

## ANALISIS THRUST DAN TORQUE BERDASARKAN VARIASI PUTARAN DAN JUMLAH BLADE PROPELLER AIR PADA UNMANNED AERIAL VEHICLE (UAV) AMPHI-FLY EVO 1.0

AGUNG DWI SAPTO <sup>1)</sup>, MOCHAMMAD FIZACHRI NOVIANDI <sup>2)</sup>

Jurusan Teknik Mesin, Universitas Gunadarma

Email: [adwisapto98@gmail.com](mailto:adwisapto98@gmail.com) <sup>1)</sup>

**Abstrak** - *Unmanned Aerial Vehicle (UAV)* adalah salah satu jenis robot penjelajah udara tanpa awak, dalam hal ini dengan memodifikasi (UAV) untuk dapat bergerak pada tiga medan khususnya air. Salah satu penggerak air adalah *propeller*, *propeller* merupakan alat penggerak mekanik yang mempunyai fungsi untuk mendapatkan gaya dorong yang dihasilkan oleh baling-baling. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai *pressure*, *velocity*, *thrust*, koefisien baling-baling, dan efisiensi yang dihasilkan oleh kedua *propeller* yaitu berdaun dua dan berdaun tiga pada putar kecepatan motor DC maksimum 3000 RPM, rata-rata 1700 RPM, dan minimum 1500 RPM dalam keadaan *open water*. Menganalisis kedua *propeller* air tersebut dengan menggunakan *software* serta membandingkan hasil simulasi yang ditunjang dengan perhitungan teoritis. Hasil penelitian pada *propeller* berdaun dua mendapatkan bahwa nilai *velocity* pada RPM maksimum sebesar 22.685 m/s dengan *pressure* 2251080.19 Pa. Pada RPM rata-rata nilai *velocity* sebesar 12.118 m/s dengan *pressure* 714770.22 Pa. Pada RPM minimum nilai *velocity* sebesar 1.068 m/s dengan *pressure* 106058 Pa, sedangkan pada *propeller* berdaun tiga dengan nilai *velocity* pada RPM maksimum sebesar 17.635 m/s dengan *pressure* 1252543.34 Pa. Pada RPM rata-rata nilai *velocity* sebesar 9.145 m/s dengan *pressure* 463135.25 Pa. pada RPM minimum nilai *velocity* sebesar 0.776 m/s dengan *pressure* 101420.51 Pa. Nilai *thrust propeller* berdaun dua pada RPM maksimum sebesar 85.931 N, pada RPM rata-rata sebesar 24.976 N, dan pada RPM minimum sebesar 0.20 N. Nilai *thrust propeller* berdaun tiga pada RPM maksimum sebesar 48.122 N, pada RPM rata-rata sebesar 12.833 N, dan pada RPM minimum sebesar 0.093 N. Semakin besar nilai RPM maka *thrust* yang dihasilkan akan semakin besar. Pada *propeller* berdaun dua yang memiliki nilai efisiensi optimal pada putaran 1500 RPM dengan nilai 45% keadaan *open water*, sedangkan *propeller* berdaun tiga yang memiliki nilai efisiensi optimal pada putaran 1700 RPM dengan nilai 51% keadaan *open water*.

**Kata Kunci** : Analisis Bilah, Keadaan *Open Water*, *Propeller* Air, Simulasi,

**Abstract** - *Unmanned Aerial Vehicle (UAV)* is one type of unmanned aerial rover robot, in this case by modifying (UAV) to be able to move on three terrains especially water. One of the water drives is the *propeller*, the *propeller* is a mechanical drive that has the function to obtain the thrust force produced by the *propeller*. This study aims to find out the *pressure*, *velocity*, *thrust*, coefficient of *propeller*, and efficiency produced by both *propellers*, namely two-leafed and three-leafed at a maksimum DC motor speed of 3000 RPM, an average of 1700 RPM, and a minimum of 1500 RPM in an *open water* state. Analyze the two water *propellers* using *software* and compare the simulation results supported by theoretical calculations. The results of the study on two-leafed *propellers* obtained that the *velocity* value at maksimum RPM was 22,685 m/s with a *pressure* of 2251080.19 Pa. At RPM the average *velocity* value is 12,118 m/s with a *pressure* of 714770.22 Pa. At a minimum RPM *velocity* value of 1,068 m/s with a *pressure* of 106058 Pa, while on a three-leaf *propeller* with a *velocity* value at maksimum RPM of 17,635 m/s with a *pressure* of 1252543.34 Pa. At RPM the average *velocity* value is 9,145 m/s with a *pressure* of 463135.25 Pa. at a minimum RPM *velocity* value of 0.776 m/s with a *pressure* of 101420.51 Pa. The *thrust* value of a two-leafed *propeller* at maksimum RPM is 85,931 N, at an average RPM of 24,976 N, and at a minimum RPM of 0.20 N. Three-leaf *thrust propeller* values at maksimum RPM of 48,122 N, at an average RPM of 12,833 N, and at a minimum RPM of 0.093 N. The greater the RPM value, the greater the *thrust*. On a two-leaf *propeller* that has an optimal efficiency value at 1500 RPM with a value of 45% *open water* state, while a three-leaf *propeller* that has an optimal efficiency value at 1700 RPM with a value of 51% *open water* state.

