

# ANALISIS UJI *THRUST* MOTOR EDF DAN PENENTU SISTEM LEPAS LANDAS DI WAHANA ROKET BERBASIS ATMEGA 328

Dewa Gede Wahyu Adi Prayoga<sup>1</sup>, Ida Bagus Alit Swamardika<sup>2</sup>, I Wayan Arta Wijaya<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana

<sup>2</sup>Dosen Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana  
Jl. Raya Kampus UNUD, Kampus Bukit Jimbaran, Jimbaran, Kabupaten Badung, Bali  
[wahyuadi130698@gmail.com](mailto:wahyuadi130698@gmail.com), [gusalit@unud.ac.id](mailto:gusalit@unud.ac.id), [artawijaya@ee.unud.ac.id](mailto:artawijaya@ee.unud.ac.id)

## ABSTRAK

Analisis uji *thrust* motor EDF (*Electric Duct Fan*) dan penentu sistem lepas landas di wahana roket berbasis ATmega 328 merupakan sebuah perancangan prototipe alat uji *thrust* yang digunakan untuk mengukur keluaran *thrust* (gaya dorong) dari sebuah motor EDF 70 mm yang digunakan sebagai mesin pendorong wahana roket EDF serta sebuah prototipe sistem lepas landas wahana roket yang berfungsi sebagai indikator lepas landas dengan menggunakan data hasil dari pengujian *thrust* motor EDF sebagai acuan lepas landas wahana roket. Data – data yang diukur pada pengujian *thrust* motor EDF yaitu antara lain, data *thrust* yang dideteksi menggunakan *load cell sensor*, data RPM (putaran motor EDF) yang dideteksi menggunakan *infrared proximity sensor*, data keluaran PWM (*Pulse Wide Modulation*) dari hasil *mapping* input potensiometer dan modul LCD 16x2 dengan I2C yang digunakan untuk menampilkan data pengujian. Data – data pengujian *thrust* yang digunakan pada prototipe sistem lepas landas wahana roket adalah data RPM dan PWM dengan indikator siap lepas landas menggunakan LED berwarna hijau. Prototipe sistem lepas landas wahana roket beracuan berdasar dari perbandingan antara gaya dorong motor EDF dan berat roket (*thrust to weight ratio*) sebesar  $\geq 1$ . Hasil dari penelitian saat pengujian *thrust* pada motor EDF dengan propeler 6 bilah didapat data maksimal RPM dan *thrust* sebesar 73619 RPM dan 695.3 gram, untuk pengujian pada motor EDF dengan propeler 12 bilah didapat data maksimal RPM dan *thrust* sebesar 65861 RPM dan 696.2 gram, dimana semua data tersebut didapat saat keluaran PWM 100% dari Arduino ke ESC (*Electronic Speed Controller*). *Thrust to weight ratio* yang dihasilkan pada masing-masing motor EDF dengan propeler 6 bilah dan 12 bilah adalah sebesar 1,202 dan 1,189. Sistem lepas landas menggunakan acuan input PWM ke ESC motor *brushless* pada rasio 100%

**Kata kunci** : *Thrust*, Motor EDF, *Thrust To Weight Ratio*.

## ABSTRACT

*Analysis of the EDF (Electric Ducted Fan) thrust motor test and the determination of the takeoff system on the ATmega 328-based rocket vehicle is a prototype design of a thrust test tool that is used to measure the thrust output of a 70 mm EDF motor used as a vehicle propulsion engine. EDF rockets as well as a prototype rocket takeoff system that serves as a takeoff indicator using the data from the EDF thrust motor test as a reference for rocket liftoff. The data measured in the EDF motor thrust test are, among others, thrust data detected using a load cell sensor, RPM data (EDF motor rotation) detected using an infrared proximity sensor, PWM (Pulse Wide Modulation) output data from the mapping input potentiometer. and a 16x2 LCD module with I2C used to display test data. The thrust test data used on the prototype of the rocket takeoff system are RPM and PWM data with indicators ready to take off using green LEDs. The prototype of the take-off system of the rocket vehicle is based on the ratio between the thrust of the EDF motor and the rocket's weight (thrust to weight ratio) of  $\geq 1$ . The results of the research when testing the thrust on the EDF motor with a 6 blades propeller obtained maximum RPM and thrust data of 73619 RPM and 695.3 g, for testing on the EDF motor with a 12 blades propeller obtained the maximum RPM and thrust data of 65861 RPM and 696.2 g*

