



Pelatihan Mekanisme Cara Kerja Contra-Rotating Pada Propeller Pesawat Terbang

Agus Sugiharto^{1,*}, Amat Chaeroni², Ayu Martina^{3,*}, Muhamad Jayadi⁴

^{1,2,3,4}Prodi D3 Teknik Aeronautika, Fakultas Teknik Dirgantara dan Industri
Universitas Dirgantara Marsekal Suryadarma, 13610, Jakarta

Info Artikel

Histori Artikel:

Diajukan: 2 Maret 2025
Direvisi: 15 April 2025
Diterima: 1 September 2025

Kata kunci:

Contra-rotating,
Propeller
Pesawat terbang

Keywords:

Contra-rotating,
Propeller,
Airplane

Penulis Korespondensi:

Ayu Martina
Email:
ayumartina75@gmail.com

ABSTRAK

Pendidikan vokasi di Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) dirancang untuk mempersiapkan siswa memasuki dunia kerja dengan menyesuaikan kurikulum sesuai kebutuhan industri, khususnya dalam bidang aeronautika yang berkembang pesat. Tantangan utama yang dihadapi SMK adalah keterbatasan fasilitas dan alat peraga, terutama dalam bidang aerodinamika dan elektronika. Alat peraga seperti contra rotating propeller, sangat penting untuk mendukung pemahaman konsep yang sulit dipahami secara abstrak. Program Pengabdian Kepada Masyarakat (PKM) oleh Jurusan Teknik Aeronautika Universitas Dirgantara Marsekal Suryadarma bertujuan meningkatkan kualitas pendidikan di SMK dengan menyediakan alat peraga praktis dan pelatihan yang relevan. Program ini melibatkan dosen-dosen dan dua mahasiswa AMTO dari Universitas Dirgantara Marsekal Suryadarma serta 30 siswa/i SMK Penerbangan Bakti Nusantara Bekasi dalam kegiatan yang mencakup sesi pengenalan, praktik langsung, dan evaluasi pemahaman. Hasil pre-test dan post-test menunjukkan peningkatan signifikan dalam pemahaman siswa, dengan Program ini berhasil meningkatkan pemahaman konsep secara keseluruhan dan dianggap efektif dalam mendukung pembelajaran di SMK, sebanyak 48% siswa memperoleh skor pre-test dalam rentang 10-60, sedangkan 52% mencapai skor 70-100. Namun, setelah kegiatan, terjadi peningkatan signifikan, dengan 70% siswa memperoleh skor 70-100 pada post-test, dan hanya 30% yang berada di rentang 10-60. Hasil ini mengindikasikan bahwa program ini secara signifikan meningkatkan pemahaman siswa terhadap konsep kinerja contra-rotating propeller pada pesawat terbang, serta efektivitas alat peraga dalam pembelajaran.

Vocational education in SMK is designed to prepare students to enter the workforce by adjusting the curriculum to industry needs, especially in the rapidly developing field of aeronautics. The main challenge faced by SMK is the limited facilities and teaching aids, especially in the fields of aerodynamics and electronics. Teaching aids, such as contra rotating propellers, are essential to support the understanding of concepts that are difficult to understand abstractly. The Community Service Program by the Aeronautical Engineering Department of Marshal Suryadarma Air Force University aims to improve the quality of education in SMK by providing practical teaching aids and relevant training. This program involves AMTO lecturers and students from Marshal Suryadarma Air Force University and students of Bakti Nusantara Aviation Vocational School Bekasi in activities that include introductory sessions, hands-on practice, and understanding evaluation. The results of the pre-test and post-test showed a significant increase in student understanding, with this program successfully improving overall conceptual understanding and being considered effective in supporting learning in school.

Copyright © 2025 Author(s). All rights reserved

I. PENDAHULUAN

Jurusan Teknik Aeronautika di Universitas Dirgantara Marsekal Suryadarma, sebagai institusi yang memiliki kompetensi dan sumber daya dalam bidang aerodinamika dan elektronika, merasa bertanggung jawab untuk berkontribusi dalam peningkatan kualitas pendidikan di tingkat SMK. Melalui program pengabdian kepada masyarakat ini, jurusan aerodinamika berupaya untuk memberikan pemahaman konsep mekanisme cara kerja *contra-rotating propellers* pada pesawat terbang, yang tidak hanya memberikan visualisasi tentang penciptaan gaya dorong (*thrust*) dan prinsip aerodinamika, tetapi juga dapat digunakan sebagai media untuk memahami dasar-dasar elektronika dalam pengoperasiannya.

