

## Pengujian performa Electric Ducted Fan (EDF)

Buyung Junaidin<sup>1\*</sup>, Satya Wicaksono<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Prodi Teknik Dirgantara, Fakultas Teknologi Kedirgantaraan, Institut Teknologi Dirgantara  
Adisutjipto Yogyakarta

Jl. Janti Blok-R Lanud Adisutjipto Yogyakarta

\*Corresponding author: [buyung@itda.ac.id](mailto:buyung@itda.ac.id)

### Abstract

*EDF (Electric Ducted Fan) is an electric propulsion consists of duct, fan, and electric motor with the motor power source comes from battery which creates compression air for thrust. Design and configuration of an EDF is not complicated as jet engine, but it could generate high thrust for highspeed flying like highspeed UAV needs. Preliminary design of an EDF yields a design and performance estimation. The design needs validation by experimental test for real performance data. The test needs test tools and EDF itself. The aim of this research is experimental testing of an EDF for real performance data as validation of the existing design. Performance test is done by EDF test bed hence manufacturing process of EDF is done by 3D printing. Test results show differences in performance of EDF with estimation results by analytical approach. Thrust of EDF from experimental test is lower than estimation calculation from preliminary design, so that the EDF not fill design criteria yet and needs refinement design.*

**Keywords:** energy conversion, design, manufacture, materials processing, mechanical engineering.

### Abstrak

EDF (*Electric Ducted Fan*) merupakan propulsi elektrik yang terdiri dari *duct*, *fan*, dan motor elektrik dengan sumber tenaga motor berasal dari baterai sehingga dapat menghasilkan udara terkompresi yang menghasilkan gaya dorong. Perancangan dan konfigurasi EDF lebih sederhana dibandingkan dengan mesin jet, namun dapat menghasilkan gaya dorong yang cukup untuk kebutuhan terbang cepat seperti pada *highspeed* UAV. Perancangan awal EDF menghasilkan sebuah rancangan dan perkiraan awal performa EDF. Hasil rancangan perlu divalidasi melalui pengujian dengan pendekatan eksperimen untuk mengetahui performa sebenarnya dari EDF hasil rancangan. Proses pengujian membutuhkan benda uji EDF hasil rancangan dan alat uji performa EDF. Fokus dari penelitian ini adalah melakukan pengujian EDF untuk mendapatkan data performa sebenarnya yang digunakan untuk validasi hasil rancangan sebelumnya. Pengujian performa EDF dilakukan dengan menggunakan alat uji EDF *Test Bed*, sedangkan proses manufaktur EDF dilakukan dengan metode cetak tiga dimensi. Hasil pengujian EDF menunjukkan perbedaan antara performa EDF hasil pengujian dengan performa perkiraan awal hasil perhitungan analitik. Nilai gaya dorong EDF hasil pengujian lebih kecil dibandingkan dengan perkiraan awal, sehingga dapat disimpulkan bahwa EDF belum memenuhi kriteria rancangan awal sehingga perlu dilakukan perbaikan rancangan.

**Kata kunci:** *Electric Ducted Fan* (EDF), pengujian, performa.

### Pendahuluan

Propulsi elektrik adalah salah satu alternatif propulsi yang dikembangkan seiring dengan meningkatnya kesadaran manusia atas kebutuhan energi bersih atau

tanpa gas buang. Di dunia penerbangan telah lama dikembangkan sistem propulsi yang menghasilkan gas buang lebih sedikit, bahkan tanpa gas buang sama sekali. Salah satu bentuk propulsi tanpa gas buang adalah

propulsi elektrik dan salah satu yang dikembangkan adalah *electric ducted fan* (EDF). EDF merupakan propulsi elektrik yang terdiri dari *duct, fan* dan motor elektrik dengan sumber tenaga motor berasal dari baterai sehingga dapat menghasilkan menghasilkan gaya dorong. Perancangan dan konfigurasi EDF lebih sederhana dibandingkan dengan mesin jet, namun dapat menghasilkan gaya dorong yang cukup untuk kebutuhan terbang cepat seperti pada *high-speed* UAV. Pada penelitian sebelumnya [1] telah dilakukan perancangan awal EDF dan analisis dengan pendekatan analitik untuk menghitung performa awal EDF hasil rancangan. Hasil penelitian tersebut berupa rancangan dan perkiraan awal performa EDF. Hasil rancangan ini perlu divalidasi melalui pengujian dengan pendekatan eksperimen untuk mengetahui performa sebenarnya dari EDF hasil rancangan. Proses pengujian membutuhkan EDF dan alat uji performa EDF.

