

Dinamika Teknik Mesin: Jurnal Keilmuan dan Terapan Teknik Mesin

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mataram

Jl. Majapahit no. 62, Mataram, NTB, 83125, Indonesia. Phone: +62(0370)636087, E-mail: dinamika@unram.ac.id

p-ISSN: 2088-088X

e-ISSN: 2502-1729

**IMPACT
FACTOR**



**SUBMIT YOUR
MANUSCRIPT**

REGISTER YOURSELF

EDITORIAL TEAM

REVIEWERS

GUIDELINE FOR AUTHORS

AIMS, FOCUS, AND SCOPE

ETHICAL PUBLICATION

STATISTICS

[HOME](#) [ABOUT](#) [USER HOME](#) [SEARCH](#) [CURRENT](#) [ARCHIVES](#) [ANNOUNCEMENTS](#)
[COPYRIGHT WITHOUT RESTRICTIONS](#) [JOURNAL CONTACT](#) [ARCHIVING](#)

[Home](#) > [User](#) > [Author](#) > [Archive](#)

ARCHIVE

[ACTIVE](#) [ARCHIVE](#)

ID	MM-DD SUBMIT	SEC	AUTHORS	TITLE	VIEWS	STATUS
265	12-08	ART	-	ANALISIS PENGARUH PROFIL SUDU DAN JUMLAH SUDU TERHADAP...	—	Archived
266	12-09	ART	Wiratama, Okariawan, Yudhyadi, Mara,...	ANALISIS PENGARUH PROFIL SUDU DAN JUMLAH SUDU TERHADAP...	152	Vol 9, No 1 (2019): Dinamika Teknik Mesin

START A NEW SUBMISSION

[CLICK HERE](#) to go to step one of the five-step submission process.

REFBACKS

[ALL](#) [NEW](#) [PUBLISHED](#) [IGNORED](#)

	DATE ADDED	HITS	URL	ARTICLE	TITLE	STATUS	
<input type="checkbox"/>	2018-12-27	1	https://api.cognitive.microsoft.com/bing/v7.0/se...	Analisis pengaruh profil sudu dan jumlah sudu terhadap unjuk kerja turbin angin poros horizontal pada daerah kecepatan angin rendah	—	New	EDIT E
<input type="checkbox"/>	2019-02-16	4	http://dinamika.unram.ac.id	Analisis pengaruh profil	—	New	EDIT E

OPEN JOURNAL SYSTEMS

FONT SIZE

LANGUAGE

Select Language

English

USER

You are logged in as...

kwiratama

[My Profile](#)

[Log Out](#)

NOTIFICATIONS

[View](#)

[Manage](#)

JOURNAL CONTENT

Search Scope

All

Browse

[By Issue](#)

[By Author](#)

[By Title](#)

[By Sections](#)

[By Identify Types](#)

AUTHOR

[Submissions](#)

[Active \(0\)](#)

[Archive \(2\)](#)

[New Submission](#)

[Journal Help](#)

ARTICLE PROCESSING CHARGE
REVIEW PROCESS
LICENSE
DOWNLOAD TEMPLATE
SAMPLE ISSUE
VISITOR STATISTICS
GUIDELINE FOR REVIEWERS
OPEN ACCESS POLICY

Abstracting/ Indexing



Terakreditasi SINTA 3

<input type="checkbox"/>	2019-02-21	44	https://scholar.google.co.id/	sudu dan jumlah sudu terhadap unjuk kerja turbin angin poros horizontal pada daerah kecepatan angin rendah	—	New	EDIT E
<input type="checkbox"/>	2019-04-05	2	https://scholar.google.co.id/scholar?start=10&q=...	Analisis pengaruh profil sudu dan jumlah sudu terhadap unjuk kerja turbin angin poros horizontal pada daerah kecepatan angin rendah	—	New	EDIT E
<input type="checkbox"/>	2019-05-25	66	http://dinamika.unram.ac.id/	Analisis pengaruh profil sudu dan jumlah sudu terhadap unjuk kerja turbin angin poros horizontal pada daerah kecepatan angin rendah	—	New	EDIT E
<input type="checkbox"/>	2019-08-22	1	http://edeposit.jurnal.perpusnas.go.id/bo/record...	Analisis pengaruh profil	—	New	EDIT E

HOW TO REGISTER AND SUBMIT A MANUSCRIPT

HOW TO REVIEW A MANUSCRIPT

HOW TO SUBMIT A REVISED MANUSCRIPT

158/E/KPT/2021



<input type="checkbox"/>	2019-08-22	1	http://www.bing.com/search?q=jurnal%20rotor%20va...	sudu dan jumlah sudu terhadap unjuk kerja turbin angin poros horizontal pada daerah kecepatan angin rendah	—	New	EDIT E
<input type="checkbox"/>	2019-10-22	8	https://scholar.google.com/	Analisis pengaruh profil sudu dan jumlah sudu terhadap unjuk kerja turbin angin poros horizontal pada daerah kecepatan angin rendah	—	New	EDIT E
<input type="checkbox"/>	2019-11-18	1	http://scholar.google.co.id/citations?user=pr3Rf...	Analisis pengaruh profil sudu dan jumlah sudu terhadap unjuk kerja turbin angin poros horizontal pada daerah kecepatan angin rendah	—	New	EDIT E
<input type="checkbox"/>	2019-11-30	3	https://id.search.yahoo.com/	Analisis pengaruh profil	—	New	EDIT E

Visitors

ID 64,162	NZ 5
US 4,666	CZ 5
SG 795	PT 5
CN 318	AL 4
IN 304	CL 4
MY 158	UG 4
RU 116	SE 4
GB 93	KH 3
TW 87	EC 3
CA 80	RS 3
DE 74	NO 3
TR 72	BN 3
JP 59	MK 3
FR 59	AZ 3
HK 56	TN 2
NL 56	DK 2
PH 53	AE 2
IE 53	OM 2
TL 51	LY 2
KR 49	SI 2
BR 34	CR 2
AU 34	HR 2
IR 28	BF 2
PL 27	BE 2
TH 24	ML 2
RO 20	SR 2
ZA 19	AR 1
SA 16	QA 1
IT 15	CI 1
NG 15	SN 1
VN 14	LR 1
ES 11	JO 1
SK 10	KZ 1
DZ 10	MD 1
MX 9	LA 1
LK 8	LU 1
FI 8	LT 1
UA 8	CY 1
GR 8	BS 1
PE 8	LV 1
AT 7	MM 1
BD 7	BG 1
IL 6	CW 1
KE 6	KW 1
IQ 6	PS 1
ET 6	EE 1
CO 6	UM 1
EG 6	BW 1

NP 5 GE 1
 PK 5
 Pageviews: 226,117
 Flags Collected: 99



<input type="checkbox"/>	2019-12-17	1	https://r.search.yahoo.com/_ylt=Awr9lkoN9_hdBykA...	sudu dan jumlah sudu terhadap unjuk kerja turbin angin poros horizontal pada daerah kecepatan angin rendah	—	New	EDIT E
<input type="checkbox"/>	2020-03-06	1	https://scholar.google.co.id/scholar?as_ylo=2019...	Analisis pengaruh profil sudu dan jumlah sudu terhadap unjuk kerja turbin angin poros horizontal pada daerah kecepatan angin rendah	—	New	EDIT E
<input type="checkbox"/>	2020-04-13	2	http://google.com/search?q=publications	Analisis pengaruh profil sudu dan jumlah sudu terhadap unjuk kerja turbin angin poros horizontal pada	—	New	EDIT E

daerah
kecepatan
angin
rendah

 2020-05-10 1 <http://scholar.google.co.id/> Analisis pengaruh profil sudu dan jumlah sudu terhadap unjuk kerja turbin angin poros horizontal pada daerah kecepatan angin rendah — New [EDIT](#) | [E](#)