**Keywords** : Blade Analysis, *Open Water* State, Water *Propeller*, Simulation

## 1. PENDAHULUAN

Perkembangan UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*) saat ini terus mengalami peningkatan. Seiring berjalannya waktu, *drone* mulai dikembangkan untuk kepentingan sipil seperti pemantauan, pemotretan pada daerah perkebunan, pemantauan pada perbatasan, *illegal logging*, agrikultur, dan bencana alam. Kegiatan berupa pemantauan atau pemetaan suatu daerah untuk mencari dan mengumpulkan data disebut juga dengan *surveillance*.

Pada UAV *AMPHI-FLY Evo 1.0*. ini dengan memodifikasi jenis pesawat tanpa awak yang memanfaatkan pengaplikasian lambung kapal dan *belt*. Pengaplikasian tersebut bertujuan agar UAV *AMPHI-FLY Evo 1.0* dapat berjalan atau beroperasi pada tiga medan yaitu darat, air, udara. Pesawat tanpa awak ini bertujuan untuk misi pencarian pada medan yang sulit dicapai oleh manusia. Dalam penelitian ini akan fokus membahas pada penggerak air yaitu pada bagian *propeller*. Pada bagian bentuk *propeller* ini bermacam-macam seiring bertambahnya variasi bentuk dan kegunaan dalam hal penggerak air.

Dalam hal ini yang akan dibahas adalah membandingkan *propeller* berdaun 2 dan 3 terhadap variasi kecepatan 3000 RPM, 1700 RPM, 1500 RPM untuk mengetahui seberapa optimalnya gaya dorong (*thrust*) dan torsi (*torque*) diantara kedua jenis *propeller* tersebut terhadap motor yang beroperasi. Namun, hal yang harus tetap di perhatikan ialah sebuah baling-baling (*blade*) harus memiliki kemampuan yang cukup dalam menopang gaya-gaya yang berkerja terhadapnya seperti gaya dorong (*thrust*) yang dihasilkan itu sendiri, benturan maupun tekanan pada daun baling-baling dan juga torsi (*torque*) yang ditimbulkan.

## 2. LANDASAN TEORI

### 2.1. Pesawat Tanpa Awak

Pesawat tanpa awak (*Unmanned Aerial Vehicle*) adalah sebuah mesin terbang yang berfungsi dengan kendali jarak jauh oleh pilot atau mampu mengendalikan dirinya sendiri. Pesawat tanpa awak adalah *drone* pencarian, pesawat tanpa awak yang digunakan sebagai wahana pencarian dan penyelamatan. Perkembangan kontrol otomatis membuat pesawat sasaran tembak yang sederhana mampu berubah menjadi pesawat tanpa awak yang kompleks dan rumit. Kontrol pesawat tanpa awak ada dua variasi utama, variasi pertama yaitu kontrol melalui pengendalian jarak jauh dan variasi kedua adalah pesawat terbang secara mandiri berdasarkan program

yang dimasukkan ke dalam pesawat sebelum terbang.[7]

