

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 PROSES PENGUJIAN PROPELLER

Propeller memiliki bermacam-macam jenis dan ukuran, setiap mesin atau motor elektrik pada pesawat *UAV* membutuhkan *propeller* dengan ukuran tertentu untuk memaksimalkan kinerja dari mesin tersebut. Setiap *propeller* terdapat angka “10x4” atau “10x6” maupun “11x6” dan seterusnya. Angka “10” pada *propeller* menunjukkan panjang *propeller* dan diameter *propeller* ketika berputar dalam satuan inci (*inch*) dan angka “4” menunjukkan besar *pitch* atau sudut kebengkokan dari *propeller*.

Setiap ukuran dan jenis *propeller* memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing, *propeller* yang memiliki ukuran lebih pendek akan mengakibatkan putaran dari mesin menjadi terlalu tinggi dan akan berdampak ke masa pakai dari mesin itu sendiri. Sedangkan *propeller* dengan ukuran yang terlalu besar akan mengakibatkan beban mesin terlalu berat dan akan berdampak pada keawetan komponen dari mesin.

Dalam menentukan ukuran *propeller* untuk memaksimalkan kinerja mesin, maka diperlukan beberapa pengujian dan perhitungan. Pengujian ini meliputi :

1. Pengujian rpm maksimal dari setiap ukuran *propeller*.
2. Perhitungan *advance ratio* dari setiap ukuran *propeller*.

3. Pengujian dan perhitungan torsi maksimal dari setiap ukuran *propeller*.
4. Perhitungan daya yang dihasilkan oleh setiap ukuran *propeller*.
5. Perhitungan tingkat efisiensi dari setiap ukuran *propeller*.

Berikut ini adalah gambar dari setiap ukuran *propeller* yang akan dilakukan pengujian untuk menentukan ukuran *propeller* yang tepat untuk memaksimalkan kinerja dari mesin O.S 46 MAX :

- Dibawah ini merupakan gambar dari *propeller* dengan ukuran “10x4” :



Gambar 4.1 *Propeller* dengan ukuran “10x4”

- Dibawah ini merupakan gambar dari *propeller* dengan ukuran “10x6” :



Gambar 4.2 *Propeller* dengan ukuran “10x6”

- Dibawah ini merupakan gambar dari *propeller* dengan ukuran “11x6” :



Gambar 4.3 *Propeller* dengan ukuran “11x6”

4.2 HASIL PENGUJIAN

➤ Pengujian rpm maksimal pada mesin O.S 46 MAX dengan ukuran *propeller* yang berbeda-beda pada *engine stand* menggunakan alat rpm *tester* maka diperoleh hasil data berikut ini:

1. Rpm maksimal mesin O.S 46 MAX dengan ukuran *propeller* “10x4” adalah 12.649 Rpm



Gambar 4.4 Rpm maksimal *propeller* “10x4”

2. Rpm maksimal mesin O.S 46 MAX dengan ukuran *propeller* “10x6” adalah 12.649 Rpm



Gambar 4.5 Rpm maksimal *propeller* “10x6”

3. Rpm maksimal mesin O.S 46 MAX dengan ukuran *propeller* “11x6” adalah 11.011 Rpm



Gambar 4.6 Rpm maksimal *propeller* “11x6”

