

**PENGARUH VARIASI KETEBALAN *BEARING* TERHADAP
PERFORMANCE TURBIN ANGIN SUMBU VERTIKAL**

Muhammad Ferdi Rusdianto¹, Gunawan Sakti², Ajeng Wulansari³
^{1,2,3} Politeknik Penerbangan Surabaya, Jl. Jemur Andayani I/73, Surabaya 60236
Email: ferdi.moch24@gmail.com

Abstrak

Seiring dengan perkembangan zaman teknologi manusia semakin meningkat, kebutuhan energi juga meningkat. Salah satu sumber energinya adalah energi fosil, dimana energi ini termasuk jenis energi yang tidak dapat diperbaharui. Sehingga perlu adanya upaya mencari energi terbaru diiringi dengan upaya penghematan dengan meningkatkan efisiensi konversi energi sehingga cadangan energi yang ada lebih hemat. Peningkatan efisiensi kerja sistem mekanis dapat ditempuh salah satunya adalah dengan mengurangi *friction losses* system mekanis dengan penggunaan *anti-friction* yang baik. *bearing* sebagai salah satu *anti-friction* berfungsi sebagai penunpu sebuah poros agar tidak mengalami proses gesekan yang berlebihan.

Penelitian eksperimental ini menguji pengaruh variasi ketebalan *bearing* terhadap *performance* sebuah sistem mekanis yaitu turbin angin sumbu vertikal. Penelitian ini mengambil jenis *deep groove ball bearing* dengan tiga variasi ketebalan *bearing* yaitu 8 mm, 9 mm, dan 10 mm. Ketiga *bearing* diuji dengan cara menempatkan *bearing* pada *shaft* turbin angin dengan menggunakan kecepatan aliran udara 5 m/s

Hasil dari penelitian ini adalah *bearing* dengan dimensi 8 mm menghasilkan 367 RPM, torsi sebesar 0,0525 Nm dan daya sebesar 0,887 watt. *Bearing* dengan dimensi 9 mm menghasilkan 335 RPM, torsi sebesar 0,0483 Nm dan daya sebesar 0,837 watt. *Bearing* dengan dimensi 10 mm menghasilkan 358 RPM, torsi sebesar 0,0541 Nm dan daya sebesar 0,865 watt.

Kata Kunci: *Bearing*, energi, *Performance*

Abstract

energy demand also increases. One of the energy sources is fossil energy, where this energy is a type of energy that cannot be renewed. So that there is a need for efforts to find new energy accompanied by saving efforts by increasing energy conversion efficiency so that existing energy reserves are more efficient. One of the ways to increase the work efficiency of the mechanical system is to reduce friction losses in the mechanical system by using a good anti-friction. bearing as one of the anti-friction functions as a support for a shaft so as not to experience excessive friction.

This experimental study examines the effect of bearing thickness variations on the performance of a mechanical system, namely a vertical axis wind turbine. This study takes the type of deep groove ball bearing with three variations of bearing thickness, namely 8 mm, 9 mm, and 10 mm. The three bearings were tested by placing the bearing on the wind turbine shaft using an air flow speed of 5 m/s

The results of this study are bearings with dimensions of 8 mm produce 367 RPM, torque of 0.0525 Nm and power of 0.887 watts. Bearing with dimensions of 9 mm produces 335 RPM, torque of 0.0483 Nm and power of 0.837 watts. Bearing with dimensions of 10 mm produces 358 RPM, torque of 0.0541 Nm and power of 0.865 watts.

Keywords: *Bearing*, *Efficiency*, *Performance*

PENDAHULUAN

Kendaraan adalah alat transportasi yang digunakan untuk mengangkut orang atau kargo. Seiring berkembangnya zaman kendaraan begitu banyak dari mantra darat, laut, dan udara. Salah satu dari kendaraan dari mantra darat yaitu motor. Perbedaan bermotor dan motor elektrik terdapat pada energi yang digunakan. Untuk bermotor menggunakan bahan bakar sedangkan untuk motor elektrik menggunakan listrik. Dalam penggunaan bermotor berbanding lurus dengan pemakaian bahan bakar yang dihasilkan oleh energi fosil. Energi fosil sendiri merupakan energi yang tidak dapat diperbaharui sehingga semakin meningkat pemakaian energi fosil akan semakin tipis juga cadangan energi fosil di bumi. Ada 2 alternatif dari pemanfaatan energi fosil yaitu dengan cara mencari energi baru atau upaya penghematan dari konversi energi tersebut. Faktor yang mempengaruhi peningkatan sistem mekanis adalah *rolling friction* yang lebih rendah, *bearing* dan lain lainnya (1)

Effisiensi kendaraan bermotor juga di pengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya *rolling friction*, sistem transmisi, ban, *bearing*, mesin kendaraan dan kebiasaan mengemudi. Nilai *rolling friction* dipengaruhi oleh beban kendaraan. Nilai *rolling friction* berpengaruh dengan bahan bakar, semakin tinggi nilai *rolling friction* maka semakin tinggi mengkonsumsi bahan bakar begitu juga sebaliknya jika nilai *rolling friction* rendah maka semakin dikit pula mengkonsumsi bahan bakar. Nilai *rolling friction* juga di pengaruhi oleh komponen yang di mesin salah satunya *bearing* (2)