 2020-07-13 1 <http://simlitabmas.ristekdikti.go.id/kinerja/ver...> Analisis pengaruh profil sudu dan jumlah sudu terhadap unjuk kerja turbin angin poros horizontal pada daerah kecepatan angin rendah — New [EDIT](#) | [E](#)

 2020-10-04 1 <android-app://com.google.android.googlequicksear...> Analisis pengaruh profil sudu dan jumlah sudu terhadap unjuk kerja turbin angin poros horizontal pada daerah kecepatan angin rendah — New [EDIT](#) | [E](#)

 2020-11-27 2 <https://www.bing.com/> Analisis pengaruh profil sudu dan jumlah sudu terhadap unjuk kerja turbin angin poros horizontal pada daerah kecepatan angin rendah — New [EDIT](#) | [E](#)

<input type="checkbox"/>	2021-03-31	2	https://search.yahoo.com/	daerah kecepatan angin rendah Analisis pengaruh profil sudu dan jumlah sudu terhadap unjuk kerja turbin angin poros horizontal pada daerah kecepatan angin rendah	—	New	EDIT E
<input type="checkbox"/>	2021-05-29	1	https://doi.org/10.29303/dtm.v9i1.266	Analisis pengaruh profil sudu dan jumlah sudu terhadap unjuk kerja turbin angin poros horizontal pada daerah kecepatan angin rendah	—	New	EDIT E
<input type="checkbox"/>	2022-01-06	1	http://sister.unram.ac.id/	Analisis pengaruh profil sudu dan jumlah sudu terhadap unjuk kerja turbin angin poros horizontal pada daerah kecepatan angin rendah	—	New	EDIT E
<input type="checkbox"/>	2022-08-25	1	https://dinamika.unram.ac.id/	Analisis pengaruh profil sudu dan jumlah sudu terhadap unjuk kerja turbin angin poros horizontal pada	—	New	EDIT E

daerah
kecepatan
angin
rendah

 2022-11-12 1 <https://www.onesearch.id/Author/Home?author=MARA...> Analisis — New EDIT | E
 pengaruh profil sudu dan jumlah sudu terhadap unjuk kerja turbin angin poros horizontal pada daerah kecepatan angin rendah

 2023-02-09 1 <https://duckduckgo.com/> Analisis — New EDIT | E
 pengaruh profil sudu dan jumlah sudu terhadap unjuk kerja turbin angin poros horizontal pada daerah kecepatan angin rendah

 2023-05-04 1 <https://bkd.unram.ac.id/> Analisis — New EDIT | E
 pengaruh profil sudu dan jumlah sudu terhadap unjuk kerja turbin angin poros horizontal pada daerah kecepatan angin rendah

 2023-05-27 1 <https://www.researchgate.net/> Analisis — New EDIT | E
 pengaruh profil sudu dan jumlah sudu terhadap unjuk kerja turbin angin poros horizontal pada

daerah
kecepatan
angin
rendah

0 - 0 of 25 Items

[Publish](#) [Ignore](#) [Delete](#) [Select All](#)

Online	1	Vis. today	13
Visits	68 059	Pag. today	60

After being re-accredited, the Journal of Dinamika Teknik Mesin, still has sinta 3 (S3) which is valid until 2025.

Dinamika Teknik Mesin: Jurnal Keilmuan dan Terapan Teknik Mesin

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mataram

Jl. Majapahit no. 62, Mataram, NTB, 83125, Indonesia. Phone: +62(0370)636087, E-mail: dinamika@unram.ac.id

p-ISSN: 2088-088X

e-ISSN: 2502-1729

**IMPACT
FACTOR**



**SUBMIT YOUR
MANUSCRIPT**

REGISTER YOURSELF

EDITORIAL TEAM

REVIEWERS

GUIDELINE FOR AUTHORS

AIMS, FOCUS, AND SCOPE

ETHICAL PUBLICATION

STATISTICS

[HOME](#) [ABOUT](#) [USER HOME](#) [SEARCH](#) [CURRENT](#) [ARCHIVES](#) [ANNOUNCEMENTS](#)
[COPYRIGHT WITHOUT RESTRICTIONS](#) [JOURNAL CONTACT](#) [ARCHIVING](#)

[Home](#) > [User](#) > [Author](#) > [Submissions](#) > #266 > **Summary**

#266 SUMMARY

[SUMMARY](#) [REVIEW](#) [EDITING](#)

SUBMISSION

Authors	I.K. Wiratama, I.D.K. Okariawan, I.G.N.K Yudhyadi, I.M. Mara, A. Juliansah
Title	Analisis pengaruh profil sudu dan jumlah sudu terhadap unjuk kerja turbin angin poros horizontal pada daerah kecepatan angin rendah
Original file	266-760-1-SM.DOC 2018-12-09
Supp. files	None
Submitter	ikade wiratama -
Date submitted	December 9, 2018 - 09:02 PM
Section	Articles
Editor	M. Mirmanto
Abstract Views	592

STATUS

Status	Published Vol 9, No 1 (2019): Dinamika Teknik Mesin
Initiated	2018-12-20
Last modified	2019-10-09

SUBMISSION METADATA

AUTHORS

Name	I.K. Wiratama
ORCID iD	http://orcid.org/0000-0002-3229-2576
Affiliation	Universitas Mataram
Country	Indonesia
Bio Statement	Mechanical Engineering Department
Principal contact for editorial correspondence.	
Name	I.D.K. Okariawan
Affiliation	—
Country	—
Bio Statement	—

OPEN JOURNAL SYSTEMS

FONT SIZE

LANGUAGE

Select Language

English

USER

You are logged in as...

kwiratama

[My Profile](#)

[Log Out](#)

NOTIFICATIONS

[View](#)

[Manage](#)

JOURNAL CONTENT

Search Scope

All

Browse

[By Issue](#)

[By Author](#)

[By Title](#)

[By Sections](#)

[By Identify Types](#)

AUTHOR

[Submissions](#)




[Active \(0\)](#)

[Archive \(2\)](#)

[New Submission](#)

[Journal Help](#)

ARTICLE PROCESSING CHARGE
REVIEW PROCESS
LICENSE
DOWNLOAD TEMPLATE
SAMPLE ISSUE
VISITOR STATISTICS
GUIDELINE FOR REVIEWERS
OPEN ACCESS POLICY

Name	I.G.N.K Yudhyadi 
Affiliation	—
Country	—
Bio Statement	—
Name	I.M. Mara 
Affiliation	—
Country	—
Bio Statement	—
Name	A. Juliansah 
Affiliation	—
Country	—
Bio Statement	—