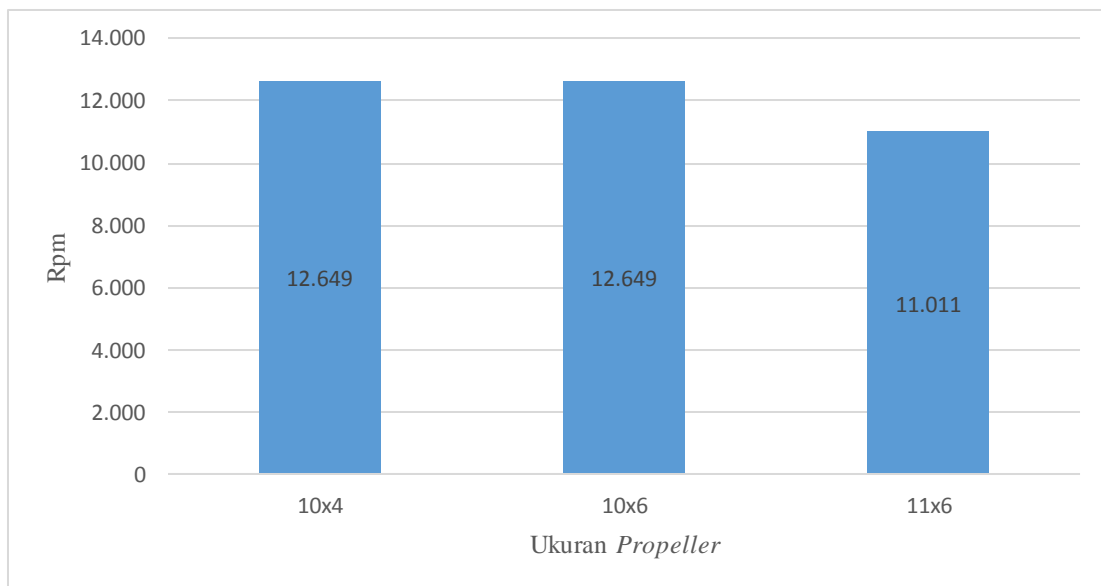
Berikut ini adalah tabel rpm maksimal dari setiap ukuran *propeller* pada mesin O.S 46 MAX :

Tabel 4.1 Rpm maksimal.

No.	Ukuran <i>Propeller</i>	Rpm Maksimal	Rpm <i>Stationer</i>
1	10x4	12.649	4000
2	10x6	12.649	4000
3	11x6	11.011	3500

Berikut ini adalah grafik rpm maksimal dari setiap ukuran *propeller* pada mesin

O.S 46 MAX :



Gambar 4.7 Grafik Rpm

Grafik diatas menunjukkan bahwa rpm maksimal dari ukuran *propeller* “10x4” dan *propeller* ukuran “10x6” mencapai angka yang sama. Hal ini disebabkan oleh faktor diameter atau panjang *propeller* yang sama, akan tetapi dengan ukuran sudut *pitch* yang

berbeda akan menghasilkan torsi yang berbeda pula. Angka *pitch* yang terbaik adalah pada angka “4” hingga “7” karena jika melebihi angka tersebut termasuk pada jenis *propeller* untuk *race plane* atau pesawat yang khusus untuk adu kecepatan, maka untuk pesawat pengangkut tidak dianjurkan jenis *propeller* dengan *pitch* yang melebihi angka “7”.

- Setelah dilakukan pengujian rpm, maka dapat diketahui *advance ratio* dari setiap ukuran *propeller* dengan perhitungan dibawah ini :

1. *Advance ratio propeller* ukuran “10x4” :

Diketahui :

$$V = 56,52 \text{ (feet/s)}$$

$$n = 66,7 \text{ (rev/s)}$$

$$D = 0,83 \text{ (feet)}$$

Ditanyakan :

$$\textit{Advance ratio (J)} = \dots?$$

Jawab :

$$\begin{aligned}
 J &= \frac{V}{n \cdot D} \\
 &= \frac{56,52}{66,7 \cdot 0,83} \\
 &= \frac{56,52}{55,36} \\
 &= 1,02
 \end{aligned}$$

2. *Advance ratio propeller* ukuran “10x6” :

Diketahui :

$$V = 65,32 \text{ (feet/s)}$$

$$n = 66,7 \text{ (rev/s)}$$

$$D = 0,83 \text{ (feet)}$$

Ditanyakan :

$$\textit{Advance ratio (J)} = \dots?$$

Jawab :

$$\begin{aligned}
 J &= \frac{V}{n \cdot D} \\
 &= \frac{65,32}{66,7 \cdot 0,83} \\
 &= \frac{65,32}{55,36} \\
 &= 1,17
 \end{aligned}$$

