

## Eksplorasi kinematika dan dinamika pada Linkage dengan Miniatur Aileron Pesawat Terbang dan Mainan Duplo

<sup>1</sup>Sheyla Hannim, <sup>1</sup>Mufti Arifin, <sup>1</sup>Endah Yuniarti, <sup>1</sup>Freddy Franciscus, <sup>1</sup>Syarifah Fairuza  
<sup>1</sup>Universitas Dirgantara Marsekal Suryadarma, Jakarta, Indonesia.  
E-mail: [Sheylahannim30@gmail.com](mailto:Sheylahannim30@gmail.com), [muftiarifin@gmail.com](mailto:muftiarifin@gmail.com),  
[eyuniarti@unsurya.ac.id](mailto:eyuniarti@unsurya.ac.id), [freddyf60@rocketmail.com](mailto:freddyf60@rocketmail.com), [syarifah@unsurya.ac.id](mailto:syarifah@unsurya.ac.id).

### ABSTRAK

Pemahaman konsep fisika, terutama terkait dengan pesawat terbang, menjadi semakin penting dalam konteks perkembangan teknologi pesawat terbang. Di tengah evolusi yang cepat dalam industri penerbangan, siswa dengan jurusan yang terkait pesawat terbang perlu memahami dengan baik kompleksitas teknologi tersebut, kompleksitas mekanika dalam pesawat melibatkan berbagai mekanisme, termasuk mekanisme *flightcontrol* yang menggunakan linkage dan prinsip-prinsip fisika. Oleh karena itu, praktikum dirancang untuk meningkatkan pemahaman siswa tentang konsep fisika, khususnya terkait dengan kinematika dan dinamika pada mekanisme linkage. Praktikum dirancang dengan memanfaatkan miniatur aileron pesawat terbang yang dicetak menggunakan teknologi 3D, mainan duplo dan mainan lego. Hasil praktikum ini menunjukkan bahwa pendekatan pembelajaran dengan konsep eksplorasi memungkinkan siswa memahami serta merakit konsep kinematika dan dinamika secara langsung, sehingga siswa mampu menggambarkan serta merakit linkage mulai dari 1 sampai 4 batang beserta gaya dan arah pergerakannya.

**Kata kunci :** Mekanisme Linkage, Kinematika dan Dinamika, fisika, Praktikum.

### ABSTRACT

*Understanding the concepts of physics, especially in relation to aircraft, is becoming increasingly important in the context of the development of aircraft technology. Amidst the rapid evolution in the aviation industry, students with aviation-related majors need to understand well the complexity of such technology, the mechanical complexity in the aircraft involves a variety of mechanisms, including flight controls that use linkage and physics principles. Therefore, the workshop is designed to enhance students' understanding of the physical concepts, especially those related to kinematics and dynamics on linkage mechanisms. The workshop was designed using miniature ailerons of aircraft printed using 3D technology, double toys and lego toys. The results of this parkticum show that the learning approach with the concept of exploration enables students to understand and assemble the concepts of kinematics and dynamics directly, so that students are able to describe as well as assemble linkages ranging from 1 to 4 bars with their styles and directions of movement.*

**Keyword :** Linkage Mechanisms, Kinematics and Dynamics, Physics, Practically.

## 1. PENDAHULUAN

Teknologi pada pesawat terbang berkembang dengan pesat sejak perang dunia II, Perkembangan ini telah menghasilkan beragam jenis pesawat dengan kemampuan yang berbeda sehingga dapat meningkatkan efisiensi dalam penerbangan. Dibalik itu, teknologi dalam pesawat terbang menggunakan berbagai hukum fisika untuk memastikan penerbangan yang aman dan optimal (Kesuma & Ramdan, 2021). Kompleksitas mekanika dalam pesawat terbang juga melibatkan berbagai mekanisme seperti, mekanisme dalam linkage dan momen fisika. Mekanisme linkage adalah hubungan benda-benda kaku yang dihubungkan sehingga memungkinkan benda bergerak relatif satu sama lain (Martin, 1982), Sementara momen fisika adalah hasil gaya dan jarak yang menghasilkan rotasi atau gerakan melingkar pada objek (Serway & Jewett, 2009).

