bilah dengan sudut serang geometris -70° yang memiliki nilai C_P 0,18, dan CT 0,82. Di mana penelitian ini dilakukan selama empat bulan (150 jam - 3 kredit akademik) proyek penelitian sarjana diselesaikan di Universidad de los Andes.

Brian dan Sutrisno (2016) melakukan studi “perancangan dan pembuatan turbin air sebagai pembangkit listrik 750 watt pada sungai hidrokinetik”. Kecepatan aliran fluida yang didapatkan dari prototipe sebesar 2.8563 m/s, dan dengan generator DC 12 volt dan diberi beban lampu 5 watt, dapat menghasilkan daya sebesar 5.625 watt. Nilai C_P dari turbin yang telah dirancang adalah sebesar 0.23. Dimensi turbin yang diperlukan untuk menghasilkan daya sebesar 750 watt adalah 0.475 meter untuk diameter, 0.59 meter untuk tinggi turbin, serta 0.174 meter untuk *chord len*.

3.4. Komponen Turbin Ventilator



Gambar 3.2 Turbin ventilator

Komponen parameter turbin adalah bagian-bagian yang terdapat pada turbin ventilator seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3.1 yaitu diantaranya:

1. Diameter Turbin

Diameter yang dipakai pada penelitian ini adalah 30 cm.

2. Tinggi Turbin

Tinggi yang dipakai pada penelitian ini adalah 15 cm.

3. Bilah

Pada Desain ini digunakan 16 *blade*, 12 *blade* dan 8 *blade*.

4. *Shaft* (Diameter Besi As)

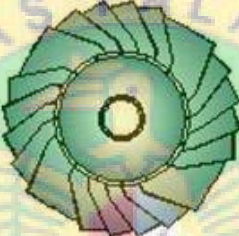
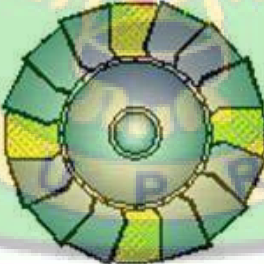
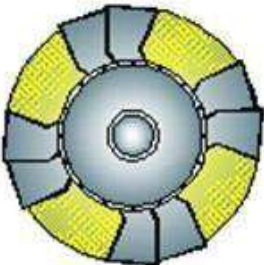
Shaft atau untuk menyambungkan besi seperti terlihat pada Gambar 3.2 yang digunakan 10 mm. *Stand* turbin dibuat lebih tinggi agar performa yang diterima turbin lebih besar, Nindito dan Kamiana,

(2010) kecepatan aliran minimum terjadi didasar saluran dan akan bertambah besar jika menuju ke permukaan saluran. Kecepatan aliran akan semakin besar pada bagian tengah saluran.

5. Bearing

Bearing atau bantalan pada *internal blade* .

Tabel 3.1 Komponen Parameter Turbin Ventilator

No	Nama Alat	Gambar	Keterangan
1	Turbin ventilator 16 bilah		<p>Diameter =30 cm Tinggi = 15 cm Jumlah bilah = 16 bilah</p> <p>Konfigurasi 16 bilah, konfigurasi turbin ventilator pada saat <i>curved blade</i> digunakan secara keseluruhan di seluruh keliling turbin ventilator.</p>
2	Turbin ventilator 12 bilah		<p>Diameter =30 cm Tinggi = 15 cm Jumlah bilah = 12 bilah</p> <p>Jarak antar kelompok bilah = 6 cm Konfigurasi 12-3 menyatakan total 12 bilah, dengan konfigurasi 3 bilah terpasang secara berurutan dan kemudian 1 bilah selanjutnya dikosongkan.</p>
3	Turbin ventilator 8 bilah		<p>Diameter =30 cm Tinggi = 15 cm Jumlah bilah = 8 bilah</p> <p>Jarak antar kelompok bilah = 9 cm Konfigurasi 8-2 menyatakan total 8 bilah, dengan konfigurasi 2 bilah terpasang secara berurutan dan kemudian 2 bilah selanjutnya dikosongkan.</p>