3. *Advance ratio propeller* ukuran “11x6” :

Diketahui :

$$V = 68,82 \text{ (feet/s)}$$

$$n = 58,3 \text{ (rev/s)}$$

$$D = 0,91 \text{ (feet)}$$

Ditanyakan :

$$\textit{Advance ratio (J)} = \dots?$$

Jawab :

$$\begin{aligned} J &= \frac{V}{n \cdot D} \\ &= \frac{67,82}{58,3 \cdot 0,91} \\ &= \frac{67,8}{53,05} \\ &= 1,27 \end{aligned}$$

Dengan :

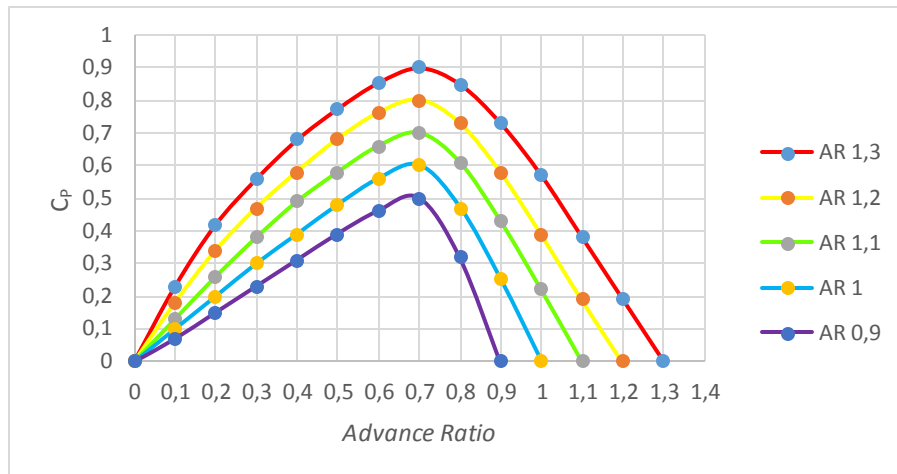
J = *Advance ratio*

V = Kecepatan aksial *propeller* (feet/s)

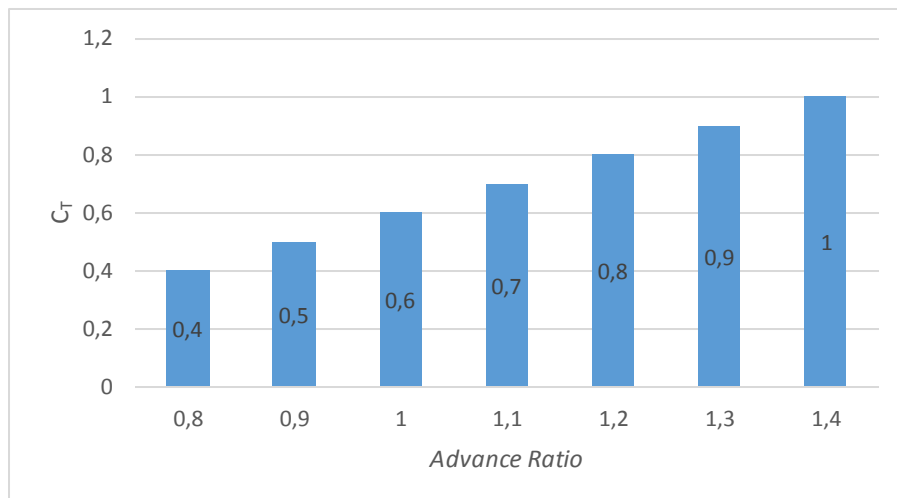
n = Kecepatan putaran *stationer propeller* (rev/s)

D = Diameter *propeller* (feet)

Setelah mengetahui *advance ratio* atau rasio awal dari setiap ukuran *propeller*, maka bisa dicocokkan ke dalam grafik di bawah ini:



