Jurnal FisTa : Fisika dan Terapannya
Vol. 5, No. 1, April 2024: 38-44
E-ISSN 2747-1691

Identifikasi Konsep Fisika pada Bidang Miring Berbantuan Aplikasi Algodoo

Aufa Maulida Fitrianingrum[1)*], Ishak Pawarangan[2)]

[1,2]Program Studi Fisika, Universitas Negeri Manado, Kabupaten Minahasa, 95618, Indonesia

*E-mail: aufafitrianingrum@unima.ac.id

Diterima 18 April 2024; Disetujui 30 April 2024

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas penggunaan aplikasi Algodoo dalam proses memahami gerak benda yang berjalan menuruni bidang miring. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen dengan pendekatan kuantitatif untuk mengidentifikasi besaran-besaran fisika pada benda yang bergerak di bidang miring yaitu percepatan, kecepatan, gaya, energi potensial, energi kinetik, dan energi mekanik. Berdasarkan hasil analisis data diperoleh percepatan benda sebesar 4.9 m/s². Kecepatan benda berubah dalam persamaan linier sebesar 4.9t m/s. Energi potensial semakin berkurang seiring benda menuruni bidang miring. Energi kinetik benda semakin bertambah dengan persamaan 1.2005t² J. Jumlah energi potensial dan energi kinetik yaitu energi mekanik benda selalu konstan sebesar 2.6956 J. Hasil ini menunjukkan bahwa Algodoo dapat digunakan untuk menganalisis besaran-besaran fisika yang nilai pada eksperimennya mendekati teoritis. Oleh karena itu, Algodoo memiliki potensi sebagai sumber belajar yang efektif untuk memahami konsep-konsep fisika.

Kata kunci : Algodoo, Bidang Miring, Konsep Fisika

ABSTRACT

This study aimed to determine the effectiveness of using the Algodoo application in the process of understanding the motion of objects descending an inclined plane. The method used in this research was an experimental method with a quantitative approach to identify the physical quantities of objects descending an inclined plane. The physical quantities were acceleration, velocity, force, potential energy, kinetic energy, and mechanical energy. Based on the data analysis, the acceleration of the object was found to be 4.9 m/s². The velocity of the object changed in a linear equation of 4.9t m/s. The potential energy decreased as the object descends the inclined plane. The kinetic energy of the object increased with the equation 1.2005t² J. The total of potential energy and kinetic energy, the mechanical energy, remained constant at 2.6956 J. These results indicated that Algodoo can be used to analyze physical quantities whose experimental values are close to theoretical ones. Therefore, Algodoo has the potential as an effective learning resource for understanding physics concepts.

Keywords : *Algodoo, Inclined Plane, Physics Concept*

1. PENDAHULUAN

Pemahaman tentang prinsip-prinsip fisika merupakan landasan penting dalam berbagai disiplin ilmu, khususnya dalam bidang teknik dan sains. Salah satu topik dasar dalam fisika adalah bidang miring, yang merupakan salah satu konsep fundamental dalam mekanika. Penelitian menunjukkan siswa masih kesulitan dalam memahami konsep fisika pada bidang miring (Sirait et al., 2018). Salah satu indikator keberhasilan pembelajaran fisika adalah kemampuan siswa memahami tentang prinsip-prinsip, konsep-konsep, dan fenomena alam. Dengan demikian, dalam proses pembelajaran fisika, diperlukan proses penemuan mandiri oleh siswa agar mereka dapat menguasai konsep-konsep dan hubungan-hubungannya, sehingga pengetahuan yang diperoleh menjadi lebih bermakna (Mardiansyah et al., 2022). Identifikasi dan analisis pada konsep fisika membutuhkan eksperimen yang melibatkan siswa agar siswa memiliki kemampuan untuk memahami materi secara mendalam melalui pengalaman langsung (Mardiansyah et al., 2022). Eksperimen melalui pengalaman langsung keseharian siswa dapat melalui aktivitas bermain (Fitrianingrum & Kamaruddin, 2023) maupun lingkungan sekitar siswa (Jefriyanto et al., 2022; Pawarangan et al., 2023)

Dalam era digital saat ini, teknologi berbasis aplikasi semakin banyak digunakan untuk mendukung proses pembelajaran dan pemahaman konsep-konsep fisika (Algorashi,