Hasil dari langkah-langkah diatas akan seperti Gambar 3.3, Gambar 3.4, dan Gambar 3.5. dibawah ini :



Gambar 3.3 Turbin Ventilator 16 Bilah **Gambar 3.4** Turbin Ventilator 12 Bilah



Gambar 3.5 Turbin Ventilator 12 Bilah

3.5 Instrumen dan Perlengkapan Penelitian

Pada pelaksanaan penelitian diperlukannya beberapa peralatan untuk mendukung pelaksanaan penelitian yang dilakukan yaitu:

1. *Tachometer*

Merupakan alat yang digunakan untuk mendapatkan nilai RPM pada saat pengujian kinerja dari setiap turbin. Data RPM selanjutnya akan dimasukkan dalam form pengujian, kemudian data tersebut akan digunakan untuk perhitungan dan pada pembuatan grafik.

2. *Current meter*

Current meter alat yang digunakan untuk mengukur kecepatan aliran pada flume saat kondisi aliran sudah konstan atau stabil. Data kecepatan aliran akan dibagi dalam beberapa variasi kemudian data tersebut dimasukkan ke form pengujian yang nantinya akan digunakan untuk perhitungan dan pembuatan grafik.

3. Neraca pegas

Neraca pegas merupakan alat pengukur gaya (N) rotasi pada turbin, yang hasilnya akan dikalikan dengan jarak lengan (m), sehingga menghasilkan nilai torsi (Nm).

4. *Stopwatch*

Stopwatch merupakan alat yang digunakan untuk mengukur waktu, pada saat pengambilan data, ketika pengujian sedang dilakukan.

5. Bak Ukur

Bak Ukur berfungsi untuk mendapatkan nilai debit pada saat pengujian dengan dibantu data yang diambil dengan menggunakan *stopwatch*.

6. Kamera

Kamera digunakan untuk mendokumentasikan pelaksanaan pengujian dan digunakan juga untuk pengambilan data banyaknya putaran turbin yang dihasilkan pada suatu pengujian.

7. Pompa

Pompa berfungsi untuk mengalirkan air dari bak penampungan ke dalam *flume*, jumlah pompa yang digunakan adalah 3 buah pompa.

8. *Vnotch*

Vnotch merupakan bagian dari *flume* untuk membantu pengukuran debit pada saat pengujian dan ketinggian *Vnotch* berguna untuk mengatur kedalaman aliran agar tetap konstan walaupun kecepatan aliran berubah, sehingga ketinggian dari *Vnotch* dapat diatur.

9. Turbin

Turbin merupakan alat yang akan ditinjau kinerjanya pada saat pengujian dilakukan, turbin terletak di dalam *flume*. Turbin yang akan diuji terbagi menjadi 3 turbin ventilator .

10. *Flume*

Flume berfungsi sebagai saluran untuk tempat mengalirnya air pada saat pengujian dilaksanakan, dimensi dari *flume* yang akan digunakan adalah panjang = 8 m; lebar = 60 cm; dan tinggi = 60cm.

Berikut merupakan gambar dari *flume* yang akan digunakan dalam pengujian:



Gambar 3.6 Saluran Prismatik (*flume*)

3.6 Pengambilan Variasi *Running*

Variasi *running* yang akan digunakan pada penelitian ini terletak pada kecepatan aliran dan kedalaman air, di mana untuk kecepatan aliran dibagi menjadi 11 variasi kecepatan dan pada kedalaman air digunakan 1 variasi kedalaman, sehingga akan didapat data sebanyak 11 data pada satu turbin, yang nantinya data tersebut akan dimasukkan ke microsoft *excel* agar didapatkan grafik dari variasi *running* tersebut.