Contra-rotating propellers, atau baling-baling berputar berlawanan dalam satu sumbu, dikenal mampu meningkatkan efisiensi propulsi dan mengurangi efek torsi yang biasanya ditimbulkan oleh baling-baling tunggal. Teknologi ini telah dikaji secara historis dalam konteks pengembangan kedirgantaraan, sebagaimana dijelaskan oleh (Fillppone, 2022). Penelitian-penelitian sebelumnya mengungkapkan bahwa interaksi antara baling-baling depan dan belakang dapat menciptakan pola aliran yang lebih stabil dan efisien (Yan & Zhang, 2023; Lesieutre & Sullivan, 1985).

(Zhao & Shkarayev, 2019) dalam penelitiannya mengenai *ducted contra-rotating propellers* menunjukkan bahwa konfigurasi tertutup (*ducted*) dapat meningkatkan efisiensi gaya dorong terutama pada wahana udara berukuran kecil. Selanjutnya, (Gur, 2020) menekankan pentingnya pendekatan desain berbasis optimasi untuk mendapatkan performa maksimal dalam berbagai kondisi penerbangan. Kajian eksperimental oleh Kravitz, (Kravitz 2010) dan (Satyanarayana & Sachan, 2023) juga memperkuat landasan desain dan validasi struktural sistem ini dalam aplikasi dunia nyata, baik untuk kendaraan udara maupun maritim.

Dalam konteks struktur pesawat, pendekatan berbasis analisis numerik juga menjadi hal penting untuk dipahami siswa vokasi. Misalnya, studi oleh (Jayadi dkk., 2021) mengenai analisis numerik pada *wing to fuselage joinner assembly* pesawat utilitas memberikan pemahaman tentang pentingnya simulasi struktural menggunakan metode elemen hingga dalam menjamin integritas dan keselamatan struktur pesawat. Pemahaman seperti ini sejalan dengan materi yang dibawa dalam alat peraga *contra-rotating propeller*, karena selain aspek aerodinamika, komponen mekanis dan struktur pendukungnya juga sangat penting untuk dianalisis.

Dengan mengangkat teknologi ini sebagai media pembelajaran, program ini diharapkan dapat meningkatkan sekitar 50%–80% kemampuan siswa SMK dalam memahami konsep-konsep cara kerja *contra-rotating propellers* secara lebih mendalam dan aplikatif, serta mempersiapkan mereka menghadapi tantangan dunia industri. Pendekatan ini sejalan dengan model pelatihan teknologi yang telah dilakukan sebelumnya, seperti pelatihan proses manufaktur material komposit (Widanto et al., 2024), dan pengenalan teknologi cetak 3D bagi guru SMK (Arifin et al., 2024), yang telah terbukti mampu meningkatkan keterampilan dan kesiapan tenaga pendidik dan peserta didik di bidang vokasi berbasis teknologi.

Selain meningkatkan kualitas pembelajaran, penggunaan alat peraga yang modern dan interaktif ini juga diharapkan dapat membangkitkan minat siswa terhadap bidang aeronautika dan mendorong mereka untuk melanjutkan studi ke jenjang yang lebih tinggi. Program ini juga dapat membantu menjembatani kesenjangan kualitas pendidikan antara sekolah di perkotaan dan perdesaan, serta memberikan kontribusi nyata bagi dunia pendidikan. Keterlibatan Jurusan Teknik Aeronautika dalam program ini menjadi bagian dari komitmen Universitas Dirgantara Marsekal Suryadarma untuk mendukung pengembangan pendidikan vokasi yang lebih berkualitas, serta memperkuat hubungan antara dunia akademik dan masyarakat melalui kegiatan pengabdian yang berdampak nyata.

