

## ANALISA KEMAMPUAN DORONG PADA KENDARAAN *HOVERCRAFT* UNTUK Mendukung TUGAS OPERASI RAWA TNI AD

Endia Muhamat Nur<sup>1</sup>, Moch. Ma'ruf<sup>2</sup>, Agus Mulyono<sup>3</sup>

### Abstraksi

*Hovercraft* merupakan kendaraan *amphibious* yang bekerja berdasarkan bantalan udara, mampu berjalan di medan daratan dan perairan. Kendaraan ini digerakkan oleh dua sistem, yaitu sistem pengangkat dan sistem pendorong. Sistem pendorong berfungsi untuk menghasilkan gaya dorong yang akan mendorong kendaraan *hovercraft* melaju. Adapun gaya dorong dipengaruhi oleh putaran mesin, transmisi, putaran poros, desain kipas, kecepatan aliran udara, laju aliran massa, dan debit udara. Metode penelitian ini dilaksanakan dengan cara memvariasikan putaran mesin, yaitu mulai dari putaran 1000 rpm, 1200 rpm, 1400 rpm, 1600 rpm, 1800 rpm, 2000 rpm, 2200 rpm. Hasil dari penelitian dan pengolahan data, diperoleh bahwa semakin tinggi putaran poros, maka semakin besar pula gaya dorong yang di hasilkan. Dimana pada putaran mesin minimum 1000 rpm, putaran poros 436 rpm menghasilkan gaya dorong 11,794 Newton. Sedangkan pada putaran mesin maximum 2200 rpm, putaran poros 1060 rpm menghasilkan gaya dorong sebesar 87,664 Newton.

**Kata Kunci :** Putaran Mesin, Putaran Poros, Kecepatan Udara Keluar, Laju Aliran Massa, Debit Udara, Gaya Dorong

### Abstract

*Hovercraft is an amphibious vehicle that works based on an air cushion, capable of running on terrain and water terrain. This vehicle is driven by two systems, namely the lifting system and propulsion system. The propulsion system works to produce a thrust force that will drive the oncoming hovercraft vehicle. The thrust is influenced by engine rotation, transmission, shaft rotation, fan design, air flow velocity, mass flow rate, and air flow. This research method is done by varying engine speed, starting from 1000 rpm, 1200 rpm, 1400 rpm, 1600 rpm, 1800 rpm, 2000 rpm, 2200 rpm. Results from research and data processing, it is found that the higher the rotation of the shaft, the greater the thrust force generated. Where at minimum engine speed of 1000 rpm, 436 rpm shaft rotation produces 11,794 Newton thrust force. While at maximum 2200 rpm engine speed, 1060 rpm shaft rotation produces a thrust force of 87.664 Newton.*

**Keywords :** Engine Rotation, Shaft Rotation, Exit Air Velocity, Mass Flow Rate, Air Discharge, Thrust Force

### PENDAHULUAN

*Hovercraft* merupakan kendaraan organik TNI-AD yang berfungsi untuk mengangkut personel maupun material dari suatu pulau ke pulau lainnya. *Hovercraft* merupakan kendaraan *amphibious* yang bekerja berdasarkan bantalan udara, mampu berjalan di medan daratan dan perairan. Kendaraan ini digerakkan oleh dua sistem, yaitu sistem pengangkat dan sistem pendorong. Sistem pengangkat difungsikan untuk memompa

udara ke *skrit* agar kendaraan terangkat (melayang), sehingga kendaraan tidak memiliki gesekan yang besar terhadap permukaan air ataupun tanah pada saat melaju. Sistem pendorong berfungsi untuk mendorong kendaraan pada saat telah terangkat, sehingga kendaraan dapat melaju.

Kinerja dari kendaraan *hovercraft* untuk melaksanakan fungsinya dipengaruhi oleh beberapa gaya, yaitu gaya dorong (*thrust force*), gaya angkat

<sup>1</sup> Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Universitas Merdeka Malang

<sup>2</sup> Dosen Jurusan Teknik Mesin Universitas Merdeka Malang

<sup>3</sup> Dosen Jurusan Teknik Otoranpur Poltekad Malang

(*lift force*), gaya hambat (*drag force*) dan gaya berat (*weight force*). Jika gaya-gaya yang berpengaruh memenuhi syarat, maka *hovercraft* akan mampu melaksanakan fungsinya. Adapun hal yang terpenting untuk menggerakkan *hovercraft* agar mampu melaju yaitu di butuhnya gaya dorong yang besar untuk melawan gaya berat, gaya gesek dan gaya hambat. Untuk mendapatkan gaya dorong yang besar, dipengaruhi oleh putaran mesin, putaran kipas pendorong, dimensi kipas, kecepatan udara keluar, debit udara dan laju aliran massa.

