

Kaji Eksperimental: Pengaruh Penambahan *Outlet Duct* Terhadap Nilai *Thrust* Pada *Electric Ducted Fan*

Farhan Fachrul Rozi

Politeknik Negeri Bandung

Farhanfachrulrozi570@gmail.com

ABSTRACT

EDF (Electric Ducted Fan) is an electric-powered propulsion engine that is considered efficient in optimizing propulsion and aerodynamic forces on the fan. Beside the ducts addition in the fan area, the addition of ducts in other areas such as outlets can also affected the EDF performance. The 90mm EDF when normal conditions (factory settings) does not have a duct to direct the airflow out of the system. The implementation of this experimental study includes the manufacture of outlet duct geometry which is made in 3 variants of shapes (cylinder, covergent, convergent-divergent). Geometry is made using Solidwork software. Manufacturing activities are carried out using the 3D Printing method using PLA (Polylactic Acid) type material. And testing activities are carried out under static testing conditions using a thrust meter. The result of this final project, there is a significant effect after the outlet duct addition on the EDF is given. The effect that occurs is a thrust value reduction by 6.65% to 48.64%.

Keyword: Experimental, EDF, Outlet Duct, Thrust

PENDAHULUAN

Dalam rangka mendukung perkembangan teknologi di bidang kedirgantaraan, perlu ada kajian dan penelitian ilmiah mengenai segala inovasi dan hal-hal baru di dunia dirgantara itu sendiri. Bukan hanya riset skala besar, namun penelitian skala kecil juga dapat mendorong perkembangan teknologi yang ada. Salah satu upaya perkembangan teknologi di bidang kedirgantaraan yang banyak dilakukan adalah kajian dan pembuatan wahana terbang nir awak atau yang biasa disebut UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*).

UAV adalah wahana terbang yang dapat dikontrol secara langsung menggunakan *remote* atau secara tidak langsung setelah sebelumnya di program untuk melaksanakan sebuah misi terbang. UAV banyak digunakan dalam riset skala kecil karena dinilai lebih murah dan minim resiko jika dibandingkan dengan penggunaan pesawat atau wahana terbang skala besar yang ada. Dalam pembuatan pesawat nir awak atau UAV yang memiliki massa ringan dan beroperasi pada kecepatan rendah seringkali *propeller* bertenaga listrik digunakan sebagai penghasil gaya dorong (*thrust*).

Propeller adalah penghasil gaya dorong yang umum dijumpai. Dalam memaksimalkan penggunaannya, *propeller* diberi penambahan bilah (hingga disebut *fan*) dan diberikan selubung (*duct*) agar gaya aerodinamisnya dapat dimaksimalkan dan *losses* pada ujung bilahnya dapat dikurangi

teknologi tersebut dinamakan EDF (*Electric Ducted Fan*). Untuk memperdalam dan mengenal EDF serta karakteristiknya maka dari itu perlu adanya riset dan kajian mengenai EDF ini.

1. METODE

Metode yang digunakan dalam kajian ini adalah Metode Eksperimen. Dengan menggunakan metode eksperimen ini penulis melakukan pengambilan data secara langsung dari hasil uji spesimen yang ada.

Kegiatan yang dilakukan meliputi pembuatan geometri *outlet duct* dengan menggunakan perangkat lunak *Solidwork 2014*. Geometri *outlet duct* dibuat dalam 3 varian bentuk (*cylinder*, *covergent*, dan *convergent-divergent*) dan 3 varian panjang (Untuk bentuk *cylinder* dan *convergent* sebesar 50 mm, 100 mm, dan 150 mm). Untuk bentuk *convergent-divergent* variasi panjang yang akan dibuat adalah 75 mm, 150 mm, 225 mm dengan perbandingan panjang *convergent section* dan *divergent section* yaitu 1:2. Setelah geometri *outlet duct* telah dibuat selanjutnya adalah proses manufaktur menggunakan *3D Print*.

Lalu, hasil manufaktur dipasang ke mesin EDF dan dihubungkan ke *Thrust meter* untuk selanjutnya dilakukan pengujian dengan menggunakan metode static testing di 5 titik throttle dengan tiga kali pengulangan.



Gambar 1. Konfigurasi pengujian

Setelah data hasil pengujian didapatkan selanjutnya data tersebut dikumpulkan, dikaji, dan dievaluasi.

