

DOI: doi.org/10.58797/pilar.0102.09

Kajian Mekanika pada Materi Pesawat Sederhana: Review Publikasi Ilmiah

Muhammad Fadli*, Annisa Kamila Insani, Kasamira Delima, Tyrra Aulia
Rahma Mahfud

Pendidikan Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Jakarta, Jalan Rawa Mangun Muka Raya No.11 Kota Jakarta Timur, 13220, Indonesia

*Corresponding Email: muhafadli0509@gmail.com

Received: 2 Oktober 2022
Revised: 9 November 2022
Accepted: 20 Desember 2022
Online: 31 Desember 2022
Published: 31 Desember 2022

Mitra Pilar: Jurnal Pendidikan, Inovasi, dan Terapan Teknologi
p-ISSN: 2964-7622
e-ISSN: 2964-6014



Abstract

This study aims to analyze the study of mechanics on one of the high school materials, namely Simple Machine. The method used is to use the summarize method, where this method only concludes, takes a little bit of the background, objectives and research methods, as well as research results and a little point of discussion as well as conclusions drawn from the journal. Data collection was carried out by reviewing all articles related to Simple Aircraft material as many as 31 accredited national and international journals obtained from Google Scholar, Research Gate, DOAJ, and Scopus. The research results obtained said that a simple machine consists of a simple arrangement of tools to assist daily activities which include levers, inclined planes, pulleys, and porous wheels. The experience and habits of using simple machines in daily activities make it easy for students to understand the material being studied.

Keywords: : Journal Review, Learners, Simple Machine.

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kajian mekanika pada salah satu materi SMA yaitu Pesawat Sederhana. Metode yang digunakan yaitu menggunakan metode meringkas (summarize), dimana metode ini hanya menyimpulkan saja, mengambil sedikit pokok latar belakang, tujuan dan metode penelitian, serta hasil penelitian dan sedikit pokok pembahasan juga kesimpulan diambil dari jurnal tersebut. Pengumpulan data dilakukan dengan mereview semua artikel terkait materi Pesawat Sederhana sebanyak 31 jurnal

nasional dan internasional terakreditasi yang diperoleh dari Google Scholar, Research Gate, DOAJ, dan Scopus. Hasil penelitian yang diperoleh mengatakan bahwa Pesawat sederhana terdiri atas susunan alat sederhana untuk membantu aktivitas keseharian yang meliputi tuas, bidang miring, katrol, dan roda berporos. Pengalaman dan kebiasaan penggunaan pesawat sederhana dalam aktivitas sehari-hari, memberikan kemudahan bagi peserta didik untuk memahami materi yang dipelajari.

Kata-kata kunci: Pesawat Sederhana, Peserta Didik, Review Jurnal.

PENDAHULUAN

Pendidikan merupakan upaya untuk mempersiapkan generasi muda dalam menyambut dan menghadapi perkembangan jaman di era global. Maka pendidikan harus dilaksanakan sebaik mungkin sehingga menghasilkan pendidikan yang berkualitas dan meningkatnya kualitas sumber daya manusia. Perkembangan teknologi berdampak pada bidang pendidikan. Proses pembelajaran tidak terlepas dari media, metode, dan hasil belajar. Media dapat digunakan sebagai sarana dalam memberikan materi pendidikan yang disampaikan oleh guru kepada siswa. Sedangkan metode belajar mengatur pada pengorganisasian bahan ajar dan strategi penyampaiannya. Selanjutnya hasil belajar diukur dengan efektif dan efisien untuk mengetahui kemampuan dan minat siswa terhadap mata pelajaran (*Teni, 2018*). Untuk mengikuti tantangan pembelajaran berbasis digital, seiring dengan berkembangnya. Teknologi dan Informasi, sehingga mendorong terciptanya pemanfaatan media pembelajaran yang inovatif, efektif, dan efisien. Untuk itu dibutuhkan sebuah media pembelajaran berbasis digital agar dapat dimanfaatkan dalam upaya meningkatkan hasil belajar siswa (*Irwan dkk, 2019*). Salah satu media pembelajaran yang menarik, memiliki sifat interaktif yang mengutamakan kerjasama, komunikasi, dan bisa menimbulkan interaksi antar siswa adalah melalui permainan, yang mempunyai karakteristik untuk menciptakan motivasi dalam belajar, yaitu khayalan (*fantasy*), tantangan (*challenges*) dan keingintahuan (*curiosity*) (*Irwan dkk, 2019*).

Prinsip kerja terus menjadi ajang kolaborasi pemanfaatan pesawat sederhana dengan metode newtonian dan lagranian kian canggih dan praktis demi pencapaian efisiensi dan pemanfaatan. Prinsip tersebut di aplikasikan menjadi rancang bangun pembaharuan model teknologi yang sudah ada. Pemanfaatan roda berporos pada roda pesawat diajang transportasi maupun Robot tray pelayan pada ajang yang lebih kecil namun tidak mengurangi efektifitas aplikasi pesawat sederhana. Berdasarkan uraian di atas pembelajaran mengenai pesawat sederhana cukup potensial dalam pembelajaran peserta didik, dengan berbagai model pembelajaran sesuai perkembangan teknologi yang ada diharapkan mampu membantu guru menyampaikan materi dengan baik sehingga tujuan pembelajaran dapat tercapai.

METODE

Metode yang digunakan pada pembuatan artikel ini adalah menggunakan metode summarize yakni metode review jurnal dengan menulis kembali sumbernya dengan kalimat sendiri, metode ini sering di gunakan teman-teman dalam tugas kuliah pada beberapa mata kuliah yang memerintahkan mereview jurnal penelitian. Review jurnal hanya menyimpulkan saja, mengambil sedikit pokok latar belakang, tujuan penelitian, metode penelitian, sampel dan populasi, alat dan bahan, hasil penelitian dan sedikit pokok pembahasan juga kesimpulan yang dapat diambil dari jurnal penelitian tersebut.

Database yang digunakan dalam penelitian ini adalah Google Scholar, kata kunci yang digunakan adalah pesawat sederhana untuk mencari topik, abstract, dan isi dari Review publikasi ilmiah kami. Kami mendapatkan 31 jurnal. Yang dimana untuk review publikasi ilmiah ini kami menggunakan jurnal akademik, dan skripsi. Kami tidak menggunakan artikel jurnal non-SCI dan non-SSCI. Kami mengategorikan dan menjelaskan pesawat sederhana sesuai dengan jenis pesawat sederhannya.

Pada jurnal dan skripsi yang kami temukan, hasil dari percobaan setiap jurnal menggunakan metode percobaan eksperimen yang dimana metode ini memudahkan saat melakukan percobaan, karena melakukan penelitian atau percobaan pesawat sederhana lebih mudah menggunakan metode eksperimen karena dapat melakukan perbandingan secara langsung dan juga dapat mengembangkan sikap ilmiah dan dapat dijadikan pengalaman.



GAMBAR 1. Alur penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pesawat sederhana pada dasarnya alat yang biasa digunakan untuk meringankan pekerjaan manusia. Pesawat Sederhana merupakan materi sains yang diberikan sejak MI/SD kepada peserta didik. Konsep penyajian materi ini, biasanya diajarkan dengan bentuk teori juga praktik di kelas maupun di laboratorium IPA. Materi tersebut seringkali didekatkan pada kehidupan sehari-hari. Dengan demikian, kemudahan yang diperoleh dari materi ini dapat membantu pekerjaan manusia. Secara umum, pesawat sederhana berfungsi sebagai perantara “kemudahan” dan mempercepat aktivitas manusia. Hal ini terlihat dari kegunaan pesawat sederhana selama ini, semisal dalam upaya menimba air dari telaga atau sumur, maka katrol memudahkan manusia menarik ember berisi air. Hal serupa juga terlihat dalam penggunaan gunting atau pisau untuk memotong sesuatu.