Untuk itu agar mendapatkan hasil kinerja yang maksimal maka dilakukan **Analisa Kemampuan Dorong Kendaraan *Hovercraft* Untuk Mendukung Operasi Rawa TNI AD.**

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

- a. Bagaimana pengaruh putaran poros terhadap kecepatan udara dorong yang dihasilkan kipas aksial?
- b. Bagaimana pengaruh putaran poros terhadap gaya dorong kipas?
- c. Bagaimana pengaruh putaran poros terhadap daya dorong kipas?
- d. Bagaimana pengaruh efisiensi transmisi?

Untuk memperjelas ruang lingkup permasalahan yang dibahas, batasan-batasan yang akan diuraikan, antara lain :

- a. Menghitung laju aliran massa.
- b. Menghitung debit udara keluar.
- c. Menghitung gaya dorong *fan aksial*.
- d. Menghitung gaya hambat *hovercraft*.
- e. Menghitung gaya dorong *hovercraft*.

Tujuan secara umum adalah untuk mengembangkan penelitian dalam penggunaan kendaraan alternatif. Sedangkan tujuan khusus adalah membuat kendaraan alternatif dengan memanfaatkan gaya dorong dari *air propeller* untuk mendukung tugas operasi rawa bagi prajurit TNI AD.

Manfaat penelitian tentang analisa kemampuan dorong *hovercraft* antara lain:

- a. Agar lebih memahami seberapa besar kemampuan dorong *hovercraft* yang dihasilkan, diaplikasikan pada bidang mesin konversi energi, mekanika fluida dan aerodinamika.
- b. Meningkatkan pengetahuan tentang sistem pendorong *hovercraft*.
- c. Sebagai bahan masukan informasi dan bahan pertimbangan kepada pimpinan TNI AD tentang kemampuan dorong kendaraan *hovercraft* untuk mendukung tugas operasi rawa TNI AD.

## KAJIAN PUSTAKA

### Kendaraan *Hovercraft* STTAD



Gambar 1. **Kendaraan *Hovercraft***

#### *Hovercraft*

*Hovercraft* adalah sebuah kendaraan amfibi yang didukung oleh bantal udara sedikit bertekanan. Meskipun sering terlihat sebagai transportasi yang modelnya misterius bahkan aneh, namun secara konseptual cukup sederhana. *Hovercraft* dapat berjalan di tanah, air lumpur dan es. *Hovercraft* memiliki satu atau lebih *blower* yang menghembuskan udara ke bawah pesawat, yang mana udara tersebut akan dikandung oleh selimut bantal. *Hovercraft* termasuk anggota dari kendaraan berbantalan udara atau *Air Cushion Vehicles (ACVs)* atau *Ground Affect Machine*. (Wikipedia, Kapal Bantalan Udara, 2012)

#### *Air propeler*

Adapun *air propeler* sebagai sistem pendorong *hovercraft* seperti pada gambar dibawah ini.



Gambar 2. **Airpropeler Kendaraan *Hovercraft***

*Air propeler* merupakan sebuah kipas yang akan menghasilkan gaya yang akan mendorong kendaraan *hovercraft* agar melaju. Perbedaan tekanan dihasilkan antara permukaan depan dan belakang sudu (*blade*). *Propeller* yang sering digunakan adalah jenis sudu aksial (*axial blade*). Sudu ini akan mengalirkan udara dari daerah masukan (*inlet*) menuju daerah keluaran (*outlet*). Gaya aksial yang ditimbulkan oleh putaran poros *propeller*, mengakibatkan udara yang masuk terlempar keluar dengan kecepatan dan tekanan yang lebih tinggi.

*Propeller* bersama komponen lain seperti poros, bantalan, pengatur sudut *pitch propeller*, dan sumber tenaga, membentuk satu sistem yang disebut sistem penggerak *propeller*. *Propeller* banyak digunakan dalam industri penerbangan, maritim, dan mesin energi. Pengembangan desain *propeller blade* semakin baik dengan bentuk aerodinamis yang memadai, sehingga dapat

menghasilkan gaya dorong yang semakin besar.