Bearing adalah suatu bagian yang ada dimesin yang berguna sangat penting. Fungsi penting *bearing* adalah sebagai penumpu sebuah poros yang berbeban sehingga poros tersebut tidak memiliki gesekan yang berlebihan dan dapat berputar sedikit halus

atau *smooth*. *Bearing* yang sering ditemukan dilingkungan dan mudah dicari *berjenis deep groove ball bearing* (3)

Ada salah satu mempengaruhi performa *bearing* adalah ketebalan *bearing*. *bearing* memiliki banyak variasi yang dimulai dari diameter dalam (*inner*), diameter luar (*outer*) dan ketebalan (*thickness*). Dalam penggunaan ukuran *bearing* harus disesuaikan dengan ukuran poros yang akan digunakan

Adapun salah satu penelitian terdahulu dari Rizqi Abdus Syatar, Franciscus Xaverius Kristianta, Boy Arif Fahri dengan menggunakan dua variasi *bearing* yaitu 6301 ZZ C3 dan 6301 ZZ C4 yang dilaksanakan uji dengan melakukan pembebanan 165 N, 175 N, 200 N dan diputar menggunakan kecepatan 290 rpm, 310 rpm, 330 rpm. Maka didapatkan hasil tipe C4 memiliki *rolling resistance* lebih kecil yaitu 0,22 N dibandingkan suaian C3. Nilai *rolling resistance* pada suaian C4 sebesar 0,93 N dan pada suaian C3 sebesar 1,15 N.

Selanjutnya dengan penelitian terdahulu dari Agung Cahyo Raharjo, F.X Kristianta, Robertoes Koekoeh K.W dengan menggunakan material *bearing* yaitu *hybrid* dan *full ceramic bearing* dengan tipe 6000 dan 6200 yang akan diuji diberikan variasi pembebanan yaitu 165 N, 177 N dan 207 N. Hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa semakin kecil beban dan putaran maka akan semakin rendah nilai *rolling resistance*. Jenis material *bearing* hybrid memiliki nilai *rolling resistance* yang lebih rendah dari *bearing full ceramic*. hal ini disebabkan oleh pengaruh sifat material yang terkandung dalam material *bearing*.

Berdasarkan latar belakang dan beberapa penelitian terdahulu dilakukan upaya penelitian pengaruh variasi ketebalan *bearing* terhadap *performance* turbin angin sumbu vertikal dimana penelitian ini belum pernah

PROSIDING

SEMINAR NASIONAL INOVASI TEKNOLOGI PENERBANGAN (SNITP) TAHUN 2021

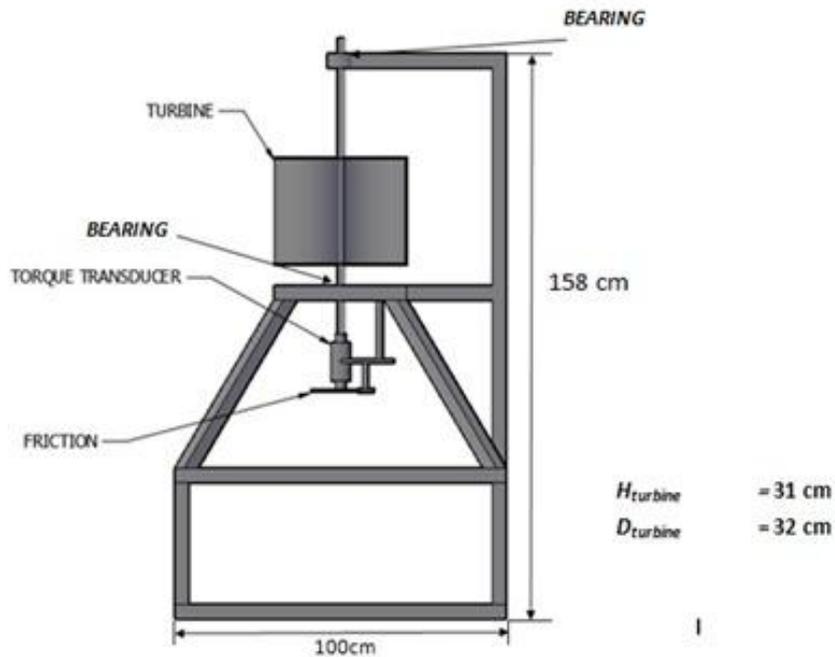
ISSN : 2548 – 8112 eISSN: 2622-8890

dilakukan sebelumnya, sehingga memenuhi azas kontinuitas dan keterbaruan.