Gambar 4.8 Grafik *power coefficient*



Gambar 4.9 Grafik *thrust coefficient*

Diagram diatas menunjukkan ukuran *power coefficient* (C_P) dan *thrust coefficient* (C_T) berdasarkan *advance ratio* pada setiap ukuran *propeller*, *propeller* dengan ukuran “10x4” memiliki angka *power coefficient* (C_P) “0,6” ditunjukkan oleh garis berwarna biru pada titik tertinggi dan *thrust coefficient* (C_T) juga menunjukkan angka yang sama

yaitu “0,6” dan *propeller* dengan ukuran “10x6” memiliki angka *power coefficient* (C_P) “0,7” ditunjukkan oleh garis berwarna hijau dengan titik tertinggi dan *thrust coefficient* (C_T) juga menunjukkan angka yang sama yaitu pada angka “0,7”, sedangkan *propeller* dengan ukuran “11x6” ditunjukkan dengan garis berwarna merah dengan titik *power coefficient* (C_P) tertinggi pada angka “0,8” dan *thrust coefficient* (C_T) juga menunjukkan pada angka “0,8”, maka data dari diagram diatas bisa dimasukkan kedalam tabel seperti dibawah ini :

Tabel 4.2 *Advance Ratio*

No.	Ukuran <i>Propeller</i>	<i>Advance Ratio</i>	(C_P)	(C_T)
1.	10x4	1,02	0,6	0,6
2.	10x6	1,17	0,7	0,7
3.	11x6	1,27	0,8	0,8

Pengujian torsi maksimal pada mesin O.S 46 MAX dengan ukuran *propeller* yang berbeda-beda pada *engine stand* menggunakan alat timbangan digital maka diperoleh hasil data berikut ini:

- Pengujian torsi maksimal pada setiap ukuran *propeller* menggunakan timbangan digital yang dikaitkan pada ekor pesawat yang kemudian *throttle* pada posisi terbuka penuh, kemudian hasil yang diperoleh dalam satuan kilogram (kg) dan akan dikonversi menjadi Newton (N) sehingga bisa diketahui torsi maksimal dari setiap ukuran *propeller* pada mesin O.S 46 MAX.

1. Hasil dari pengujian torsi menggunakan timbangan digital pada *propeller* ukuran “10x4” adalah 2,935 kg.



Gambar 4.10 Hasil pengujian torsi *propeller* “10x4”

2. Hasil dari pengujian torsi menggunakan timbangan digital pada *propeller* ukuran “10x6” adalah 3,115 kg.



Gambar 4.11 Hasil pengujian torsi *propeller* “10x6”

3. Hasil dari pengujian torsi menggunakan timbangan digital pada *propeller* ukuran “11x6” adalah 3,425 kg.



Gambar 4.12 Hasil pengujian torsi *propeller* “11x6”

- Setelah dilakukan pengujian torsi menggunakan timbangan digital yang dikaitkan pada ekor pesawat, maka dapat dihitung torsi maksimal dari setiap ukuran *propeller* pada mesin O.S 46 MAX adalah sebagai berikut :
1. Perhitungan torsi maksimal *propeller* ukuran “10x4” :

Diketahui :

$$F = 2,935 \text{ kg dikonversikan ke Newton} = 2,935 \times 9,8 = 28,76 \text{ N}$$

$$d = 0,127 \text{ m}$$

Ditanyakan :

$$T = \dots?$$

Jawab :

$$\begin{aligned} T &= F \times d \\ &= 28,76 \times 0,127 \\ &= 3,65 \text{ N.m} \end{aligned}$$

2. Perhitungan torsi maksimal *propeller* ukuran “10x6” :

Diketahui :

$$F = 3,115 \text{ kg dikonversikan ke Newton} = 3,115 \times 9,8 = 30,52 \text{ N}$$

$$d = 0,127 \text{ m}$$

Ditanyakan :

$$T = \dots?$$

Jawab :

$$\begin{aligned} T &= F \times d \\ &= 30,52 \times 0,127 \\ &= 3,87 \text{ N.m} \end{aligned}$$