Berdasarkan mekanisme sistem pemegang *blade propeller*, ada dua jenis mekanisme yang umum dipakai, yaitu mekanisme tetap yang disebut *Fixed Pitch Propeller (FPP)* dan mekanisme yang dapat diatur sudut serangnya yang biasa disebut dengan *Controllable Pitch Propeller (CPP)* atau *variable*.

### Menentukan masa jenis udara ( $\rho$ )

(Victor L. Steeter, 1979)

$$\rho = \frac{P}{R \cdot T}$$

Dimana :

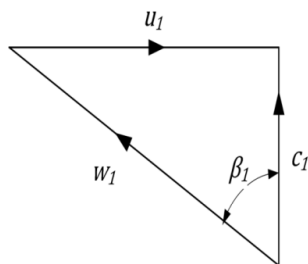
$\rho$  = Massa jenis udara masuk ( $\text{Kg}/\text{m}^3$ )

$P$  = Tekanan udara ( $\text{N}/\text{m}^2$ )

$R$  = Konstanta udara ( $\text{j}/\text{Kg} \cdot \text{K}$ )

$T$  = Suhu udara normal ( $^{\circ}\text{K}$ )

### Menentukan Sudu jalan



Gambar 3. Segitiga Kecepatan Sudu Fan Aksial

1. Kecepatan sudu jalan fan aksial:

$$u_1 = \frac{\pi \cdot D_{h1} \cdot N_1}{60}$$

Dimana :

$U_1$  = Kecepatan keliling fan dalam (m/s)

$D_{h1}$  = Diameter sudu jalan (m)

$N_1$  = Putaran mesin (rpm)

2. Kecepatan relatif pada fan.

$$w_1 = \frac{u_1}{\sin \beta_1}$$

Dimana :

$w_1$  = Kecepatan relatif (m/s)

$U_1$  = Kecepatan keliling fan (m/s)

$\sin \beta_1$  = Sudut kemiringan sudu

3. Kecepatan absolut pada fan.

$$C = w_1 \cdot \sin \beta_1$$

Dimana :

$w_1$  = Kecepatan relatif (m/s)

$C$  = Kecepatan absolut (m/s)

$\sin \beta_1$  = Sudut kemiringan sudu

4. Luas penampang sudu fan aksial.

$$A = \frac{1}{4} \pi D^2$$

Dimana:

$A$  = Luas penampang total kipas ( $\text{m}^2$ )

$D$  = Diameter kipas

5. Menentukan laju aliran massa yang terjadi pada fan aksial sbb :

$$\dot{m} = \rho \cdot A \cdot C$$

Dimana :

$\rho$  = Massa jenis fluida yang tetap/stagnan ( $\text{Kg}/\text{m}^3$ )

$A$  = Luas penampang kipas ( $\text{m}^2$ )

$C$  = Kecepatan absolut (m/s)

6. Debit air propeler ( $Q$ ) (Victor L. Streeter, 1979)

$$Q = \dot{m} / \rho$$

Dimana :

$\dot{m}$  = Laju aliran massa ( $\text{Kg}/\text{s}$ )

$\rho$  = Massa jenis udara masuk ( $\text{Kg}/\text{m}^3$ )

$Q$  = Debit udara ( $\text{m}^3/\text{s}$ )

7. Menentukan kecepatan udara keluar ( $C_2$ ) (Victor L. Streeter, 1979)

$$C_2 = \frac{Q}{A_2}$$

Dimana :

$C_2$  = Kecepatan udara keluar (m/s)

$A_2$  = Luas penampang *cover outlet fan* aksial ( $m^2$ )

$Q$  = Debit udara ( $m^3/s$ )

8. Menentukan kecepatan udara ( $C_1$ )

$$C_1 = \frac{Q}{A_1}$$

Dimana :

$C_1$  = Kecepatan udara masuk (m/s)

$A_1$  = Luas penampang *cover inlete fan* aksial ( $m^2$ )

$Q$  = Debit udara ( $m^3/s$ )

9. Perhitungan gaya dorong *fan* aksial (N) (Victor L. Streeter, 1979)

$$F_{fan} = \dot{m} \times C_2$$

Dimana :

$F_{fan}$  = Gaya dorong (N).

$\dot{m}$  = Laju aliran massa (kg/s).

$C_2$  = Kecepatan udara keluar (m/s).

10. Perhitungan daya *fan* aksial (P)

$$P = F_{fan} \cdot C_2$$

Dimana :

$P$  = Daya *fan* (Kw)

$F_{fan}$  = Gaya dorong *hovercraft* (N)

$C_2$  = Kecepatan udara keluar (m/s)

## METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa kemampuan dorong kendaraan *hovercraft* agar kendaraan

mampu melaju dengan kecepatan yang diinginkan.