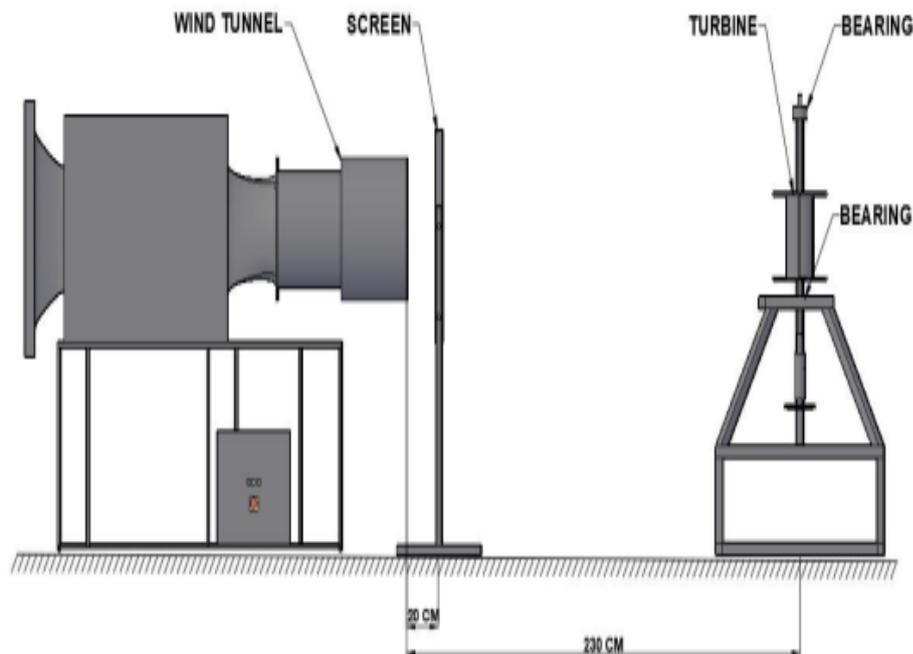
penempatan *bearing* pada *shaft wind turbin* tipe vertikal satau *savonius*. Spesifikasi kerangka turbin sebagai berikut: tinggi kerangka 158 cm dengan lebar kerangka 100 cm.

METODE

Pada penelitian ini menggunakan cara experimental. Penelitian ini dilakukan



Gambar 1 Kerangka Turbin *housing*



Gambar 2 *setting* Alat Pengujian

PROSIDING

SEMINAR NASIONAL INOVASI TEKNOLOGI PENERBANGAN (SNITP) TAHUN 2021

ISSN : 2548 – 8112 eISSN: 2622-8890

Pengujian ini dilakukan pada variasi ketebalan bearing dengan jenis *deep groove ball bearing* dengan diameter dalam (*inner*) 17 mm dengan variasi ketebalan sebagai berikut:

Tabel 1 Spesifikasi bearing

Jenis	Code	Dimensi (mm)	
		Outer	Thickness
<i>Deep Groove Ball Bearing</i>	616003	35	8
<i>Deep Groove Ball Bearing</i>	98203ZZ	40	9
<i>Deep Groove Ball Bearing</i>	6003 2RS	35	10



Gambar 3 Deep Groove Ball Bearing 17x35x8 mm



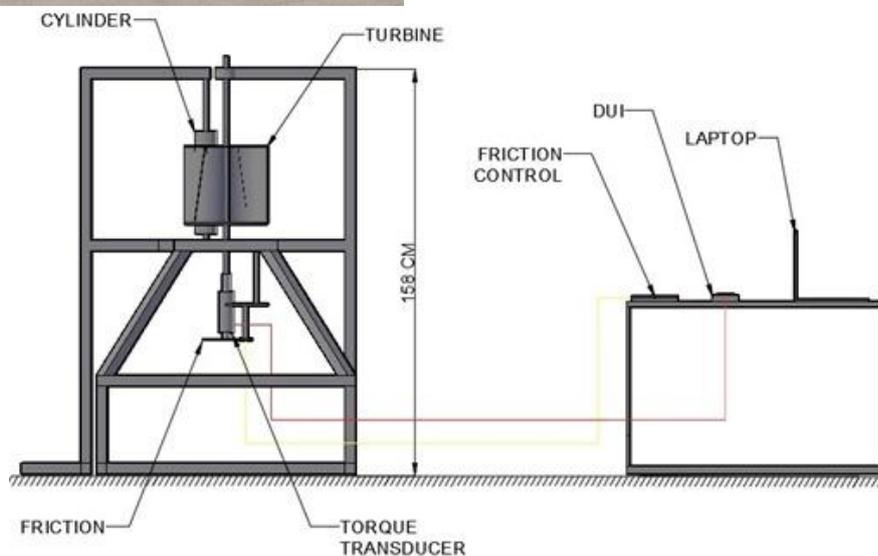
Gambar 4 Deep Groove Ball Bearing 17x40x9 mm



Gambar 5 Deep Groove Ball Bearing 17x35x10 mm

Pengujian ini dilakukan dengan cara experimental, dimana turbin disetting sesuai dengan gambar 1. Setelah itu dilakukan pengujian terhadap turbin angin sumbu vertikal sehingga menghasilkan rata rata C_p dan C_m dari setiap bearing.