3. Perhitungan torsi maksimal *propeller* ukuran “11x6” :

Diketahui :

$$F = 3,425 \text{ kg dikonversikan ke Newton} = 3,425 \times 9,8 = 33,56 \text{ N}$$

$$d = 0,139 \text{ m}$$

Ditanyakan :

$$T = \dots?$$

Jawab :

$$\begin{aligned} T &= F \times d \\ &= 33,56 \times 0,139 \\ &= 4,66 \text{ N.m} \end{aligned}$$

Dengan :

T = Torsi (N.m)

F = Gaya (N)

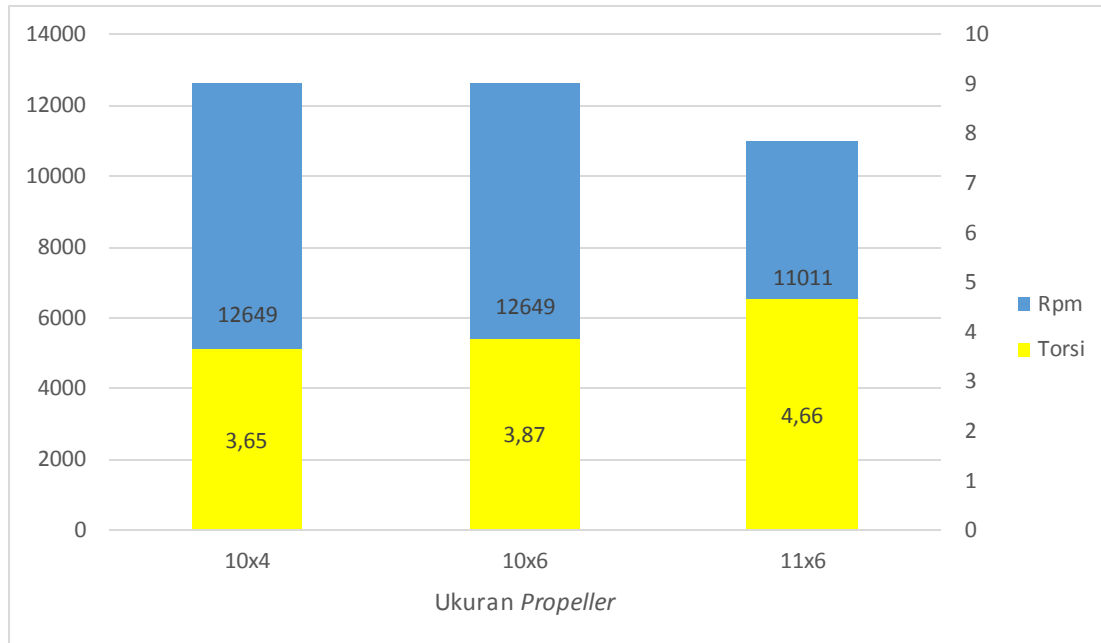
d = Jarak dari pusat rotasi (m)

Berikut ini adalah tabel torsi maksimal dari setiap ukuran *propeller* pada mesin O.S 46 MAX :

Tabel 4.3 Torsi maksimal.

No.	Ukuran <i>Propeller</i>	Torsi (Nm)	Rpm
1	10x4	3,65	12.649
2	10x6	3,87	12.649
3	11x6	4,66	11.011

Tabel diatas menunjukkan torsi maksimal dari ukuran *propeller* “10x4” dan ukuran *propeller* “10x6” berbeda, hal ini disebabkan oleh perbedaan ukuran sudut *pitch* pada kedua *propeller*. Ukuran sudut *pitch* yang lebih kecil akan menghasilkan torsi lebih kecil, meskipun rpm maksimal mencapai angka yang sama.