Salah satu aplikasi linkage pada sistem kontrol pesawat adalah penggunaan flap pada sayap pesawat terbang. Fungsi linkage pada pesawat terbang adalah sebagai penerus dorongan dari *main Rod* yang terhubung langsung kepada titik dorong pada flap, juga sebagai mekanisme dorongan antara linkage menuju titik dorong (Putra et al., 2020), gaya yang diberikan pada kontrol pesawat menghasilkan momen fisika yang kemudian diubah menjadi gerakan rotasi yang mengatur posisi flap.

Siswa memiliki berbagai perbedaan dalam gaya belajar, pendekatan studi, dan sikap terhadap pengetahuan yang mempengaruhi cara mereka merespons pengajaran (Felder & Brent, 2005). Pembelajaran fisika yang menggunakan banyak rumus dan bersifat abstrak membuat minat belajar siswa menurun, hal ini menyebabkan dampak negatif pada hasil pembelajaran siswa. Oleh karena itu diperlukan pendekatan pembelajaran yang lebih kreatif, seperti memanfaatkan media

dalam proses eksperimen. Tujuannya agar siswa dapat melihat relevansi ilmu fisika dalam kehidupan (Astalini, 2018).

pembuatan alat peraga miniatur berbentuk sayap dengan aileron pada pesawat terbang yang di *design* menggunakan *software solidwork* dan teknologi pencetakan 3D, serta perakitan mekanisme linkage menggunakan Duplo bertujuan untuk menyampaikan konsep-konsep ini kepada siswa secara efektif dan mudah dipahami.

Dalam konteks ini, eksplorasi dan pemahaman konsep mekanisme fisika dalam linkage fisika menjadi penting tidak hanya dalam bidang teknik, tetapi juga penting bagi siswa yang sedang mempelajari konsep fisika. Pendekatan pembelajaran ini tidak hanya akan meningkatkan pemahaman siswa tentang konsep-konsep mekanika, tetapi juga membangun minat dan ketrampilan dalam fisika untuk pengembangan pendidikan yang inovatif dan efektif.

Dengan demikian, tim PKM program Studi S1 teknik penerbangan yang terdiri dari dosen Universitas Dirgantara Marsekal Suryadarma Jakarta bersama dengan Himpunan Mahasiswa Teknik Penerbangan dan Aeronautika menyelenggarakan praktikum dengan *Aeronautics Mobile Laboratory* kepada siswa-siswa SMK Gutama Jakarta.

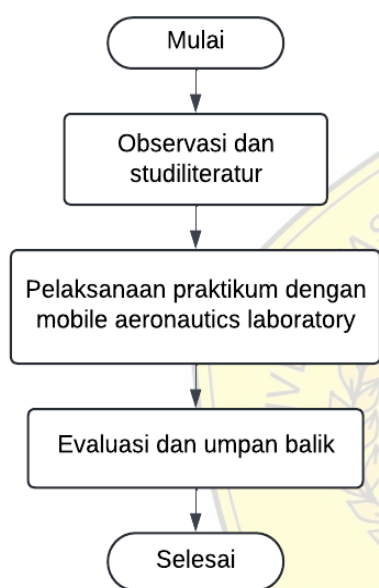
## 2. PERMASALAHAN MITRA

Hasil observasi menunjukkan beberapa masalah yang signifikan, salah satunya adalah ketiadaan laboratorium fisika yang menyebabkan ketidakhadiran praktikum fisika dalam pembelajaran. Kondisi ini berdampak langsung pada pemahaman siswa terhadap materi fisika, karena kurangnya pengalaman langsung dalam eksperimen. Padahal kejuruan yang diambil oleh siswa sangat berkaitan dengan fisika. Selain itu, hal ini juga menjadi tantangan bagi siswa saat mereka melanjutkan studi ke perguruan tinggi sebab kurangnya pemahaman pada bidang

tersebut, oleh karena itu perlu adanya upaya untuk meningkatkan pemahaman dan minat siswa terhadap fisika melalui pendekatan pembelajaran yang lebih efektif.

### 3. METODOLOGI

Tahapan kegiatan ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alur kegiatan PKM pada SMK Gutama.