Adapun prinsip kerja pesawat sederhana sendiri yaitu memperbesar gaya. Artinya jika kita dapat melakukan pekerjaan yang berat dengan menggunakan usaha yang kecil untuk melakukan pekerjaan yang besar. Dalam pengkajian tentang materi Pesawat Sederhana, kita ketahui bahwa Pesawat Sederhana terbagi menjadi beberapa jenis, diantaranya, pengungkit/tuas, katrol, bidang miring, dan roda berporos.

Tabel 1. Tabel hasil studi literatur

No.	Langkah berfikir	Definisi	Sumber
1.	Rotasi liner	Data pengujian kinerja secara internal merupakan data spesifikasi fisik.	Rizky, Abdo, David, dkk (2018). Pekan Ilmiah Mahasiswa Nasional 31 Universitas Negeri Yogyakarta.
2.	Peralatan mekanis	Dibuat dengan menggunakan bahasa pemrograman C++ arduino.	Arief., & Fathurrohman, M. Irfan. (2013). Jurnal Sains Materi Indonesia, Vol. 14, No. 2.
3.	Torsi konverter	Karet nano komposit vulkanis alam organik.	Widyastutifajri Nuha, W.M. Rumaherang J. Louhenapessy. (2021). Jurnal METIKS Volume 1 No. 1.
4.	Animasi flash	Digunakan sebagai media pembelajaran yang dapat Meremediasi miskonsepsi siswa dibuat, sesuai dengan teori pembelajaran Conceptual change.	Sari, Dinda Intan Permata dkk. (2018). Program Studi Pendidikan Fisika FKIP Untan Pontianak.
5.	Komik sains	Komik yang terdiri dari rangkaian cerita bergambar yang menceritakan tentang fenomena sains.	Ahsani, Muh. Syukri. (2015). Skripsi, Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang.
6.	Turboprop	Propulsi diselesaikan dengan mengadopsi pendekatan referensi model,	Susianti, Novia dkk. (2020). Faktor Pengungkit dan Strategi Peningkatan Pengelolaan Lingkungan

No.	Langkah berfikir	Definisi	Sumber
7.	Peralatan uji model	Regangan pesawat terutama terdiri dari kerangka dasar, sistem pemuatan, akuisisi data dan sistem pengukuran, serta perangkat bantu.	Oleh Perkebunan dan Pabrik Kelapa Sawit di Kabupaten Batang Hari. Vol. 6 No. 1 (2020) Hlm. 29–42. Li, Jianguang. (2019). IOP Conference Series: Earth and Environmental Science.
8.	Prototype	Telah terbukti bahwa gaya leveraging dapat menghasilkan resultan yang besar dimanfaatkan.	Suyanta, S. (2020). IOP Conference Series: Materials Science and Engineering.
9.	Persamaan Euler	Sistem dinamika yang dapat digambarkan dengan persamaan diferensial dan energi sistem.	Ariska, Melly. (2019). Jurnal Inovasi dan Pembelajaran 6, 62-69.

Pengungkit

Tuas atau pengungkit merupakan salah satu pesawat sederhana yang digunakan untuk mengubah efek atau hasil dari suatu gaya. Dalam tuas/pengungkit ada 3 bagian, yaitu titik tumpu, titik beban dan titik kuasa. Titik tumpu merupakan titik dimana batang ditumpu dan tempat batang diputar. Titik Beban merupakan titik tempat bekerjanya beban. Sedangkan titik kuasa merupakan tempat diadakannya gaya/kuasa (Haryanto, 2007).

Tuas berfungsi untuk melipatgandakan gaya yang dikerjakan. Bilangan yang menunjukkan berapa kali lipat pesawat sederhana menggandakan gaya, disebut keuntungan mekanis (KM). Untuk menghitung keuntungan mekanis, beban dibagi dengan kuasa.

$$KM = \frac{\text{beban}}{\text{kuasa}} = \frac{W}{F} \quad (1)$$

Momen gaya pada kuasa = Momen gaya pada beban, sehingga:

$$\begin{aligned} \tau_F &= \tau_w \\ F \times l_F &= w \times l_w \\ \frac{w}{F} &= \frac{l_F}{l_w} = km \end{aligned} \quad (2)$$

Keterangan:

KM : keuntungan mekanis

τ_F : momen gaya pada kuasa (N.m)

τ_w : momen gaya pada beban (N.m)

F : gaya atau kuasa (N)

w : beban (N)

l_F : lengan kuasa (m)

l_w : lengan beban (m)

Dari persamaan (2), jika lengan kuasa lebih panjang daripada lengan beban, maka keuntungan mekanis > 1 , artinya gaya yang dihasilkan lebih besar daripada gaya yang dikerjakan. Berdasarkan letak titik tumpu, titik beban, dan titik kuasa, tuas digolongkan menjadi tiga, yaitu tuas golongan pertama, tuas golongan kedua, dan tuas golongan ketiga.

- Tuas golongan pertama

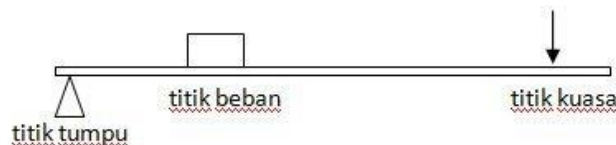


Sumber: <https://prodiipa.files.wordpress.com/2013/05/121.jpg>

GAMBAR 2. Konsep Tuas Golongan 1

Titik tumpu berada diantara titik beban dan titik kuasa, itu artinya keuntungan mekanis dari tuas golongan satu adalah 1. Karena panjang antara lengan beban dan lengan kuasa kemungkinan besar sama. Alat yang menggunakan prinsip tuas golongan pertama, yaitu gunting, pemotong kuku, dan tang.

- Tuas golongan kedua

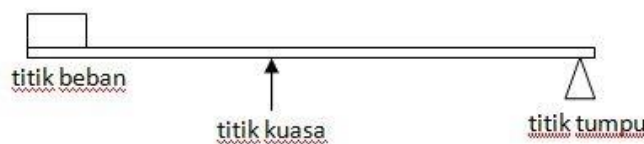


Sumber: <https://prodiipa.files.wordpress.com/2013/05/13.jpg>

GAMBAR 3. Konsep Tuas Golongan 2

Titik beban berada diantara titik tumpu dan titik kuasa, itu artinya keuntungan mekanis dari tuas golongan dua adalah lebih dari 1. Karena panjang antara lengan kuasa lebih besar lengan beban. Alat yang menggunakan prinsip tuas golongan kedua, yaitu gerobak dorong dan pemotong kertas.

- Tuas golongan ketiga



Sumber: <https://prodiipa.files.wordpress.com/2013/05/14.jpg>

GAMBAR 4. Konsep Tuas Golongan 3

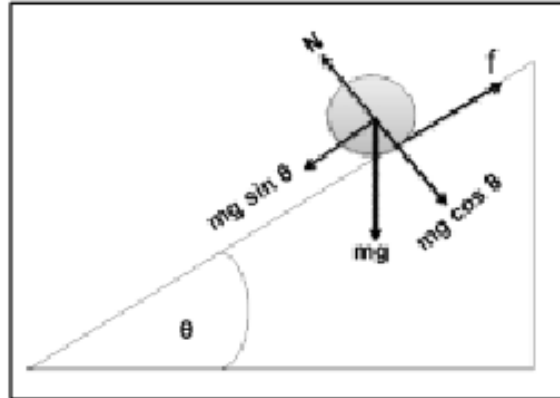
Titik kuasa berada diantara titik tumpu dan titik beban, itu artinya keuntungan mekanis dari tuas golongan tiga adalah kurang dari 1. Karena panjang antara lengan beban lebih besar dari lengan kuasa. Alat yang menggunakan prinsip tuas golongan kedua, yaitu stapler dan pinset.