Gambar 4.13 Grafik Torsi

Grafik diatas menjelaskan perbedaan torsi maksimal yang dihasilkan oleh setiap ukuran *propeller*. Torsi tertinggi ada pada *propeller* dengan ukuran “11x6” akan tetapi rpm maksimal yang dapat dicapai hanya pada angka 11.011 rpm. Hal ini disebabkan karena ukuran panjang *propeller* membebani putaran dari mesin O.S 46 MAX.

Selain itu torsi maksimal dari *propeller* ukuran “10x4” dan *propeller* ukuran “10x6” juga berbeda meskipun rpm yang dapat dicapai pada angka yang sama. perbedaan ukuran *pitch* yang mengakibatkan hal tersebut terjadi.

Berdasarkan hasil perhitungan torsi maksimal diatas, maka daya yang dihasilkan dari setiap ukuran *propeller* juga dapat diketahui melalui perhitungan dibawah ini :

1. Daya yang dihasilkan oleh *propeller* ukuran “10x4” :

Diketahui :

$$T = 3,65 \text{ N.m}$$

$$\text{Rpm} = 12.649$$

Ditanyakan :

$$\text{Daya yang dihasilkan } (P_o) = \dots?$$

Jawab :

$$= \frac{T \cdot \text{Rpm}}{5.252}$$

$$= \frac{3,65 \cdot 12.649}{5.252}$$

$$= 8,79 \text{ hp}$$

2. Daya yang dihasilkan oleh *propeller* ukuran “10x6” :

Diketahui :

$$T = 3,87 \text{ N.m}$$

$$\text{Rpm} = 12.649$$

Ditanyakan :

$$\text{Daya yang dihasilkan } (P_o) = \dots?$$

Jawab :

$$= \frac{T \cdot Rpm}{5.252}$$

$$= \frac{3,87 \cdot 12.649}{5.252}$$

$$= 9,32 \text{ hp}$$

3. Daya yang dihasilkan oleh *propeller* ukuran “11x6” :

Diketahui :

$$T = 4,66 \text{ N.m}$$

$$Rpm = 11.011$$

Ditanyakan :

$$\text{Daya yang dihasilkan } (P_o) = \dots?$$

Jawab :

$$= \frac{T \cdot Rpm}{5.252}$$

$$= \frac{4,66 \cdot 11.011}{5.252}$$

$$= 9,76 \text{ hp}$$

Dengan :