Dalam pelaksanaan pembuatan dibagi menjadi beberapa tahapan penulisan yang dimulai dari pengamatan fungsi, cara kerja, pengumpulan data, serta pengujian untuk mengetahui hasil dari pembuatan alat ini.

1. Pembuatan alat ini dilaksanakan di bengkel Yugo di Singosari Malang.
2. Penyempurnaan alat *hovercraft* ini dimulai dari Februari s/d Mei 2016.
3. Pengambilan data kemampuan dorong pada bulan Juni 2016.

## Variabel Penelitian

Adapun variable-variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Variabel bebas.

Variabel bebas adalah variabel yang besarnya ditentukan dalam penelitian, yaitu putaran mesin pendorong 1000 s/d 2200 rpm.

2. Variabel terikat.

Variabel terikat adalah variabel yang besarnya tergantung pada variabel bebasnya. Dalam perencanaan ini variabel terikatnya adalah :

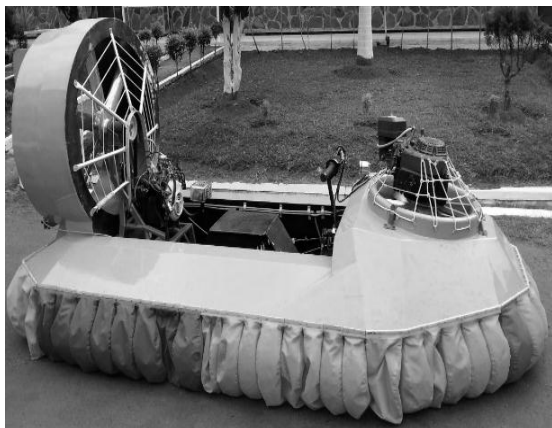
- a. putaran poros kipas aksial
- b. kecepatan udara keluar dari rumah kipas.
- c. gaya dorong kipas.
- d. daya dorong kipas.

## Alat dan Bahan Yang Digunakan

Dalam pelaksanaan penelitian ini alat yang digunakan adalah kendaraan *hovercraft* dan alat bantu untuk pengambilan data.

### Data Spesifikasi *Hovercraft*:

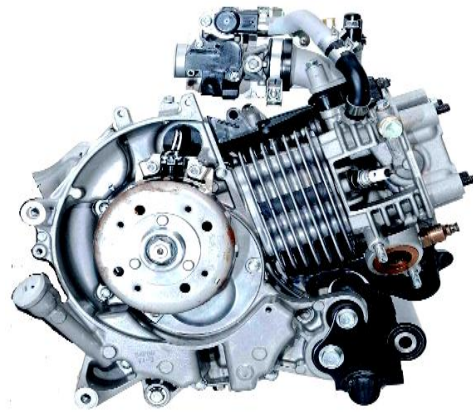
1. Berat kendaraan tanpa pengemudi : 130 kg
2. Panjang kendaraan :
3. Tinggi kendaraan :
4. Type mesin pendorong : 110 cc / 4 langkah
5. Type mesin pengangkat : 150 cc / 4 langkah
6. Jenis kipas pendorong/pengangkat : aksial
7. Bahan body kendaraan : triplek
8. Bahan skirt : kain taslan



Gambar 4. **Kendaraan *Hovercraft* STTAD**

### Bahan

1. Mesin penggerak berfungsi sebagai penggerak sistem pendorong *hovercraft*.



Gambar 5. **Mesin Penggerak**

Spesifikasi mesin :

- a. Jenis mesin : Yamaha
  - b. Kapasitas mesin : 110cc
  - c. Cylinder : single
  - d. Max power : 7,14 kW, 8000 rpm
2. Kipas aksial berfungsi sebagai penggerak kendaran *hovercraft* untuk melawan gaya berat, gaya hambat dan gaya gesek agar kendaraan mampu melaju.



Gambar 6. **Kipas Aksial**

Spesifikasi kipas :

- a. jenis kipas : aksial
  - b. Diameter : 32 inchi = 0,812 meter
  - c. Sudut serang :  $18^{\circ}$
  - d. Jumlah sudu : 6 buah
3. *Pully* adalah suatu alat gerak mekanis yang digunakan sebagai pendukung

pergerakan *belt* atau sabuk lingkaran untuk menjalankan sesuatu kekuatan alur yang berfungsi menghantarkan suatu daya. Cara kerja *pully* sering digunakan untuk megubah arah dari gaya yang di berikan dan untuk menghantarkan rotasi.