Bidang Miring

Benda dikatakan bergerak jika terjadi perubahan posisi atau kedudukan terhadap suatu titik acuan pada selang waktu tertentu. Besaran yang dapat menggambarkan gerak benda antara lain jarak, kecepatan, percepatan, perpindahan dan besaran fisis lainnya baik yang didapat dari hasil perhitungan maupun dari pengukuran. Gerak menggelinding merupakan perpaduan gerak translasi dan gerak rotasi. Jika bola atau silinder bergerak menggelinding pada bidang

miring pada kenyataannya akan mengalami percepatan yang nilainya bergantung pada besar sudut kemiringan dan massa benda (Rod Cross, 2015).

Silinder yang bergerak menuruni bidang miring seperti itu menunjukkan pada Gambar 1. dari keadaan diam dipengaruhi oleh dua gaya yaitu gaya gravitasi dan gaya gesek (Ariefka & Pramudya, 2018).



Sumber: <http://ojs.fkip.ummetro.ac.id/index.php/fisika/>

GAMBAR 5. Gerak Menggelinding

Percepatan yang dialami benda yang bergerak tranlasi dapat ditentukan melalui persamaan 3.

$$a = \frac{2s}{t^2} \quad (3)$$

Persamaan 3. Percepatan pada GLBB.

Persamaan 4 percepatan benda menggelinding pada bidang miring saat mencapai ujung lintasan (Halliday, Resnick, & Krane, 1991)

$$K = \frac{g \sin \theta}{a} - 1 \quad (4)$$

- Gerak Lurus Berubah Beraturan

Gerak lurus berubah beraturan adalah gerak lurus yang menempuh lintasan lurus yang kecepatannya mengalami perubahan yang sama setiap detiknya. Kecepatan benda pada gerak lurus berubah beraturan dapat bertambah atau berkurang sehingga dikenal pula gerak lurus berubah beraturan dipercepat dan diperlambat (Umar, 2008)

Sebuah benda yang bergerak lurus dengan percepatan konstan berarti kecepatannya berubah secara linear terhadap waktu. Secara grafik, percepatan tersebut menempuh kemiringan kurva kecepatan terhadap waktu. Jika nilai kecepatan adalah v^0 pada saat $t = 0$ maka nilai v pada saat t berikutnya diberikan oleh

$$\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{a}t \quad (5)$$

Jika benda memulai gerakan di \vec{x}_0 pada saat $t = 0$ dan posisinya adalah \vec{x} pada saat t , perpindahan $\Delta\vec{x} = \vec{x} - \vec{x}_0$ diberikan oleh

$$\Delta\vec{x} = \vec{x}_{rata-rata} \cdot t \quad (6)$$

Dengan kecepatan rata-ratanya adalah

$$\vec{v}_{rata-rata} = \frac{1}{2}(\vec{v}_0 + \vec{v}) \quad (7)$$

Sehingga persamaan (6) menjadi

$$\Delta\vec{x} = \frac{1}{2}(\vec{v}_0 + \vec{v})t \quad (8)$$

Kita dapat mengeliminasi \vec{v} dengan mensubstitusikan persamaan (5) ke dalam persamaan (8) sehingga diperoleh

$$\Delta \vec{x} = \frac{1}{2}(\vec{v}_0 + \vec{v})t = \frac{1}{2}(\vec{v}_0 + \vec{v}_0 + \vec{a}t)t = \vec{v}_0 t + \frac{1}{2}\vec{a}t^2 \quad (9)$$

Dengan demikian, fungsi posisi benda saat t dapat dituliskan sebagai

$$\vec{x} = \vec{x}_0 + \vec{v}_0 t + \frac{1}{2}\vec{a}t^2 \quad (10)$$

Dengan mensubstitusikan waktu t dari Persamaan (5) ke dalam Persamaan (9), didapatkan hubungan antara perpindahan $\Delta \vec{x}$, percepatan \vec{a} , dan kuadrat kecepatan awal \vec{v}_0^2 dan kuadrat kecepatan akhir \vec{v}^2 seperti pada persamaan (11),

$$v^2 = v_0^2 + 2\vec{a} \cdot \Delta \vec{x} \quad (11)$$

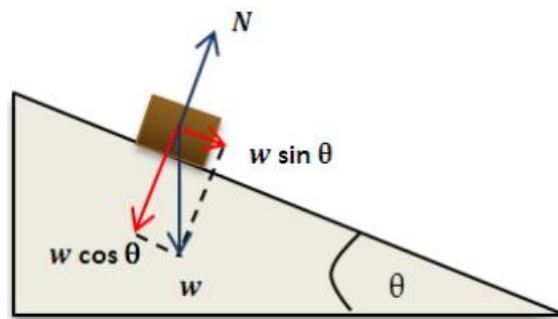
Persamaan (9) dapat digunakan untuk mendapatkan kecepatan akhir benda tanpa memperhatikan lamanya waktu benda tersebut bergerak. (Tipler, Paul A, 1991)

- Penerapan hukum II Newton untuk gerak benda pada bidang miring

Berdasarkan Hukum II Newton percepatan yang dialami oleh suatu obyek besarnya berbanding lurus dengan resultan gaya yang bekerja pada obyek itu dan berbanding terbalik dengan massa kelembamannya. Penjabaran dari rumus Hukum II Newton salah satunya pada gerak rotasi. Dalam gerak rotasi, momen kelembaman benda tegar mempunyai peran penting dalam dinamika (Ariefka & Pramudya, 2019). Salah satu contoh dinamika benda tegar adalah gerak silinder menuruni bidang miring. Gerak silinder tersebut mengalami gerak rotasi dan gerak translasi pada saat menuruni bidang miring (Giancoli, 2014).

Jika benda bermassa bergerak oleh gaya luar netto pada bidang miring licin (tanpa gesekan), maka dengan menerapkan hukum II Newton

$$\Sigma \vec{F} = m\vec{a} \quad (12)$$



Sumber: https://ifory.id/proceedings/2018/GNceYnjvT/snips_2018_rizky_maiza_2yyvzpk9sp.pdf

GAMBAR 6. Gaya pada bidang miring

pada benda di atas bidang miring dengan sudut θ (Gambar 1), diperoleh

$$w \sin \theta = ma$$

dan karena $w = mg$ diperoleh percepatan benda

$$a = g \sin \theta$$

dengan g adalah percepatan gravitasi bumi (Halliday, 2005)

- Gaya Gesek pada Benda Miring

Gaya gesek adalah gaya yang melawan gerak suatu benda pada suatu permukaan relative satu sama lain, dan gaya ini bersinggungan dengan permukaan. Benda diam cenderung memiliki gaya gesek statis yang berlawanan dengan arah geraknya. Ketika benda yang berada diatas landasan diberi gaya yang sejajar dan tidak bergerak, maka gaya gesek bernilai lebih besar dari nol hingga mencapai nilai gaya gesek statis maksimum (S. Humairo, et al, 2018). Apabila

suatu balok diletakkan di atas meja dan didorong dalam arah sejajar dengan permukaan meja, maka akan timbul fenomena berikut:

- Jika gaya dorongan yang diberikan tidak terlalu besar maka benda belum bergerak.
- Jika gaya diperbesar terus maka ada nilai gaya tertentu di mana benda mulai bergerak

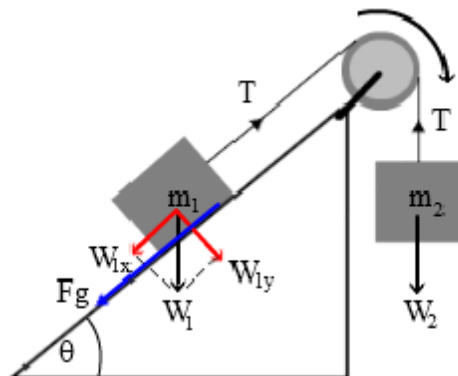
$$F = \mu_s \cdot F_s \quad (13)$$

Ketika tidak ada gerakan yang terjadi, gaya gesek dapat memiliki nilai dari nol hingga gaya gesek maksimum. Setiap gaya yang lebih kecil dari gaya gesek maksimum yang berusaha untuk menggerakkan salah satu benda akan dibawa oleh gaya gesekan yang setara dengan besar gaya tersebut namun berlawanan arah. Gaya gerak yang lebih besar dari gaya gesek statis maksimum akan membuat benda bergerak, dengan demikian gaya-gaya gesek yang bekerja akan berkurang besarnya, sehingga untuk mempertahankan gerak dibutuhkan gaya yang lebih kecil yakni gaya gesek kinetis (Priyono, J, 2018).