II. METODE

Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PKM) ini dilaksanakan melalui pendekatan yang sistematis, terstruktur, dan partisipatif guna memastikan efektivitas proses pembelajaran serta mengukur sejauh mana pemahaman siswa terhadap konsep *contra-rotating propeller*. Metode pelaksanaan mencakup tahap perencanaan, pelaksanaan, serta evaluasi pembelajaran yang dilakukan secara menyeluruh. Kegiatan diawali dengan evaluasi awal atau pre-test untuk mengidentifikasi tingkat pengetahuan dasar siswa sebelum materi disampaikan. Evaluasi awal ini dilakukan melalui diskusi terbuka yang difasilitasi oleh guru atau fasilitator untuk menggali pemahaman awal siswa mengenai prinsip kerja propeller pesawat, khususnya sistem *contra-rotating*. Diskusi ini tidak hanya berfungsi

sebagai sarana eksplorasi pengetahuan, tetapi juga sebagai bentuk asesmen formatif untuk mengetahui titik tolak pemahaman peserta.

Selain itu, evaluasi awal juga dilengkapi dengan penyebaran kuis berbasis digital menggunakan platform seperti Google Form. Kuis ini dirancang dalam bentuk pertanyaan objektif dan semi-objektif yang mengukur pemahaman teknis dasar siswa. Penggunaan media digital ini memungkinkan analisis data yang lebih cepat dan akurat sehingga hasilnya dapat digunakan untuk menyesuaikan pendekatan pembelajaran yang diberikan selama kegiatan. Setelah pelaksanaan sesi pembelajaran yang terdiri dari pemaparan materi, demonstrasi visual, dan praktik sederhana mengenai prinsip kerja contra-rotating propeller, dilakukan evaluasi akhir atau post-test untuk menilai peningkatan pemahaman siswa. Evaluasi ini mencakup pemberian soal formatif yang serupa dengan soal pre-test sehingga hasilnya dapat dibandingkan secara langsung untuk mengukur efektivitas pembelajaran. Di samping itu, evaluasi akhir juga dilakukan melalui sesi tanya jawab interaktif yang bersifat kompetitif. Dalam sesi ini, siswa diberi kesempatan untuk menjawab pertanyaan secara langsung sebagai bentuk refleksi dari pemahaman yang telah mereka peroleh selama kegiatan berlangsung.

Seluruh tahapan kegiatan ini dirancang untuk membangun suasana belajar yang aktif, komunikatif, dan menyenangkan, sekaligus memastikan adanya peningkatan kompetensi kognitif peserta dalam memahami prinsip kerja contra-rotating propeller. Evaluasi sebelum dan sesudah kegiatan menjadi alat ukur utama untuk menilai keberhasilan program, serta sebagai dasar pengembangan metode pengabdian pada masyarakat yang lebih baik di masa mendatang.

III. HASIL DAN DISKUSI

Kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat (PKM) dengan tema "Pelatihan mekanisme cara kerja contra rotating pada propeller pesawat terbang" telah berjalan dengan sukses dan lancar. Kegiatan PKM ini melibatkan dosen-dosen dari jurusan Teknik Aeronautika dan dua mahasiswa AMTO Universitas Dirgantara Marsekal Suryadarma, serta 30 siswa/i SMK Penerbangan Bakti Nusantara.

Dari hasil kegiatan PKM ini dapat direkomendasikan untuk selanjutnya dikembangkan dengan pelatihan pembuatan simulasi alat peraga 3D mengenai *contra-rotating propeller* pesawat udara.



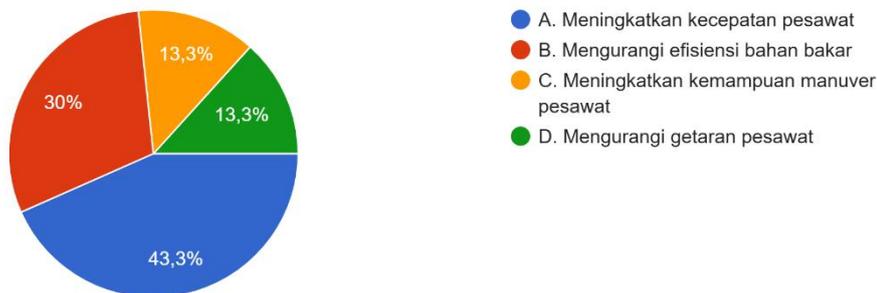
Gambar 1 Foto bersama tim Unsurya dengan Kepala Sekolah SMK