Dalam sebuah perancangan pesawat terbang tanpa awak, terlebih dahulu harus mendefinisikan misi penerbangan seperti apa yang akan dilakukan oleh pesawat tersebut. Hal ini harus dilakukan karena wahana ini harus dapat melakukan misi di 3 alam berbeda. Pesawat terbang tanpa awak dimaksudkan untuk mengemban misi pemantauan udara untuk melihat objek yang diam atau bergerak diatas permukaan tanah, pemantauan darat untuk melihat objek yang tidak dapat dipantau pada saat di udara, dan misi yang terakhir adalah di air dimaksudkan agar dapat memantau objek yang berada dipermukaan air. Misi tersebut dilakukan didaerah dengan dukungan infrastruktur yang minim seperti daerah hutan pegunungan, rawa dan lain-lain. Dengan misi tersebut, maka pesawat terbang tanpa awak harus merupakan gabungan karakter antara tipe *quadCopter*, *tank*, dan kapal air, yaitu berkecepatan rendah, stabil dapat melayang dan mudah dikendalikan. Agar dapat dimobilisasi atau demobilisasi dengan mudah maka pesawat tersebut harus praktis, maka bobot pesawat tersebut harus ringan agar dapat dibawa kemana-mana dengan mudah, sehingga berat pesawat tersebut tidak lebih dari 4 kg.[7]

### 2.2. Propeller

Baling-baling (*propeller*) adalah alat penggerak kapal, salah satu bentuknya yang paling umum ialah baling-baling ulir. Baling-baling ini memiliki daun yang berjumlah dua atau lebih dengan posisi yang menjorok dari *hub* atau *bosh*. Daun baling-baling tersebut dapat merupakan bagian yang menyatu dengan *hub*, atau merupakan bagian yang dapat dilepas dari dan dipasang pada *hub* atau merupakan daun yang dapat dikendalikan (*controllable pitch Propeller*). Sedangkan *hub* baling-baling ini diposisikan pada poros agar dapat digerakkan oleh mesin penggerak kapal. Teori baling-baling awal mengikuti dua garis pemikiran *independen*. dalam hal pertama ini, teori momentum, produksi daya dorong dijelaskan sepenuhnya oleh perubahan momentum yang terjadi dalam *fluida*. Kedua adalah *blade element theory*, gaya dorong baling-baling diperoleh dengan menganalisis aksi gaya pada berbagai bagian *blade* dan kemudian mengintegrasikannya pada radius *Propeller*. [3]

Teori momentum didasarkan pada prinsip fundamental yang benar, tetapi tidak memberikan indikasi bentuk baling-baling yang akan menghasilkan gaya dorongan. Baling-baling diidealkan sebagai "*disk aktuator*" atau

konsepsi serupa, yang dapat menyebabkan peningkatan tekanan instan pada cairan yang melewatinya. Pada kesimpulan penting bahwa efisiensi baling-baling yang ideal memiliki batas atas yang bervariasi sesuai dengan pemuatan. Teori elemen *blade*, di sisi lain mampu memprediksi efek dari berbagai perubahan dalam bentuk baling-baling, tetapi menyebabkan hasil yang salah bahwa efisiensi baling-baling yang ideal adalah kesatuan.

Perbedaan antara kedua kelompok teori tidak dihilangkan sampai teori sirkulasi yang dikembangkan oleh Lencester dalam penelitian "Aerodinamis" diterapkan pada masalah baling-baling oleh Bezt dan Prandtl, teori ini menunjukkan hubungan antara perubahan momentum dalam medium dan gaya yang bekerja pada elemen *blade*. [3]

### 3. METODELOGI PERANCANGAN

#### 3.1. Konsep Dasar Desain Dan Analisa

Dalam perancangan dan desain hendaknya terlebih dahulu menentukan konsep alat yang ingin buat, sehingga pada saat proses pembuatan konsep yang dirancang sesuai dan dapat terealisasi dengan baik. Konsep dasar kali ini adalah menganalisis besar *thrust*, *velocity* dan *pressure* yang dihasilkan oleh *propeller* air berdaun dua dan berdaun tiga terhadap RPM minimum, rata-rata, dan maksimum yang diberikan oleh motor DC yang dipakai UAV AMPHI-FLY Evo 1.0.



Gambar 1. UAV AMPHI-FLY Evo 1.0

Dalam hal ini dilakukan analisis terhadap dua macam bentuk *propeller* air, yaitu *propeller* berdaun dua dan berdaun tiga dalam hal ini diperlakukan pembebanan yang sama setelah itu menganalisis *thrust*, *pressure*, dan *velocity* yang dihasilkan dari pembebanan tersebut. Dari langkah yang telah disebutkan terakhir membandingkan hasil simulasi pada kedua *propeller* air yang berbeda bentuk ini. Kemudian melihat mana yang memberikan hasil yang lebih maksimal terhadap putaran minimum, rata-rata, dan maksimum motor yang dipakai pada UAV AMPHI-FLY Evo 1.0.