Gaya gesek kinetis atau dinamis terjadi ketika dua benda bergerak relatif satu sama lain dan saling bergesekan. Koefisien gesek kinetis umumnya dinotasikan dengan μ_k dan pada umumnya selalu lebih kecil dari gaya gesek statis untuk material yang sama. Ada faktor yang mempengaruhi gaya gesek, yaitu koefisien gesekan (μ) dan gaya normal (N) atau

$$F = \mu \cdot N \quad (14)$$

Koefisien gesekan adalah tingkat kekasaran permukaan yang bergesekan. Makin kasar kontak bidang permukaan yang bergesekan makin besar gesekan yang ditimbulkan. Jika bidang kasar sekali, maka $\mu = 1$ dan jika bidang halus sekali, maka $\mu = 0$. Gaya normal adalah gaya reaksi dari bidang akibat gaya aksi dari benda. Makin besar gaya normalnya makin besar gesekannya.



Sumber: <https://journal.upy.ac.id/index.php/JIE/article/view/2365>

GAMBAR 7. Gaya Sebuah Benda pada Bidang Miring

Katrol

Pesawat sederhana katrol dapat mengangkat benda-benda yang lebih berat dari kemampuan. Katrol memiliki kuasa, beban, dan titik tumpu. Dengan demikian katrol juga memiliki keuntungan mekanis. Berdasarkan jumlah katrol yang digunakan, pesawat sederhana katrol ini dapat dibedakan menjadi sistem katrol tunggal, sistem katrol ganda dan sistem katrol banyak (takal).

Salah satu eksperimen fisika yang memiliki prinsip kerja sama dengan katrol adalah alat pesawat atwood. Pesawat atwood adalah alat eksperimental yang sering digunakan untuk mengamati hukum-hukum mekanik tentang gerak akselerasi secara teratur. Dalam percobaan bidang atwood terdapat gerakan lurus beraturan (GLB) dan gerak lurus berubah beraturan (GLBB). mesin atwood digunakan dalam kelas fisika pengantar yang tak terhitung jumlahnya sebagai ilustrasi hukum kedua Newton. Untuk menyelesaikan pesawat atwood dapat

menggunakan Persamaan Euler-Lagrange karena persamaan Euler-lagrange dapat merumuskan persamaan dinamika sistem yang lebih kompleks dengan jelas tanpa harus menginventarisasi gaya-gaya pada sistem gerak. Persamaan gerak pesawat Adwood diselesaikan dengan persamaan Lagrange.

$$\frac{dx}{dt} = \dot{x} \quad (15)$$

$$\frac{d(l-x)}{dt} = \frac{dl}{dt} - \frac{dx}{dt} = 0 - \dot{y} = -\dot{x} \quad (16)$$

Kecepatan sudut katrol adalah

$$\omega = \frac{\dot{x}e}{a} \quad (17)$$

Dimana a merupakan jari-jari katrol.

Energi kinetik sistem pada massa m_1 adalah

$$T_1 = \frac{1}{2} m_1 (\dot{x})^2 \quad (18)$$

Energi kinetik rotasinya adalah

$$T_{rotasi} = \frac{1}{2} I \left(\frac{\dot{x}}{a} \right)^2$$

$$T_{rotasi} = \frac{1}{2} I \frac{\dot{x}^2}{a^2} \quad (19)$$

Energi kinetik sistem pada massa m_2 adalah

$$T_2 = \frac{1}{2} m_2 (-\dot{x})^2$$

$$T_2 = \frac{1}{2} m_2 (\dot{x})^2 \quad (20)$$

Maka, energi kinetik total sistem ini

$$T = T_1 + T_{rotasi} + T_2 \quad (21)$$

$$T = \frac{1}{2} m_1 (\dot{x})^2 + \frac{1}{2} I \frac{\dot{x}^2}{a^2} + \frac{1}{2} m_2 (\dot{x})^2$$

$$T = \frac{1}{2} (m_1 + \frac{I}{a^2} + m_2) (\dot{x})^2 \quad (22)$$

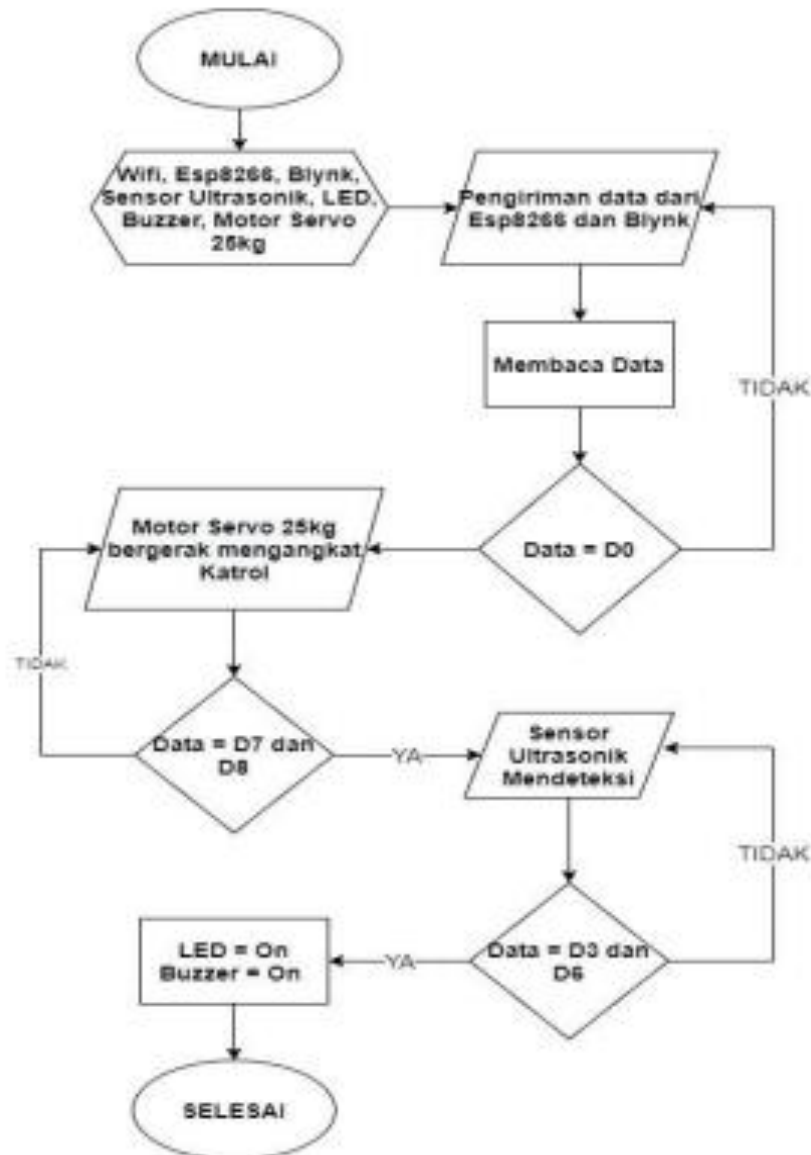
Pada pembelajaran Fisika Penggunaan aplikasi GUI matlab dapat diterapkan karena mempermudah Persoalan dinamika yang dianggap cukup sulit untuk kebanyakan siswa, kendala ini juga ditemukan pada kalangan mahasiswa sehingga diperlukan modul pembelajaran yang menarik dan efektif. Persoalan yang sering dihadapi seperti sistem gerak katrol oleh karena itu GUI digunakan agar siswa dapat memahami permasalahan itu.