Gambar 2 Foto bersama dengan siswa-siswi SMK Bakti Nusantara

2. Kelebihan apa yang dimiliki oleh contra-rotating propeller?

30 jawaban

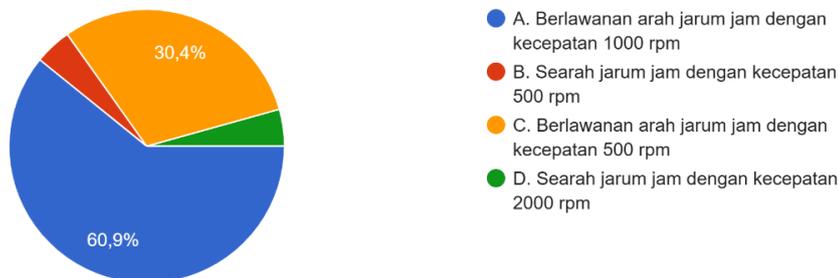


Gambar 3 Contoh hasil pre test

Gambar 3 menunjukkan hasil pre-test terkait kelebihan apa yang dimiliki oleh contra-rotating propeller. Sebelum sosialisasi, 13,3% (4 siswa) menjawab benar dengan memilih "Meningkatkan kemampuan manuver pesawat" sementara sisanya siswa memilih jawaban yang salah, seperti "Meningkatkan kecepatan pesawat" 43,3% (13 siswa). "Mengurangi efisiensi bahan bakar" 30 % (9 siswa) dan "Mengurangi getaran pesawat" 13,3% (4 siswa).

1. Sebuah pesawat memiliki dua propeller yang berputar berlawanan arah (contra-rotating). Jika propeller pertama berputar searah jarum jam dengan...tan 1000 rpm, maka propeller kedua akan berputar

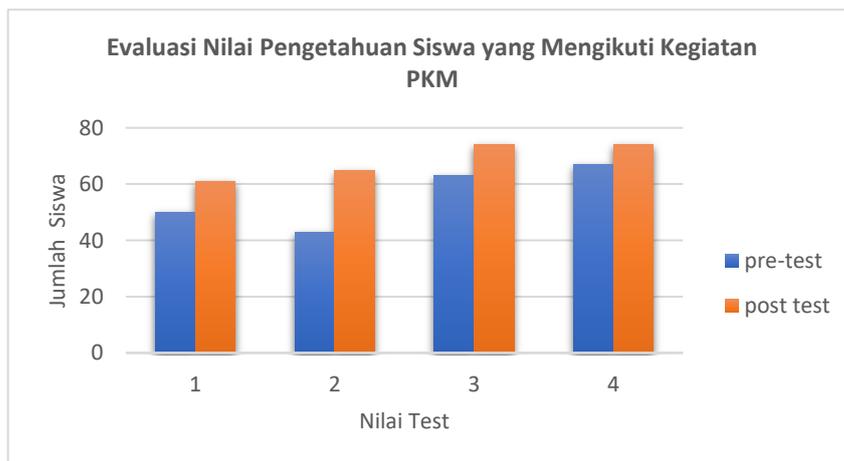
23 jawaban



Gambar 4 Contoh hasil post test

Gambar 4 tersebut menunjukkan hasil post-test mengenai soal "Sebuah pesawat memiliki dua propeller yang berputar berlawanan arah. Jika propeller pertama berputar searah jarum jam dengan kecepatan 1000 rpm, maka propeller kedua akan berputar?" Setelah sosialisasi, 60,9% (14 siswa) menjawab benar dengan memilih "Berlawanan arah jarum jam dengan kecepatan 1000 rpm" sementara sisanya siswa memilih jawaban yang salah, seperti "Berlawanan arah jarum jam dengan kecepatan 500 rpm" 30,4% (7 siswa). "Searah jarum jam dengan kecepatan 500 rpm" 4,3% (1 siswa) dan "Searah jarum jam dengan kecepatan 2000 rpm" 4,3% (1 siswa).

Gambar 5 adalah grafik batang yang menunjukkan evaluasi nilai pengetahuan siswa yang mengikuti kegiatan PKM, dengan perbandingan antara nilai pre-test dan post-test. Sumbu vertikal menunjukkan rentang nilai tes (10 hingga 100), sementara sumbu horizontal menunjukkan jumlah soal yang mendapatkan nilai tersebut. Warna biru mewakili nilai pre-test, dan warna jingga mewakili nilai post-test. Terlihat bahwa pada pre-test, sebagian besar siswa memperoleh nilai di rata-rata 55, sedangkan pada post-test, terdapat peningkatan nilai dengan sebagian besar siswa memperoleh nilai di kisaran 70. Ini menunjukkan adanya peningkatan pemahaman siswa setelah mengikuti kegiatan PKM.