Fokus dari penelitian ini adalah melakukan pengujian EDF untuk mendapatkan data performa sebenarnya yang digunakan untuk validasi hasil rancangan sebelumnya. Pengujian performa EDF dilakukan dengan pendekatan eksperimen menggunakan alat uji EDF *Test bed*, sedangkan proses manufaktur EDF dilakukan dengan metode cetak tiga dimensi.

## Tinjauan Pustaka

Fokus utama pengujian sebuah rancangan adalah mendapatkan data performa real yang digunakan untuk validasi dan pengembangan dari produk rancangan tersebut. Penelitian yang melibatkan pembahasan tentang pengujian performa EDF antara lain: [2] pemanfaatan EDF sebagai propulsi pesawat *flying wing*. Penelitian ini mengkaji secara teoritis dan eksperimen dalam aplikasi EDF sebagai propulsi. Hasil penelitian menyimpulkan bahwa EDF merupakan alternatif propulsi yang layak digunakan untuk pesawat *flyng*

*wing* dengan kemampuan manuver biasa dan ketinggian terbang rendah.

Penelitian lain [3] tentang kajian EDF sebagai penghasil tekanan negatif sehingga mampu memberikan efek adhesi pada suatu permukaan dengan pendekatan eksperimen. Hasil penelitian berupa pengetahuan dasar dalam merancang “robot panjat dinding” yang memanfaatkan EDF sebagai penghasil tekanan negatif.

Penelitian terbaru [4] yaitu perancangan dan pengujian EDF sebagai propulsi pesawat UAV performa tinggi. Penelitian ini meliputi perancangan, proses pembuatan dan pengujian performa dan pengujian akustik dari EDF 0,1m yang dioptimasi untuk tujuan terbang layang. Hasil penelitian menyimpulkan bahwa EDF dapat dipasang pada UAV untuk menambah performa. EDF hasil rancangan yang diuji memiliki kelebihan karena berat lebih ringan dibandingkan rotor terbuka untuk hasil gaya dorong sama besar.

## Metode Penelitian

Proses manufaktur EDF menggunakan metode cetak tiga dimensi (*3D-printing*). Geometri EDF hasil rancangan sebelumnya berupa model CAD menjadi input data dalam proses *3D-printing*. Material yang digunakan dalam proses manufaktur berupa polylactic acid (PLA) dengan sifat material sesuai tabel 1 [5].

Tabel 1. Sifat material PLA

No.	Sifat	Nilai
1	Young's Modulus	3600Mpa
2	Tensil strength	70Mpa
3	Elongation at break	2,4%
4	Flexural strength	98N/mm <sup>2</sup>
5	Impact strength	16,5kJ/m <sup>2</sup>
6	Notched impact strength	3,3kJ/m <sup>2</sup>
7	MFI	3-6g/10mnt
8	Density	1,25g/cm <sup>3</sup>
9	Moisture absorption	0,3%

Bagian-bagian EDF berupa *duct*, *fan* dan *motor-cone* hasil *3D-printing* sesuai gambar 1. Bagian-bagian EDF kemudian dirakit bersama dengan motor elektrik sesuai gambar 2 sehingga siap dilakukan proses pengujian performa sesuai gambar 3.



Gambar 1. Hasil *3D-printing* (dari kiri: *Duct, fan, motor cone*)



Gambar 2. Bagian-bagian EDF



Gambar 3. EDF

Pengujian performa EDF menggunakan alat uji berupa EDF *test bed* [6] dengan data yang dihasilkan berupa gaya dorong, daya dan kecepatan rotasi. Konfigurasi EDF *test bed* sesuai gambar 4.