RPM, where all these data is obtained when 100% PWM output from Arduino to ESC (Electric Speed Controller). Thrust to weight ratio produced on each EDF motor with 6 blades and 12 blades propellers is 1,202 and 1,189. Takeoff system uses PWM input reference to brushless motor ESC at 100% ratio

**Keywords** : Thrust, EDF Motor, Thrust To Weight Ratio.

## 1. PENDAHULUAN

Roket merupakan sebuah wahana atau kendaraan terbang yang digunakan dalam bidang kedirgantaraan yang digerakan atau didorong oleh mesin roket. Wahana roket ini dapat digunakan dalam berbagai misi, misi itu bisa berupa penelitian, eksplorasi dan pertahanan, sebagai contoh dalam misi pertahanan yaitu roket kendali atau peluru kendali.

Pentingnya teknologi roket baik itu untuk penelitian maupun untuk menjaga kedaulatan sebuah negara membuat salah satu lembaga di Indonesia yaitu Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN) mengadakan sebuah perlombaan yang bernama KOMURINDO-KOMBAT yang digunakan sebagai sarana pengembangan dalam penelitian roket kendali. Salah satu yang diperlombakan yaitu wahana sistem kendali dengan merancang sebuah wahana roket dengan berpendorong motor EDF yang dapat terbang ke sasaran yang dituju.

Wahana roket EDF adalah sebuah wahana roket dengan mesin pendorong berupa motor EDF (*Electric Ducted Fan*) atau pendorong kipas terselubungi dengan pemutar motor BLDC (*Brushless Direct Current*) yang memiliki prinsip seperti mesin *turbomachinery*. Wahana roket EDF yang diperlombakan memiliki spesifikasi dengan panjang maksimum 120 cm dengan gaya dorong maksimum 5 kgf serta bentang sirip roket tidak boleh melebihi 0,6 panjang/tinggi wahana roket [1]

Wahana roket merupakan wahana terbang yang kompleks, terdiri dari sistem kendali untuk pengontrolan gerak roket saat terbang, muatan roket (*payload*) untuk pengambilan data dan monitoring keadaan lingkungan roket, mesin pendorong berupa motor EDF dan bodi roket itu sendiri. Penggantian pendorong dengan menggunakan motor EDF ini mengakibatkan berat dan kecepatan roket menjadi sangat rendah, berat yang ditentukan pada rule book KOMURINDO 2017 tidak boleh melebihi 2200 gram [2]. Karena menggunakan motor EDF sebagai mesin pendorong roket, dimana menghasilkan gaya dorong serta kecepatan

yang rendah, permasalahan ini menyebabkan roket saat lepas landas dan terbang menjadi tidak stabil. Berdasarkan permasalahan tersebut maka perlu dilakukannya pengukuran gaya dorong (*thrust*) motor EDF yang akan digunakan dalam perancangan wahana roket dimana dapat menentukan batas berat total wahana roket dengan melakukan perbandingan dengan gaya dorong yang dihasilkan motor EDF.

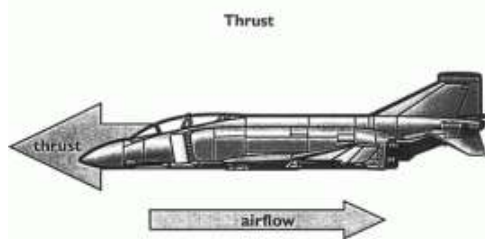
Salah satu penelitian tentang pengukuran gaya dorong yaitu penelitian yang dilakukan oleh Randis dkk (2017) dengan judul "Rancang Bangun Alat Uji Gaya Dorong (*Thrust Force*) Motor *Brushless*" dimana penelitian ini berhasil membuat rancang bangun alat uji gaya dorong motor BLDC dengan pengukuran maksimal mencapai 5 kg [3]. Berdasarkan penelitian tersebut ada keinginan membangun sebuah alat uji gaya dorong untuk motor EDF dengan menggunakan sensor *load cell* dan modul HX711 sebagai pengukur gaya dorong, menggunakan *proximity infrared sensor* sebagai pengukur putaran motor dan menampilkan data pengukuran gaya dorong menggunakan LCD 16x2 dengan ATmega 328 sebagai mikrokontrolernya. Hasil pengukuran gaya dorong motor EDF akan digunakan pada analisis *thrust to weight ratio* atau perbandingan gaya dorong dengan berat total wahana roket. Dari hasil analisis tersebut dapat ditentukan besar gaya dorong yang dapat digunakan pada perancangan wahana roket.