Pengukuran ini menggunakan *torque transducer*. Yang ditampilkan oleh *torque transducer* adalah daya, torsi dan RPM. Penempatan *torque transducer* sesuai dengan gambar 6. Pada pengujian ini diberikan rem atau *brake* sebagai pengatur kecepatan turbin angin sehingga menghasilkan daya dan torsi di tiap tiap tsr (*tip speed ratio*)



Gambar 6 Setting Pengambilan Data

Perhitungan

- *Reynolds Number*

Perhitungan *Reynolds number* akan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Re = \frac{\rho VL}{\mu} \quad (1)$$

Dengan ketentuan sebagai berikut :

- Massa Jenis Udara (ρ)
Perhitungan masa jenis udara atau *density* dikerjakan dengan menggunakan calculator online pada situs https://www.gribble.org/cycling/air_density.html dengan cara memasukkan suhu 26,5°C sehingga diketahui nilai $\rho = 1,1809 \text{ kg/m}^3$.
- Kecepatan Udara (v)
Kecepatan udara sendiri dapat diketahui pada settingan *wind tunnel*. Sehingga kecepatan udara yang keluar dari *exhaust* secara konstan. Untuk penelitian ini menggunakan kecepatan udara 5 m/s.
- Viskositas Udara (μ)
Perhitungan viskositas udara dikerjakan pada situs online yaitu <http://www.mhlt.uwaterloo.ca/old/onlinetools/airprop/airprop.html> dengan sistem memasukkan data suhu ruangan yaitu 26,5°C sehingga dikolom mengetahui nilai viskositas udara atau $\mu = 1,85 \times 10^{-5}$.
- L dapat dihitung menggunakan $L = 2D - b$ dengan keterangan : D : diameter turbin; b : diameter *shaft* turbin; sehingga dapat diketahui $L = 0,32$.

- *TSR (Tip speed Ratio)*

Tip Speed Ratio atau disebut *TSR* dapat menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\lambda = \frac{\omega \times R}{v} \quad (2)$$

Dengan ketentuan sebagai berikut:

- Omega (ω)
Dalam perhitungan ω dilakukan dalam satuan rad/s dengan menggunakan persamaan $\omega = 2\pi n / 60$ dengan keterangan $\pi = 3,14$ dan n adalah nilai RPM.

$$\omega = \frac{2\pi n}{60}$$

$$= \frac{2 \times 3,14 \times 298 \text{RPM}}{60}$$

$$= 31,19 \text{ rad/s}$$
- Kecepatan Udara (v)
Kecepatan udara sendiri dapat diketahui pada settingan *wind tunnel*. Sehingga kecepatan udara yang keluar dari *exhaust* secara konstan. Untuk penelitian ini menggunakan kecepatan udara 5 m/s.

Berdasarkan keterangan diatas maka dapat di laksanakan bahwa nilai dari *Reynolds number* dapat dihitung sebagai berikut :

$$\lambda = \frac{37,47 \text{ rad/s} \times 0,16 \text{ m}}{5 \text{ m/s}}$$

$$= 1,19 \approx 1,2$$

yang artinya kecepatan sudut untuk *TSR* 1,2 adalah 358.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uncertainty

Perhitungan *uncertainty* ini menggunakan sampel *bearing* 17x30x7 mm meliputi:

- *Cp (Power Coefficient)*

Tabel 3 Hasil Data C_p

Sampel	C_p					Δx	%
	1	2	3	4	5		
1,2	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,000377	0,743
1,0	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,000871	1,066
1,1	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,001438	1,464
0,9	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,000260	0,212
0,8	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,000889	0,699
0,7	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,000874	0,722
0,6	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,000637	0,547
0,5	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,000212	0,189
0,4	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,000717	0,729
0,3	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,000108	0,135
0,2	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,000314	0,567
Rata-rata							0,642925

Keterangan :

λ : tip speed ratio (TSR)

C_p : coefficient of power = $\frac{\text{Power turbine}}{\text{Power wind}}$

Δx : uncertainty = $\frac{1}{N} \sqrt{\frac{N\sum(x_i^2) - \sum(x_i)^2}{N-1}}$

% : relative uncertainty = $\frac{\Delta x}{x \text{ average}}$
 X 100%

Berdasarkan data tabel 3, dapat dilihat bahwa rata-rata relative uncertainty C_p adalah 0,642925 %.