Gambar 7. *Pully*

4. *Timing belt* berfungsi sebagai penerus putaran dari poros engkol mesin ke poros kipas aksial.



Gambar 8. *Timing Belt*

5. Poros berfungsi untuk meneruskan tenaga bersama-sama dengan putaran mesin.



Gambar 9. *Poros*

## Peralatan Bantu

Peralatan bantu yang dimaksud disini adalah alat yang digunakan untuk mengukur parameter pengujian dan juga alat-alat lain yang di perlukan untuk membantu pelaksanaan penelitian. Pemilihan alat ukur yang di pakai dalam penelitian ini berdasarkan atas ketersediaan alat, kemudahan pengoperasiannya dan ketelitian ukurnya. Adapun peralatan bantu yang digunakan selama penelitian ini adalah:

- a. *Anemometer* sebagai alat ukur kecepatan udara keluar yang dihasilkan oleh kipas pendorong dan pengukur kecepatan *hovercraft* melaju.



Gambar 10. *Anemometer*

- b. *Tachometer* berfungsi untuk mengukur putaran mesin pendorong *hovercraft*.



Gambar 11. *Tachometer*

## Tahap Pengambilan Data

1. Nyalakan *engine* pendorong.
2. Ukur temperatur dan kelembaban udara sekitar.

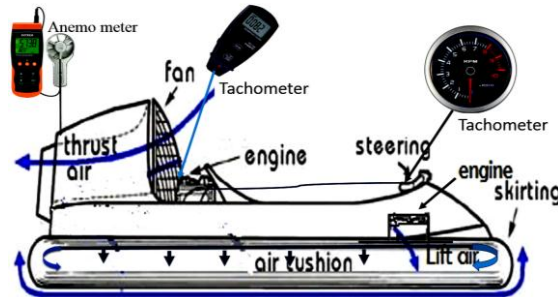
3. Ukur tekanan atmosfer.
4. Pengaturan putaran (atur putaran mesin dari 1000 rpm ; 1200 rpm ; 1400 rpm ; 1600 rpm ; 1800 rpm ; 2000 rpm ; 2200 rpm).
5. Ukur putaran poros kipas aksial (dari putaran mesin 1000 rpm ; 1200 rpm ; 1400 rpm ; 1600 rpm ; 1800 rpm ; 2000 rpm ; 2200 rpm).
6. Ukur kecepatan udara yang keluar dari rumah kipas (dari putaran mesin 1000 rpm ; 1200 rpm ; 1400 rpm ; 1600 rpm ; 1800 rpm ; 2000 rpm ; 2200 rpm).

#### Tahap Pengolahan Data Dan Analisa.

Setelah dilakukan pengambilan data dari pengujian sistem pendorong hovercraft maka dilakukan perhitungan mengenai sudu kipas, laju aliran massa, debit udara, gaya dorong ipas, daya dorong kipas, dan efisiensi transmisi dengan menggunakan rumus pada landasan teori. Hasil perhitungan dari pengujian di tuliskan dalam bentuk tabel dengan menggunakan excel, maka dapat dihasilkan suatu grafik hubungan putaran poros terhadap kecepatan udara keluar, putaran poros terhadap gaya dorong kipas, putaran poros terhadap daya dorong kipas, dan efisiensi transmisi. Setelah di hasilkan suatu tabel pengamatan dan grafik maka dapat dibandingkan dan di analisa serta diambil kesimpulan.

#### Instalasi Alat Pengujian

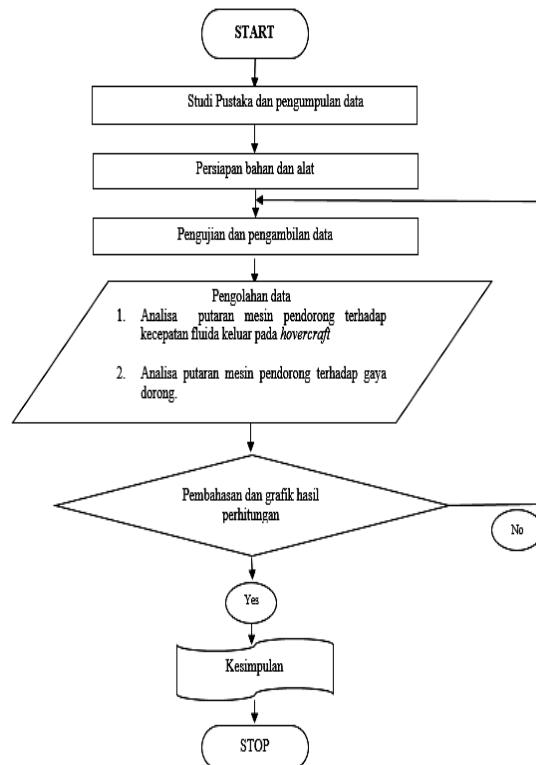
Adapun skema instalasi yang akan dilaksanakan adalah seperti pada gambar berikut ini :