Alat-alat yang menunjang kegiatan eksperimental ini adalah sebagai berikut:

- 1) Mesin EDF
- 2) Mesin 3D Print
- 3) Thrust Meter
- 4) ESC 120A
- 5) ESC 30A
- 6) Anemometer
- 7) Tachometer
- 8) Baterai LiPo

Bahan yang digunakan untuk menyelesaikan kajian eksperimental ini adalah material *thermoplastic* yang bernama PLA (*Polylactic Acid*). Bahan ini dipilih karena *print temperature*-nya yang cukup rendah dan kualitas bahan yang cukup bagus (tidak mudah putus saat proses *printing*).

2. HASIL DAN PEMBAHASAN

2.1 Hasil Geometri

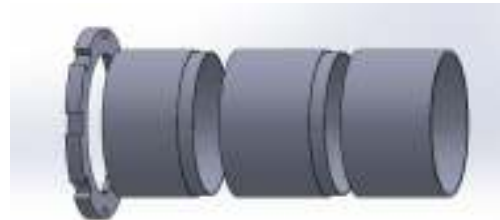
Dari proses pembuatan geometri menggunakan perangkat lunak *Solidwork 2014* didapatkan hasil geometri dengan format file *SLDPRT* dan/atau *STL*. Hasil geometri yang didapat terdiri dari Sambungan *outlet duct* ke EDF, *outlet duct cylinder* (50mm, 100mm, dan 150mm), *outlet duct convergent* (50mm, 100mm, dan 150mm), dan *outlet duct convergent-divergent* (75mm, 150mm, dan 225mm).

Sebelum dapat memasang *outlet duct* ke EDF perlu adanya sambungan agar saat *outlet duct* dipasang dan diuji tidak lepas. Dikarenakan gaya dorong yang cukup besar maka dari itu sambungan antara *outlet duct* ke EDF ini harus dibuat sangat kuat dan kencang.



Gambar 2. Hasil Geometri Sambungan *Outlet Duct* EDF

Geometri *outlet duct* berbentuk *Cylinder* dibuat menjadi 3 section yang masing memiliki panjang 50mm dan dapat dipasang menjadi satu *part* dengan panjang 150mm. Hal ini dilakukan untuk mengurangi waktu *printing* dan menghemat penggunaan material. Langkah tersebut lebih efektif jika dibandingkan harus melakukan *printing* 50mm, 100mm, dan 150mm untuk masing-masing dalam *full part*.



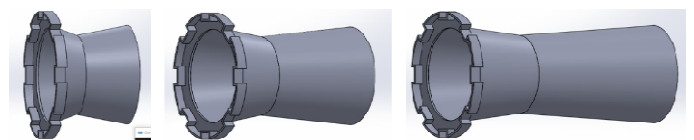
Gambar 3. Hasil Geometri *Outlet Duct Cylinder*

Geometri *outlet duct* dalam bentuk *convergent* dibuat dengan pengurangan diameter keluaran sebesar 20% dari diameter masuk. Diameter masuk sebesar 90mm, diameter keluar sebesar 72mm dan dibuat dalam 3 variasi panjang (50mm, 100mm, dan 150mm).



Gambar 4. Hasil Geometri *Outlet Duct Convergent*

Geometri *outlet duct Convergent-Divergent* dibuat dalam 3 varian panjang (75mm, 150mm, dan 225mm) perbandingan panjang *convergent section* dan *divergent section* sebesar 1:2. Dengan pajang diameter masuk dan keluar sebesar 90mm dan diameter *throat* dibuat dengan pengurangan 20% diameter menjadi 72mm.



Gambar 5. Hasil Geometri *Outlet Duct Convergent-Divergent*

2.2 Hasil Manufaktur

Dari kegiatan manufaktur yang telah dilakukan pada tanggal 31 Juli 2021 hingga selesai pada tanggal 15 Agustus 2021 didapat hasil *print* sambungan *outlet duct* seperti berikut:



Gambar 5. Hasil Manufaktur *Outlet Duct Cylinder*



Gambar 6. Hasil Manufaktur *Outlet Duct Convergent 50mm*



Gambar 7. Hasil Manufaktur *Outlet Duct Convergent 100mm dan 150mm*



Gambar 8. Hasil Manufaktur *Outlet Duct CD 75mm, 150mm, 225mm*

4.3 Hasil Pengujian

Pengujian yang dilakukan pada tanggal 21 Agustus di lokasi dengan ketinggian 800m dan suhu udara 27.4°C – 30.2°C telah disajikan dalam bentuk tabel berisi informasi kondisi *throttle*, nilai daya yang dikonsumsi, tegangan, arus, *thrust*, dan kecepatan udara. Pengujian pada 5 titik *throttle* dan tiga kali pengulangan menunjukkan nilai rata-rata seperti pada tabel berikut:

Tabel 1 Rata-rata nilai thrust pada kondisi awal

<i>Throttle</i>	Daya (W)	Tegangan (V)	Arus (A)	<i>Thrust</i> (gram)	<i>vo</i> (m/s)
Titik 1	117,97	23,45	5,04	296,00	7,40
Titik 2	292,23	23,11	12,66	753,33	11,73
Titik 3	456,67	22,63	20,16	1097,33	13,63
Titik 4	601,67	22,24	27,05	1400,00	15,17
Titik 5	680,47	21,83	31,15	1582,00	16,17

Tabel 2 Rata-rata nilai thrust dengan penambahan outlet duc

Tabel 3 Rata-rata nilai thrust dengan penambahan

<i>Throttle</i>	Daya (W)	Tegangan (V)	Arus (A)	<i>Thrust</i> (gram)	<i>vo</i> (m/s)
Titik 1	123,17	22,68	5,44	293,67	8,17
Titik 2	268,77	22,29	12,05	676,33	11,77
Titik 3	422,07	21,90	19,41	991,00	14,50
Titik 4	577,70	21,46	26,92	1300,67	16,20
Titik 5	611,73	21,08	29,00	1369,00	17,40

outlet duct cylinder 100mm

<i>Throttle</i>	Daya (W)	Tegangan (V)	Arus (A)	<i>Thrust</i> (gram)	<i>vo</i> (m/s)
Titik 1	136,87	23,21	5,88	247,00	8,23
Titik 2	306,20	22,82	13,41	564,67	11,63
Titik 3	463,37	22,47	20,61	827,00	13,87
Titik 4	581,37	22,03	26,39	1048,67	15,23
Titik 5	653,73	21,75	30,29	1137,67	16,63

Tabel 4 Rata-rata nilai thrust dengan penambahan outlet duct cylinder 150mm

<i>Throttle</i>	Daya (W)	Tegangan (V)	Arus (A)	<i>Thrust</i> (gram)	<i>vo</i> (m/s)
Titik 1	143,27	22,63	6,29	246,67	7,87
Titik 2	288,33	22,23	12,95	534,00	12,03
Titik 3	418,80	21,54	19,40	768,33	13,70
Titik 4	600,13	21,99	27,43	1038,00	15,67
Titik 5	644,63	21,65	29,77	1112,33	17,40

Tabel 5 Rata-rata nilai thrust dengan penambahan outlet duct convergent 50mm

<i>Throttle</i>	Daya (W)	Tegangan (V)	Arus (A)	<i>Thrust</i> (gram)	<i>vo</i> (m/s)
Titik 1	116,43	22,78	5,11	210,67	6,67
Titik 2	249,10	22,33	11,15	470,67	10,00
Titik 3	366,83	21,90	16,50	660,67	11,77
Titik 4	468,23	20,78	22,41	824,00	13,47
Titik 5	524,40	21,17	24,66	879,33	13,93

Tabel 6 Rata-rata nilai thrust dengan penambahan outlet duct convergent 100mm

<i>Throttle</i>	Daya (W)	Tegangan (V)	Arus (A)	<i>Thrust</i> (gram)	<i>vo</i> (m/s)
Titik 1	135,27	22,37	6,05	238,00	8,60
Titik 2	283,87	21,90	12,95	543,33	12,80

Titik 3	418,07	21,36	19,55	747,00	14,90
Titik 4	597,60	21,76	24,44	1034,00	17,33
Titik 5	661,30	21,36	30,94	1112,33	18,13

Titik 2	286,90	22,14	12,96	518,67	12,13
Titik 3	430,90	21,70	19,85	740,00	13,83
Titik 4	568,17	21,21	26,75	957,67	16,47
Titik 5	583,33	20,49	28,21	1000,00	17,13