- C_m (Moment Coefficient)

Tabel 4 Hasil Data C_m

PROSIDING
SEMINAR NASIONAL INOVASI TEKNOLOGI PENERBANGAN (SNITP) TAHUN 2021

ISSN : 2548 – 8112 eISSN: 2622-8890

	Cm					Δx	%
	1	2	3	4	5		
1,2	0,043	0,043	0,042	0,043	0,042	0,000288	0,677638
1,1	0,076	0,072	0,074	0,073	0,076	0,000815	1,094811
1,0	0,103	0,099	0,094	0,097	0,099	0,001454	1,481127
0,9	0,136	0,135	0,137	0,137	0,137	0,000383	0,28015
0,8	0,156	0,160	0,160	0,162	0,160	0,001126	0,705277
0,7	0,174	0,178	0,174	0,172	0,171	0,00117	0,673476
0,6	0,198	0,194	0,191	0,193	0,194	0,001095	0,565134
0,5	0,224	0,225	0,228	0,225	0,224	0,000805	0,357582
0,4	0,252	0,248	0,239	0,247	0,249	0,002156	0,872209
0,3	0,266	0,266	0,269	0,270	0,266	0,000939	0,351229
0,2	0,274	0,271	0,275	0,277	0,283	0,002099	0,760396
Rata-rata							0,710821

Keterangan :

λ : tip speed ratio (TSR)

C_p : coefficient of power = $\frac{\text{Power turbine}}{\text{Power wind}}$

Δx : uncertainty = $\frac{1}{N} \sqrt{\frac{N \sum (xi^2) - \sum (xi)^2}{N-1}}$

% : relative uncertainty

$$= \frac{\Delta x}{x \text{ average}} \times 100\%$$

Berdasarkan data tabel 4, dapat dilihat bahwa rata-rata *relative uncertainty* Cm adalah 0,710821 %.

- Reynolds Number

Tabel 5 Data *Uncertainty Reynolds Number*

Test	T(°C)	$\rho(\text{Kg/m}^3)$	$v(\text{m/s})$	L(m)	μ	Reynold
1	26,6	1,1809	5	0,32	1,85E-05	102021,6
2	26,5	1,1809	5	0,32	1,85E-05	102049,1
3	26,3	1,1809	5	0,32	1,85E-05	102104,3
4	26,6	1,1809	5	0,32	1,85E-05	102021,6
5	26,1	1,1809	5	0,32	1,85E-05	102154
Average						102070,1

$$Re : \text{Reynolds number} = \frac{\rho L v}{\mu}$$

Keterangan:

T : suhu ruangan (° C)

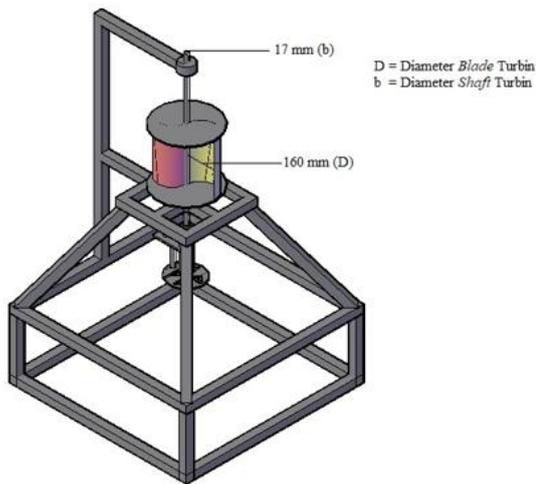
ρ : density udara (kg/m³)

v : kecepatan aliran udara (m/s)

L : 2 x diameter turbin angin (m)

μ : dynamic viscosity (kg/ms)

Berdasarkan data yang telah dikerjakan pada tabel 5 dapat dilihat bahwa besar *Reynolds number* pada penelitian kali ini adalah 102.070,1.



Gambar 6 Diameter *Blade* dan *Shaft* Turbin

Hasil Penelitian

- Rpm

Tabel 6 Hasil RPM

Sampel	RPM Max	TSR
A	367	1,2
B	335	1,1
C	358	1,2
MAX	367	

Keterangan :

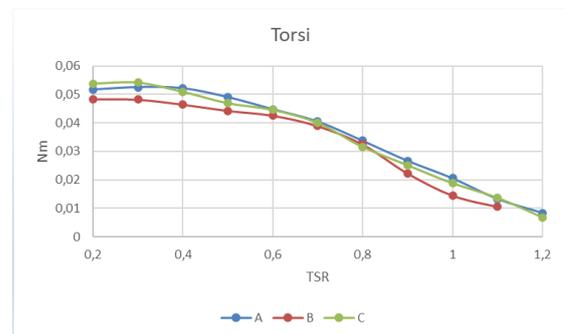
- Deep groove ball bearing* dengan dimensi 17x35x8 mm
- Deep groove ball bearing* dengan dimensi 17x40x9 mm
- Deep groove ball bearing* dengan dimensi 17x35x10 mm

Berdasarkan tabel 6 didapatkan hasil bahwa *bearing* dengan dengan dimensi 8 mm menghasilkan max RPM sebesar 367

- Torsi

Tabel 7 Data Hasil Torsi

TSR	Torsi		
	A	B	C
1,2	0,008389		0,006772
1,1	0,013326	0,010529	0,01368
1	0,020577	0,014459	0,01878
0,9	0,026688	0,02224	0,025135
0,8	0,03375	0,032439	0,031589
0,7	0,040488	0,038885	0,040049
0,6	0,044792	0,042575	0,044587
0,5	0,049065	0,044268	0,04696
0,4	0,052189	0,046475	0,050981
0,3	0,052555	0,048204	0,054191
0,2	0,051695	0,048324	0,053842
MAX	0,052555	0,048324	0,054191