Penelitian ini juga membuat sebuah sistem lepas landas untuk wahana roket EDF dengan menggunakan hasil pengujian gaya dorong dengan menggunakan input PWM ke motor EDF sebagai acuan lepas landas. Sistem ini terdiri dari potensiometer sebagai pengontrol input PWM ke motor EDF dan sebuah lampu LED sebagai indikator dengan ATmega 328 sebagai mikrokontrolernya. Cara kerja sistem ini yaitu menampilkan indikator siap lepas landas wahana roket dengan menggunakan lampu LED.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Thrust (Gaya Dorong)

*Thrust* adalah gaya dorong yang dihasilkan dari propulsi mesin pesawat dengan cara mendorong udara kebelakang agar pesawat dapat melaju kedepan. Gaya dorong dipengaruhi oleh hukum newton 2 dan 3 tentang percepatan yang ditimbulkan oleh gaya berbanding lurus dengan besar gayanya dan bila salah satu benda melakukan aksi ke benda lain, maka benda tersebut mengalami reaksi dengan arah yang berlawanan.



Gambar 1. Penggambaran *Thrust* Pada Pesawat

### 2.2 Motor EDF (Electric Ducted Fan)

Motor EDF adalah sebuah motor *brushless* dengan propeler yang di sekelilingnya terselubungi agar gaya dorong yang dihasilkan tidak mengalami *thrust losses*. Dibandingkan dengan konfigurasi propulsi propeler, motor EDF beroperasi pada kecepatan putar yang lebih tinggi. Motor EDF bekerja, sama seperti sistem propulsi atau *turbomachinery* dengan mengkonversi energi mekanik putaran poros menjadi aliran fluida. [4]

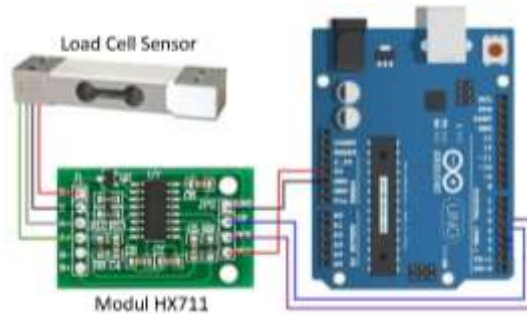


Gambar 2. Motor EDF

### 2.3 Load Cell Sensor dan Modul HX711

*Load cell* sensor adalah sebuah transduser yang dapat mengukur besaran fisik dan mengubahnya menjadi sinyal elektrik. *Load cell* sensor bekerja dengan cara mengukur regangan atau deformasi dalam bentuk resistor planar yang tersusun dalam konfigurasi jembatan wheatstone yang menghasilkan perubahan hambatan

efektif dengan keluaran berupa perbedaan potensial (tegangan)[5].

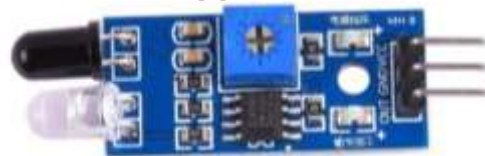


Gambar 3. Hubungan Modul HX711 Dengan Load Cell Sensor

Modul HX711 adalah modul konverter sekaligus penguat (*amplifier*) yang bekerja dengan cara mengubah input sinyal analog dari *Load cell* sensor menjadi sinyal digital atau *analog to digital converter* (ADC) dikarenakan besar sinyal analog keluaran *Load cell* pada kisaran mV dan agar dapat mempermudah dalam pembacaan data dan memprogram data pengukuran.