Gambar 12. Skema Instalasi Pengujian

#### Diagram Alir Penelitian

Untuk mempermudah pembuatan alat maka diperlukan sebuah rancangan blok diagram sistem global, untuk diagram alir tersebut dapat ditunjukkan dalam gambar dibawah ini.





### HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari pengambilan data maka dilakukan pengolahan data, yang bertujuan untuk mengetahui gaya dorong yang dihasilkan dengan memvariasikan putaran mesin sehingga putaran poros dan kecepatan udara keluar yang dihasilkan akan berbeda untuk menghasilkan gaya dorong kipas.

### Data Awal Penelitian.

Data awal yang diperoleh adalah sebagai berikut :

1. Pengambilan data dengan melakukan variasi putaran mesin pendorong.
2. Pengambilan data putaran poros kipas.
3. Pengambilan data kecepatan udara keluar dari rumah kipas.

Tabel 1. Pengambilan Data Awal

NO	Materi Uji	Notasi	Satuan	Pengujian							
				1	2	3	4	5	6	7	
1	Putaran Mesin	n	rpm	1000	1200	1400	1600	1800	2000	2200	
2	Putaran Poros	n (poros)	rpm	1	450,8	548	693,7	751,6	873,8	935,6	1054
				2	437,3	524	708,1	720,7	856,1	923,7	1053
				3	421,8	531,1	649,5	786,6	853,8	934,1	1071
				rata-rata	436,6333	534,3667	683,76667	752,96667	861,23333	931,1333	1059,3333
3	Kecepatan Udara Keluar	v	m/s	1	3,7	5,2	6,7	6,9	7,8	9,1	10,8
				2	3,5	4,9	6,5	6,6	7,5	9,3	10,9
				3	3,3	5,3	6,6	6,9	7,8	9,2	10,6
				rata-rata	3,5	5,133333	6,6	6,8	7,7	9,2	10,766667

#### Menghitung Sudu Kipas Aksial:

1. Menghitung kecepatan sudu jalan:

$$u = \frac{\pi \times D \times n}{60} = \frac{3,14 \times 0,813m \times 436rpm}{60}$$

$$= 18,545 \text{ m/s}$$

2. Menghitung kecepatan relative :

$$w = \frac{u}{\sin \beta} = \frac{18,545 \text{ m/s}}{\sin 20} = 19,391 \text{ m/s}$$

3. Menghitung kecepatan absolut:

$$c = w \cdot \cos \beta = 16,931 \text{ m/s} \times 0,408 = 6,909 \text{ m/s}$$

#### Menentukan Luas Penampang fan aksial.

$$A = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 = \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot (0,8128)^2 = 0,518 \text{ m}^2$$

#### Menghitung Massa Jenis Udara.

$$\rho = \frac{P}{R \cdot T} = \frac{9,81 \times 10^4 \text{ N/m}^2}{(287 \frac{1}{\text{kg}} \cdot \text{k}) (273 + 25^0\text{k})} = 1,147 \text{ (kg/m}^3\text{)}$$

#### Menghitung Laju Aliran Massa.

Dimana untuk menghitung laju aliran massa udara dibutuhkan massa jenis udara, luas penampang fan dan kecepatan absolut pada fan maka perhitungan yang diperoleh untuk laju aliran massa udara adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \dot{m} &= \rho \cdot A \cdot c \\ &= 1,147 \text{ kg/m}^3 \times 0,518 \text{ m}^2 \times 5,665 \text{ m/s} \\ &= 3,369 \text{ kg/s} \end{aligned}$$

### Menghitung Debit

Dimana untuk menghitung debit udara dibutuhkan laju aliran massa dan massa jenis udara maka perhitungan yang diperoleh untuk mendapatkan debit udara adalah sebagai berikut:

$$Q = \frac{\dot{m}}{\rho} = \frac{3,369 \text{ kg/s}}{1,147 \text{ kg/m}^3} = 2,937 \text{ m}^3/\text{s}$$