Percobaan dengan Membandingkan lab virtual dan lab fisik membuktikan bahwa percobaan ini sama efektifnya dengan fisik(langsung). Dalam melihat efek percobaan fisik dan virtual pada pemahaman siswa tentang katrol, ditemukan dari hasil percobaan bahwa meskipun tidak ada perbedaan skor keseluruhan antara jenis percobaan, masing-masing percobaan memiliki kelebihan untuk konsep katrol yang berbeda: percobaan fisik lebih baik membahas konsep usaha gaya, jarak tarik dan keunggulan mekanis, sementara percobaan virtual lebih baik menangani konsep kerja. Urutan percobaan yang digunakan oleh siswa mempengaruhi perolehan konseptual untuk konsep gaya usaha, jarak yang ditarik dan keuntungan mekanik.

Katrol dapat membantu kerjanya para pekerja bangunan agar lebih efektif dan efisien dalam melakukan pekerjaannya.dengan kemajuan teknologi saat ini yang memudahkan pekerjaan manusia terciptalah katrol pengangkat adukan semen secara otomatis dengan sebuah aplikasi.

Penggunaan katrol dapat di monitoring secara langsung pada aplikasi blynk, sistem juga akan memberikan peringatan melalui LED dan buzzer berdasarkan sensor jarak yang telah di tentukan.

Setelah dilakukan analisis Berdasarkan hasil uji coba fungsionalitas maka dapat disimpulkan bahwa simulasi analisis mesin katrol pengangkat adukan semen otomatis menggunakan aplikasi telah sesuai dengan apa yang sudah diharapkan. Pengguna dapat melakukan monitoring terhadap analisis mesin katrol pengangkat adukan semen otomatis menggunakan aplikasi.



Sumber: <http://eprints.poltektegal.ac.id/324/>

GAMBAR 8. Alur Flowchart analisis mesin katrol

Produk yang dihasilkan untuk mempermudah kontraktor dalam mengangkat adukan semen ke lantai atas menggunakan Sensor Ultrasonik yang bertujuan sebagai penanda saat ember sudah berada jarak kurang 10 cm. Cara penggunaan alat ini sangat mudah, dengan hanya menekan tombol on pada aplikasi maka katrol akan otomatis bekerja.

Roda Berporos

Perkembangan teknologi mendorong terjadinya usaha dalam menyediakan perangkat yang efisien. Suasana dan lingkungan belajar yang kondusif untuk pembelajaran fisika akan lebih tepat jika mengoptimalkan local genius, kearifan lokal atau keunggulan lokal. Faktanya nilai-nilai kearifan lokal diabaikan dalam berbagai pembelajaran, termasuk pembelajaran sains maupun fisika. Potensi lokal dapat melatih dan menumbuhkan kemampuan fisika dalam mengembangkan rasa ingin tahu peserta didik yang dapat diketahui melalui keterampilan proses sains. Belajar merupakan tindakan dan perilaku peserta didik yang kompleks diperoleh dari sesuatu yang ada di lingkungan sekitar atau hal-hal yang dijadikan bahan belajar. Proses pembelajaran harus menekankan pada pemberian pengalaman langsung untuk mengembangkan kompetensi, agar menjelajahi dan memahami lebih mendalam tentang alam sekitar secara ilmiah. Salah satu cara menggali pengalaman belajar fisika menggunakan potensi lokal sebagai basis pembelajaran.

Sesuai tujuan pendidikan yang tercantum dalam PERMENDIKBUD nomor 24 tahun 2016, salah-satu kemampuan yang dituntut dari peserta didik adalah bagaimana cara berfikir kreatif atau creative thinking. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh Model Pembelajaran ECIRR (Elicit, Confront, Identify, Resolve, Reinforce) Terhadap Creative Thinking Peserta Didik Pada Materi Fisika Berbasis Keislaman. Instrumen pada penelitian ini adalah instrument tes berupa soal essay untuk mengukur creative thinking peserta didik serta lembar observasi keterlaksanaan model ECIRR. Hasil penelitian yang relevan yang dilakukan menunjukkan bahwa Berdasarkan kajian teori dan perhitungan analisis dapat disimpulkan bahwa: (1) Terdapat pengaruh model pembelajaran ECIRR (Elicit, Confront, Identify, Resolve, Reinforce) terhadap kemampuan penalaran matematis. (2) Terdapat pengaruh pada kategori motivasi belajar tinggi, sedang dan rendah terhadap kemampuan penalaran matematis. (3) Tidak terdapat interaksi antara model pembelajaran ECIRR (Elicit, Confront, Identify, Resolve, Reinforce) dan motivasi belajar terhadap kemampuan penalaran matematis.

Pengaruh video pembelajaran dengan model discovery learning juga memberikan pengaruh terhadap miskonsepsi peserta didik. Uji hipotesis penelitian menggunakan uji independent sample t-test. hasil penelitian yang relevan dengan Video Pembelajaran model discovery learning memberikan kesimpulan sebagai berikut :

Penggunaan video pendukung yang dapat dijadikan siswa untuk melaksanakan kegiatan praktikum serta adanya evaluasi akhir untuk melihat hasil belajar siswa.

Pembelajaran berbasis video interaktif sangat mempengaruhi faktor-faktor seperti daya tarik dan minat peserta didik.

Model Discovery Learning menerapkan pemahaman struktur atau penting Ide untuk suatu disiplin, melalui keterlibatan aktif siswa dalam proses pembelajaran di bidang sosial mata pelajaran sains di kelas.

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan dapat dapat disimpulkan bahwa pembelajaran discovery learning sangat berpengaruh terhadap hasil belajar peserta didik.

Karakteristik penelitian yang peneliti lakukan adalah mengatasi miskonsepsi dengan diberikan perlakuan Video Pembelajaran dengan model Discovery Learning.

Membangun model pembelajaran juga terbilang efektif dalam proses pembelajaran dan pemahaman siswa mengenai konsep dan konstruksi pemikiran siswa, model teoretis untuk virtual lingkungan belajar, memperluas konstruktivisme dan menggabungkannya dengan pengalaman belajar." Lima aktivitas perangkat lunak haptics-augmented disediakan, dengan tutorial HTML untuk masing-masing, tersedia di situs web proyek. Tujuan proyek adalah

untuk meningkatkan pembelajaran siswa, retensi, dan teknis keingintahuan, untuk audiens semaksimal mungkin. Artikel ini merangkum teknologi proyek dan percontohan hasil studi; pembaca dirujuk ke situs web proyek untuk lebih jelasnya. Kami percaya proyek ini memiliki potensi pendidikan untuk masa depan, berdasarkan hasil proyek percontohan. Tujuan dan rencana masa depan untuk proyek ini telah disajikan.

Pesawat sederhana merupakan alat mekanik yang bisa mengubah arah atau besaran dari sebuah gaya. Lebih simpelnya, pesawat sederhana adalah alat yang digunakan untuk mempermudah melakukan usaha atau pekerjaan. Potensi lokal dapat melatih dan menumbuhkan kemampuan fisika dalam mengembangkan rasa ingin tahu peserta didik yang dapat diketahui melalui keterampilan proses sains. Pembelajaran Fisika berbasis potensi lokal pada materi pesawat sederhana sebagai sumber belajar dalam penggunaan peralatan seni ukir dijelaskan melalui tuas, bidang miring, katrol, dan roda berporos yang memberikan kontribusi positif pada keterampilan proses sains dan minat jiwa wirausaha peserta didik.

Saat ini banyak pesawat dengan berat dan konfigurasi roda gigi yang berbeda mendarat di landasan pacu bandara. Jelaslah bahwa perbedaan jumlah pesawat ini menyebabkan jumlah kerusakan yang berbeda pada perkerasan kaku dan lentur. Pada penelitian ini LEDFAA digunakan untuk evaluasi pengaruh konfigurasi roda gigi pada kerusakan perkerasan kaku dan lentur dengan metode FAA yang didasarkan pada metode Layered Elastic Design. Perangkat lunak ini dibuat oleh FAA dan dalam penelitian numerik ini digunakan versi 1.3. LEDFAA mampu merancang dan menganalisis perkerasan kaku dan lentur dan perkerasan komposit dengan metode FAA. Perangkat lunak ini memiliki beberapa kemampuan untuk menganalisis faktor kerusakan kumulatif untuk setiap pesawat di sistem perkerasan.