### 2.4 Proximity Infrared Sensor

*Proximity infrared sensor* adalah sebuah komponen elektronika yang digunakan sebagai sensor pendeteksi benda, ketika cahaya inframerah dihalangi. Cara kerja *proximity infrared sensor* yaitu ketika cahaya inframerah dihalangi, pantulan cahaya inframerah akan diterima oleh fototransistor dan dibaca sebagai halangan atau sebagai input sinyal digital 1 ke mikrokontroler[6].



Gambar 4. Proximity Infrared Sensor

### 2.5 Thrust to Weight Ratio

*Thrust to weight ratio* adalah sebuah perhitungan perbandingan rasio antara gaya dorong yang dihasilkan mesin pesawat/roket dengan berat total pesawat/wahana roket. Perhitungan rasio penting pada perancangan roket salah satunya pada saat lepas landas dengan rasio dorong ke berat harus lebih dari 1. Sebuah pesawat dengan rasio dorong tinggi terhadap berat memiliki akselerasi tinggi. Dorongan berlebih yang tinggi menghasilkan tingkat pendakian yang tinggi. Jika rasio dorong ke berat lebih besar dari satu dan hambatannya kecil,

pesawat dapat melaju lurus seperti roket. Demikian pula dengan roket yang harus mengembangkan daya dorong yang lebih besar daripada berat roket agar bisa lepas landas [7].

$$Thrust\ to\ weight\ ratio = \frac{T}{W} \dots \dots (1)$$

Keterangan :  
 T = Gaya Dorong Motor EDF (gram)  
 W = Berat Wahana Roket (gram)

### 3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di *Student Center* Universitas Udayana Jl. DR. Goris No.10, Dangin Puri Klod, Kecamatan. Denpasar Timur, Kota Denpasar di mulai dari bulan agustus 2020 sampai bulan januari 2021. Langkah-langkah penelitian dapat dilihat pada gambar 5



Gambar 5. Diagram Alur Penelitian

Berikut penjelasan pada gambar 5

1. Perancangan perangkat keras prototipe uji *thrust* motor EDF baik itu desain

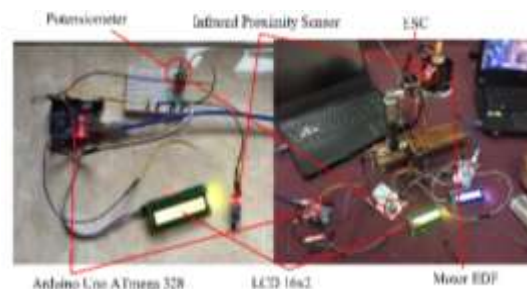
prototipe uji dan hubungan antar modul. Modul yang digunakan adalah *Load cell sensor & HX711, proximity infrared sensor, LCD 16x2 & I2C* serta memprogram mikrokontroler ATmega328 yang sudah terintegrasi dengan modul dan sensor menggunakan *Arduino IDE*.

2. Merealisasikan prototipe pengujian yang telah dibuat sesuai perancangan dengan memprogram tiap modul sensor yang sudah terintegrasi dengan mikrokontroler.
3. Melakukan pengujian rangkaian untuk memastikan setiap sensor bekerja dengan baik dan dapat mengukur sesuai kalibrasi yang di program.
4. Pengujian mengukur *thrust* motor EDF dengan data yang diambil berupa data *thrust* dan RPM dari pengujian motor EDF 6 bilah dan 12 bilah
5. Menganalisis data hasil pengukuran untuk mendapatkan *thrust to weight ratio* yang akan digunakan pada sistem lepas landas wahana roket sebagai indikator lepas landas.
6. Pengujian terakhir adalah pengujian apakah sistem lepas landas wahana roket bekerja dengan baik dengan menggunakan acuan dari hasil analisis data uji *thrust* dimana dapat menampilkan indikator lepas landas menggunakan lampu LED
7. Setelah pengujian *thrust* motor EDF 70 mm dan sistem lepas landas selesai, sehingga dapat dilakukan penarikan kesimpulan.

### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

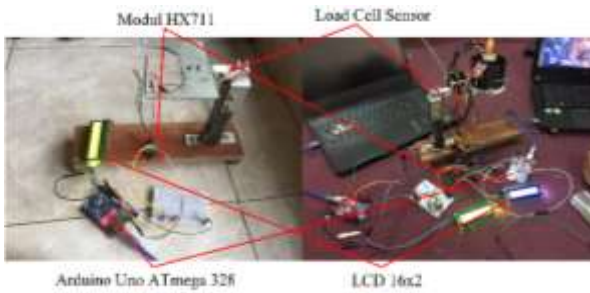
#### 4.1 Realisasi Prototipe Uji *Thrust* Motor EDF

Realisasi prototipe uji *thrust* motor EDF dibagi menjadi dua yaitu alat uji untuk mengukur *thrust* motor EDF 70 mm dan pengukur RPM motor *brushless*. Berikut adalah gambar prototipe uji *thrust* motor EDF





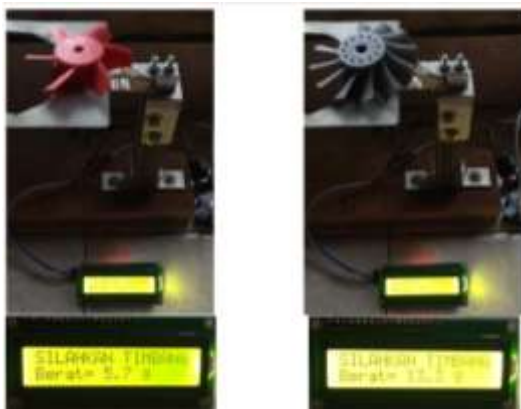
Gambar 6. Prototipe Alat Pengukur Thrust Motor EDF



Gambar 7 Prototipe Alat Pengukur RPM Motor EDF

**4.2 Pengukuran Berat Wahana**

Pengukuran berat wahana dilakukan untuk mengukur berat total wahana yang akan digunakan pada analisis perhitungan *thrust to weight ratio*. Pengukuran berat total wahana ini sudah termasuk berat motor EDF, ESC, Baterai Lipo, dan Receiver untuk mengontrol wahana roket EDF. Pengujian dengan menggunakan 2 buah propeler yang berbeda dapat mempengaruhi berat wahana yang diuji, maka dilakukan pengukuran berat propeler. Berikut berat dari 2 buah propeler yang akan digunakan pada pengujian.



Gambar 8. Pengujian Berat Propeler

Dari hasil pengukuran berat propeler, berat total wahana dengan propeler 6 bilah didapatkan dengan berat sebesar 578,1 gram dan untuk propeler 12 bilah didapatkan berat total wahana sebesar 585,7 gram

**4.3 Pengujian Thrust Motor EDF**

Pengujian *thrust* motor EDF dilakukan untuk mendapat data pengukuran *thrust*, RPM dan ratio input PWM ke ESC, data tersebut kemudian digunakan pada analisis *thrust to weight ratio* untuk mendapat hasil

perbandingan berat dengan gaya dorongnya dan untuk sistem lepas landas wahana roket yang digunakan sebagai acuan lepas landas. Untuk cara pengujiannya yaitu dilakukan dengan cara meletakkan motor EDF menghadap ke bawah pada alat uji untuk mengukur *thrust* menggunakan *Load cell* sensor dan RPM motor dengan cara membaca putaran motor dengan *proximity infrared sensor*.

**4.3.1 Pengujian Thrust Motor EDF Propeler 6 Bilah**

Pengujian *thrust* ini dilakukan dengan menggunakan motor EDF dengan propeler 6 bilah. Data yang diambil dalam pengujian ini berupa data pengukuran *thrust*, RPM dan input PWM ke ESC. Berikut adalah data hasil dari pengujian.