Gambar 7 Grafik Nilai Torsi

Keterangan:

- Deep groove ball bearing* dengan dimensi 17x35x8 mm
- Deep groove ball bearing* dengan dimensi 17x40x9 mm
- Deep groove ball bearing* dengan dimensi 17x35x10 mm

Berdasarkan tabel 7 dan gambar 7 didapatkan hasil nilai torsi. Bahwa *bearing* dengan dimensi 17x35x10 mm menghasilkan torsi max sebesar 0,0541 Nm pada TSR 0,2. Sedangkan *bearing* dengan dimensi 17x35x10 mm dengan nilai torsi terendah sebesar 0,00677 pada TSR 1,2

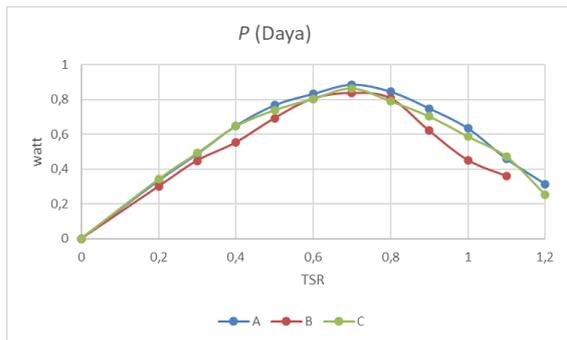
PROSIDING SEMINAR NASIONAL INOVASI TEKNOLOGI PENERBANGAN (SNITP) TAHUN 2021

ISSN : 2548 – 8112 eISSN: 2622-8890

• Daya

Tabel 8 Data Hasil Daya

TSR	P (daya)		
	A	B	C
1,2	0,313729		0,252975
1,1	0,458803	0,360606	0,470539
1	0,635298	0,451757	0,587378
0,9	0,749899	0,621132	0,70353
0,8	0,846737	0,807117	0,791545
0,7	0,887167	0,837399	0,865281
0,6	0,834108	0,80522	0,805546
0,5	0,768621	0,692561	0,740179
0,4	0,650087	0,553037	0,647115
0,3	0,487482	0,448661	0,49215
0,2	0,334249	0,30033	0,342175
0	0	0	0
MAX	0,887167	0,837399	0,865281



Gambar 8 Grafik Nilai Daya

Keterangan:

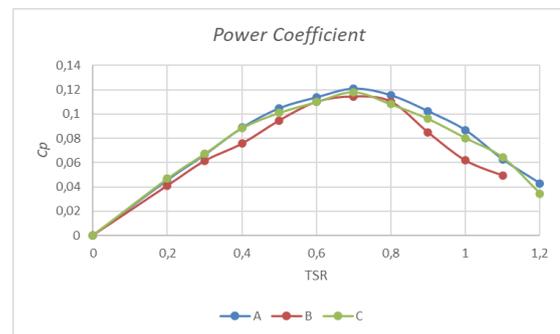
- A. *Deep groove ball bearing* dengan dimensi 17x35x8 mm
- B. *Deep groove ball bearing* dengan dimensi 17x40x9 mm
- C. *Deep groove ball bearing* dengan dimensi 17x35x10 mm

Berdasarkan tabel 8 dan gambar 8 didapatkan hasil nilai torsi. Bahwa *bearing* dengan dimensi 17x35x9 mm menghasilkan daya max sebesar 0,887 Nm pada TSR 0,7. Sedangkan *bearing* dengan dimensi 17x35x10 mm dengan nilai daya terendah sebesar 0,252 pada TSR 1,2

• C_p (Power Coefficient)

Tabel 9 Data Hasil C_p

TSR	Power Coefficient		
	A	B	C
1,2	0,04285		0,034552
1,1	0,062664	0,049252	0,064267
1	0,086771	0,061702	0,080226
0,9	0,102423	0,084836	0,09609
0,8	0,11565	0,110238	0,108111
0,7	0,121172	0,114374	0,118182
0,6	0,113925	0,109979	0,110023
0,5	0,10498	0,094592	0,101096
0,4	0,088791	0,075535	0,088385
0,3	0,066581	0,061279	0,067219
0,2	0,045653	0,04102	0,046735
0	0	0	0
MAX	0,121172	0,114374	0,118182



Gambar 9 Grafik Nilai C_p

Keterangan:

- A. *Deep groove ball bearing* dengan dimensi 17x35x8 mm
- B. *Deep groove ball bearing* dengan dimensi 17x40x9 mm
- C. *Deep groove ball bearing* dengan dimensi 17x35x10 mm

Berdasarkan Tabel 9 dan gambar 9 didapatkan dari ketiga *bearing* yang mencapai nilai C_p tertinggi pada TSR 0,7 sehingga *bearing* dengan dimensi 17x35x8 mm memiliki nilai C_p sebesar 0,121 atau 12,1%