Gambar 4. EDF *test bed*

Sebelum dilakukan pengujian, EDF *test bed* divalidasi dengan memberikan beban (ditarik) dengan beban tertentu sehingga pembacaan EDF sama dengan beban yang diberikan. Proses validasi pembacaan dilakukan dengan berbagai variasi beban dan perulangan pengambilan data sampai diperoleh kesimpulan pembacaan EDF *test bed* valid. Selanjutnya, EDF ditempatkan di alat uji EDF *Test bed* untuk dilakukan pengujian sesuai gambar 5.

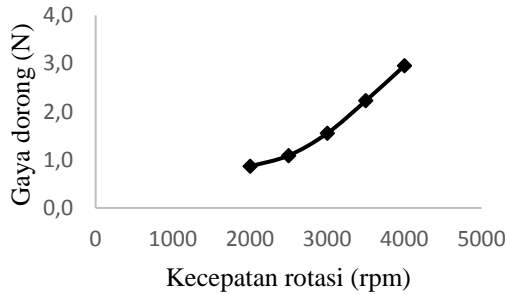


Gambar 5. EDF *test bed*

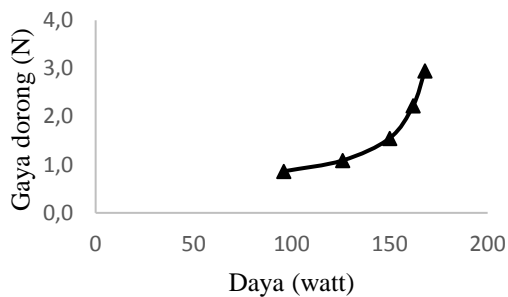
Pengujian EDF dilakukan dengan menggunakan motor elektrik 4000kV, sumber daya 12V DC, kecepatan rotasi mulai 2000rpm dengan kenaikan 500rpm dan kecepatan putar maksimal menyesuaikan kemampuan power supply dan instrumen lainnya. Data pengujian berupa gaya dorong dari EDF, putaran Fan EDF dan konsumsi daya EDF.

### Hasil dan Pembahasan

Pengujian hanya dapat dilakukan sampai 4000rpm dikarenakan keterbatasan alat uji. Pengambilan data dilakukan sebanyak minimal 3 kali untuk setiap parameter kecepatan putaran. Hasil pengujian EDF sesuai gambar 6 dan gambar 7.



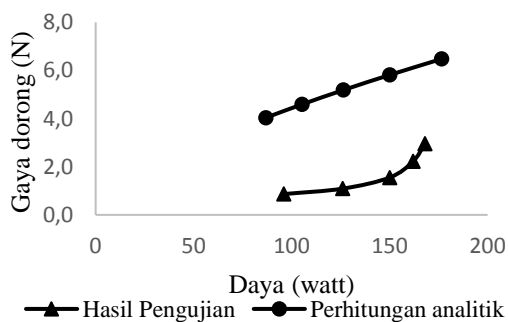
Gambar 6. Gaya dorong vs kecepatan rotasi



Gambar 7. Gaya dorong vs daya

Hasil pengujian menunjukkan bahwa pertambahan gaya dorong EDF bersifat linier terhadap pertambahan kecepatan putar, sedangkan pertambahan gaya dorong EDF terhadap pertambahan daya bersifat eksponensial. Gaya dorong terbesar EDF yang mampu diukur sebesar 3N pada kecepatan putar 4000rpm dengan daya sebesar 168watt. Nilai gaya dorong maksimum EDF belum bisa diukur karena keterbatasan alat uji EDF *test bed* yang digunakan.

Perbandingan data hasil pengujian EDF dengan perkiraan awal performa EDF (perhitungan analitik) sesuai gambar 8.



Gambar 8. Perbandingan Performa EDF

Hasil perbandingan performa EDF menunjukkan bahwa performa hasil pengujian EDF rancangan jauh lebih kecil dibandingkan dengan performa perkiraan awal dengan metode perhitungan analitik, sehingga dapat disimpulkan bahwa EDF hasil rancangan belum memenuhi kriteria sesuai rancangan awal. Hal ini menjadi dasar perlunya dilakukan perbaikan dan optimasi rancangan baik untuk bagian fan maupun bagian duct yang mempengaruhi besarnya gaya dorong.