TITLE AND ABSTRACT

Title	Analisis pengaruh profil sudu dan jumlah sudu terhadap unjuk kerja turbin angin poros horizontal pada daerah kecepatan angin rendah
Abstract	<i>Wind Energy is one of the renewable energy sources, therefore utilizing wind energy during this time is very wide. Indonesia has enormous wind energy potential with wind speeds between 2 m/s to 6 m/s, and especially in the Nusa Tenggara region can reach wind speeds > 5 m/s. To enable rising solar energy (10 kW) and (10-100 kW). This research was conducted to obtain the performance characteristics of horizontal axle wind turbine with variation of blade profile and number of different blades in each test. Wind source is obtained with the help of wind power 7 m/s wind speed. The shape of the blade that is used there are four variations of the big taper, half thin small, half tapered and small taper. The test is also carried out with variations of the blade amounts of 3, 4, 5 and 6. The results are shown in the graph of the number of blades against the rotation of the rotor; the amount of the blade to the rotor rotation after braking, the amount of the blade to the rotor power; the amount of the blade to the torque, the amount of the blade to the CpR and the amount of the blade against the Speed Ratio Tip (TSR). The maximum rotor rotation speed is generated on the form of a large tapered blade with an amount of 3 blades of 865.76 rpm. The maximum rotor and torque power is generated on the form of a large tapered blade with an amount of 4 blades which is 182.01 Watt and 3.25 Nm. Maximum CpR is produced on the form of a large tapered blade with an amount of 4 blades which is 0.48 as a result of TSR of 8.69. So of all variations done, the best result results on a large tapered blade with 4 blades</i>

**Abstracting/
Indexing**



Terakreditasi SINTA 3

INDEXING

Keywords	Horizontal axes wind turbine ; Blade profile; Blade number ;Power; Tip speed ratio
Language	en

SUPPORTING AGENCIES

Agencies	-
----------	---

OPENAIRE SPECIFIC METADATA

ProjectID	—
-----------	---

REFERENCES

References	Adi Sayoga I. M., Wiratama I. K., Catur A.D., 2014, Pengaruh variasi jumlah blade terhadap aerodinamik performan pada rancangan kincir angin 300 watt, Jurnal Dinamika Teknik Mesin, 4(2), 103-109
	Hau, Erich. 2006. Wind Turbines Fundamentals, Technologies, Application, Economics. Edisi Kedua. Germany: Springer.
	Mahendra, B., Rudy Soenoko., Djoko Sutikno., 2013. Pengaruh Jumlah Sudu Terhadap Unjuk Kerja Turbin Angin Savonius Type L. Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya: Malang.
	Manwell, J.F. ., 2002. Wind Energy Explained Theory, Design and Application. Amherst : John Wiley and Sons, Ltd.
	Nureahyadi, teddy., Sudarja., 2014. Pengaruh Lokasi Ketebalan Maksimum Airfoil Simetris Terhadap Koefisien Angkat Aerodinamisnya. Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Yogyakarta 2014.
	Sukanto., 2012, Karakteristik Turbin Angin Vertical Axis Profil NACA 0018 dengan 3Blade Berbantuan

**HOW TO REGISTER
AND SUBMIT A
MANUSCRIPT**

**HOW TO REVIEW
A MANUSCRIPT**

**HOW TO SUBMIT A
REVISED
MANUSCRIPT**

158/E/KPT/2021



Guide Vane, Teknik Mesin, Fakultas Teknik. Universitas Negeri Surabaya.

Wiratama, I.K., 2012, Aerodynamic Design of Wind Turbine Blades Utilising Nonconventional Control Systems, University Of Northumbria, Newcastle.

Wiratama I. K., Mara I.M., Prina L.E.F., 2014 ,Pengaruh jumlah blade dan variasi panjang chord terhadap performansi turbin angin sumbu horizontal (TASH), Jurnal Dinamika Teknik Mesin, 4(2), 110-116

Wiratama I.K., Mara I.M., Mulyanto A., Harianhady M., 2014, Pengaruh variasi jumlah blade turbin angin terhadap output daya listrik, Jurnal Dinamika Teknik Mesin, 4(1), 25-29

Wiratama I.K., 2014, Validation of AWTsim as aerodynamic analysis for design wind turbine blade, Journal Applied Mechanics and Materials, 493 (2014), 105-110

Wiratama I.K., Mara I.M., Nuarsa I.M., 2016, Investigation of factors affecting power curve wind turbine blade, Journal of Engineering and Applied Sciences, 11(4), 2759-2762

Online	1	Vis. today	13
Visits	68 059	Pag. today	62

After being re-accredited, the Journal of Dinamika Teknik Mesin, still has sinta 3 (S3) which is valid until 2025.

Visitors

ID	64,162	NZ	5
US	4,666	CZ	5
SG	795	PT	5
CN	318	AL	4
IN	304	CL	4
MY	158	UG	4
RU	116	SE	4
GB	93	KH	3
TW	87	EC	3
CA	80	RS	3
DE	74	NO	3
TR	72	BN	3
JP	59	MK	3
FR	59	AZ	3
HK	56	TN	2
NL	56	DK	2
PH	53	AE	2
IE	53	OM	2
TL	51	LY	2
KR	49	SI	2
BR	34	CR	2
AU	34	HR	2
IR	28	BF	2
PL	27	BE	2
TH	24	ML	2
RO	20	SR	2
ZA	19	AR	1
SA	16	QA	1
IT	15	CI	1
NG	15	SN	1
VN	14	LR	1
ES	11	JO	1
SK	10	KZ	1
DZ	10	MD	1
MX	9	LA	1
LK	8	LU	1
FI	8	LT	1
UA	8	CY	1
GR	8	BS	1
PE	8	LV	1
AT	7	MM	1
BD	7	BG	1
IL	6	CW	1
KE	6	KW	1
IQ	6	PS	1
ET	6	EE	1
CO	6	UM	1
EG	6	BW	1

NP 5 GE 1
PK 5
Pageviews: 226,131
Flags Collected: 99
FLAG counter



Dinamika Teknik Mesin: Jurnal Keilmuan dan Terapan Teknik Mesin

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mataram

Jl. Majapahit no. 62, Mataram, NTB, 83125, Indonesia. Phone: +62(0370)636087, E-mail: dinamika@unram.ac.id

p-ISSN: 2088-088X

e-ISSN: 2502-1729

**IMPACT
FACTOR**



**SUBMIT YOUR
MANUSCRIPT**

REGISTER YOURSELF

EDITORIAL TEAM

REVIEWERS

GUIDELINE FOR AUTHORS

AIMS, FOCUS, AND SCOPE

ETHICAL PUBLICATION

STATISTICS

[HOME](#) [ABOUT](#) [USER HOME](#) [SEARCH](#) [CURRENT](#) [ARCHIVES](#) [ANNOUNCEMENTS](#)
[COPYRIGHT WITHOUT RESTRICTIONS](#) [JOURNAL CONTACT](#) [ARCHIVING](#)

[Home](#) > [User](#) > [Author](#) > [Submissions](#) > [#266](#) > [Review](#)

#266 REVIEW

[SUMMARY](#) [REVIEW](#) [EDITING](#)

SUBMISSION

Authors I.K. Wiratama, I.D.K. Okariawan, I.G.N.K Yudhyadi, I.M. Mara, A. Juliansah

Title Analisis pengaruh profil sudu dan jumlah sudu terhadap unjuk kerja turbin angin poros horizontal pada daerah kecepatan angin rendah

Section Articles

Editor M. Mirmanto

PEER REVIEW

ROUND 1

Review Version [266-761-1-RV.DOC](#) 2018-12-09

Initiated 2018-12-09

Last modified 2018-12-15

Uploaded file [Reviewer A 266-765-1-RV.DOCX](#) 2018-12-11

EDITOR DECISION

Decision [Accept Submission](#) 2018-12-19

Notify Editor [Editor/Author Email Record](#) 2018-12-19

Editor Version None

Author Version [266-770-1-ED.DOC](#) 2018-12-18 [DELETE](#)
[266-770-2-ED.DOC](#) 2018-12-18 [DELETE](#)

Upload Author Version No file chosen

Vis. today 13 Visits 68 059

Pag. today 63 Pages 225 652

OPEN JOURNAL SYSTEMS

FONT SIZE

LANGUAGE

Select Language

English

USER

You are logged in as...

kwiratama

[My Profile](#)

[Log Out](#)

NOTIFICATIONS

[View](#)

[Manage](#)

JOURNAL CONTENT

Search Scope

All

Browse

[By Issue](#)

[By Author](#)

[By Title](#)

[By Sections](#)

[By Identify Types](#)

AUTHOR

[Submissions](#)

[Active \(0\)](#)

[Archive \(2\)](#)

[New Submission](#)

[Journal Help](#)

After being re-accredited, the Journal of Dinamika Teknik Mesin, still has sinta 3 (S3) which is valid until 2025.