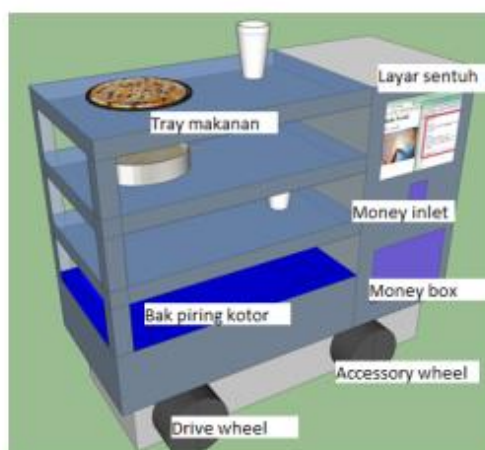
Seperti penelitian rancang bangun prototipe gerobak meja makanan dan minuman serta dibantu oleh aplikasi web agar siswa dapat melakukan pre-order makanan, keduanya untuk meningkatkan efisiensi pelayanan Kantin Bangau. Data pengujian kinerja secara internal merupakan data spesifikasi fisik dari ROTASI LINER meliputi kecepatan, dan daya yang dapat dilihat pada Gambar 9. Begitupun dengan data pengujian kinerja secara eksternal meliputi performa dari kerja ROTASI LINER dapat dilihat pada Gambar 9.

Tabel 1. Spesifikasi ROTASI LINER

Running time	3 jam 20 menit
Daya	250 W
Kecepatan Maksimum	3,0 km/jam
Kecepatan rata-rata	2,1 km/jam

Tabel 2. Kinerja ROTASI LINER

Jumlah siswa	807
Waktu rata-rata gerobak berhenti	11,2 detik



Sumber: Pekan Ilmiah Mahasiswa Nasional 31(2018) – Penerapan Teknologi 30–31 Agustus 2018, Universitas Negeri Yogyakarta

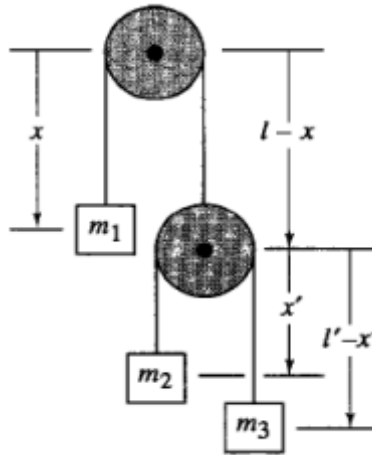
GAMBAR 9. Desain gerobak

Berdasarkan pemaparan aplikasi pesawat sederhana dibidang pendidikan, penemuan, smapai dapat menghasilkan dampak ekonomi yang menyokong perubahan teknologi dimasa depan. Pesawat sederhana memiliki banyak aspek yang belum terjamahkan, oleh karena itu

pengembangan serta semangat optimisme perlu diperluas. Semoga dengan adanya pembahasan materi roda berporos dapat menjadikan referensi bagi pembacanya.

Contoh Formulasi Lagrangian pada Katrol

Diketahui sistem katrol ganda, dimana satu katrol bergerak bebas. Sistem ini jelas memiliki dua derajat kebebasan. Kita akan menentukan konfigurasi sistem dengan koordinat x dan x' . Dalam kasus ini, diabaikan massa dari katrol sehingga sekarang kita dapat menentukan energi kinetik dan potensialnya sebagai berikut.



Sumber: <http://staffnew.uny.ac.id/upload/132206562/pendidikan/MEKANIKA+LAGRANGE.pdf>

GAMBAR 10. Katrol ganda

$$T = \frac{1}{2}m_1\dot{x}^2 + \frac{1}{2}m_2(\dot{x}' - \dot{x})^2 + \frac{1}{2}m_3(\dot{x} + \dot{x}')^2$$

$$V = -m_1gx - m_2g(l - x + x') - m_3g(l - x + l' - x')$$

$$L = T - V = \frac{1}{2}m_1\dot{x}^2 + \frac{1}{2}m_2(\dot{x}'^2 - 2\dot{x}\dot{x}' + \dot{x}^2) + \frac{1}{2}m_3(\dot{x}^2 + 2\dot{x}\dot{x}' + \dot{x}'^2) + m_1gx + m_2g(l - x + x') - m_3g(l - x + l' - x')$$

$$\frac{\partial L}{\partial \dot{x}} = m_1\dot{x} + m_2(-\dot{x}' + \dot{x}) + m_3(\dot{x} + \dot{x}') \rightarrow \frac{\partial L}{\partial x} = m_1g - m_2g - m_3g$$

$$\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial L}{\partial \dot{x}}\right) = \frac{\partial L}{\partial x} \rightarrow (m_1 + m_2 + m_3)\ddot{x} + (m_3 - m_2)\ddot{x}' = (m_1 - m_2 - m_3)g$$

$$\frac{\partial L}{\partial \dot{x}'} = m_2\dot{x}' - m_2\dot{x} + m_3\dot{x} + m_3\dot{x}' \rightarrow \frac{\partial L}{\partial x'} = m_2g - m_3g$$

$$\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial L}{\partial \dot{x}'}\right) = \frac{\partial L}{\partial x'} \rightarrow m_2(\ddot{x}' - \ddot{x}) + m_3(\ddot{x} + \ddot{x}') = (m_2 - m_3)g$$

Penerapan Pembelajaran Pendagogik untuk Materi Pesawat Sederhana

(a) Model direct instruction berbantuan animasi flash

Pada penelitian ini dilakukan remediasi miskonsepsi siswa menggunakan model direct instruction berbantuan animasi flash. Model direct instruction (pengajaran langsung) adalah suatu model yang menggunakan peragaan dan penjelasan guru digabungkan dengan latihan dan umpan balik siswa untuk membantu mereka mendapatkan pengetahuan dan keterampilan nyata yang dibutuhkan untuk pembelajaran yang lebih jauh. Penelitian menggunakan model

direct instruction yang dilakukan ini juga menggunakan bantuan animasi flash. sebagai media pembelajaran. Animasi adalah suatu tampilan yang Menggabungkan antara media teks, grafik, dan suara dalam suatu aktivitas pergerakan. Animasi digunakan untuk menjelaskan dan mensimulasikan sesuatu yang sulit dilakukan atau dijelaskan.

(b) Komik sains

Komik sains adalah komik yang terdiri dari rangkaian cerita bergambar yang menceritakan tentang fenomena sains. Inkuiri merupakan proses penemuan sendiri secara sistematis dan logis. Pembelajaran inkuiri dengan bantuan komik bertujuan agar siswa dapat lebih memahami materi serta mencontoh karakter dalam komik. Karakter yang dikembangkan dalam pembelajaran ini adalah religius, disiplin, kreatif, rasa ingin tahu, dan peduli lingkungan.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah pre-Experimental dengan bentuk one-Group Pretest-Posttest Design. Komik sains yang telah diuji kelayakan dan keterbacaan dalam penelitian terdahulu digunakan sebagai bahan ajar penelitian. Data karakter siswa diperoleh dari angket pre-test dan post-test. Data penguasaan materi diperoleh dari pre-test dan post-test.

Hasil penelitian didapatkan perangkat pembelajaran inkuiri dengan bahan ajar komik sains. Hasil uji gain menunjukkan bahwa aspek karakter religius, kreatif, dan rasa ingin tahu mengalami peningkatan kriteria sedang. Aspek karakter disiplin dan peduli lingkungan mengalami peningkatan kriteria rendah. Analisis hasil belajar kognitif menunjukkan peningkatan kriteria sedang, sedangkan hasil belajar psikomotorik menunjukkan peningkatan kriteria rendah. Proses peningkatan karakter pada siswa akan lebih baik lagi apabila dilakukan secara sinergi oleh guru di kelas, lingkungan sekolah, dan orang tua di rumah.