3.7 Parameter Yang Diukur

Parameter yang diukur yaitu, pertama adalah kecepatan aliran yang diukur dengan menggunakan alat *current meter*, yang kedua yaitu kedalaman aliran yang bisa diukur dengan menggunakan alat ukur panjang, yang ketiga adalah gaya

putar yang diukur dengan menggunakan neraca pegas dan yang terakhir adalah *Rotation Per Minute* (RPM) yang diukur dengan menggunakan *tachometer*.

Kemudian semua data tersebut dimasukkan ke dalam Tabel 3.2.

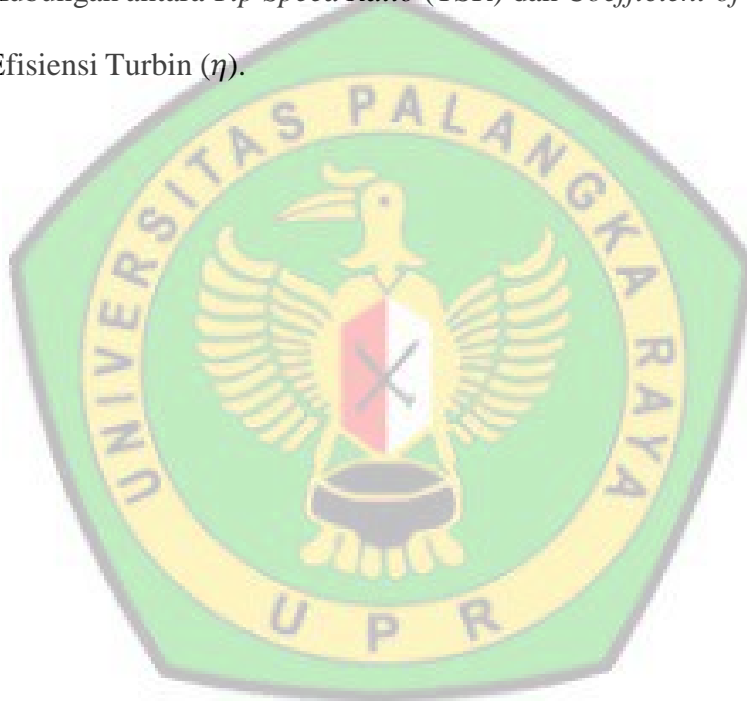
Tabel 3. 2 Parameter yang diukur

Tabel Pengujian																
Nama Pengujian		: Perbandingan Kinerja Ventilator Turbin														
Tanggal Pengujian		: Agustus 2020														
Lokasi Pengujian		: Lab. Hidrologi dan Hidraulika, Fak. Teknik, Univ. Palangka Raya														
Dilaksanakan oleh		: ELIA SUCIE (DAB 114 061)														
Tabel Pengujian Hidrokinetik Turbin (I)																
No.	Kode Variasi	Hari/tgl pengujian	Tinggi Air Pada Tandon H_T (cm)	RPM					Ke dalam an Air Pada Saluran H (cm)	POSISI CURRENT METER (*dari dasar)						
				n_{RPM}						0,2H	0,4H	0,6H	0,8H			
I	II	III	IV	V	Max	Avg	Min	(cm)								
1	VT16B V1H1	Kamis,13 Agustus 2020	150	27.0	26.0	26.0	28.0	28.0	28.0	27.3	43.0	34.4	25.8	17.2	8.6	
2	VT16B V2H1		145						0.0	0.0	0.0	43.0	34.4	25.8	17.2	8.6
3	VT16B V3H1		140						0.0	0.0	0.0	43.0	34.4	25.8	17.2	8.6
4	VT16B V4H1	Selasa,11 Agustus 2020	135						0.0	0.0	0.0	43.0	34.4	25.8	17.2	8.6
5	VT16B V5H1		130						0.0	0.0	0.0	43.0	34.4	25.8	17.2	8.6
6	VT16B V6H31		125						0.0	0.0	0.0	43.0	34.4	25.8	17.2	8.6
7	VT16B V7H1		120						0.0	0.0	0.0	43.0	34.4	25.8	17.2	8.6
8	VT16B V8H1		115	19.0	19.0	18.0	18.0	19.0	20.0	20.0	19.0	43.0	34.4	25.8	17.2	8.6
9	VT16B V9H1		110						0.0	0.0	0.0	43.0	34.4	25.8	17.2	8.6
10	VT16B V10H1		105						0.0	0.0	0.0	43.0	34.4	25.8	17.2	8.6
11	VT16B V11H1		100	17.0	17.0	17.0	16.0	15.0	16.0	15.0	15.9	43.0	34.4	25.8	17.2	8.6