2024; Imtinan & Kuswanto, 2023; Kauwo et al., 2022; Sontay & Karamustafaoğlu, 2023). Algodoo adalah aplikasi yang menawarkan berbagai keuntungan, seperti visualisasi yang lebih baik, interaktivitas yang memungkinkan pengguna untuk melakukan eksperimen virtual, dan kemampuan untuk memanipulasi variabel-variabel secara langsung. Identifikasi prinsip fisika pada bidang miring menggunakan aplikasi Algodoo adalah pendekatan modern yang dapat meningkatkan pemahaman konsep melalui simulasi yang interaktif dan manipulasi variabel-variabel yang relevan secara langsung. Selain itu, aplikasi Algodoo dapat dengan mudah diakses melalui web dan bebas biaya. Pendekatan ini mempermudah proses belajar bagi siswa dengan menyediakan alat bantu yang lebih interaktif dan menarik dibandingkan metode konvensional. Misalnya, melalui aplikasi Algodoo, pengguna dapat melihat bagaimana perubahan sudut kemiringan, koefisien gesekan, dan massa benda mempengaruhi gerakan dan gaya yang bekerja pada benda tersebut. Hal ini memungkinkan siswa untuk melakukan eksperimen virtual tanpa perlu peralatan fisik yang mahal atau sulit didapat. Selain itu, aplikasi ini memberikan umpan balik langsung yang membantu pengguna memahami hubungan sebab-akibat antara variabel-variabel fisika yang terlibat. Lebih lanjut, aplikasi ini juga membantu guru dalam memberikan alat bantu yang efektif untuk menjelaskan konsep-konsep fisika yang relatif sulit dipahami jika hanya dijelaskan secara teoritis. Visualisasi dinamis dan interaktif yang disediakan oleh aplikasi memungkinkan pengajar untuk mendemonstrasikan konsep secara lebih jelas dan menarik. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa penggunaan aplikasi Algodoo dalam pembelajaran fisika berpengaruh positif terhadap peningkatan keterampilan proses sains siswa (Siahaan & Sinuraya, 2021; Sinuraya & Widianto, 2023), pemahaman siswa terhadap konsep-konsep fisika (Burhan et al., 2023).

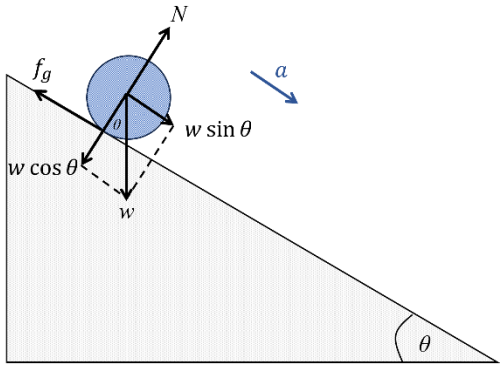
Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi bagaimana aplikasi tersebut dapat digunakan secara efektif dalam proses pembelajaran fisika, khususnya dalam memahami prinsip-prinsip yang terkait dengan bidang miring. Dengan memanfaatkan aplikasi berbasis teknologi, diharapkan dapat tercipta pengalaman belajar yang lebih menyenangkan dan efektif, sehingga siswa dapat lebih mudah memahami dan menerapkan konsep-konsep fisika dalam kehidupan sehari-hari maupun dalam konteks akademis.

2. KAJIAN LITERATUR

Bidang Miring

Bidang miring adalah permukaan datar yang dimiringkan dengan sudut tertentu terhadap horizontal, dan digunakan untuk menganalisis bagaimana gaya bekerja pada benda yang bergerak di atas permukaan tersebut. Pengamatan manual relatif sulit dilakukan untuk mengamati pergerakan benda saat meluncur juga pengamatan terhadap waktu tempuh benda sepanjang bidang miring juga membutuhkan pengamatan yang cermat, sehingga dalam pengambilan data eksperimen menjadi kurang akurat (Febriyana et al., 2022).

Ketika sebuah objek berjalan di atas bidang miring, terdapat beberapa gaya yang bekerja pada objek tersebut yaitu gaya berat, gaya normal, dan gaya gesekan. Ilustrasi bidang miring dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Gaya-Gaya pada Benda yang Bergerak di Bidang Miring

Gaya berat (w) benda dapat diuraikan menjadi dua komponen, yaitu komponen sejajar dengan bidang miring yang menyebabkan objek bergerak menuruni bidang, dan komponen tegak lurus terhadap bidang miring yang dikompensasi oleh gaya normal (N). Besarnya percepatan gerak benda (a) dapat dilihat pada persamaan berikut:

$$a = \frac{F}{m}$$

$$a = \frac{w \sin\theta - f_g}{m} \qquad (1)$$

dengan m adalah massa benda, f_g adalah gaya gesekan, dan θ adalah sudut kemiringan bidang.