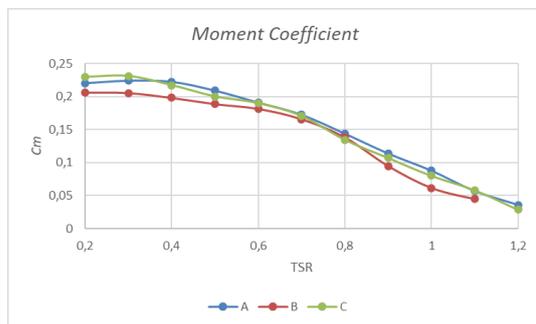
PROSIDING SEMINAR NASIONAL INOVASI TEKNOLOGI PENERBANGAN (SNITP) TAHUN 2021

ISSN : 2548 – 8112 eISSN: 2622-8890

- *C_m* (Moment coefficient)

Tabel 10 Data Hasil *C_m*

TSR	Moment Coefficient		
	A	B	C
1,2	0,035807		0,028905
1,1	0,056878	0,044939	0,05839
1	0,087827	0,061716	0,080159
0,9	0,113909	0,094925	0,107282
0,8	0,144052	0,138456	0,134827
0,7	0,17281	0,165969	0,170938
0,6	0,191181	0,181717	0,190306
0,5	0,209421	0,188944	0,200434
0,4	0,222755	0,198367	0,217598
0,3	0,224314	0,205745	0,231299
0,2	0,220644	0,206257	0,229808
MAX	0,224314	0,206257	0,231299



Gambar 10 Grafik Nilai *C_m*

Keterangan:

- Deep groove ball bearing* dengan dimensi 17x35x8 mm
- Deep groove ball bearing* dengan dimensi 17x40x9 mm
- Deep groove ball bearing* dengan dimensi 17x35x10 mm

Berdasarkan Tabel 10 dan gambar 10 didapatkan dari ketiga *bearing* yang mencapai nilai *C_m* tertinggi pada TSR 0,3 sehingga *bearing* dengan dimensi 17x35x10 mm memiliki nilai *C_m* sebesar 0,231 atau 23,1%

Perbandingan dengan Penelitian Serupa

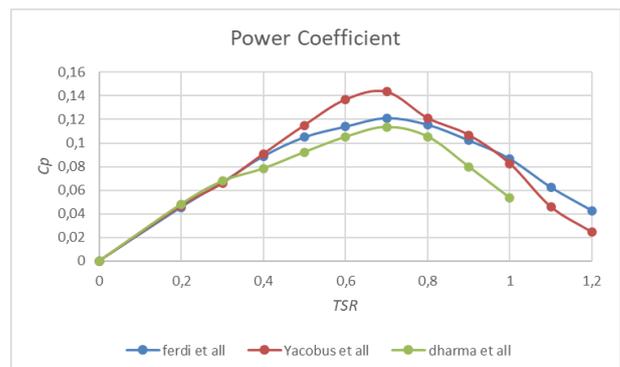
Pada perbandingan ini melakukan perbandingan dengan cara membandingkan turbin yang menggunakan *bearing* yang mampu menghasilkan nilai maksimum *C_p* dan *C_m* pada tiap penelitian.

Pada perbandingan *C_p* dengan mengambil sampel *bearing steel* dengan

ketebalan 14 mm (*self aligning*) dimensi 17x47x14 mm. dan *bearing ceramic* dengan ketebalan 7 mm berdimensi 17x30x7 mm yang akan dibandingkan dengan hasil *C_p* maksimum pada penelitian ini, yaitu dihasilkan oleh turbin dengan *bearing steel* dengan ketebalan 8 mm dimensi 17x35x8 mm

Tabel 11 Perbandingan Nilai *C_p* maksimum

Sampel	Ferdi et all	Yacobus et all	Dhama et all
1,2	0,04285	0,024582	
1,1	0,062664	0,046089	
1	0,086771	0,082804	0,053454
0,9	0,102423	0,106905	0,079932
0,8	0,11565	0,121213	0,105532
0,7	0,121172	0,143433	0,113779
0,6	0,113925	0,136746	0,105394
0,5	0,10498	0,114981	0,092432
0,4	0,088791	0,09069	0,0785
0,3	0,066581	0,06573	0,06773
0,2	0,045653	0,046735	0,048304
0	0	0	0
MAX	0,121172	0,143433	0,113779



Gambar 11 Grafik perbandingan Nilai *C_p* maksimum

Keterangan :

- Ferdi et all ketebalan 8 mm (17x35x8)
- Yacobus et all Ketebalan 7 mm (17x30x7)
- Dharma et all ketebalan 14 mm (17x47x14)

Berdasarkan tabel 11 dan grafik 11 dapat dilihat perbandingan *C_p* max dari ketiga *bearing*. Maka dapat diperoleh turbin dengan *bearing yacobus et all* dengan

PROSIDING

SEMINAR NASIONAL INOVASI TEKNOLOGI PENERBANGAN (SNITP) TAHUN 2021

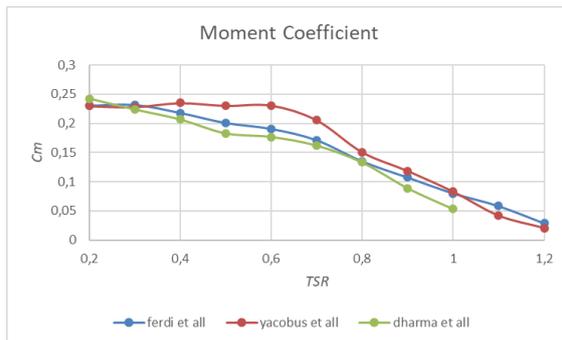
ISSN : 2548 – 8112 eISSN: 2622-8890

dimensi 17x30x7 mm menghasilkan C_p sebesar 0,143 atau 14,3%.