Gambar 5 Perbandingan rata-rata hasil pre-test dan post-test

IV. KESIMPULAN

Kesimpulan dari kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat yang dilakukan oleh Jurusan Teknik Aeronautika Universitas Dirgantara Marsekal Suryadarma menunjukkan hasil yang sangat positif. Sebelum kegiatan, sebanyak 48% siswa memperoleh skor pre-test dalam rentang 10-60, sedangkan 52% mencapai skor 70-100. Namun, setelah kegiatan, terjadi peningkatan signifikan, dengan 70% siswa memperoleh skor 70-100 pada post-test, dan hanya 30% yang berada di rentang 10-60. Sehingga dapat mengindikasikan bahwa program ini secara signifikan dapat meningkatkan pemahaman siswa terhadap konsep kinerja *contra-rotating propeller* pada pesawat terbang, serta efektivitas alat peraga dalam sistem pembelajaran di sekolah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak yang telah memberi dukungan terhadap pengabdian ini yaitu Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LP2M) Universitas Dirgantara Marsekal Suryadarma dan khususnya untuk seluruh pihak dari mitra SMK Penerbangan Bakti Nusantara, Bekasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, M., Widanto, M. H., & Jayadi, M. (2024). Pelatihan dasar 3D printing untuk peningkatan pengetahuan dan keterampilan guru SMK Penerbangan Gutama Jakarta. *Jurnal Bakti Dirgantara*, 2(1), 1–7. <https://doi.org/10.35968/a4sa2m49>
- Brizzolara, S., Grassi, D., & Tincani, E. P. (2012). Design method for contra-rotating propellers for high-speed crafts: Revising the original Lerbs theory in a modern perspective. *International Journal of Rotating Machinery*.
- Fillppone, A. (2022). Historical development of the coaxial contra-rotating propeller. *The Aeronautical Journal*, 1–38. <https://doi.org/10.1017/aer.2022.92>
- Gur, O. (2020). Toward optimal design of contra-rotating propulsion system - Practical aerodynamic analysis.
- Hou, L., Yin, L., Hu, A., Chang, X., & Wang, S. (2021). Optimal matching investigation of marine contra-rotating propellers for energy consumption minimization. *Journal of Marine Science and Technology*, 26(6), 1184–1197.
- Jayadi, M., Afandi, S., Suprianto, A., Pramana, N., & Yuniarti, E. (2021). Analisis numerik part spar pada sub system wing to fuselage joinner assembly pesawat berkategori utility menggunakan metode elemen hingga. *Jurnal Teknologi Kedirgantaraan*, 6(1)

- Kravitz, E. (2010). Analysis and experiments for contra-rotating propeller. MIT Department of Mechanical Engineering.
- Lesieutre, D., & Sullivan, J. (1985). The analysis of contra-rotating propeller systems. *SAE Technical Paper* 850869.
- Richards, C. L. (n.d.). *Module 17A Propeller Aviation Maintenance Technician Certification Series*. EASA, Aircraft Technical Book Company.
- Satyanarayana, P. V. V., & Sachan, V. (2023). Design and structural analysis of Marlin torpedo with coupled contra rotating propellers. *Material Science Research India*.
- Widanto, M. H., Jayadi, M., Agustianingsih, R., Sari, R. A., & Warsiyanto, B. A. (2024). Pelatihan proses manufaktur material komposit dalam meningkatkan keterampilan siswa SMKN 4 Depok untuk penyesuaian pendidikan dengan tren industri. *Jurnal Bakti Dirgantara*, 1(2), 20–27. <https://doi.org/10.35968/36512c82>
- Wenhul, Y., & Zhang, K. (2023). Effect of stage on contra-rotating propeller aerodynamic interactions. *Journal of Physics: Conference Series*, 2478(12). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2478/12/122013>
- Zhao, L., & Shkarayev, S. (2019). Characterization of ducted contra-rotating propeller propulsions. *International Journal of Micro Air Vehicles*, 11, 1–12. <https://doi.org/10.1177/1756829319837661>