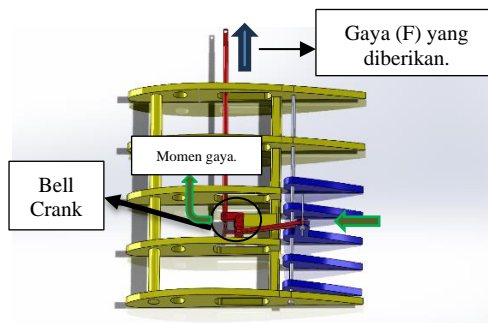
kegiatan dimulai dengan mengidentifikasi masalah melalui observasi sebagai salah satu metode yang digunakan, pendekatan pembelajaran ini adalah eksplorasi konsep-konsep fisika dalam kejuruan dengan pengadaan praktikum *Aeronautics Mobile Laboratory*. Observasi dilakukan pada SMK Gutama untuk memahami situasi dan kondisi pembelajaran fisika. Selain itu, studi literatur dilakukan untuk mengumpulkan informasi tentang kurikulum kejuruan yang relevan dengan pembelajaran yang akan diujicoba dalam praktikum fisika.

Selanjutnya, tim PKM melaksanakan praktikum dengan *Aeronautics Mobile Laboratory* pada SMK Gutama. Praktikum bertujuan untuk memberikan pengalaman langsung kepada siswa dalam menerapkan konsep-konsep fisika pada contoh nyata, khususnya dalam konteks pesawat terbang yang sesuai dengan bidang kejuruan siswa. Salah satu contoh praktikum adalah menjelaskan pengaplikasian kinematika dan dinamika pada mekanisme linkage dengan menggunakan model miniatur aileron pesawat terbang dan mainan duplo.

Evaluasi dilakukan setelah praktikum selesai, tim PKM melakukan evaluasi terhadap pelaksanaan praktikum dan mengumpulkan umpan balik dari siswa yang terlibat. Umpan balik ini akan digunakan untuk memperbaiki dan mengembangkan praktikum selanjutnya agar lebih efektif.

### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

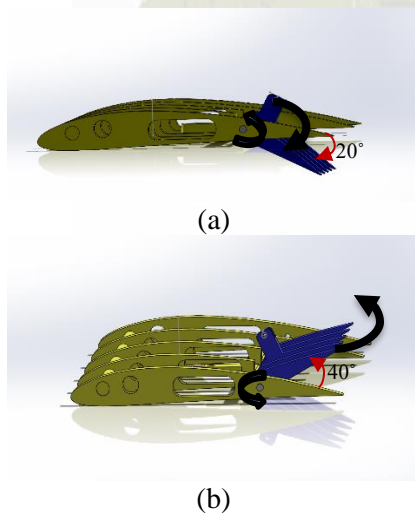
Perancangan miniatur aileron didasarkan pada profil sayap NACA 4412. Aileron merupakan bagian penting dari *flightcontrol*, berfungsi untuk mengontrol gerakan *roll* pesawat. Miniatur yang dibuat tidak berbentuk sayap seutuhnya, melainkan hanya terdiri dari rib, sehingga siswa dapat melihat dengan jelas mekanisme dari linkage yang menggerakkan aileron.



Gambar 2. Rancangan miniatur aileron menggunakan *software solidwoks*.



Pada Gambar 2 ditampilkan rancangan miniatur aileron menggunakan perangkat lunak Solidworks. Bagian berwarna kuning menunjukkan rib untuk sayap, sedangkan warna biru menunjukkan rib untuk aileron, dan warna merah menunjukkan mekanisme linkage. Gaya diberikan secara manual dengan menarik rod yang menghubungkan ke aileron, sebagaimana ditunjukkan oleh panah biru. Bell crank kemudian mengubah arah gaya sebesar  $90^\circ$ , dengan respon yang ditunjukkan oleh panah hijau. Serangkaian batang yang terhubung ini membantu mekanisme linkage yang memungkinkan aileron bergerak naik dan turun, membentuk sudut masing-masing  $40^\circ$  dan  $20^\circ$ , seperti ditunjukkan pada Gambar 3. Pada mekanisme linkage ini juga diperlihatkan momen fisika yang terjadi karena adanya gaya yang bekerja pada suatu sumbu putar. Pergerakan ini secara substansial sejalan dengan pendekatan dalam penelitian sebelumnya yang mempertimbangkan rancangan pergerakan flap dengan linkage (Putra et al., 2020)



Gambar 3. Aileron *down* (a), Aileron *up* (b).

Pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat dilaksanakan pada hari Selasa, 30 Januari 2024, pukul 08.30-12.00 WIB, berlokasi di SMK Gutama Jakarta. Kegiatan ini diikuti oleh siswa-siswi dari SMK Gutama.



Gambar 4. Pelaksanaan *Aeronautics Mobile Laboratory* di SMK Gutama Jakarta.

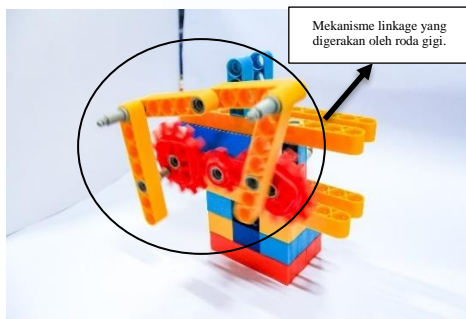
Proses kegiatan ini menunjukkan bahwa praktikum berjalan dengan lancar serta mendapatkan respon yang positif dari siswa. Siswa menunjukkan antusiasme yang tinggi terhadap materi dan eksperimen sesuai dengan penelitian sebelumnya oleh (Arifin et al., 2024) bahwa praktikum *Aeronautics Mobile Laboratory* terbukti dapat meningkatkan minat siswa terhadap pelajaran fisika. Antusiasme siswa terlihat saat mencoba menggerakkan miniatur aileron yang telah dicetak menggunakan teknologi 3D menggunakan mekanisme linkage, penggunaan model 3D memiliki dampak positif dalam pendidikan untuk meningkatkan keterlibatan siswa melalui model fisik yang nyata (Teplá et al., 2022). Siswa juga dapat mengamati mainan duplo yang telah dirakit membentuk mekanisme linkage dan digerakan oleh roda gigi, sehingga dapat memperlihatkan bagaimana kinematika dan dinamika fisika bekerja pada mainan benda-benda tersebut, miniatur yang telah dicetak dengan teknologi 3D dapat dilihat pada Gambar 5 dan mainan duplo Gambar 6.



Gambar 5. Miniatur sayap dan aileron pesawat terbang yang dicetak menggunakan teknologi 3D.



Gambar 7. Siswa melakukan eksplorasi kinematika dan dinamika pada miniatur aileron dan mainan duplo.



Gambar 6. Mainan Duplo yang dirakit sehingga membentuk mekanisme linkage.

Siswa dibagi per kelompok yang terdiri dari 4 orang, dengan sistem moving student sehingga dimana siswa akan mendapatkan review singkat dari pemandu praktikum, sistem ini juga dilakukan oleh (Arifin et al., 2023) untuk meningkatkan setiap siswa memiliki kesempatan untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas praktikum. Siswa mencoba merakit linkgae menggunakan mainan lego yang disediakan secara bergantian selama 15 menit, selanjutnya siswa menggambarkan mekanisme pergerakannya pada lembar kerja. Dengan merakit dan menggambarkan mekanisme ini, siswa dapat mengaplikasikan langsung pergerakan atau kinematika dan dinamika dari linkage itu sendiri.

Dengan menggambarkan dan merakit lego dengan mekanisme linkage pada lembar kerja, para siswa menunjukkan pemahaman mereka tentang mekanisme linkage. Hasilnya terlihat dari sketsa dan model linkage yang mereka buat, baik yang baru mereka sadari selama kegiatan maupun yang mereka rakit secara langsung. Setiap kelompok mampu menggambarkan dan merakit linkage mulai dari 1 sampai 4 batang beserta gaya dan arah pergerakannya, hal ini menunjukkan pemahaman yang meningkat mengenai konsep dan aplikasi linkage dalam konsep kinematika dan dinamika. Hal ini juga sejalan dengan hasil penelitian lain yang telah dilakukan sebelumnya (Kholida et al., 2021) bahwa penerapan alat peraga aeromodelling memiliki pengaruh signifikan dalam meningkatkan keterampilan proses sains (KPS) dan juga berdampak positif terhadap aktivitas belajar siswa.

Selain itu siswa juga menjadi lebih peka terhadap keberadaan mekanisme tersebut dalam kehidupan sehari-hari. Siswa dapat mengaitkan konsep fisika yang dipelajari dikelas dengan situasi nyata, sehingga meningkatkan keterampilan pemecahan masalah dan penerapan konsep fisika dalam konteks praktis. Hal ini juga sesuai dengan penelitian sebelumnya bahwa praktikum mempengaruhi pemahaman metakognisi atau kesadaran seseorang tentang proses berpikirnya sendiri (Alimuddin et al., 2022).