Tabel 7 Rata-rata nilai thrust dengan penambahan

Throttle	Daya (W)	Tegangan (V)	Arus (A)	Thrust (gram)	vo (m/s)
Titik 1	149,03	23,45	6,40	216,33	4,23
Titik 2	313,23	23,06	13,72	475,67	5,93
Titik 3	467,80	22,68	20,61	684,33	7,03
Titik 4	646,13	22,19	28,74	907,67	8,00
Titik 5	671,13	21,95	30,43	926,00	8,17

outlet duct convergent 150mm

Throt tle	Daya (W)	Tegangan (V)	Arus (A)	Thrust (gram)	vo (m/s)
Titik 1	133,97	22,09	6,06	250,67	9,17
Titik 2	260,60	21,61	12,65	542,00	13,30
Titik 3	465,83	22,23	21,21	858,67	16,70
Titik 4	609,90	21,70	28,08	1069,00	18,10
Titik 5	655,83	21,17	30,94	1154,33	19,20

Tabel 8 Rata-rata nilai thrust dengan penambahan outlet duct convergent-divergent 75mm

Kondisi	Daya (W)	Tegangan (V)	Arus (A)	Thrust (gram)
Awal	127,8	23,21	5,51	331
Cylinder 50	131,5	22,19	5,93	309
Cylinder 100	127,3	22,19	5,74	251
Cylinder 150	126,5	22,48	5,63	215
Convergent 50	142,1	24,38	5,89	260
Convergent 100	136,6	21,59	6,33	233
Convergent 150	129,6	21,15	6,13	232
CD 75	124,6	22,63	5,7	170
CD 150	126	22,19	5,68	220
CD 225	128,9	22,34	5,78	221

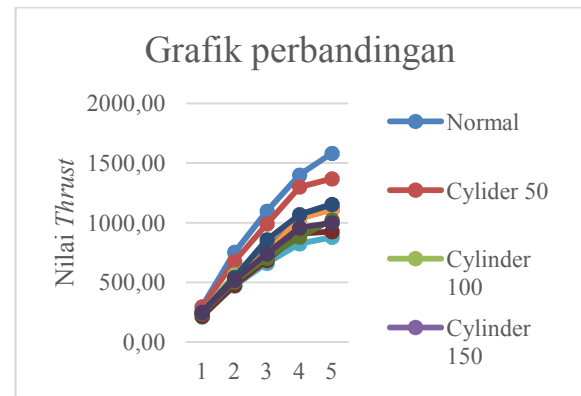
Tabel 9 Rata-rata nilai thrust dengan penambahan outlet duct convergent-divergent 150mm

Throttle	Daya (W)	Tegangan (V)	Arus (A)	Thrust (gram)	vo (m/s)
Titik 1	140,87	22,38	6,29	238,00	6,87
Titik 2	285,20	21,98	12,95	505,67	9,33
Titik 3	429,87	21,45	20,01	703,67	10,97
Titik 4	539,43	20,82	26,38	881,33	12,60
Titik 5	662,57	21,47	30,82	1024,33	13,40

Tabel 10 Rata-rata nilai thrust dengan penambahan outlet duct convergent-divergent 225mm

Throttle	Daya (W)	Tegangan (V)	Arus (A)	Thrust (gram)	vo (m/s)
Titik 1	147,87	22,48	6,60	245,67	8,27

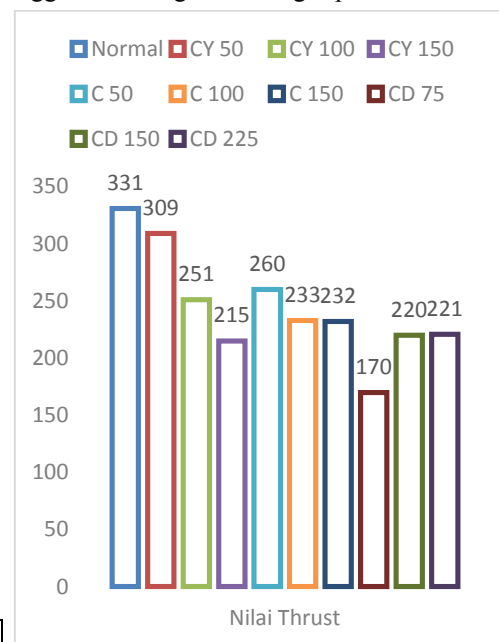
Dari nilai rata-rata yang didapat maka diperoleh grafik seperti pada gambar berikut:



Gambar 9 Grafik perbandingan nilai rata-rata thrust

Dari grafik diatas dapat dilihat nilai *thrust* yang paling tinggi pada kondisi awal atau tanpa penambahan *outlet duct*. Dan *thrust* paling kecil didapat setelah penambahan *outlet duct convergent* 50mm. Sementara itu, karena adanya perbedaan daya saat pengujian spesimen akibat faktor baterai yang berdampak pada perbedaan *thrust* penulis mencoba mengambil pendekatan lain menggunakan data hasil pengujian setiap spesimen diambil satu data yang memiliki rentang nilai daya sebesar 126-143watt lalu didapat data seperti berikut:

Dari tabel diatas maka didapat perbandingan nilai *thrust* yang dapat divisualisasikan dengan menggunakan diagram batang seperti berikut:



Gambar 10 Diagram nilai pendekatan

Diagram tersebut memperlihatkan perbedaan nilai *thrust* pada setiap kondisi. Dengan nilai tertinggi pada kondisi awal/tanpa penambahan *outlet duct* sementara nilai terendah adalah pengujian EDF dengan penambahan *outlet duct* CD 75mm.

3. KESIMPULAN

Simpulan yang didapat dari jurnal dengan judul “Kaji Eksperimental: Pengaruh Penambahan Outlet Duct Terhadap Nilai Thrust Pada EDF” antara lain:

- 1) EDF pada kondisi normal memiliki nilai thrust paling optimal.
- 2) Pada rentang daya 126-143watt penambahan outlet duct cylinder 50mm, 100mm, dan 150mm menurunkan nilai thrust yang dihasilkan EDF masing-masing sebesar 6.65%, 24.17%, dan 35.05%.
- 3) Pada rentang daya 126-143watt penambahan outlet duct convergent 50mm, 100mm, dan 150mm menurunkan nilai thrust yang dihasilkan EDF masing-masing sebesar 21.45%, 29.61%, dan 29.91%.
- 4) Pada rentang daya 126-143watt penambahan outlet duct cylinder 50mm, 100mm, dan 150mm menurunkan nilai thrust yang dihasilkan EDF masing-masing sebesar 48.64%, 33.53%, dan 33.23%.
- 5) Penambahan outlet duct memberikan pengaruh yang cukup signifikan terhadap nilai thrust yang dihasilkan oleh EDF 90mm.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih kepada dosen pembimbing dan Politeknik Negeri Bandung

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Argaputra, Samuel. “Kaji Komputasional Pengaruh Penambahan Komponen Tailpipe Terhadap Peningkatan Kinerja Propulsi EDF 70 mm.” (2017).
- [2] Brusell, Angelica. “Novel Considerations on the Negative Pressure Adhesion of Electric Ducted Fans: An Experimental Study.” (2017).
- [3] Junaidin, Buyung. “Conceptual Design Of Electrical Ducted Fan (EDF).” (2019).
- [4] NASA. *General Thrust Equation*. t.thn. 25 April 2021. <<https://www.grc.nasa.gov/WWW/k-12/airplane/thrsteq.html>>.
- [5] Permata, Rahmadi. “Konseptual Desain Mini Electric Ducted Fan (EDF).” (2016).
- [6] Ramadhan, Ilham Zakia. “Rancang Bangun Model Kontur Outlet Ducted Fan Untuk Optimalisasi Kinerja : Kaji Desain.” (2016).
- [7] Ramydhiya, Anis. “Rancang Bangun Model Kontur Outlet Ducted Fan untuk

Optimalisasi Kinerja : Kaji Manufaktur & Pengujian.” (2016).

- [8] Schamhorst, K. R. *Basics of Electric Ducted Fans*. 2006. Winchester Models. 27 April 2021. <<https://www.wattflyer.com/forums/attachment.php?attachmentid=47263&d=1195410990>>.
- [9] Sharman, Richard. *Understanding Ducted Fans*. Oktober 2011. 27 April 2021. <<http://www.rcflyg.se/forum/attachment.php?attachmentid=47384&d=1409248095>>.
- [10] Vasile, Prisacariu. “Flying wing with Electric Ducted Fan (EDF) Propulsion.” (2013).
- [11] Wibowo, Singgih Satrio. “Pengintegrasian Sistem Pengendali Rudder/Fin Pada Roket Kaliber 122 mm.” (2017-2019).