Tabel 1. Data Hasil Uji Thrust Motor Propeler 6 bilah

No	PWM OUT (microsecond)	RPM	Thrust (gram)	No	PWM OUT (microsecond)	RPM	Thrust (gram)
1	1000	0	0	45	2000	32379	130,2
2	1000	0	0	44	2000	39707	134,6
3	1076	0	0	45	2000	43041	162,5
4	1089	0	0	46	2000	45420	177,3
5	1090	0	0	47	2000	47619	183,8
6	1155	0	0	48	2000	49710	189,1
7	1258	0	0	49	2000	51948	197,9
8	1311	0	0	50	2000	53811	201,4
9	1320	0	0	51	2000	55865	247,7
10	1367	0	0	52	2000	58027	278,3
11	1399	0	0	53	2000	59940	291,4
12	1429	0	0	54	2000	61855	343,6
13	1464	0	0	55	2000	62630	368,2
14	1504	305	0	56	2000	64308	384,9
15	1519	26	0	57	2000	67189	446,1
16	1547	6435	0	58	2000	68965	501,8
17	1547	8819	0	59	2000	69444	564,3
18	1553	9640	0	60	2000	72463	649,1
19	1579	10731	0	61	2000	73619	695,3
20	1609	12249	0	62	1956	73529	693,7
21	1630	13692	0	63	1942	73439	654,9
22	1640	15236	0	64	1922	73439	654,3
23	1641	16295	0	65	1844	73349	619,4
24	1663	16904	1,2	66	1645	73170	598,6
25	1698	16203	1,5	67	1533	54545	224,8
26	1742	13224	1,8	68	1469	52770	199,5
27	1781	15471	2,1	69	1470	44676	173,4
28	1839	16519	2,1	70	1442	42223	157,3
29	1907	17311	4,1	71	1357	33840	138,7
30	1916	20754	7,9	72	1295	17241	18,4
31	1958	16238	9,3	73	1084	15238	1,6
32	2000	16570	11,5	74	1001	15212	0
33	2000	13982	14,5	75	1000	12079	0
34	2000	18326	17,9	76	1000	9227	0
35	2000	21321	18,8	77	1000	9347	0
36	2000	15400	21,7	78	1000	5670	0
37	2000	26501	27,7	79	1000	5133	0
38	2000	23752	33,2	80	1000	4045	0
39	2000	24038	41,2	81	1000	4537	0
40	2000	28585	65,1	82	1000	2991	0
41	2000	28275	81,3	83	1000	1122	0
42	2000	19953	114,7	84	1000	0	0

Dari hasil pengujian, motor EDF mulai menyala saat diberikan input PWM ke ESC

sebesar 1504 microsecond sedangkan *thrust* maksimal yang terukur dengan menggunakan propeler 6 bilah sebesar 695,3 gram pada RPM 73619 saat input PWM ke ESC 2000 *microsecond* atau rasio 100%

**4.3.2 Pengujian Thrust Motor EDF Propeler 12 Bilah**

Pengujian *thrust* ini dilakukan dengan menggunakan motor EDF dengan propeler 12 bilah. Data uji yang diambil berupa data pengukuran *thrust*, RPM dan input PWM ke ESC. Berikut adalah hasil data pengukuran *thrust* motor EDF dengan propeler 12 bilah.

Tabel 2. Data Hasil Uji Thrust Motor Propeler 12 bilah

No	PWM OUT (Microsecond)	RPM	Thrust (gram)	No	PWM OUT (Microsecond)	RPM	Thrust (gram)
1	1000	0	0	47	2000	18796	82,8
2	1014	0	0	48	2000	19474	87,8
3	1086	0	0	49	2000	19749	93,6
4	1092	0	0	50	2000	17974	95,3
5	1117	0	0	51	2000	17040	100,9
6	1207	0	0	52	2000	22279	127,8
7	1233	0	0	53	2000	27173	168,6
8	1233	0	0	54	2000	34344	194,8
9	1252	0	0	55	2000	34403	195,6
10	1291	0	0	56	2000	36877	198,4
11	1308	0	0	57	2000	38387	201,5
12	1314	0	0	58	2000	41067	205,7
13	1313	0	0	59	2000	49875	213,9
14	1313	0	0	60	2000	51546	224,5
15	1313	0	0	61	2000	53050	235,8
16	1313	0	0	62	2000	54694	276,2
17	1313	0	0	63	2000	56179	338,6
18	1315	0	0	64	2000	57859	385,4
19	1335	0	0	65	2000	59347	447,1
20	1394	0	0	66	2000	60728	489,5
21	1479	0	0	67	2000	62176	522,1
22	1478	0	0	68	2000	63559	579,2
23	1518	10	0	69	2000	64794	632,9
24	1585	5	0	70	2000	65861	696,2
25	1601	6627	0	71	2000	65717	695,2
26	1602	7712	0	72	2000	65502	693,5
27	1611	8520	1,3	73	2000	65430	691,8
28	1618	9416	2,1	74	1913	65359	688,3
29	1644	10611	2,4	75	1769	65146	674,9
30	1687	11094	3,8	76	1613	64239	627,8
31	1721	13166	9,4	77	1566	55452	305,2
32	1763	14464	15,3	78	1566	47021	198,7
33	1788	15556	25,5	79	1540	47281	193,8
34	1788	16146	27,5	80	1439	46047	182,4
35	1813	17636	31,4	81	1326	27497	165,3
36	1909	18593	36,7	82	1178	19743	83,1
37	1924	19685	43,2	83	1012	15772	26,7
38	1925	20668	47,1	84	1000	11878	4,1
39	1924	21582	52,4	85	1000	9205	1,3
40	1952	22514	58,7	86	1000	9344	0,3
41	1982	19652	63,3	87	1000	7009	0
42	2000	24590	69,1	88	1000	5782	0
43	2000	21261	71,5	89	1000	4066	0
44	2000	14925	73,3	90	1000	3804	0
45	2000	23237	77,9	91	1000	1214	0
46	2000	20703	79,5	92	1000	2201	0
				93	1000	0	0