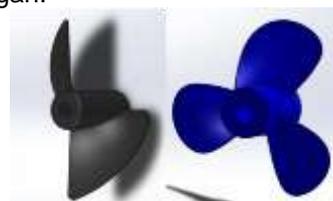
#### 3.1. Proses Penelitian

Berikut ini adalah diagram alir persiapan analisis aliran *fluida* pada dua jenis *propeller* air berdaun dua dan berdaun tiga.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

Pada diagram alir penelitian ini menjelaskan tahap-tahap proses untuk melakukan simulasi dan mendapatkan hasil. Diawali dengan melihat sistem kerja *propeller* air pada UAV AMPHI-FLY Evo 1.0. Kemudian melakukan pengukuran pada dimensi terhadap *propeller* air. Melakukan simulasi CFD (*Computational Fluid Dynamics*). Perhitungan teoritis dilakukan untuk menunjang hasil simulasi yang telah dilakukan. Jika hasil yang telah sesuai maka dapat ditarik kesimpulan dari dua hasil analisa kedua bentuk *propeller* air yang berbeda tersebut. Berikut ini adalah data karakteristik *propeller*. Pada tabel 1 dibawah ini menunjukkan dimensi-dimensi *propeller* berdaun dua dan berdaun tiga yang akan dimasukan pada tahap simulasi dan perhitungan.



Gambar 3. CAD Propeller Pada UAV AMPHI-FLY Evo 1.0 Menggunakan Software Solidworks 2017

**Tabel 1.** Karakteristik Kedua *Propeller*

No	Keterangan	Berdaun 2 (Dua)	Berdaun 3 (Tiga)
2	Diameter Hub	7.50 mm	8 mm
3	Diameter poros	3 mm	3 mm
4	Diameter <i>propeller</i>	37 mm	37 mm
5	Luas Area Total Daun	680.74 mm <sup>2</sup>	921.36 mm <sup>2</sup>
6	Pitch	33.49 cm	22.23 cm

Proses analisa dapat memudahkan untuk mengkaji apa yang terjadi pada suatu sistem dengan berbagai kondisi tertentu. Simulasi tersebut disesuaikan berdasarkan kondisi *propeller* air yaitu pada keadaan *open water*, dalam hal ini yang akan dibahas adalah membandingkan *propeller* berdaun 2 dan 3 terhadap variasi kecepatan 3000 RPM, 1700 RPM, 1500 RPM untuk mengetahui seberapa optimalkah gaya dorong (*thrust*) dan torsi (*torque*) diantara kedua jenis *propeller* tersebut terhadap motor yang beroperasi. Proses analisa ini dengan membandingkan output yang dihasilkan terhadap kondisi dan pembebanan yang sama yaitu putaran minimum, rata-rata, dan maksimum motor DC. Diawali dengan proses pembuatan geometri kedua *propeller*.

Kemudian setting pada menu *wizard*, mengatur batas simulasi, dan menentukan *goals* yang akan di analisis yaitu mencari nilai *koefisient thrust* (KT) dan *koefisient torque* (KQ) pada *propeller* dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$K_Q = \frac{Q}{\rho n^2 D^4} \dots\dots\dots(1)$$

$$K_T = \frac{T}{\rho n^2 D^5} \dots\dots\dots(2)$$

Kemudian *running* simulasi pada *variable* RPM yang telah ditentukan yaitu minimum 1500 RPM, rata-rata 1700 RPM, dan maksimum 3000 RPM, data yang dihasilkan berupa komputasi CFD (*Computational Fluid Dynamics*). Serta mencari nilai efisiensi *propeller* pada *open water* dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$J = \frac{Va}{nD} \dots\dots\dots(3)$$

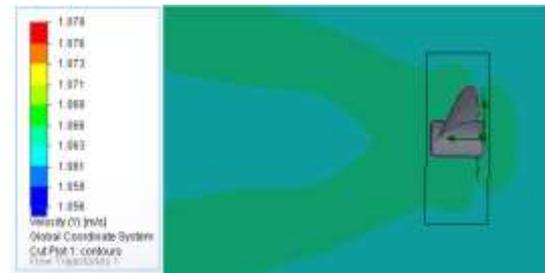
$$n = \frac{JKT}{2\pi KQ} \dots\dots\dots(4)$$

**4. HASIL DAN PEMBAHASAN**

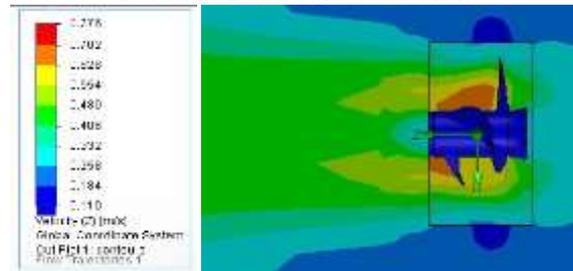
**4.1. Hasil Simulasi *Velocity* Pada *Propeller***