Jika antara bidang miring dan benda tidak terdapat gaya gesekan ($f_g = 0$), maka

percepatan pada Persamaan (1) dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$a = \frac{w \sin\theta}{m}$$
$$a = g \sin\theta \quad (2)$$

dengan g adalah percepatan gravitasi.

Untuk persamaan jarak tempuh (s) dan kecepatan gerak benda (v_t) dapat dilihat pada Persamaan (3) dan (4).

$$s = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 \quad (3)$$
$$v_t = v_0 + at \quad (4)$$

dengan v_0 adalah kecepatan awal benda dan t adalah perubahan waktu.

Ketika sebuah benda bergerak di bidang miring, benda tersebut akan mengalami perubahan energi. Energi yang berubah adalah energi kinetik dan energi potensial yang besarnya dapat dilihat pada Persamaan (5) dan (6). Energi potensial ini merupakan energi potensial gravitasi yang berkurang seiring benda bergerak menurun. Penurunan energi potensial ini dikonversi menjadi energi kinetik.

$$E_p = mgh \quad (5)$$
$$E_k = \frac{1}{2} m v^2 \quad (6)$$

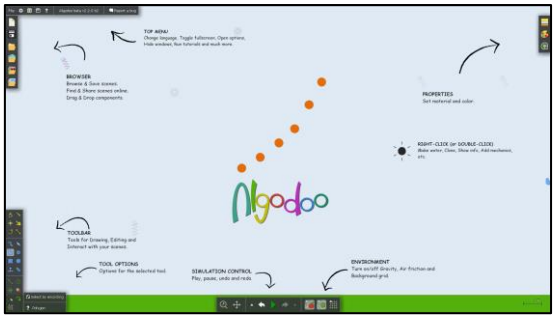
dengan E_p adalah energi potensial, E_k adalah energi kinetik, h adalah ketinggian benda dari dasar bidang miring, dan v adalah kecepatan benda.

Energi mekanik yaitu jumlah energi potensial dan energi kinetik yang nilainya tetap konstan sepanjang gerakan benda jika diabaikan pengaruh gaya gesek dan hambatan lainnya sesuai dengan hukum kekekalan energi. Besarnya energi mekanik (E_m) dapat dilihat pada persamaan berikut:

$$E_m = E_p + E_k \quad (7)$$

Algodoo

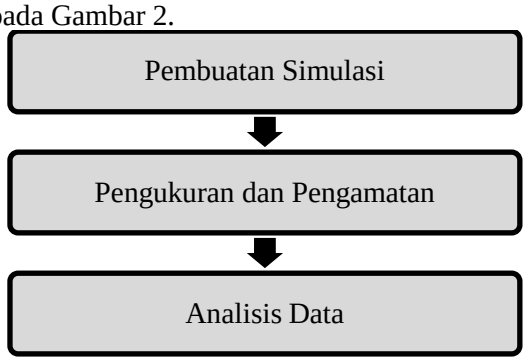
Algodoo adalah salah satu program perangkat lunak yang dapat diakses secara gratis dan bebas biaya serta dapat digunakan memvisualisasikan gerakan benda (simulator). Algodoo menjadi alternatif media pembelajaran berbasis komputer dalam mata pelajaran fisika. Kemampuan software ini dalam memvisualisasikan gejala-gejala dan interaksi-interaksi fisis yang terjadi di kehidupan nyata ke dalam dunia virtual sangat menyerupai keadaan riil (Luki & Kustijono, 2017). Tampilan awal aplikasi Algodoo ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Tampilan Awal Aplikasi Algodoo

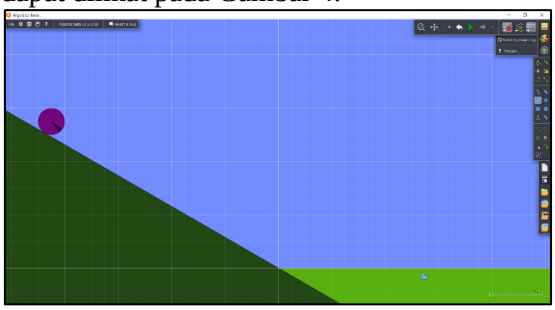
3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan pendekatan kuantitatif untuk mengidentifikasi konsep-konsep fisika pada bidang miring. Aplikasi yang digunakan adalah Algodoo beta v2.2.0 b2 yang dijalankan pada sistem operasi Windows 10 64-bit. Pendekatan kuantitatif dipilih karena memungkinkan pengukuran yang objektif dan analisis statistik dari data yang diperoleh. Terdapat tiga aktivitas utama dalam pelaksanaan penelitian ini yang dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 3. Desain Penelitian