ARTICLE PROCESSING CHARGE
REVIEW PROCESS
LICENSE
DOWNLOAD TEMPLATE
SAMPLE ISSUE
VISITOR STATISTICS
GUIDELINE FOR REVIEWERS
OPEN ACCESS POLICY

HOW TO REGISTER AND SUBMIT A MANUSCRIPT

HOW TO REVIEW A MANUSCRIPT

HOW TO SUBMIT A REVISED MANUSCRIPT

Abstracting/ Indexing



Terakreditasi SINTA 3

158/E/KPT/2021



Visitors

ID 64,162	NZ 5
US 4,666	CZ 5
SG 795	PT 5
CN 318	AL 4
IN 304	CL 4
MY 158	UG 4
RU 116	SE 4
GB 93	KH 3
TW 87	EC 3
CA 80	RS 3
DE 74	NO 3
TR 72	BN 3
JP 59	MK 3
FR 59	AZ 3
HK 56	TN 2
NL 56	DK 2
PH 53	AE 2
IE 53	OM 2
TL 51	LY 2
KR 49	SI 2
BR 34	CR 2
AU 34	HR 2
IR 28	BF 2
PL 27	BE 2
TH 24	ML 2
RO 20	SR 2
ZA 19	AR 1
SA 16	QA 1
IT 15	CI 1
NG 15	SN 1
VN 14	LR 1
ES 11	JO 1
SK 10	KZ 1
DZ 10	MD 1
MX 9	LA 1
LK 8	LU 1
FI 8	LT 1
UA 8	CY 1
GR 8	BS 1
PE 8	LV 1
AT 7	MM 1
BD 7	BG 1
IL 6	CW 1
KE 6	KW 1
IQ 6	PS 1
ET 6	EE 1
CO 6	UM 1
EG 6	BW 1

NP 5 GE 1
PK 5
Pageviews: 226,131
Flags Collected: 99
FLAG counter





Analisis pengaruh profil sudu dan jumlah sudu terhadap unjuk kerja turbin angin poros horizontal pada daerah kecepatan angin rendah

The analysis of influence blade profile and blade number for performance of wind turbine blade in the low wind speed area

I.K. Wiratama*, I.D.K. Okariawan, I.G.N.K. Yudhiadi, I.M. Mara, A. Juliansah

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mataram, Jl. Majapahit No.62 Mataram NTB, 83125, Indonesia. HP. 07864749700

*Email : kwiratama@tm.frunram.ac.id

ARTICLE INFO

Article History:
Received
Accepted
Available online

Keywords:
Horizontal axes wind turbine
blade profile
blade number
power
tip speed ratio



ABSTRACT

Recently, application of wind energy is very wide in many sectors. As a archipelago country , Indonesia has potential average wind speeds between 2 m/s to 6 m/s in its most area, and especially in the Nusa Tenggara , the wind speed able to reach above 5 m/s. This research was conducted to obtain the performance characteristics of horizontal axle wind turbine in wind speed at 7 m/s by variation blade profile and number of blades in variation form 3,4,5, to 6. The shape of the blade that is used variations of the big taper, half thin small, half tapered and small taper and to generate wind , a moving test methods by using a vehicle was used in this test. The results show that the maximum rotor rotation speed is generated on the shape of a large tapered blade around with an amount of 3 blades around 865.76 rpm. Maximum CpR is produced on the shape of a large tapered blade with an amount of 4 blades around 0.48 as a result of TSR is 8.69. For variation shape and number of blade, the best result is on a large tapered blade at number of blades 4 with maximum rotor and torque power around 182.01 Watt and 3.25 Nm respectively .

1. PENDAHULUAN

Energi angin merupakan salah satu sumber energi yang dapat diperbaharui (Burton dkk., 2008; Crespo dkk., 1999; Spera, 1994; Robert dkk., 2011). Pemanfaatan energi angin sekarang ini sudah dimanfaatkan untuk berbagai keperluan seperti untuk energi listrik dan juga menjadi energi gerak untuk berbagai keperluan pertanian dan peternakan (Manwell, 2002). Sebagian besar wilayah Indonesia memiliki potensi energi angin sangatlah besar dengan kecepatan angin berkisar antara 2 m/s hingga 6 m/s sehingga wilayah ini sangat potensial dimanfaatkan potensi energi anginnya untuk menghasilkan energi listrik. Khusus untuk di wilayah Nusa Tenggara kecepatan angin dapat mencapai

>5 m/s sehingga memungkinkan untuk pemanfaatan energi angin skala kecil (10 kW) dan menengah (10-100 kW). Dari kondisi tersebut, dapat diambil kesimpulan bahwa potensi sumber daya energi terbarukan, terutama angin, di Indonesia masih sangat luas. Pemanfaatan energi angin akan dapat mengatasi keterbatasan *supply* pembangkit listrik yang sudah ada secara menyeluruh dan juga dapat digunakan dalam skala kecil, contohnya untuk sektor perumahan.

Turbin angin, sebagai alat untuk mengkonversikan energi angin menjadi listrik, dapat menjadi salah satu jawaban atas masalah krisis energi yang terjadi sekarang ini. Turbin angin diproduksi dengan daya keluaran berkisar antara 600 kW hingga 1 MW, bahkan sudah ada yang mencapai 2,5 MW oleh karena itu teknologi turbin angin haruslah dikembangkan untuk penggunaan yang lebih luas dan lebih mudah didalam penginstalasian dan operasionalnya (Erich, 2006).

Turbin angin skala kecil untuk area pemukiman dirancang untuk mengatasi masalah krisis energi, dimana energi listrik yang dihasilkan dapat memenuhi kebutuhan sehari-hari, tidak menimbulkan suara bising, tidak membebani bangunan lain, dan dari sisi dampaknya pada lingkungan adalah turbin tidak menghasilkan polusi sedikitpun.

Dalam rangka pengembangan turbin angin poros horizontal maka telah dilakukan berbagai penelitian untuk menghasilkan sistem yang mampu bekerja secara optimal. Jureczko dkk. (2005) dan Seki dkk. (1996) menginvestigasi peningkatan daya rata-rata turbin angin dengan mengoptimasi desain sudu untuk mendapatkan sudu yang optimal dengan metode *Genetik Algorithm*. Untuk meningkatkan aerodinamik performan dari desain sudu maka peningkatan efisiensi sudu dapat dilakukan dengan menggunakan airfoil pada desain sudu yang diterapkan pada rotor turbin angin (Snell, 1998; Snell, 2003; Tangler, 2002). Untuk mendapat koefisien daya yang maksimal maka dapat menggunakan sudu berjumlah banyak dimana tujuannya adalah untuk meningkatkan torsi pada kecepatan angin yang rendah (Seki dkk., 1996).