$$P_o = \text{Daya yang dihasilkan (hp)}$$

$$T = \text{Torsi (N.m)}$$

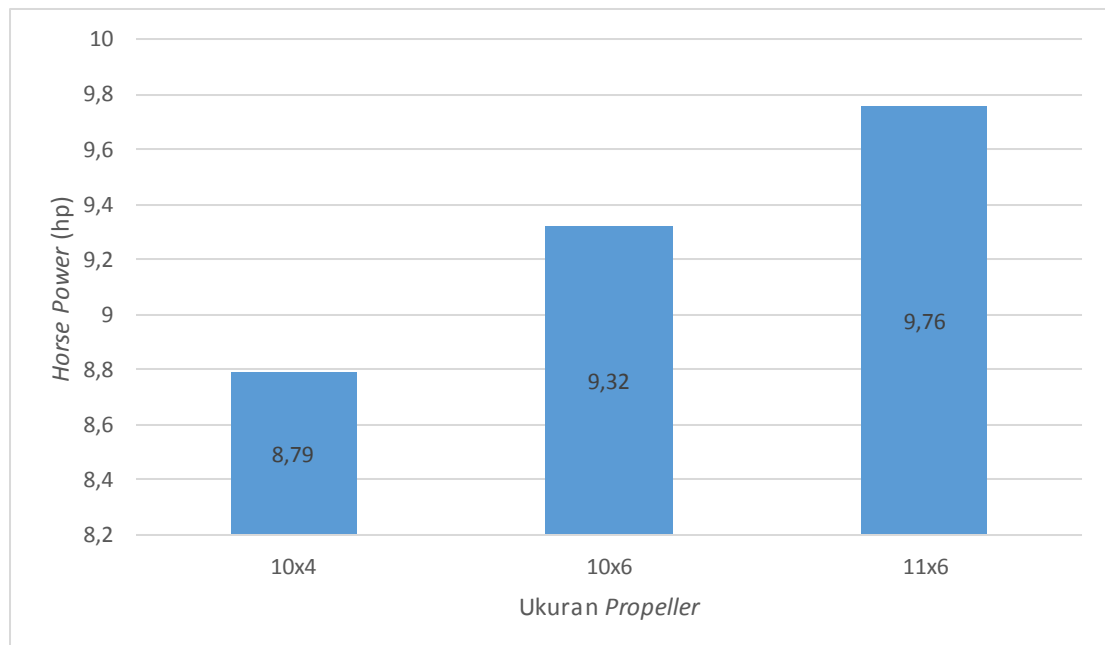
$$Rpm = \text{Putaran per menit}$$

Berdasarkan hasil perhitungan diatas, berikut ini adalah tabel dari daya yang dihasilkan oleh setiap ukuran *propeller* dari mesin O.S 46 MAX :

Tabel 4.4 Daya yang dihasilkan.

No.	Ukuran <i>propeller</i>	Torsi (N.m)	Daya yang dihasilkan (hp)
1.	10x4	3,65	8,79
2.	10x6	3,87	9,32
3.	11x6	4,66	9,76

Berikut ini adalah grafik dari *output power* atau daya yang dihasilkan dari setiap ukuran *propeller* pada mesin O.S 46 MAX :



Gambar 4.14 Grafik Daya

Grafik diatas menunjukkan daya yang dihasilkan dari *propeller* ukuran “10x4” dan “10x6” memiliki perbedaan angka yang signifikan pada rpm yang sama. Hal ini disebabkan karena kedua *propeller* ini memiliki perbedaan ukuran *pitch* sehingga daya yang dihasilkan berbeda, karena sudut *pitch* hanya mempengaruhi pada torsi dan daya yang dihasilkan oleh putaran *propeller*.

- Berdasarkan data rpm maksimal, *advance ratio*, torsi maksimal, serta daya yang dihasilkan dari setiap ukuran *propeller* yang telah diketahui, dapat digunakan untuk menentukan efisiensi *propeller* (P_E) dengan menggunakan rumus perhitungan seperti dibawah ini :

1. Efisiensi *propeller* dengan ukuran *propeller* “10x4” :

Diketahui :

$$J = 1,02$$

$$C_T = 0,6$$

$$C_P = 0,6$$

$$D = 0,83$$

Ditanya :

$$\text{Efisiensi } \textit{propeller} (P_E) = \dots?$$

Jawab :

$$\begin{aligned}
 P_E &= \frac{J \cdot C_T \cdot C_P \cdot 100}{D} \\
 &= \frac{1,02 \cdot 0,6 \cdot 0,6 \cdot 100}{0,83} \\
 &= \frac{1,02 \cdot 36}{0,83} \\
 &= 44,24 \%
 \end{aligned}$$

2. Efisiensi *propeller* dengan ukuran *propeller* “10x6” :

Diketahui :

$$J = 1,17$$

$$C_T = 0,7$$

$$C_P = 0,7$$

$$D = 0,83$$

Ditanya :

$$\text{Efisiensi } \textit{propeller} (P_E) = \dots?$$

Jawab :

$$\begin{aligned}
 P_E &= \frac{J \cdot C_T \cdot C_P \cdot 100}{D} \\
 &= \frac{1,17 \cdot 0,7 \cdot 0,7 \cdot 100}{0,83} \\
 &= \frac{1,17 \cdot 49}{0,83} \\
 &= 69,07 \%
 \end{aligned}$$

3. Efisiensi *propeller* dengan ukuran *propeller* "11x6" :

Diketahui :

$$J = 1,27$$

$$C_T = 0,8$$

$$C_P = 0,8$$

$$D = 0,91$$

Ditanya :

$$\text{Efisiensi } \textit{propeller} (P_E) = \dots?$$

Jawab :

$$\begin{aligned}
 P_E &= \frac{J \cdot C_T \cdot C_P \cdot 100}{D} \\
 &= \frac{1,27 \cdot 0,8 \cdot 0,8 \cdot 100}{0,91} \\
 &= \frac{1,27 \cdot 64}{0,91} \\
 &= 89,31 \%
 \end{aligned}$$