(c) Simulasi

Model pembelajaran yang memperagakan atau mempertunjukkan kepada suatu proses, situasi, atau benda tertentu yang sedang dipelajari, baik sebenarnya ataupun tiruan yang disertai dengan lisan. Dilain pihak model pembelajaran simulasi merupakan model praktek yang sifatnya untuk mengembangkan keterampilan peserta didik (ranah kognitif maupun keterampilan). Model ini memindahkan situasi yang nyata ke dalam kegiatan atau ruang belajar karena adanya kesulitan atau keterbatasan untuk melakukan prakter di dalam situasi yang sesungguhnya. Simulasi merupakan suatu metode pembelajaran praktek interaktif yang melibatkan penciptaan situasi atau ruang belajar dalam suatu program pelatihan. Tujuan dari simulasi adalah untuk memunculkan pengalaman pembelajaran selama mengikuti program pelatihan.

(d) Discovery Learning

Model pembelajaran penyingkapan/penemuan (*Discovery/Inquiry Learning*) adalah memahami konsep, arti, dan hubungan melalui proses intuitif untuk akhirnya sampai kepada suatu kesimpulan. *Discovery* terjadi bila individu terlibat terutama dalam penggunaan proses mentalnya untuk menemukan beberapa konsep dan prinsip. *Discovery* dilakukan melalui observasi, klasifikasi, pengukuran, prediksi, penentuan, dan inferensi. Proses di atas disebut *cognitive process* sedangkan *discovery* itu sendiri adalah *the mental process of assimilating concepts and principles in the mind*.

Discovery Learning mempunyai empat keuntungan yaitu kode-kode generik memfasilitasi transfer dan retensi. Discovery juga memfasilitasi transfer dan memori. Kemudian keuntungan lainnya berkaitan dengan pemecahan masalah dan Motivasi. Keuntungan-keuntungan dari penerapan model discovery learning.

(e) ECIRR (Elicit, Confront, Identify, Resolve, Reinforce)

Sesuai tujuan pendidikan yang tercantum dalam PERMENDIKBUD nomor 24 tahun 2016, salah-satu kemampuan yang dituntut dari peserta didik adalah bagaimana cara berfikir kreatif atau *creative thinking*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh Model Pembelajaran ECIRR (Elicit, Confront, Identify, Resolve, Reinforce) Terhadap Creative Thinking Peserta Didik Pada Materi Fisika Berbasis Keislaman. Metode penelitian yang digunakan adalah Quasy Eksperiment Desain dengan jenis penelitian Posttest Only Control Design.

Hasil Diskusi

Dalam kehidupan sehari-hari, manusia sering menggunakan alat bantu untuk mempermudah pekerjaan yang dilakukan. Alat-alat yang digunakan manusia untuk mempermudah am melakukan kerja atau usaha disebut pesawat sederhana. Sebuah pesawat berfungsi untuk memperkecil gaya atau usaha. Dengan demikian, maka pesawat tidak selalu merupakan peralatan yang canggih. Peralatan sederhana pun dapat dikatakan pesawat, misalnya sendok, obeng, sekrup, dan sapu. Peralatan-peralatan ini dapat dapat membuat pekerjaan kita lebih baik, elbih cepat dan lebih mudah. Karena peralatan ini sederhana makanya disebut pesawat sederhana. Ada beberapa fungsi dan kegunaan pesawat sederhana, hal ini sebagaimana dijelaskan Azman (2013: 81) antara lain:

1. Mengubah Energi

Dinamo dapat mengubah energi mekanik menjadi energi listrik. Dengan memutar dinamo, maka kita dapat memperoleh energi listrik. Turbin pada pembangkit listrik dapat mengubah energi air menjadi energi listrik.

2. Mengurangi Gaya

Dalam kehidupan sehari-hari, sering kali kita kesulitan mencabut paku dengan tangan hampa. Untuk mengatasi masalah tersebut kita menggunakan tang. Seorang akan mengalami kesulitan ketika mengganti ban mobil kalau mobil tidak di angkat terlebih dahulu. Dengan menggunakan dongkrak maka seseorang dapat mengangkat sebagian badan mobil supaya ban dapat dilepas dengan mudah.

3. Kecepatan atau waktu

Berangkat sekolah dengan berjalan kaki tentu lebih berat bagi anak yang rumahnya sangat jauh. Untuk mengatasi hal tersebut kita menggunakan sepeda. Sepeda merupakan pesawat yang digunakan untuk memperoleh kecepatan. Dalam hal ini sepeda berguna memperbesar kecepatan.

4. Mengubah arah

Untuk menaiki bendera pada tiang yang tinggi, orang sebetulnya bisa naik ke atas tiang bendera atau menurunkan tiang tersebut. Namun, akan jauh lebih mudah dan menghemat banyak waktu bila bendera itu dikerek keatas dengan menggunakan katrol dan tali. Katrol tidak memberikan keuntungan gaya atau kecepatan melainkan hanya mengubah arah supaya pekerjaan kita lebih ringan.

Persamaan Matematis

$$\text{Keuntungan Mekanis} \quad : \quad KM = \frac{\text{beban}}{\text{kuasa}} = \frac{W}{F} \quad (1)$$

$$\frac{w}{F} = \frac{l_F}{l_w} = km \quad (2)$$

Percepatan GLBB : $a = \frac{2s}{t^2}$ (3)

Percepatan benda saat menggelinding pada bidang miring saat mencapai ujung lintasan

$$: K = \frac{gsin}{a} - 1 \quad (4)$$

Fungsi posisi benda saat t : $\vec{x} = \vec{x}_0 + \vec{v}_0 t + \frac{1}{2} \vec{a} t^2$ (10)

Hukum II Newton : $\sum \vec{F} = m \vec{a}$ (12)

Gaya Gesek Kinetis : $F = \mu \cdot N$ (14)

Persamaan Lagrange gerak pesawat Adwood

$$: \frac{d(l-x)}{dt} = \frac{dl}{dt} - \frac{dx}{dt} = 0 - \dot{y} = -\dot{x} \quad (16)$$

Kecepatan sudut katrol : $\omega = \frac{\dot{x}e}{a}$ (17)

Energi kinetik sistem pada massa m_1

$$: T_1 = \frac{1}{2} m_1 (\dot{x})^2 \quad (18)$$

Energi Kinetik Rotasi : $T_{rotasi} = \frac{1}{2} I \frac{\dot{x}^2}{a^2}$ (19)

Energi kinetik sistem pada massa m_2

$$: T_2 = \frac{1}{2} m_2 (\dot{x})^2 \quad (20)$$

Energi Kintetik Total : $T = T_1 + T_{rotasi} + T_2$ (21)

Energi Kinetik Total Sistem : $T = \frac{1}{2} (m_1 + \frac{l}{a^2} + m_2) (\dot{x})^2$ (22)

PENUTUP

Kesimpulan

- Pesawat sederhana terdiri dari kata pesawat dan sederhana. Kata pesawat dimaknai sebagai peralatan yang memudahkan dan mempercepat aktivitas manusia. Sedangkan kata sederhana ditujukan pada penggunaan alat-alat tersebut yang sederhana.
- Pesawat sederhana merupakan salah satu dampak mula-mula dari kemajuan serta perkembangan sains dan teknologi.
- Pesawat sederhana memiliki dampak yang dapat dirasa langsung manfaatnya. Dilihat dari kegunaannya, pesawat sederhana terbagi menjadi 4 (empat) jenis, yaitu: pengungkit (tuas), bidang miring, katrol, dan roda berporos.