3.8 Perbandingan Kinerja Turbin

Perbandingan kinerja turbin ditunjukkan oleh hubungan antara kinerja dari turbin ventilator dapat dibandingkan berdasarkan faktor-faktor diantaranya:

1. Hubungan antara RPM dan kecepatan aliran (m/s).
2. Hubungan antara TORSI dan kecepatan aliran (m/s).
3. Hubungan antara TSR dan kecepatan aliran (m/s).
4. Hubungan antara *Tip Speed Ratio* (TSR) dan *Coefficient of Power* (C_p).
5. Efisiensi Turbin (η).



SKRIPSI

BAB V
PENUTUP

JURUSAN/PROGRAM STUDI TEKNIK
SIPIILFAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PALANGKA RAYA
2021



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dalam penelitian ini, sebuah eksperimen dilaksanakan pada saluran prismatic aliran terbuka untuk mengetahui kinerja turbin ventilator sebagai hasil modifikasi turbin ventilator (Gambar 4.2). Kinerja dari turbin ventilator 16 bilah, turbin ventilator 12 bilah dan turbin ventilator 8 bilah adalah:

1. Jumlah variasi bilah yang teraliri air mempengaruhi kinerja dari turbin.
2. Torsi yang dihasilkan oleh turbin ventilator 16 bilah menghasilkan torsi paling tinggi sedangkan turbin ventilator 12 bilah lebih kecil dari pada turbin ventilator 8 bilah. Turbin ventilator 16 bilah menghasilkan torsi paling tinggi hal ini disebabkan berkurangnya jumlah bilah sehingga daya tangkap turbin berkurang.
3. Kondisi turbin terendam sepenuhnya pada (kedalaman H_1) dapat mengoptimalkan kinerja turbin.
4. Tiap kecepatan meningkat, C_τ meningkat.
5. Semakin cepat kecepatan aliran air semakin tinggi juga RPM yang dihasilkan turbin, semakin tinggi RPM yang dihasilkan turbin maka akan semakin tinggi nilai C_p yang dihasilkan.
6. Gaya yang bekerja paling dominan pada bilah turbin ventilator adalah gaya *drag*, karena nilai TSR yang dihasilkan ≤ 1 .
7. Turbin ventilator 16 bilah memiliki kinerja yang paling optimal dibandingkan

dengan turbin ventilator 12 bilah dan 8 bilah.

5.2 Saran

Saran yang bisa diberikan untuk studi selanjutnya agar dapat menambahkan pengarah di bagian bawah turbin ventilator pada saluran air agar performa dari turbin dapat bekerja dengan optimal.