Dengan :

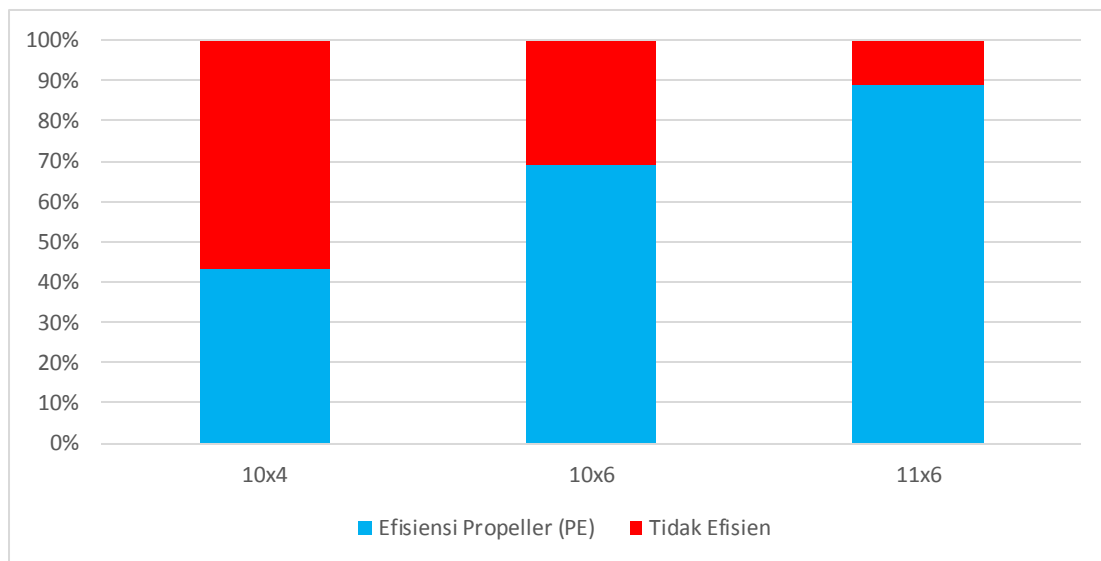
P_E	= Efisiensi <i>propeller</i>
C_T	= <i>Thrust coefficient</i>
J	= <i>Advance ratio</i>
C_P	= <i>Power coefficient</i>
D	= Diameter <i>propeller</i> (ft)

Berikut ini adalah tabel efisiensi *propeller* (P_E) dari setiap ukuran *propeller* pada mesin O.S 46 MAX :

Tabel 4.5 Efisiensi *propeller*

No.	Ukuran <i>Propeller</i>	Efisiensi <i>Propeller</i> (P_E)
1	10x4	44,24 %
2	10x6	69,07 %
3	11x6	89,31 %

Berikut ini adalah grafik efisiensi *propeller* (P_E) dari setiap ukuran *propeller* pada mesin O.S 46 MAX :

Gambar 4.15 Grafik Efisiensi *Propeller*

Grafik diatas menunjukkan persentase dari efisiensi setiap ukuran *propeller* dan *propeller* dengan ukuran “11x6” yang memiliki angka efisiensi tertinggi. Faktor ini disebabkan oleh ukuran panjang *propeller* dan sudut *pitch* dari *propeller* dengan ukuran “11x6”, karena *propeller* dengan ukuran ini dapat menghasilkan *advance ratio*,

torsi maksimal, serta daya yang dihasilkan dengan angka tertinggi tetapi pencapaian rpm dengan angka yang rendah. Sehingga membuat mesin tidak mengalami putaran yang tinggi tetapi torsi dan daya yang dihasilkan optimal.