*Velocity* yang terjadi akibat putaran yang dihasilkan oleh motor DC. Seperti yang

terlihat pada gambar dibawah dimana terdapat rentang nilai minimum hingga maksimum. Nilai minimum ditunjukkan oleh warna biru sedangkan nilai maksimum ditunjukkan dengan warna merah dan area sedang ditunjukkan oleh warna kuning-hijau-biru muda. Berikut adalah hasil *flow simulation velocity* pada kedua *propeller*. Berikut ini adalah gambar *cut plot velocity* pada *propeller* berdaun dua dan berdaun tiga di RPM 1500.

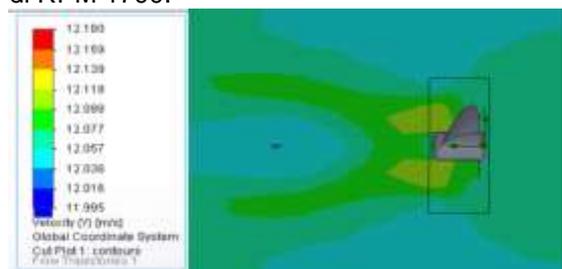


**Gambar 4.** *Cut plot Velocity Propeller Berdaun Dua Pada 1500 RPM*



**Gambar 5.** *Cut plot Velocity Propeller Berdaun Tiga Pada 1500 RPM*

Berikut ini adalah gambar *cut plot velocity* pada *propeller* berdaun dua dan berdaun tiga di RPM 1700.

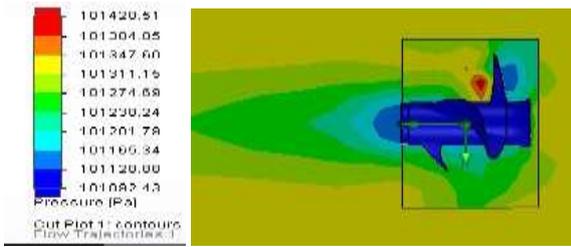


**Gambar 6.** *Cut plot Velocity Propeller Berdaun Dua Pada 1700 RPM*

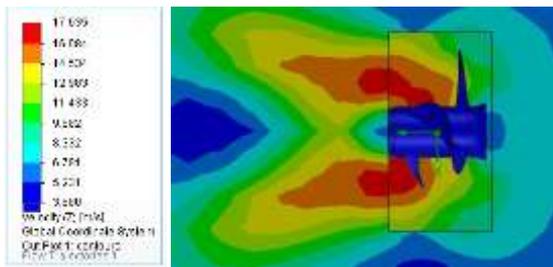


**Gambar 7.** *Cut plot Velocity Propeller Berdaun Tiga Pada 1700 RPM*

Berikut ini adalah gambar *cut plot velocity* pada *propeller* berdaun dua dan berdaun tiga di RPM 3000.



**Gambar 8.** *Cut plot Velocity Propeller Berdaun Dua Pada 3000 RPM*



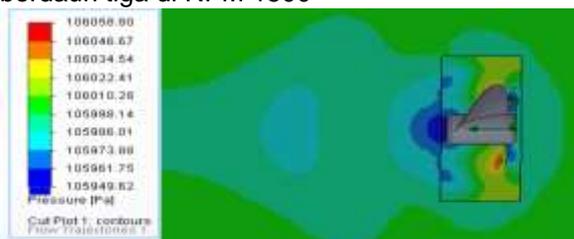
**Gambar 9.** *Cut plot Velocity Propeller Berdaun Tiga Pada 3000 RPM*

Pada gambar 4 sampai dengan gambar 9 untuk simulasi pada *propeller* berdaun 2 terlihat ada kenaikan nilai *velocity* yang sebanding dengan kenaikan nilai putaran pada *propeller*. Hal yang sama juga terjadi pada *propeller* berdaun 3 dan dari hasil *cut plot velocity* di RPM maksimum 3000 RPM pada *propeller* berdaun dua dapat diketahui bahwa pada outlet *propeller* mengalami *velocity* paling kuat sebesar 22.685 m/s. Untuk *propeller* berdaun tiga dapat diketahui bahwa pada outlet *propeller* mengalami *velocity* paling kuat sebesar 17.635 m/s.