### Kesimpulan

Pengujian EDF dilakukan dengan menggunakan alat uji EDF *test bed* dengan benda uji EDF yang dimanufaktur dengan metode 3D *printing*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa pertambahan gaya dorong EDF bersifat linier terhadap pertambahan kecepatan putar, sedangkan pertambahan gaya dorong EDF terhadap pertambahan daya bersifat eksponensial. Performa EDF hasil pengujian lebih kecil dibandingkan dengan perkiraan awal, sehingga dapat disimpulkan bahwa EDF hasil rancangan belum memenuhi kriteria rancangan awal. Perbaikan dan optimasi rancangan EDF khususnya pada bagian fan dan duct harus dilakukan untuk menghasilkan EDF yang sesuai kebutuhan rancangan. Selain itu, perlu dilakukan kajian pemilihan motor elektrik yang lebih tepat untuk mengoptimalkan penggunaan daya serta penyesuaian kemampuan alat uji EDF *test bed* sehingga mampu mengukur gaya dorong maksimum yang mampu dihasilkan EDF.

### Ucapan terimakasih

Ucapan terimakasih kami sampaikan kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM) Institut Teknologi Dirgantara Adisutjipto (ITDA) yang telah membiayai penelitian ini.

### Referensi

- [1] Junaidin, B., & Cahyono, M. A. (2019, December). Conceptual Design

- of Electrical Ducted Fan (EDF). In Conference SENATIK STT Adisutjipto Yogyakarta (Vol. 5, pp. 3-8).
- [2] Prisacariu, Vasile & Boscoianu, Mircea & Circiu, Ionica. (2013). Flying wing with Electric Ducted Fan (EDF) propulsion.
- [3] Brusell, A., Andrikopoulos, G., & Nikolakopoulos, G. (2017, July). Novel considerations on the negative pressure adhesion of electric ducted fans: An experimental study. In 2017 25th Mediterranean Conference on Control and Automation (MED) (pp. 1404-1409). IEEE.
- [4] Darrah, D., Eppler, J., Liu, W., & Anemaat, W. A. (2020). Electric Ducted Fan Design and Testing for High Performance UAV Integration. In AIAA Scitech 2020 Forum (p. 0017).
- [5] Balakrishnan, H., Hassan, A., Imran, M., & Wahit, M. U. (2012). Toughening of polylactic acid nanocomposites: A short review. *Polymer-Plastics Technology and Engineering*, 51(2), 175-192.
- [6] Jin, Y., Qian, Y., Zhang, Y., & Zhuge, W. (2018). Modeling of ducted-fan and motor in an electric aircraft and a preliminary integrated design. *SAE International Journal of Aerospace*, 11(01-11-02-0007), 115-126.
- [7] Budiyanoto, E., Nugroho, E., & Putra, Y. G. K. (2020). Electrical Discharge Machine (EDM): evaluasi nilai kekasaran permukaan benda kerja pengaruh variasi kuat arus listrik dan kekerasan material. *Turbo: Jurnal Program Studi Teknik Mesin*, 9(1).
- [8] Halim, G., Asroni, A., & Budiyanoto, E. (2022). Analisa kerja mesin CNC laser cutting CO2 2 axis berbasis MACH3 pada variasi pemotongan. *ARMATUR: Artikel Teknik Mesin & Manufaktur*, 3(1), 28-36.
- [9] Budiyanoto, E., & Yuono, L. D. *Proses Manufaktur*. Eko Budiyanoto.
- [10] Budiyanoto, E., Yuono, L. D., & Rohman, F. (2020). Analisa proses produksi part number D574-50081-201 menggunakan mesin milling CNC di PT DI. *Turbo: Jurnal Program Studi Teknik Mesin*, 9(2).
- [11] Rudiyanto, R., Budiyanoto, E., Kurniawan, R., & Sumosusilo, J. (2020). Pengaruh diameter sudu terhadap kinerja turbin angin berporos horizontal. *ARMATUR: Artikel Teknik Mesin & Manufaktur*, 1(1), 17-24.
- [12] Halim, G., Asroni, A., & Budiyanoto, E. (2022). Analisa kerja mesin CNC laser cutting CO2 2 axis berbasis MACH3 pada variasi pemotongan. *ARMATUR: Artikel Teknik Mesin & Manufaktur*, 3(1), 28-36.