Dari hasil pengujian, motor EDF mulai menyala saat diberikan input PWM ke ESC sebesar 1518 microsecond sedangkan *thrust* maksimal yang terukur dengan menggunakan propeler 12 bilah sebesar 696,2 gram pada RPM 65861 saat input

PWM ke ESC 2000 *microsecond* atau rasio 100%

**4.4 Analisis Thrust To Weight Ratio Motor EDF 70 mm**

Analisis *thrust to weight ratio* dilakukan untuk mendapatkan hasil perbandingan besar *thrust* mesin roket/pesawat dengan berat total roket/pesawat. Perhitungan *thrust to weight ratio* digunakan untuk dapat mengetahui seberapa besar percepatan pesawat dalam mendaki dan lepas landas bagi wahana roket. Data *thrust* untuk perbandingan menggunakan data keluaran *thrust* maksimal dari dua propeler yang di uji.

**4.4.1 Thrust To Weight Ratio Motor EDF Propeler 6 Bilah**

Berikut hasil analisis dari perhitungan *thrust to weight ratio* motor EDF propeler 6 bilah

$$\begin{aligned}
 \text{Thrust to weight ratio} &= \frac{T}{W} \\
 &= \frac{695,3}{578,1} \\
 &= 1,202
 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan didapatkan *thrust to weight ratio* pada wahana roket yang menggunakan motor EDF dengan propeler 6 bilah sebesar 1,202. Hasil rasio perhitungan sudah sesuai dengan syarat minimal *thrust to weight ratio* untuk lepas landas wahana roket yang rasionya harus lebih dari 1.

**4.4.2 Thrust To Weight Ratio Motor EDF Propeler 12 Bilah**

Berikut hasil analisis dari perhitungan *thrust to weight ratio* motor EDF propeler 12 bilah

$$\begin{aligned}
 \text{Thrust to weight ratio} &= \frac{T}{W} \\
 &= \frac{696,2}{585,7} \\
 &= 1,189
 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan didapatkan *thrust to weight ratio* pada wahana roket yang menggunakan motor EDF dengan propeler 12 bilah sebesar 1,189. Hasil rasio perhitungan sudah sesuai dengan syarat minimal *thrust to weight ratio* untuk lepas landas wahana roket yang rasionya harus lebih dari 1.

Hasil analisis *thrust to weight ratio* dari dua pengujian propeler mendapatkan hasil perbandingan lebih dari 1 dengan hasil perbandingan lebih besar pada propeler 6 bilah dengan selisih 0,013 dari

propeler 12 bilah sehingga motor EDF dengan dua propeler tersebut dapat digunakan untuk menerbangkan wahana roket dan dapat digunakan pada sistem lepas landas wahana roket menggunakan acuan input PWM

#### 4.5 Pengujian Sistem Lepas Landas Wahana Raket EDF

Berdasarkan pengujian *thrust* dan analisis perhitungan *thrust to weight ratio*, besar *thrust* kedua buah propeler tersebut dapat digunakan pada sistem lepas landas karena hasil perbandingannya lebih dari 1 sehingga digunakan *thrust* keluaran maksimal saat input PWM ke ESC pada rasio 100% atau 2000 *microsecond* sebagai acuan. Sistem lepas landas ini menggunakan input PWM ke ESC sebagai acuan lepas landas wahana roket dengan acuan input PWM pada 2000 *microsecond* atau rasio 100% dan menggunakan indikator berupa lampu LED. Berikut adalah gambar pengujiannya.