Gambar 8. Foto bersama siswa-siswi SMK Gutama Jakarta.

## 5. KESIMPULAN

Praktikum yang dilakukan di SMK Gutama, menunjukkan bahwa siswa menunjukkan antusiasme tinggi dan pemahaman lebih baik tentang konsep-konsep fisika, khususnya terkait dengan mekanisme linkage dan aplikasinya dalam kejuruan dan kehidupan sehari-hari. Eksperimen dengan miniatur juga meningkatkan pemahaman siswa dalam pembelajaran dan membuat siswa lebih peka dalam pengaplikasian linkage.

Dengan demikian, praktikum yang dilaksanakan tidak hanya meningkatkan pemahaman siswa tentang konsep fisika, tetapi juga memperluas wawasan tentang relevansi dan pengaplikasian.

## 5. UCAPAN TERIMA KASIH

Tim PKM mengucapkan terima kasih kepada Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi atas dana hibah PKM, dan Lembaga Penelitian dan Pengabdian Pada Masyarakat (LPPM) Universitas Dirgantara Marsekal Suryadarma yang mendukung pendanaan kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Martin, G. H. (1982). Kinematics and dynamics of machines. *McGraw-Hill*.
- Kesuma, A., & Ramdan, S. D. (2021). Sejarah, Jenis dan Spesifikasi Pesawat Penerbangan Sipil. *Ilmuteknik.Org*, 1(2), 4–5.
- Serway, R. A., Jewett, J. W., & Olguín, C. V. (2009). Física: Para Ciencias E Ingeniería Con física Moderna. *Cengage Learning*.
- Putra, L. G., Siregar, J., & Qusyairi, D. S. (2020). Rancang Bangun simulasi pergerakan high lift device Pada Pesawat. *JURNAL INTEGRASI*, 12(2), 122–128. <https://doi.org/10.30871/ji.v12i2.2204>.
- Arifin, M., Franciscus, F., Warsiyanto, B. A., Chaeroni, A., Fairuza, S., Martina, A., Widanto, M. H., & Sari, R. A. (2024b). Pembelajaran Dasar Teknologi Penerbangan melalui praktikum FISIKA Sekolah Menengah Atas. *Bubungan Tinggi: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 6(1), 18. <https://doi.org/10.20527/btjpm.v6i1.9534>.
- Felder, R. M., & Brent, R. (2005). Understanding student differences. *Journal of Engineering Education*, 94(1), 57–72. <https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2005.tb00829.x>.
- Astalini, A., Kurniawan, D. A., & Sumaryanti, S. (2018). Sikap Siswa terhadap pelajaran Fisika di Sman Kabupaten Batanghari. *JIPF (Jurnal Ilmu Pendidikan Fisika)*, 3(2), 59. <https://doi.org/10.26737/jipf.v3i2.694>.
- Teplá, M., Teplý, P., & Šmejkal, P. (2022). Influence of 3D models and animations on students in natural subjects. *International Journal of STEM Education*, 9(1) <https://doi.org/10.1186/s40594-022-00382-8>.



- Arifin, M., Yuniarti, E., Fairuza, S., & Freddy Franciscus. (2024). Upaya Peningkatan Minat belajar FISIKA untuk siswa SMA Melalui Praktikum menggunakan aeronautics mobile laboratory. *Jurnal Bakti Dirgantara*, 1(1), 48–53.  
<https://doi.org/10.35968/6k06fv15>.
- Kholida, S. I., Suprianto, & Sunarti, T. (2021). Menumbuhkan Keterampilan Proses Sains Dan Pemahaman Konsep Fisika Siswa Pada Hukum Bernoulli Menggunakan Alat Peraga Aeromodelling. *Physics Education Journal* 4(1).
- Alimuddin, M. R., Samputri, S., & Saenab, S. (2022). Pengaruh Kegiatan Praktikum Terhadap Kemampuan Prosedural Peserta Didik Kelas VIII SMP Islam Al-Azhar 24 Makassar. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan IPA III*.
- Airfoiltools, NACA 4412 (NACA4412-IL)<http://airfoiltools.com/airfoil/details?airfoil=naca4412-il>