SKRIPSI

DAFTAR PUSTAKA

**JURUSAN/PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PALANGKA RAYA
2021**



DAFTAR PUSTAKA

- Antomo, T., Kamiana, I. M. dan Nindito, D. A. 2020. Analisis pengembangan hidrokinetik turbin gorlov akibat penambahan luas bidang tangkap. *Teknika: Jurnal Sains dan Teknologi*, 16(2), hal. 159. doi: <http://dx.doi.org/10.36055/tjst.v16i2.9186>.
- Brian, J. dan Sutrisno 2016. Perancangan Dan Pembuatan Turbin Air Sebagai Pembangkit Listrik 750 Watt Pada Sungai Hidrokinetik. *Mechanova*, 5, hal. 1–6.
- Febrianto, A. dan Santoso, A. 2017. Analisa Perbandingan Torsi dan RPM Turbin Tipe Darrieus Terhadap Efisiensi Turbin. *Jurnal Teknik ITS*, 5(2).
- Fleisinger, M., Vesenjok, M. dan Hriberšek, M. 2014. Flow driven analysis of a darrieus water turbine. *Strojniski Vestnik/Journal of Mechanical Engineering*, 60(12), hal. 769–776.
- Hantoro, R. *et al.* 2018. Innovation in Vertical Axis Hydrokinetic Turbine - Straight Blade Cascaded (VAHT-SBC) design and testing for low current speed power generation. *Journal of Physics: Conference Series*, 1022(1).
- Khan, M. J. *et al.* 2009. Hydrokinetic energy conversion systems and assessment of horizontal and vertical axis turbines for river and tidal applications: A technology status review. *Applied Energy*, 86(10), hal. 1823–1835.
- Khan, N. *et al.* 2008. Performance testing and comparison of turbine ventilators. *Renewable Energy*, 33(11), hal. 2441–2447.
- Lai, C. M. 2003. Experiments on the ventilation efficiency of turbine ventilators used for building and factory ventilation. *Energy and Buildings*, 35(9), hal. 927–932.
- Lien, S. T. J. dan Ahmed, N. A. 2010. Numerical simulation of rooftop ventilator flow. *Building and Environment*, 45(8), hal. 1808–1815.
- Murcia, J. P. dan Pinilla, Á. 2007. Design and laboratory experimental tests of a turbine ventilator. *ASME International Mechanical Engineering Congress and Exposition, Proceedings (IMECE)*, hal. 661–665.
- Nindito, D. A. dan Kamiana, I. M. 2010. Perencanaan Model PLTA Skala Kecil Berbasis Teknologi Lokal Di Daerah Pemukiman Tepi Sungai. *PROTEKSI (Program Studi Teknik Sipil)*, hal. 1–7.
- Octauria, E. P., Nindito, D. A. dan Saputra, R. H. 2021. Uji Eksperimental Pengaruh Sudut Omni Directional Guide Vanes Terhadap Performa Turbin

- Hidrokinetik Darrieus. *EKSERGI Jurnal Teknik Energi*, 17(1), hal. 15–24. doi: <http://dx.doi.org/10.32497/eksergi.v17i2.2581>.
- Pratama, A., Nindito, D. A. dan Saputra, R. H. 2021. Studi Eksperimental Sistem Pengarah Aliran Pada Turbin Hidrokinetik Archimedes Spiral. *Jurnal Teknik*, 19(1), hal. 1–11. doi: <https://doi.org/10.37031/jt.v19i1>.
- Schmid, G. *et al.* 2016. Performance enhancement of rooftop turbine ventilators using wind deflectors. *Journal of the Chinese Institute of Engineers, Transactions of the Chinese Institute of Engineers, Series A*, 39(4), hal. 461–467.
- Verma, D. R. dan Katkade, P. S. D. 2018. Horizontal Axis Water Turbine: Generation and Optimization of Green Energy. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 13, hal. 9–14.
- Wardani, C. S., Nindito, D. A. dan Jaya, A. R. 2020. Inovasi Dan Desain Turbin Hidrokinetik Darrieus Berdasarkan Bentuk Distribusi Kecepatan Aliran. *Media Ilmiah Teknik Sipil*, 9(1), hal. 32–43. doi: <http://dx.doi.org/10.33084/mits.v9i1.1771>.
- Wibawa, U., Permadi, A. F. dan Hasanah, R. N. 2018. A micro-scale cyclone-wind turbine for rooftop ventilator. *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, 11(2), hal. 614–621.
- Raditya Yudistira, Nindito, D. A. dan Saputra, R. H. 2021. Kinerja Turbin Hidrokinetik Tornado Savonius. *Jurnal Teknik: Jurnal Teoritis dan Terapan Bidang Keteknikan*, 4(2), hal. 181–186. doi: <http://dx.doi.org/10.52868/jt.v4i2.2732>.