Lampu Indikator LED Tidak Menyala



Gambar 9. Pengujian Sistem Lepas Landas Saat Keluaran PWM 90%

Lampu Indikator LED Menyala



Gambar 10. Pengujian Sistem Lepas Landas Saat Keluaran PWM 100%

Dari hasil pengujian sistem lepas landas, pada gambar 9 saat diberikan input PWM dibawah 2000 *microsecond* yang dapat dilihat pada gambar yaitu rasio sebesar 90% atau dalam *microsecond* sebesar 1900 maka indikator lampu LED

pada gambar dibagian kiri belum menyala sedangkan pada gambar 10 saat diberikan input PWM 2000 *microsecond* atau rasio 100% maka indikator lampu LED pada gambar dibagian kiri menyala dan merupakan tanda atau indikator wahana roket siap untuk lepas landas.

#### 5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil uji *thrust* dan analisa motor EDF serta pengujian sistem lepas landas wahana roket dapat disimpulkan :

1. pembuatan rancang prototipe uji *thrust* motor EDF dan penentu sistem lepas landas di wahana roket berbasis ATmega 328 telah berhasil dibuat dengan dapat mengukur keluaran *thrust* motor EDF 70 mm dan dapat menampilkan indikator lepas landas dengan menggunakan LED
2. hasil yang didapat dari pengujian *thrust* motor EDF yaitu diantaranya mendapat nilai *thrust* sebesar 695,3 g untuk propeler 6 bilah dan 696,2 g untuk propeler 12 bilah pada saat keduanya diberikan input PWM 100% ke ESC. *Thrust to weight ratio* yang dihasilkan oleh kedua propeler memiliki hasil rasio  $\geq 1$  yang sesuai syarat agar roket bisa lepas landas.
3. Hasil analisis *Thrust to weight ratio* kedua propeler sebesar lebih dari 1 saat rasio input PWM 100% maka sistem lepas landas wahana roket berhasil dibuat dengan menggunakan input PWM ke ESC sebagai acuan lepas landas wahana roket.

#### 6. DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Anonim. 2018. *Buku Panduan KOMURINDO KOMBAT 2018 – 2019*. LAPAN. Jakarta Timur
- [2]. Adi Putra, Ramdhan. 2018. *Perancangan Roket Electric Ducted Fan Dan Sistem Kendali Untuk Mencapai Sasaran Secara Horizontal*. (thesis). Universitas Komputer Indonesia.
- [3]. Randis, 2017. *Rancang Bangun Alat Uji Gaya Dorong (Thrust Force) Motor Brushless*. *Jurnal Teknologi Terpadu Vol. 5, No. 2*
- [4]. Argaputra, Samuel. 2017. *Kaji Komputasional Pengaruh Penambahan Komponen Tailpipe Terhadap Peningkatan Kinerja*

- Propulsi EDF 70mm (thesis). Politeknik Negeri Bandung.
- [5]. Putra, M. Rizky. 2016. Aplikasi Sensor *Load cell* Sebagai Pengukur Berat Serpihan Cangkir Plastik Air Mineral Untuk Menonaktifkan Motor AC Pada Rancang Bangun Mesin Penghancur Plastik (thesis). Politeknik Negeri Sriwijaya.
- [6]. Pratama, Ridho. 2016. Aplikasi Sensor *Infrared* Sebagai Pendeteksi Cangkir Plastik Air Mineral Untuk Mengaktifkan Motor AC Pada Rancang Bangun Mesin Penghancur Plastik (thesis). Politeknik Negeri Sriwijaya.
- [7]. Anonim, *Thrust To Weight Ratio*, Glenn Research Center. [Online] Available at: <http://www.grc.nasa.gov>, [Accessed 1 Juli 2020]