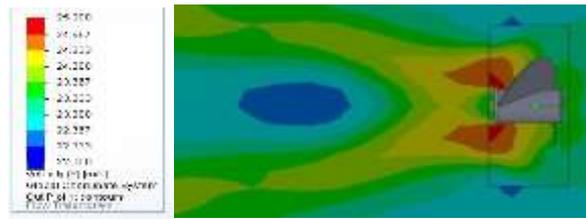
**4.2. Hasil Simulasi Pressure Pada Propeller**

*Pressure* yang terjadi akibat putaran yang dihasilkan oleh motor DC. Seperti yang terlihat pada gambar dibawah dimana terdapat rentang nilai minimum hingga maksimum. Nilai minimum ditunjukkan oleh warna biru sedangkan nilai maksimum ditunjukkan dengan warna merah dan area sedang ditunjukkan oleh warna kuning- hijau-biru muda. Berikut adalah hasil *flow simulation pressure* pada kedua *propeller*.

Berikut ini adalah gambar *cut plot pressure* pada *propeller* berdaun dua dan berdaun tiga di RPM 1500

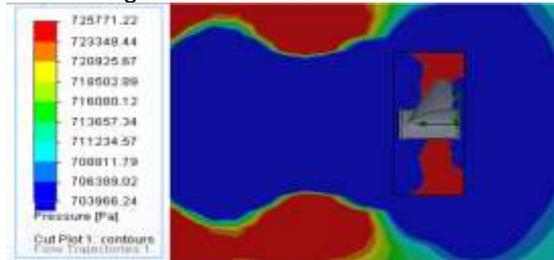


**Gambar 10.** *Cut plot Pressure Propeller Berdaun Dua Pada 1500 RPM*

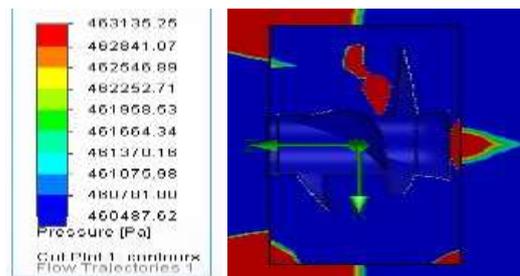


**Gambar 11.** *Cut plot Pressure Propeller berdaun Tiga Pada 1500 RPM*

Berikut ini adalah gambar *cut plot pressure* pada *propeller* berdaun dua dan berdaun tiga di RPM 1700

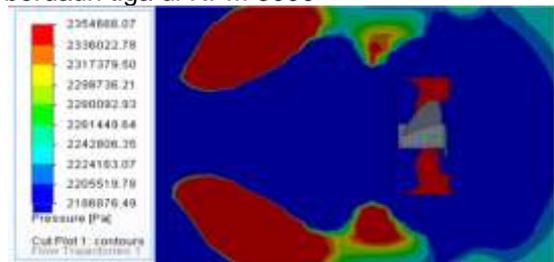


**Gambar 12.** *Cut plot Pressure Propeller Berdaun Dua Pada 17000 RPM*

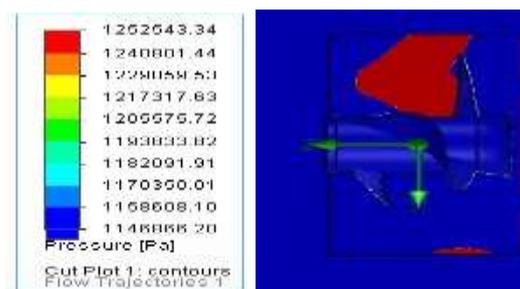


**Gambar 13.** *Cut plot Pressure Propeller Berdaun Tiga Pada 17000 RPM*

Berikut ini adalah gambar *cut plot pressure* pada *propeller* berdaun dua dan berdaun tiga di RPM 3000



**Gambar 14.** *Cut plot Pressure Propeller Berdaun Dua Pada 3000 RPM*



**Gambar 15.** *Cut plot Pressure Propeller Berdaun Tiga Pada 3000 RPM*

Pada gambar 10 sampai dengan gambar 15 untuk simulasi pada *propeller* berdaun 2 terlihat ada kenaikan nilai *pressure* yang sebanding dengan kenaikan nilai putaran pada *propeller*. Hal yang sama juga terjadi pada *propeller* berdaun 3 dan dari hasil cut plot *pressure* di RPM maksimum 3000 RPM pada *propeller* berdaun dua dapat diketahui bahwa pada bagian permukaan daun *propeller* mengalami *pressure* paling kuat sebesar 2251080.19 Pa. Pada *propeller* berdaun tiga dapat diketahui bahwa pada bagian permukaan daun mengalami tekanan *pressure* maksimum sebesar 1252543.34 Pa ditunjukkan dengan warna merah.