### Menghitung Gaya Dorong *Fan Aksial*

Dimana gaya dorong *fan aksial* berfungsi untuk mendorong kendaraan *hovercraft* yang telah terangkat akibat gaya angkat, untuk menghitung gaya dorong diperlukan laju aliran massa udara dan kecepatan udara keluar maka dihasilkan perhitungan sebagai berikut:

$$F_{fan} = \dot{m} \times C_2 = 3,369 \text{ kg/s} \times 3,5 \text{ m/s} \\ = 11,794 \text{ N}$$

### Menghitung Daya Dorong Kipas.

Dimana untuk menghitung daya dorong kipas di butuhkan gaya dan kecepatan udara keluar. Adapun perhitungannya adalah sebagai berikut:

$$P = F \times C_2 = 11,749 \text{ N} \times 3,5 \text{ m/s} \\ = 41,281 \text{ Watt}$$

### Efisiensi Transmisi

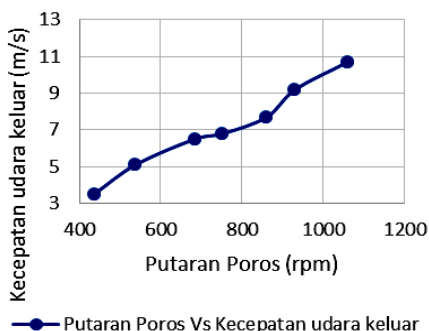
Untuk menghitung efisiensi transmisi yaitu dengan perbandingan putaran poros dan putaran mesin. Adapun perhitungannya sebagai berikut:

$$\eta = \frac{n(\text{poros})}{n(\text{mesin})} \times 100\% = \frac{436 \text{ rpm}}{1000 \text{ rpm}} \times 100\% \\ = 43,6 \%$$

Tabel 2. Hasil Perhitungan Dan Pengolahan Data

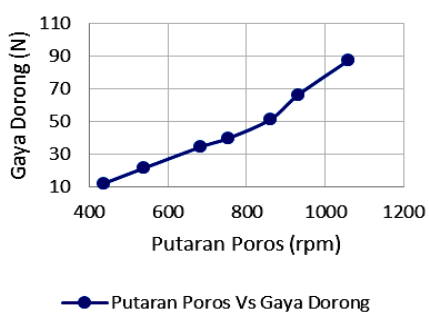
NO	Materi Uji	Notasi	Satuan	Pengujian						
				1	2	3	4	5	6	7
1	Putaran Mesin	n	rpm	1000	1200	1400	1600	1800	2000	2200
2	Putaran poros	n	rpm	436	538	684	753	861	931	1060
3	Kecepatan Udara Keluar	C <sub>2</sub>	m/s	3,5	5,1	6,5	6,8	7,7	9,2	10,7
4	Massa Jenis Udara	ρ	kg/m <sup>3</sup>	1,14702	1,14702	1,14702	1,14702	1,14702	1,14702	1,14702
5	Kecepatan keliling	u	m/s	18,54593	22,88465	29,09499	32,03001	36,62396	39,60151	45,08873
6	Kecepatan relatif	w	m/s	19,39188	23,92851	30,42212	33,49102	38,29452	41,40789	47,1454
7	Kecepatan Absolut	c	m/s	5,665144	6,990476	8,887519	9,784067	11,18736	12,0969	13,77306
8	Luas Penampang Kipas	A	m <sup>2</sup>	0,518605	0,518605	0,518605	0,518605	0,518605	0,518605	0,518605
9	Laju Aliran Massa	ṁ	kg/s	3,369914	4,158289	5,286746	5,820058	6,654807	7,195849	8,19291
10	Debit Udara	Q	m <sup>3</sup> /s	2,937974	3,625298	4,609116	5,07407	5,801825	6,273518	7,142781
11	Luas Penampang input rumah kipas	A <sub>1</sub>	m <sup>2</sup>	0,63585	0,63585	0,63585	0,63585	0,63585	0,63585	0,63585
12	Luas Penampang Output Rumah Kipas	A <sub>2</sub>	m <sup>2</sup>	0,455806	0,455806	0,455806	0,455806	0,455806	0,455806	0,455806
13	Gaya Dorong Kipas	F <sub>fan</sub>	N	11,7947	21,20727	34,36385	39,57639	51,24202	66,20181	87,66414
14	Daya Dorong	P	watt	41,28145	108,1571	223,365	269,1195	394,5635	609,0566	938,0063
15	Effisiensi transmisi	η	%	0,436	0,448333	0,488571	0,470625	0,478333	0,4655	0,481818