Dari beberapa penelitian terkait kerja turbin angin, Wiratama (2014) menginvestigasi terhadap validasi *AWTSim* yaitu sebuah program analisis untuk menganalisa aerodinamik performan dari rancangan desain sudu dengan analisis *Blade Element Momentum Theory (BEMT)*. Wiratama dkk. (2014) melakukan penelitian terkait performansi sudu turbin angin pada variasi panjang sudu dan variasi panjang *chord*, pada pengujian ini menggunakan *prony breake* untuk mendapatkan putaran dan torsi dari rotor turbin angin dan dari pengujian menunjukkan bahwa pada variasi jumlah sudu empat pada panjang *chord* 55 mm dihasilkan daya terbesar. Hal yang sama juga dilakukan oleh Adi Sayoga dkk. (2014) dengan melakukan pengujian terhadap rancangan sudu turbin angin 300 watt dengan menggunakan generator untuk menghasilkan listrik. Pada pengujian tersebut divariasikan jumlah sudu pada rotornya. Dari pengujian menunjukkan bahwa pada jumlah sudu lima menghasilkan daya listrik terbesar. Wiratama dkk. (2014) melakukan pengujian yang sama terkait efisiensi turbin angin. Terkait pengaruh *density* udara terhadap kinerja turbin angin Wiratama dkk. (2016) menginvestigasi faktor – faktor yang mempengaruhi kurva daya rotor dimana dari hasil penelitian menunjukkan bahwa parameter operasional turbin angin mempengaruhi langsung terhadap performan turbin angin pada berbagai variasi kecepatan angin. Mahendra dkk. (2013) melakukan penelitian terhadap pengaruh jumlah sudu terhadap unjuk kerja turbin angin *Savonius* tipe *L* dengan salah satu kesimpulannya bahwa unjuk kerja paling tinggi terjadi pada turbin angin jumlah sudu 3. Pada kecepatan angin 7 m/s diperoleh BHP 0.267 Watt dan torsi sebesar 0.00398 Nm serta efisiensi sebesar 10.20 % pada kecepatan 5 m/s. Hal ini dikarenakan turbin *savonius type L* sudu 3 mempunyai jarak antara sudu satu dengan lainnya terhadap poros sudu turbin mempunyai kerenggangan yang menjadikan aliran angin mengalir dan menerpa sudu dibelakang poros, Kondisi ini akan meningkatkan gaya momen serta mengurangi gaya hambat negatif pada sudu sehingga aliran turbulensi yang terdapat pada turbin tersebut relatif kecil.

Nurcahyadi dkk. (2014) hasil penelitian menunjukkan bahwa kinerja airfoil tertinggi dengan koefisien angkat sebesar 3,16 dicapai oleh airfoil dengan lokasi ketebalan maksimum pada 40% panjang kordanya (diukur dari ujung awal) dengan sudut serang 20% dan kecepatan aliran bebas sebesar 8,9 m/s.

Sukamto (2012) melakukan penelitian terhadap Karakteristik Turbin Angin *Vertical Axis* Profil NACA 0018 dengan 3 sudu berbantuan *guide vane* bertujuan untuk mengetahui pengaruh jumlah blade, pengaruh profil, naca 0018 dan *guide vane* terhadap besarnya daya dan efisiensi yang di hasilkan. Hasil penelitiannya menunjukkan kecepatan angin 2,86 m/s menghasilkan daya dan efisiensi 15,82%, yaitu dari sudut *pitch* 30° berbantu *guide vane* mampu mengangkat beban sebesar 0,3 kg setinggi 0,1 m dengan waktu 4,76 detik dan kecepatan angin 3,43 m/s menghasilkan daya dan efisiensi 13,01%, yaitu dari sudut *pitch* 30° berbantu *guide vane* mampu mengangkat beban sebesar 0,3 kg setinggi 0,1 m dengan waktu 3,86 detik.

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh bentuk profil dan jumlah sudu terhadap unjuk kerja turbin angin dan untuk mengetahui unjuk kerja terbaik dari variasi yang ada dalam mengkonversi energi angin.

2. METODE PENELITIAN

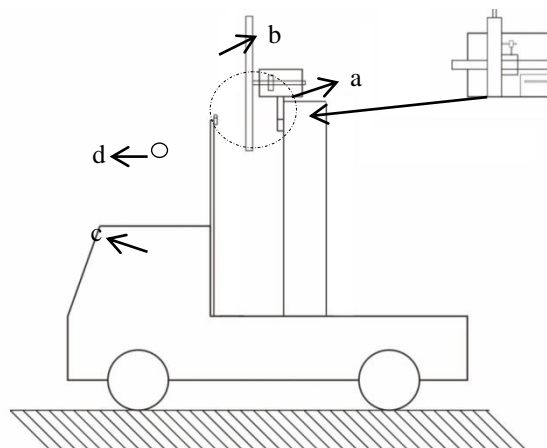
Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimen. Dimana pengujian prototype sudu pada berbagai profil sudu dan variasi jumlah sudu dilakukan dengan sistem bergerak (*Moving Vehicle Based Test Method*) dengan menggunakan mobil. Pada penelitian ini pengambilan data dilakukan diluar ruangan engan menggunakan bantuan mobil dan digerakkan untuk mendapatkan kecepatan angin 7 m/s dengan $\pm 0,5$ pada variasi jumlah sudu 3,4,5,dan 6. Data yang diperoleh merupakan data dari pengamatan secara langsung. Adapun data yang di ambil adalah :

1. Putaran poros turbin sebelum diberikan masa pengereman yang diukur dengan *arduino*.
2. Putaran poros turbin setelah diberikan masa pengereman yang diukur dengan *arduino*.

Tahapan dari pengambilan data sebagai berikut :

1. Menempatkan *prototype* turbin angin diletakkan di atas mobil.
2. Menjalankan mobil hingga mendapatkan kecepatan angin 7m/s dan menjaga kecepatan mobil pada 25,2 km/jam.
3. Tunggu sampai putaran rotor turbin stabil.
4. Setelah putaran rotor stabil, pengambilan data putaran rotor tanpa pengereman dilakukan dengan membaca putaran poros menggunakan *arduino*.
5. Selanjutnya poros di rem dengan mengencangkan sabuk pengereman. Setelah pengereman pada poros dilakukan maka poros akan berputar lebih pelan dari putaran sebelum pengereman, ketika dilakukan pengereman daya, torsi dan putaran setelah pengereman juga ikut tercatat yang diolah menggunakan program *arduino* dan ditampilkan di *Labview*.

Dengan cara yang sama dari langkah 1 sampai 6, pengambilan data untuk putaran sebelum pengereman dan sesudah pengereman pada bentuk dan variasi sudu yang berbeda .



Gambar 1. Skematik pengujian sistem bergerak : a.) *Prony break* torsi meter dengan arduinologing, b.) Sudu turbin, c.) tiang kayu, d.) anemometer

Skema alat penelitian yang digunakan yaitu Mobil, Meteran, *Multimeter*, *Anemometer*, *Pronybrake* torsi meter dengan *arduino logging*, Mur dan baut, Besi siku, Plat besi, Besi poros.