Gambar 2 menunjukkan tahapan-tahapan pada desain penelitian. Penelitian diawali dengan pembuatan simulasi bidang miring menggunakan aplikasi Algodoo. Simulasi dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Simulasi Bidang Miring pada Algodoo

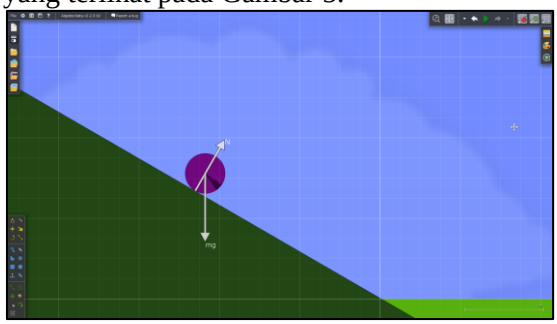
Gambar 4 menunjukkan posisi awal benda dalam simulasi. Benda yang dipakai adalah benda berbentuk bola dengan diameter 0,5 meter. Keadaan sistem dibuat dengan percepatan gravitasi 9,8 m/s² dan tanpa gesekan udara.

Tahapan penelitian selanjutnya adalah pengukuran dan pengamatan. Selama simulasi berlangsung, pengamatan dilakukan pada berbagai besaran-besaran fisika. Pengukuran dilakukan dengan mengamati perubahan nilai besaran-besaran fisika tersebut seiring berjalannya waktu atau perubahan parameter. Besaran-besaran fisika yang diamati yaitu percepatan, kecepatan, gaya, energi baik energi kinetik, energi potensial, dan energi mekanik, serta waktu yang dibutuhkan objek untuk mencapai dasar bidang miring.

Dalam menjalankan eksperimen, simulasi direkam datanya dalam bentuk .csv yang selanjutnya akan dilakukan proses analisis data dan dibuat grafik yang memperlihatkan hubungan antara variabel-variabel yang diamati.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

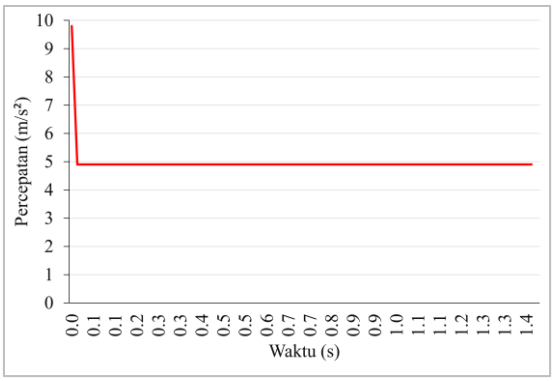
Algodoo dapat digunakan sebagai simulasi yang memiliki berbagai fitur yang dapat membantu memahami konsep fisika pada gerak, diantaranya adalah konsep percepatan, kecepatan, gaya, dan energi. Simulasi Algodoo memberikan kemudahan bagi kita untuk menganalisis besarnya gaya melalui visual vektor gaya-gaya yang ada pada benda seperti yang terlihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Gaya-Gaya pada Benda di Bidang Miring

Simulasi pada Gambar 5 menunjukkan diagram gaya-gaya yang berada pada benda yang sedang berjalan di bidang miring. Pada simulasi ini, koefisien gesekan benda dan bidang miring diatur pada nilai 0 sehingga besarnya gaya gesek yang terjadi adalah nol. Gaya yang bekerja adalah gaya berat ($w = mg$) dan gaya normal (N). Besarnya gaya dapat dilihat dari panjangnya garis panah vektor. Semakin panjang garis panah maka semakin besar gayanya. Pada simulasi menunjukkan besarnya garis panah vektor gaya berat dan gaya normal di sepanjang bidang miring adalah tetap. Hal ini menunjukkan besarnya gaya berat dan gaya normal adalah tetap dengan nilai gaya berat selalu bernilai $w = mg$ dan gaya normal senilai $N = mg\cos\theta$ seperti yang terlihat pada Gambar 1.