**Pembahasan**



**Gambar 13. Grafik Hubungan Putaran Poros Terhadap Kecepatan Udara Keluar**

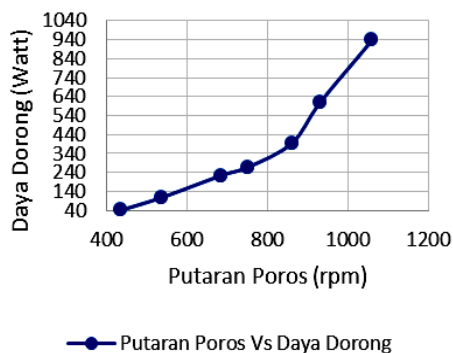
Pada gambar 13. grafik hubungan putaran poros terhadap kecepatan udara keluar. Pada putaran poros minimum 436 rpm dan menghasilkan kecepatan udara keluar sebesar 3,5 m/s. Sedangkan pada putaran poros maximum 1060 rpm menghasilkan kecepatan udara keluar sebesar 10,7 m/s. Jadi dari hasil pengambilan data semakin tinggi putaran poros maka semakin tinggi pula kecepatan udara keluar yang di hasilkan.



**Gambar 14. Grafik Hubungan Putaran Poros Terhadap Gaya Dorong Kipas**

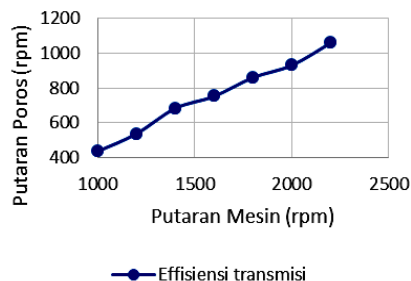
Pada gambar 14. grafik hubungan putaran poros terhadap gaya dorong kipas. Pada putaran poros minimum 436 rpm menghasilkan gaya dorong sebesar 11,794 Newton. Sedangkan pada putaran poros

maximum 1060 rpm menghasilkan gaya dorong sebesar 87,664 Newton. Dari hasil pembahasan semakin tinggi putaran poros maka semakin besar pula gaya dorong yang di hasilkan oleh kipas.



**Gambar 15. Grafik Hubungan Putaran Poros Terhadap Daya Dorong Kipas**

Pada gambar 15. grafik hubungan putaran poros terhadap gaya dorong kipas. Pada putaran poros minimum 436 rpm menghasilkan daya dorong sebesar 41 Watt. Sedangkan pada putaran poros maximum 1060 rpm menghasilkan daya dorong sebesar 938,006 Watt. Dari hasil pembahasan semakin tinggi putaran poros maka semakin besar pula daya dorong yang di hasilkan oleh kipas.



**Gambar 16. Grafik Hubungan Putaran Poros Terhadap Kecepatan Udara Keluar**

Pada gambar 16. grafik hubungan putaran mesin terhadap putaran poros

menghasilkan efisiensi transmisi. Pada putaran mesin 1000 rpm menghasilkan putaran poros 436 rpm. Sedangkan pada putaran mesin 2200 rpm menghasilkan putaran mesin 1060 jadi efisiensi yang terjadi antara 43% - 48%.

### **SIMPULAN**

Berdasarkan hasil penelitian dan analisa perhitungan tentang pengaruh putaran mesin terhadap kemampuan dorong adalah sebagai berikut:

1. Semakin tinggi putaran poros maka semakin tinggi juga kecepatan udara yang di hasilkan oleh kipas.
2. Semakin tinggi putaran poros maka semakin besar juga gaya dorong yang di hasilkan.
3. Gaya dorong paling tinggi dihasilkan pada putaran poros 1060 rpm yaitu sebesar 87,664 N.
4. Semakin tinggi putaran poros maka semakin besar juga daya dorong yang di hasilkan.
5. Daya dorong paling besar dihasilkan pada putaran poros 1060 rpm yaitu sebesar 938 Watt.
6. Efisiensi transmisi 43%-48%

### **DAFTAR PUSTAKA**

- Dietzel Fritz, 1990, **Turbin Pompa dan Kompresor**. Erlangga, Jakarta.
- Hawking Stephen, 1988, **Ringkasan Fisika Terapan**.
- L. Steeter Victor, 1979, **Fluid Mechanics**, Megraw-Hill, United States of America