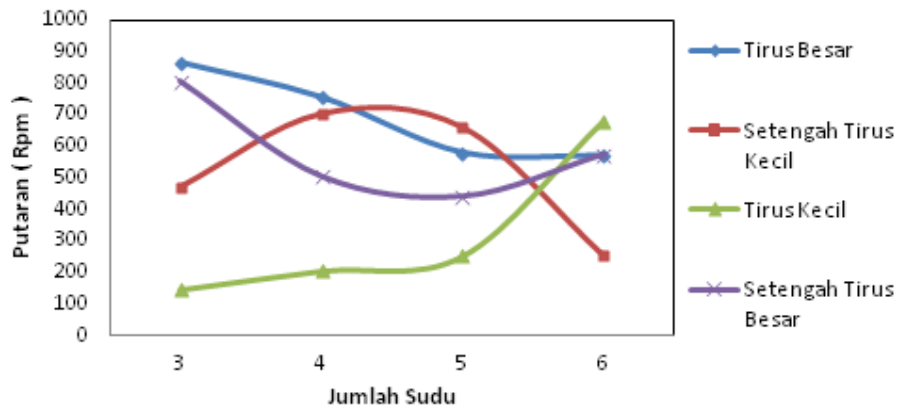
Variabel terikat pada penelitian ini adalah daya rotor, C_{PR} , putaran (rpm), tip speed ratio (TSR). Variable bebas dalam penelitian ini yaitu profil tirus dan setengah tirus, bentuk kecil dan besar, Jumlah sudu yang digunakan adalah 3, 4, 5 dan 6 sudu.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Telah dilakukan pengujian putaran rotor untuk mengetahui pengaruh jumlah sudu dan profil sudu terhadap putaran yang dihasilkan oleh turbin angin poros horizontal dengan menggunakan kecepatan angin 7 m/s. Adapun hasil percobaan berupa besarnya putaran rotor, daya rotor , torsi, koefisien daya, dan *tip speed ratio* dapat dilihat masing-masing pada tabel 1, tabel 2, tabel 3, tabel 4 dan tabel 5.

Tabel 1. Data putaran rotor turbin angin horizontal sebelum pengereman untuk setiap profil sudu.

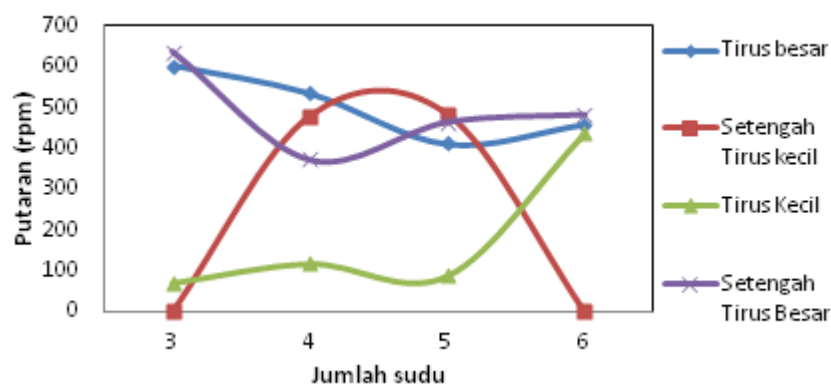
Jumlah sudu	Profil sudu			
	Tirus besar	Setengah tirus kecil	Tirus kecil	Setengah tirus besar
3	865,76	470,74	145,31	803,67
4	755,08	701,37	204,44	503,31
5	577,92	658,1	251,99	440,36
6	567,91	252,41	680,77	573,28



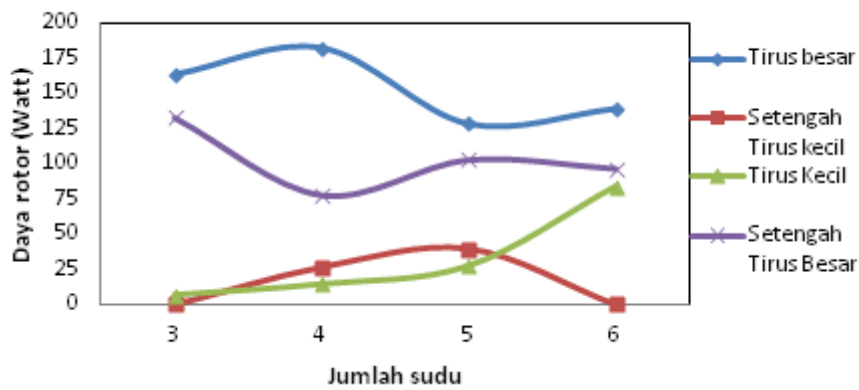
Gambar 2. Hubungan profil sudu dan jumlah sudu terhadap putaran rotor pada kecepatan angin 7 m/s.

Tabel 2. Data daya rotor turbin angin horizontal untuk setiap profil sudu.

Jumlah sudu	Daya rotor (watt)			
	Tirus besar	Setengah tirus kecil	Tirus kecil	Setengah tirus besar
3	163,4	0	6,74	133,25
4	182,01	26,38	14,47	78,14
5	128,74	39,33	27,44	103,25
6	139,39	0	84,17	96,95



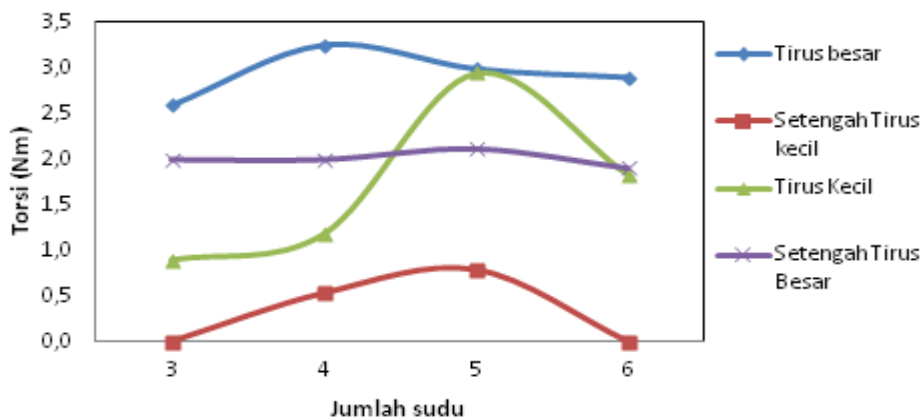
Gambar 3. Hubungan profil sudu dan jumlah sudu terhadap putaran rotor setelah pengereman pada kecepatan angin 7 m/s.



Gambar 4. Hubungan profil sudu dan jumlah sudu terhadap daya rotor pada kecepatan angin 7 m/s.

Tabel 3. Data torsi turbin angin horizontal untuk setiap profil sudu.

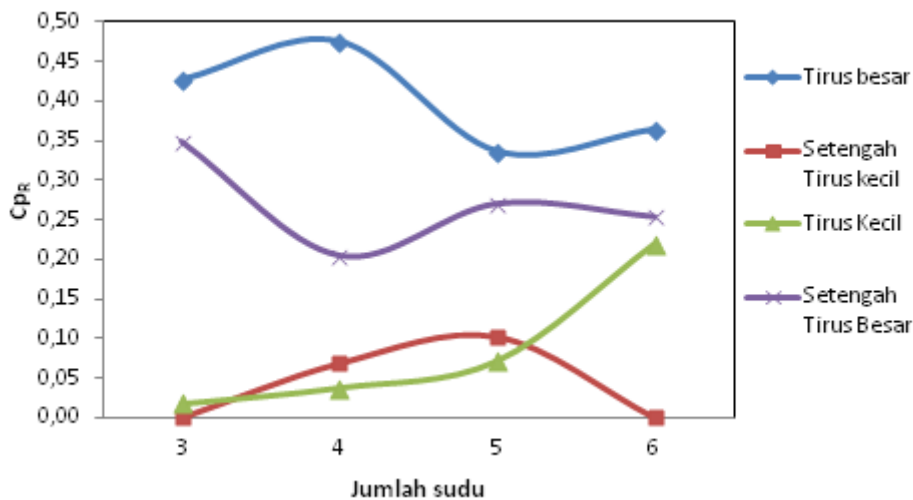
Jumlah sudu	Torsi (Nm)			
	Tirus besar	Setengah tirus kecil	Tirus kecil	Setengah tirus besar
3	2,59	0	0,9	2
4	3,25	0,53	1,18	2
5	2,99	0,78	2,95	2,19
6	2,9	0	1,84	1,91



Gambar 5. Hubungan profil sudu dan jumlah sudu terhadap torsi yang dihasilkan pada kecepatan angin 7 m/s.