**4.3 Perbandingan Thrust dan Torque Pada Propeller**

Dari hasil komputasi software CFD (*Computational Fluid Dynamics*) didapat hasil seperti pada tabel 2. Dimana dapat diketahui nilai kecepatan rotasi atau RPM mempengaruhi besar nilai koefisien *thrust* (KT) dan besar nilai koefisien *torque* (KQ), nilai koefisien *thrust* dan koefisien *torque* berbanding lurus dengan besar nilai RPM.

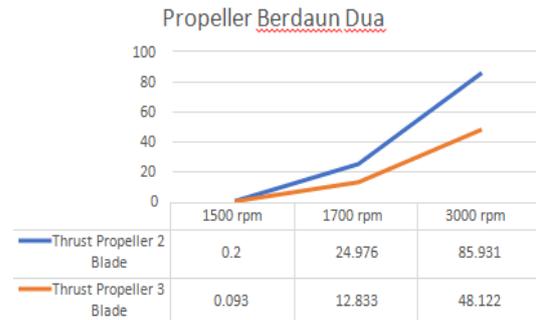
**Tabel 2.** Perbandingan Koefisien Thrust dan Koefisien Torque

Kecepatan Rotasi (Rpm)	Propeller Berdaun Dua		Propeller Berdaun Tiga	
	KT	KQ	KT	KQ
3000	0.762	0.08	0.462	0.033
1700	0.625	0.126	0.321	0.005
1500	0.396	0.057	0.183	0.007

**Tabel 3.** Perbandingan Nilai Thrust dan Koefisien Torque

Kecepatan Rotasi (Rpm)	Propeller Berdaun Dua		Propeller Berdaun Tiga	
	Thrust	Torque	Thrust	Torque
3000	85.931 N	0.59 Nm	48.122 N	25.077 Nm
1700	24.976 N	0.168 Nm	12.833 N	7.08 Nm
1500	0.20 N	0.0014 Nm	0.093 N	0.057 Nm

Dari hasil analisa *thrust* tertinggi pada 3000 RPM yaitu *propeller* berdaun dua dengan nilai 85.931 N, sedangkan pada *propeller* berdaun tiga 48.122 N dengan besar nilai RPM yang sama. Dari hasil analisa *torque* tertinggi pada 3000 RPM yaitu *propeller propeller* berdaun tiga dengan nilai 25.077 Nm, sedangkan pada *Propeller* berdaun dua 0.59 Nm dengan besar nilai RPM yang sama hal ini disebabkan oleh aliran fluida yang terbentuk saat RPM tinggi menjadi turbulen.



**Gambar 16.** Grafik Presentase Perbandingan Thrust Pada Kedua Propeller



**Gambar 17.** Grafik Presentase Perbandingan Torque Pada Kedua Propeller

Dari hasil pengolahan data yang telah dilakukan yang dapat dilihat pada tabel 4 dapat diketahui bahwa nilai efisiensi tertinggi sebesar 51% pada RPM 1700, sedangkan efisiensi terendah sebesar 20.7% pada RPM 3000.

Hal yang mempengaruhi besar nilai koefisien *advance* baling-baling (J) adalah RPM dimana semakin besar nilai RPM maka akan semakin kecil nilai koefisien *advance* baling-baling. Semakin besar nilai RPM maka *thrust* yang dihasilkan akan semakin besar.

**Tabel 4.** Perbandingan Nilai Koefisien Advance Baling-Baling Dan Efisiensi Propeller Open water

Keterangan		Propeller berdaun dua	Propeller berdaun tiga
Koefisien advanced baling-baling(J)	1500 rpm	0.573	0.573
	1700 rpm	0.05	0.05
	3000 rpm	0.0268	0.0268
Efisiensi Propeller open water (η)	1500 rpm	45%	50%
	1700 rpm	39%	51%
	3000 rpm	20.7%	25%

Dari hasil analisis *velocity* pada gambar 4 sampai gambar 5 dapat diketahui bahwa pada kecepatan aliran sebesar 9.145 m/s dan *pressure* sebesar 463135.25 Pa dapat menghasilkan efisiensi sebesar 51% terjadi pada *propeller* air berdaun tiga, sedangkan pada *propeller* air berdaun dua dengan nilai *velocity* sebesar 1.068 m/s dan *pressure* 101420.51 Pa sebesar dapat menghasilkan efisiensi sebesar 49%.