Penelitian ini juga melakukan perbandingan C_m dengan mengambil sampel *bearing steel* dengan ketebalan 12 mm dimensi 17x40x12 dan *bearing ceramic* dengan ketebalan 7 mm berdimensi 17x30x7 mm yang akan dibandingkan dengan hasil C_m maksimum pada penelitian ini, yaitu dihasilkan oleh turbin dengan *bearing steel* dengan ketebalan 10 mm dimensi 17x35x10 mm.

Tabel 12 Perbandingan Nilai C_m Maksimum

TSR	CMA	CMB	CMC
1,2	0,028905	0,020347	
1,1	0,05839	0,041662	
1	0,080159	0,082853	0,053459
0,9	0,107282	0,118382	0,089006
0,8	0,134827	0,150633	0,133148
0,7	0,170938	0,205631	0,161913
0,6	0,190306	0,230921	0,176745
0,5	0,200434	0,230483	0,182886
0,4	0,217598	0,235123	0,206701
0,3	0,231299	0,228215	0,223858
0,2	0,229808	0,229808	0,242473
MAX	0,231299	0,235123	0,242473



Gambar 12 Grafik perbandingan Nilai C_m maksimum

Keterangan :

- A. Ferdi et all Ketebalan 8 mm (17x35x8)
- B. Yacobus et all Ketebalan 7 mm (17x30x7)
- C. Dharma et all ketebalan 12 mm (17x40x12)

Berdasarkan tabel 12 dan grafik 12 dapat dilihat perbandingan C_m max dari ketiga

bearing. Maka dapat diperoleh turbin dengan *bearing dharma et all* dengan dimensi 17x30x7 mm menghasilkan C_p sebesar 0,242 atau 24,2%.

PENUTUP

Simpulan

1. Turbin dengan *bearing A* dengan dimensi 17x35x8 mm akan menghasilkan RPM sebesar 367 RPM dan daya sebesar 0,887 watt
2. Pada *bearing C* dengan dimensi 17x40x9 mm menghasilkan RPM yang rendah sebesar 355 RPM, torsi yang rendah sebesar 483 Nm dan daya yang rendah sebesar 837 watt
3. *Bearing A* menghasilkan nilai C_p tertinggi sebesar 0,121 atau 12,1%
4. *Bearing B* menghasilkan nilai C_m tertinggi sebesar 0,231 atau 23,1%
5. Berdasarkan hasil perbandingan C_p dan C_m antara penelitian ini dengan penelitian yang serupa. Mendapatkan hasil C_p tertinggi yaitu turbin dengan *bearing yacobus et all* berdimensi 17x30x7 mm sebesar 0,143 atau 14,3% dan hasil C_m tertinggi yaitu turbin dengan *bearing dharma et all* dimensi 17x40x12 mm sebesar 0,242 atau 24,2%.

Saran

1. Dalam sebuah penelitian harus memiliki insting atau kemauan dalam menjalankan alat pengujian agar menunjang pelaksanaan penelitian
2. Dalam penelitian selanjutnya, diharapkan menggunakan variasi baru untuk jenis dan ketebalan *bearing*
3. Diharapkan dalam penelitian selanjutnya dapat mampu lebih baik dari penelitian ini

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Rahardo AC, Kristianta FX, Wibowo RKK.

PROSIDING
SEMINAR NASIONAL INOVASI TEKNOLOGI PENERBANGAN (SNITP) TAHUN 2021

ISSN : 2548 – 8112 eISSN: 2622-8890

Pengaruh Material Single Row Deep Groove Ball Bearing Terhadap Rolling Resistance. J-Proteksion [Internet]. 2018; Available from: <http://jurnal.unmuhjember.ac.id/index.php/J-Proteksion/article/view/2278>

[2]. Syatar RA, Kristianta FX, Fachri BA. Pengaruh Suaian Single Row Deep Groove Ball Bearing Terhadap Rolling Resistance. J-Proteksion [Internet]. 2018; Available from: <http://jurnal.unmuhjember.ac.id/index.php/J-Proteksion/article/view/2279>

[3]. Setyadi P, Pebiaska ME. Pengaruh Jenis Material Bearing Terhadap Jarak Deselerasi Prototype Mobil Listrik Fatahillah Batavia Team UNJ [Internet]. eprints.itenas.ac.id; 2019. Available from: <http://eprints.itenas.ac.id/589/>