Tabel 4. Data C_{pR} turbin angin horizontal untuk setiap bentuk profil sudu.

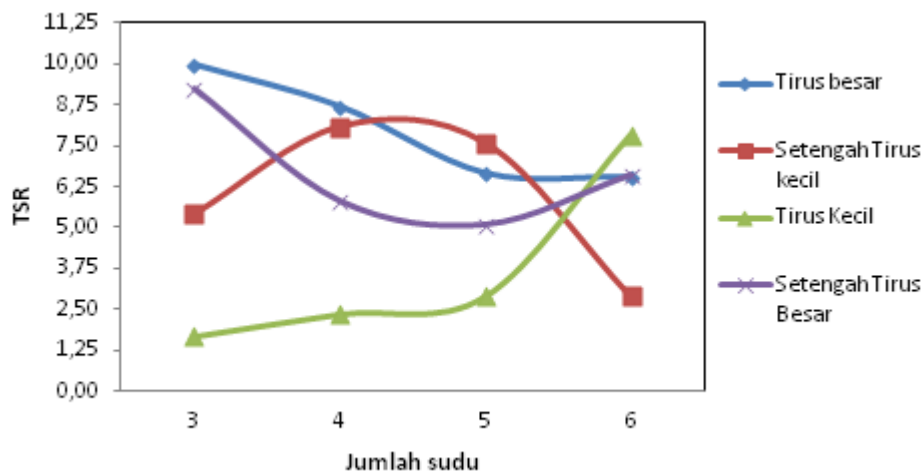
Jumlah sudu	C_{pR}			
	Tirus besar	Setengah tirus kecil	Tirus kecil	Setengah tirus besar
3	0,43	0	0,02	0,35
4	0,48	0,07	0,04	0,2
5	0,34	0,1	0,07	0,27
6	0,36	0	0,22	0,25



Gambar 6. Hubungan profil sudu dan jumlah sudu terhadap C_{pR} yang dihasilkan pada kecepatan angin 7 m/s.

Tabel 5. Data TSR turbin angin horizontal untuk setiap bentuk profil sudu.

Jumlah sudu	TSR			
	Tirus besar	Setengah tirus kecil	Tirus kecil	Setengah tirus besar
3	9,97	5,42	1,67	9,25
4	8,69	8,08	2,35	5,79
5	6,65	7,58	2,9	5,07
6	6,54	2,91	7,84	6,60



Gambar 7. Hubungan profil sudu dan jumlah sudu terhadap TSR yang dihasilkan pada kecepatan angin 7 m/s.

Gambar 2 menunjukkan bahwa perbedaan jumlah sudu menyebabkan terjadinya perbedaan besarnya putaran rotor pada setiap profil sudu. Untuk rotor dengan jumlah sudu tiga maka putaran terbesar terjadi pada sudu tirus profil besar saat ditingkatkan jumlah sudunya maka terjadi penurunan putaran yang cukup signifikan baik untuk sudu tirus besar maupun sudu setengah tirus besar. Sebaliknya terjadi peningkatan putaran ketika jumlah sudu ditingkatkan untuk sudu tirus profil kecil. Terlihat pula pada tabel 1 untuk jumlah sudu tiga dengan bentuk sudu tirus besar dan Setengah tirus

besar menghasilkan putaran rotor maksimal yaitu masing-masing sebesar 865,76 dan 803,67 rpm, jumlah sudu empat dengan bentuk setengah tirus kecil yaitu sebesar 701,37 rpm, sedangkan pada bentuk tirus kecil dengan jumlah sudu enam dengan putaran yang dihasilkan 680,77 rpm.

Berdasarkan gambar 3 dan gambar 4 menunjukkan bahwa rotor terjadi trend yang sama seperti gambar 2. Dari gambar 3 dan gambar 4 menunjukkan bahwa sudu dengan profil tirus besar untuk jumlah sudu tiga menghasilkan daya rotor sebesar 163,40 W pada putaran 602,69 rpm dan mengalami peningkatan daya pada sudu 4 sebesar 182,01 W dengan putaran 534,97 rpm, tetapi pada bentuk profil tirus besar sudu 5 mengalami penurunan daya dan putaran yang dihasilkan sebesar 128,74 W pada 412,26 rpm. Akan tetapi dengan penambahan sudu menjadi 6 putaran dapat ditingkatkan lagi sehingga daya yang dihasilkan pun meningkat, yang mana daya yang didapatkan sebesar 139,39 W pada 459,59 rpm. Untuk operasional turbin angin pada kecepatan rendah dan sedang maka pilihan jumlah tiga sudu menjadi pilihan yang terbaik dalam menghasilkan daya untuk kebutuhan energi listrik dibandingkan dengan profil bentuk sudu lainnya. Pada rotor turbin angin dengan profil sudu setengah tirus besar, daya rotor yang dihasilkan pada jumlah sudu tiga merupakan daya rotor tertinggi pada jenis ini yaitu 133,25 W pada 636,42 rpm. Tetapi dengan penambahan jumlah sudu menjadi empat maka terjadi penurunan daya rotor yang dihasilkan. Berbeda dengan turbin angin yang menggunakan profil sudu tirus kecil hanya menghasilkan daya sebesar 6,74 W dengan rpm 71,83 pada jumlah sudu tiga. Seiring dengan penambahan jumlah sudu yang digunakan, daya yang dihasilkan pun meningkat sebesar 14,47 W untuk sudu empat dan 27,44 W untuk sudu lima, tetapi putaran pada sudu lima lebih rendah dari pada sudu empat yaitu 89,21 rpm, sedangkan sudu empat yaitu 118,92 rpm. Sedangkan pada sudu enam merupakan daya terbesar yang dihasilkan pada profil sudu tirus kecil dengan daya sebesar 84,17 watt pada putaran 437,96 rpm. Untuk profil sudu setengah tirus kecil maka jumlah sudu tiga dan enam sama sekali tidak dapat menghasilkan daya dikarenakan putaran yang dihasilkan sangatlah rendah sehingga ketika dilakukan pengereman pada rotor turbin berhenti berputar. Akan tetapi pada sudu empat dayanya sebesar 26,38 W pada 477,98 rpm. Daya kembali mengalami peningkatan ketika jumlah sudu ditambah dengan daya yang dihasilkan sebesar 39,33 W pada 482,22 rpm yang merupakan daya tertinggi pada profil sudu setengah tirus kecil.