## 5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil simulasi, analisa data, dan pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Hubungan antara besar nilai koefisien *advance* baling-baling (J) dengan kecepatan putar yaitu dimana semakin besar nilai kecepatan putar atau RPM maka akan semakin kecil nilai koefisien *advance* baling-baling, semakin tinggi putaran maka *thrust* yang dihasilkan semakin tinggi.
2. *Thrust* terbesar terdapat pada *propeller* berdaun dua pada putaran 30000 RPM dengan nilai 85.931 N.
3. *Thrust* terendah terdapat pada *propeller* berdaun tiga pada putaran 1500 RPM dengan nilai 0.093 N.
4. Pada *propeller* berdaun dua yang memiliki nilai efisiensi optimal pada putaran 1500 RPM dengan nilai 45% dalam keadaan *open water*.
5. Pada *propeller* berdaun tiga yang memiliki nilai efisiensi optimal pada putaran 1700 RPM dengan nilai 51% *open water*.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Budiarto, Hairil. 2014. Perencanaan Sistem Autonomus QuaDCopter, Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi. Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta.
- [2] Deddy, Chrismianto, 2017. Analisa Perbandingan Penggunaan Energy Saving Device (ESD) *Propeller* Boss Cap Fin Pada *Propeller* Tipe B-Series Dengan Variasi Diameter Fin Menggunakan Metode CFD, Jurnal Teknik Perkapalan Vol.05, No.1.
- [3] Edward V, Lewis,1988. Principles Of Naval Architecture Second Revision. Jersey City: NJ. The Society Of Naval Architects And Marine Engineers.
- [4] Hidayat, Rahmad, 2016. Pengembangan Sistem Navigasi Otomatis Pada UAV (Unmanned Aerial Vehicle) dengan GPS (Global Positioning System) Waypoint. Jurnal Teknik ITS Vol. 5, No.2.
- [5] Holtrop J. 1984. A Statistical Re-analysis of Resistance and Propulsion Data. Journal of International Ship Building Progress, Vol. 31.
- [6] Saroingsong Hardy S, 2018. Rancang Bangun Wahana Pesawat Tanpa Awak (Fixed Wing) BERbasis Ardupilot. Jurnal Universitas Sam Ratulangi Manado Vol. 7, No. 1 : 73.
- [7] Suruso I. 2018. Analisa Peran Unmanned Aerial Vehicle Jenis Multikopter Dalam meningkatkan Kualitas Dunia Fotografi Udara di Lokasi Jalur Selatan Menuju Calon Bandara Baru Kulonprogo. Jurnal Sekolah Tinggi Teknologi Kedirgantaraan Yogyakarta Vol. 14, No. 1 : 18.
- [8] Utomo Bimo J. 2015. Design of UAV (Unmanned Aerial Vehicle) Model QuaDCopter Using Propotional Integral Derivative Algorithm, Junla Universitas Telkom, Vol. 1, No. 1 : 57-58.
- [9] Yuandriansyah, Zikri. 2016. Sistem Take Off dan Landing *Drone* QuaDCopter Berbasis Kordinat GPS. Thesis, Politeknik Negeri Sriwijaya, Palembang.
- [10] Zain Ardi Z. 2018. Analisa Perbandingan *Propeller* Berdaun 4 Pada Kapal Trimaran Untuk Mengoptimalkan Kinerja kapal Menggunakan Metode CFD. Jurnal Teknik Perkapalan Vol. 6, No. 1.
- [12] Carlton J.S. 1994. Marine *Propellers* and Propulsion. Butterworth Heinemann.
- [13] <http://www.nauticexpo.com/prod/rolls-royce/product-39194-389325.html>. Tanggal Akses 13 Maret 2019
- [14] [https://www.setcorp.ru/main/pressreleas e.shtml?news\\_id=52916&language=english](https://www.setcorp.ru/main/pressreleas e.shtml?news_id=52916&language=english). Tanggal Akses 10 Maret 2019
- [15] <http://www.nauticexpo.com/prod/rolls-royce/product-39194-389219.html>. Tanggal Akses 13 Maret 2019
- [16] <http://www.nauticexpo.com/prod/rolls-royce/product-39194-389311.html>. Tanggal Akses 13 Maret 2019