Saran

Kami menyadari jika dalam penyusunan artikel ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu kritik dan saran yang membangun dari para pembaca sangat diharapkan sebagai bahan evaluasi untuk ke depannya. Sehingga bisa terus menghasilkan penelitian dan karya tulis yang bermanfaat bagi banyak orang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami ucapkan terimakasih banyak kepada Ibu Dewi Muliwati S.Pd., M.Si., M.Sc, selaku dosen pembimbing dan juga kepada semua pihak yang telah membantu dan mendukung dalam pembuatan artikel ini. Kami ucapkan terimakasih juga kepada pihak Mitra Pilar yang akan menjadi Peer-Reviewers pada pembuatan studi literatur ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Adhiguna, R. T., Al Azer, A., Husin, D. S., Samudra, M. G., Caroline, C., & Yudha, T. W. (2019). ROTASI LINER (Robot Tray Pelayan Berbasis Line Follower) Untuk Meningkatkan Efisiensi Pelayanan di UKM Kantin Sekolah. *Prosiding Program Kreativitas Mahasiswa*, 155-155.
- Ahsani, M. S., Yulianti, D., & Khanafiyah, S. (2015). Pembelajaran IPA Berbasis Inkuiri Berbantuan Komik Sains untuk Mengembangkan Karakter Siswa. *UPEJ Unnes Physics Education Journal*, 4(3).
- Ariska, M. (2019). Penyelesaian dinamika pesawat atwood dengan persamaan eular-lagrange sebagai alternatif persamaan newton pada fisika sma. *Jurnal Inovasi dan Pembelajaran Fisika*, 6(1), 62-69.
- Dambrosio, L. (2021). Multi-agent fuzzy logic controller applied to one lever variable pitch turboprop aircraft. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 312, p. 11012). EDP Sciences.
- Deesera, V. S., & Ilhamsyah, D. T. (2017). Rancang Bangun Alat Ukur Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB) Pada Bidang Miring Berbasis Arduino. *Coding Jurnal Komputer dan Aplikasi*, 5(2). Untan, Vol 05, No 2.
- Fahri, S., & Lubis, A. S. (2020). FAKTOR PENGUNGKIT DAN STRATEGI PENINGKATAN PENGELOLAAN LINGKUNGAN OLEH PERKEBUNAN DAN PABRIK KELAPA SAWIT DI KABUPATEN BATANG HARI. *Widyariset*, 6(1), 29-42.
- Firmansyah, F. H., Nabila, T., Soffa, F. M. U., & El Fahmi, Y. (2021). Analisis Perhitungan Gaya Berat pada Tongkat Gayung Lipat untuk Mengetahui Efektifitas Pengungkit Jenis Tiga. *Jurnal Teori dan Aplikasi Fisika*, 9(1), 87-96.
- Gamayel, A., & Sunardi, A. (2017). Pembuatan Katrol Sebagai Alat Peraga Berbasis Mekanikal di SMA Sekolah Rakyat Bekasi. *Jurnal Pengabdian Pada Masyarakat*, 2(2), 113-118.
- Gire, E., Carmichael, A., Chini, J. J., Rouinfar, A., Rebello, S., Smith, G., & Puntambekar, S. (2010). The effects of physical and virtual manipulatives on students' conceptual learning about pulleys.
- Hakkarainen, O., & Ahtee, M. (2005). PUPILS' MENTAL MODELS OF A PULLEY IN BALANCE. *Journal of Baltic Science Education*, (8).
- Jumini, S., & Amanah, M. (2017). MINIATUR ALAT PENGANGKUT PASIR DENGAN SISTEM BIDANG MIRING DAN KATROL. *SPEKTRA: Jurnal Kajian Pendidikan Sains*, 3(1), 140-149.
- Khoiri, A., Syifa, A., & Mubin, N. (2018). Potential local physics based learning of jepara district to improve science process skills and students entrepreneurship. *Formatif: Jurnal Ilmiah Pendidikan MIPA*, 8(1).

- Li, J., Sun, G., Yu, Z., & Zou, H. (2019, November). Development of a lever type multi-functional plane strain model test device. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 384, No. 1, p. 012102). IOP Publishing.
- Maiza, R., & Kurniasih, N. (2018). Analisis Gerak Benda pada Bidang Miring dengan Menggunakan Air Track. *Bandung: Institut Teknologi Bandung*.
- Mardiansyah, Y., Rahman, T., Hernando, L., & Meldra, D. (2022). Rancang Bangun Praktikum Gerak Menggelinding Pada Bidang Miring Berbasis Sensor Arduinomikro untuk Menentukan Konstanta Inersia. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 10(1), 62-73.
- Martell, E. C., & Martell, V. B. (2013). The effect of friction in pulleys on the tension in cables and strings. *The Physics Teacher*, 51(2), 98-100.
- Nugraha, A. M. (2019). Graphic User Interface (GUI) untuk materi dinamika gerak sistem katrol berbasis matlab. *Navigation Physics: Journal of Physics Education*, 1(2), 51-58.
- Nuha, W., Rumaherang, W. M., & Louhenapessy, J. (2021). Optimasi Parameter-Parameter Energi Pada Clutch Point Konverter Torsi Melalui Variasi Rasio Putaran. *Journal Teknik Mesin, Elektro, Informatika, Kelautan dan Sains*, 1(1), 23-29.
- Pouliquen, O., & Forterre, Y. (2002). Friction law for dense granular flows: application to the motion of a mass down a rough inclined plane. *Journal of fluid mechanics*, 453, 133-151.
- Ramadhan, A., & Fathurrohman, M. I. (2018). PENGARUH ASAM STEARAT TERHADAP KARAKTERISTIK PEMATANGAN, SIFAT MEKANIK DAN SWELLING VULKANISAT KARET ALAM DENGAN BAHAN PENGISI ORGANO CLAY. *Jurnal Sains Materi Indonesia*, 14(2), 108-113.
- Rozeagar, M., & Mahjoob, M. J. (2017). Modelling and control of a non-holonomic pendulum-driven spherical robot moving on an inclined plane: simulation and experimental results. *IET Control Theory & Applications*, 11(4), 541-549.
- Salsabila, F. A. (2021). *ANALISIS MESIN KATROL PENGANGKAT ADUKAN SEMEN OTOMATIS MENGGUNAKAN APLIKASI* (Doctoral dissertation, Politeknik Harapan Bersama Tegal).
- Saputra, W., & Pramudya, Y. (2019). Pengembangan Instrumentasi Penentuan Kecepatan Gerak Silinder pada Bidang Miring dengan Menggunakan Arduino. *Jurnal Pendidikan Informatika dan Sains*, 8(2), 207-215.
- Sari, D. I. P., Sitompul, S. S., & Hamdani, H. REMEDIASI MISKONSEPSI SISWA MENGGUNAKAN MODEL DIRECT INSTRUCTION BERBANTUAN ANIMASI FLASH PADA MATERI TUAS. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Khatulistiwa (JPPK)*, 7(8).
- Shafabakhsh, G. A., & Kashi, E. (2015). Effect of aircraft wheel load and configuration on runway damages. *Periodica Polytechnica Civil Engineering*, 59(1), 85-94.
- Suyanta, S., Adiwidodo, S., & Hartono, M. (2020). Analysis of energy generator prototype microhydro, based levers, high water lift (1.5 meters) without flow. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 732, No. 1, p. 012091). IOP Publishing.
- Talamucci, F. (2014). The Lagrangian method for a basic bicycle. *Journal of Applied Mathematics and Physics*, 2014.
- Wahid, M. A., & Rahmadhani, F. (2020). Eksperimen Menghitung momen inersia dalam pesawat atwood menggunakan katrol dengan penambahan massa beban. *Jurnal Phi Jurnal Pendidikan Fisika dan Fisika Terapan*, 2019(2), 12-18.

- Widiyanto, D. N., Inayah, N., Kurniasari, E. P., Bimanata, J., & Juliyanto, E. (2019). ALAT PEMETIK KOPI “APIK” PENERAPAN KONSEP PESAWAT SEDERHANA. *Indonesian Journal of Natural Science Education*, 2(2).
- Williams, R. L., Chen, M. Y., & Seaton, J. M. (2003). Haptics-augmented simple-machine educational tools. *Journal of Science Education and Technology*, 12, 1-12.
- Yih, C. S. (1963). Stability of liquid flow down an inclined plane. *The physics of Fluids*, 6(3), 321-334.