Dari gambar 5 untuk uji torsi pada berbagai bentuk sudu dan jumlah sudu menunjukkan bahwa sudu dengan profil tirus besar menghasilkan torsi terbesar untuk semua variasi jumlah sudu. Dari gambar 5 untuk sudu tirus besar pada jumlah sudu tiga dihasilkan torsi sebesar 2,59 Nm kemudian terjadi peningkatan torsi yang dihasilkan ketika jumlah sudu ditingkatkan yaitu pada jumlah sudu empat mengalami peningkatan torsi yang dihasilkan menjadi 3,25 Nm, tetapi mengalami penurunan ketika penambahan sudu lima dan enam. Pada turbin angin yang menggunakan profil sudu setengah tirus besar, torsi yang dihasilkan pada setiap jumlah sudu pada bentuk profil ini dapat dikatakan bahwa perbedaan torsi yang dihasilkan tidak terlalu jauh pada setiap jumlah sudu yang berkisar ± 2 Nm. Pada turbin angin yang dengan profil sudu tirus kecil mendapatkan 0,90 Nm pada jumlah sudu tiga dan penambahan jumlah sudu mengakibatkan peningkatan torsi hingga 2,95 Nm dengan jumlah sudu lima, akan tetapi pada sudu enam mengalami penurunan drastis menjadi 1,84 Nm. Sedangkan turbin angin yang menggunakan profil sudu setengah tirus kecil pada sudu 3 tidak menghasilkan torsi karena putaran rotor rendah, pada sudu 4 menghasilkan torsi sebesar 0,53 Nm, kembali meningkat menjadi 0,78 Nm pada sudu 5 dan pada sudu 6 tidak menghasilkan torsi.

Gambar 6 pada turbin dengan profil sudu tirus besar menghasilkan C_{pR} maksimal pada jumlah sudu empat sebesar 0,4751, untuk profil sudu setengah tirus besar menghasilkan C_{pR} maksimal pada jumlah sudu tiga sebesar 0,4378. Sedangkan pada profil sudu tirus kecil dan setengah tirus kecil menghasilkan C_{pR} maksimal pada jumlah sudu enam dan lima masing-masing sebesar 0,2197 dan 0,1027.

Gambar 7 Bentuk profil sudu tirus besar menghasilkan TSR maksimum 9,97 pada sudu tiga dengan putaran 865,76 rpm. Dan dengan menggunakan profil sudu setengah tirus besar memiliki nilai TSR sebesar 9,25 dengan putaran 803,67 rpm. Sedangkan untuk profil sudu tirus kecil dan setengah tirus kecil memiliki nilai TSR pada sudu enam dan empat masing-masing sebesar 7,84 dan 8,08 dengan putaran 680,77 rpm dan 701,37 rpm. Sehingga nilai TSR maksimal untuk profil sudu didapatkan pada jumlah sudu dimana poros mengalami putaran tertinggi. Berdasarkan gambar 7 maka untuk pemilihan bentuk sudu maka sudu tirus besar menjadi pilihan terbaik ketika dipalिकासikan untuk daerah berkecepatan angin rendah dan sedang.

4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil suatu kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan *anova* dua arah menunjukkan bahwa perbedaan profil sudu dan jumlah sudu memberikan pengaruh terhadap unjuk kerja yang dihasilkan turbin angin poros horizontal sehingga untuk profil sudu tirus besar dengan jumlah tiga sudu dapat diaplikasikan untuk dioperasikan di daerah berkecepatan angin rendah dan sedang..
2. Unjuk kerja terbaik dihasilkan oleh profil sudu tirus besar dengan jumlah sudu empat yang menghasilkan daya sebesar 182,01 W pada 534,97 rpm dan torsi sebesar 3,25 Nm juga pada 534,96 rpm.
3. Desain untuk profil sudu dan jumlah sudu terbaik adalah tirus besar dengan sudu empat, sudu turbin tersebut telah mampu mencapai kinerja optimum pada kecepatan angin 7 m/s, dikarenakan turbin angin dengan sudu empat memiliki nilai C_{pR} berkisar antara 0,4 sampai dengan 0,5 dan TSR berkisar antara 5 sampai dengan 10.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis pada kesempatan ini mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang membantu baik berupa materi maupun pikiran sehingga penelitian dan paper ini dapat terselesaikan. Yang kedua penulis mengucapkan terimakasih kepada Kemenristek Dikti atas bantuan dana penelitian melalui program penelitian Insinas tahun 2017. Yang ke tiga penulis mengapresiasi Jurusan Teknik Mesin atas fasilitas yang dipergunakan dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Adi S.I.M., Wiratama I. K., Catur A.D., 2014, Pengaruh variasi jumlah blade terhadap aerodinamik performan pada rancangan kincir angin 300 watt, *Jurnal Dinamika Teknik Mesin*, 4(2), 103-109
- Burton T., Sharpe D., Jenkins N. , Bossanyi E., 2008, *Wind energy handbook*, John Wiley & Son Inc.
- Crespo A., Hernández J., Frandsen S., 1999, Survey of modelling methods for wind turbine wakes and wind farms, *Wind Energy*, vol.2, 1–24.
- Erich H., 2006, *Wind turbines fundamentals, technologies, application, economics*, Edisi Kedua, Germany, Springer.
- Jureczko M., Palwak M, Mężyk A., 2005, Optimisation of wind turbine blade, *Materials Processing Technology*, 167, 463-471.
- Mahendra B., Rudy S., Djoko S., 2013, Pengaruh jumlah sudu terhadap unjuk kerja turbin angin savonius type L, Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Malang.
- Manwell J.F ., 2002, *Wind energy explained theory, dasign and Application*, Amherst : John Wiley and Sons, Ltd.
- Nurcahyadi, Teddy, Sudarja, 2014, Pengaruh lokasi ketebalan maksimum airfoil simetris terhadap koefisien angkat aerodinamisnya, *Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Yogyakarta 2014.*
- Robert G.,Jochen T., 2011, *Wind power plants fundamentals, design, construction and operation*,Springer.
- Seki K., Shimizu Y.,Zhu K., 1996, A design strategy for the improvement of an existing 300kW WTGs rotor blade, *Renewable Energy*, 9, 858-86.
- Snel H., 1998, Review of the present status of rotor aerodynamics, *Wind Energy*, 1, 46–69.
- Snel H., 2003, Review of aerodynamics for wind turbines, *Wind Energy*, 6, 203–211.
- Spera D. A., 1994, *Wind turbine technology, fundamental concepts of wind turbine engineering*, American Society of Mechanical Engineers.
- Sukamto, 2012, Karakteristik turbin angin vertical axis profil NACA 0018 dengan 3 blade berbantuan guide vane, *Teknik Mesin, Fakultas Teknik. Universitas Negeri Surabaya.*
- Tangler J. L., 2002, The nebulous art of using wind tunnel aerofoil data for predicting rotor performance, *Wind Energy*, 5,245–257.
- Wiratama I. K., Mara I.M., Prina L.E.F., 2014 ,Pengaruh jumlah blade dan variasi panjang chord terhadap performansi turbin angin sumbu horizontal (TASH), *Jurnal Dinamika Teknik Mesin*, 4(2), 110-116.
- Wiratama I.K., Mara I.M., Mulyanto A., Harianhady M., 2014, Pengaruh variasi jumlah blade turbin angin terhadap output daya listrik, *Jurnal Dinamika Teknik Mesin*, 4(1), 25-29.
- Wiratama I.K, 2014, Validation of AWTSim as aerodynamic analysis for design wind turbine blade, *Journal Applied Mechanics and Materials*, 493 (2014), 105-110.
- Wiratama I.K., Mara I.M., Nuarsa I.M., 2016, Investigation of factors affecting power curve wind turbine blade, *Journal of Engineering and Applied Sciences*, 11(4), 2759-2762.