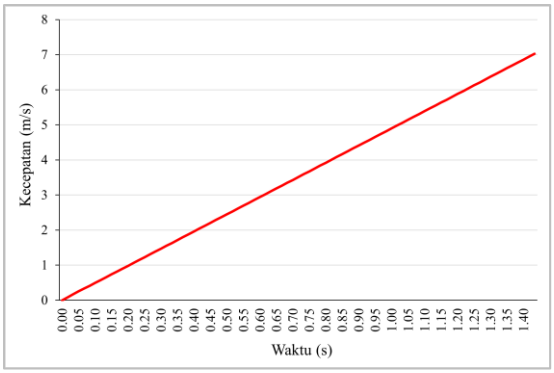
Pada simulasi ini benda bermassa 0,1 kg dilepaskan ($v_0 = 0$ m/s) dengan jarak 5 meter dari dasar bidang miring. Bidang miring diatur pada sudut elevasi 30° dari garis horizontal. Pengamatan terhadap besaran-besaran fisika pada benda tersebut dapat dilihat dari Gambar 4 – 9.



Gambar 4. Grafik Percepatan terhadap Waktu

Gambar 4 menunjukkan besarnya percepatan yang dialami benda dari awal dilepaskan hingga sampai ke dasar bidang miring. Percepatan yang dimaksud di sini merupakan total percepatan yang searah dengan gerak benda. Berdasarkan grafik tersebut diperoleh bahwa percepatan awal sebesar 9.8 m/s² yang sesuai dengan percepatan sistem. Setelah dilepaskan benda akan menuju ke percepatan dengan nilai konstan rata-rata sebesar 4.9 m/s². Hal ini sesuai dengan prediksi teoritis yang terlihat pada Persamaan (2) yaitu $a = g\sin\theta$.

Besarnya kecepatan gerak benda dapat dilihat pada Gambar 5.

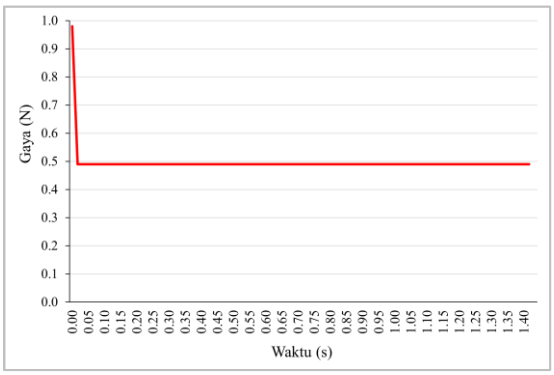


Gambar 5. Grafik Kecepatan terhadap Waktu

Dari grafik pada Gambar 5 dapat diamati bahwa besarnya kecepatan semakin besar seiring benda mendekati dasar bidang miring. Perubahan kecepatan berbanding lurus dengan waktu tempuh benda yang mendekati Persamaan (4) atau dapat dirumuskan ke dalam persamaan linier yang dapat dilihat pada Persamaan (8).

$$v_t = v_0 + at$$
$$v_t = 4.9t \qquad (8)$$

Besarnya gaya yang bekerja pada benda yang searah dengan jalannya benda dapat dilihat pada Gambar 6.

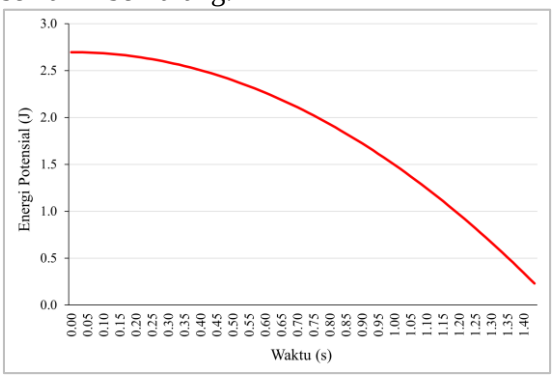


Gambar 6. Grafik Gaya terhadap Waktu

Gambar 6 menunjukkan besarnya gaya pada benda konstan. Gaya awal yang dialami benda adalah 1 N. Nilai ini merupakan gaya yang dialami benda saat diam yaitu gaya berat (w). Besarnya gaya yang bekerja pada benda saat berjalan yang searah dengan jalannya benda senilai dengan $w \sin\theta$ seperti yang terlihat pada Gambar 1. Besarnya gaya (F) saat benda bergerak yang sesuai dengan simulasi yaitu sebesar:

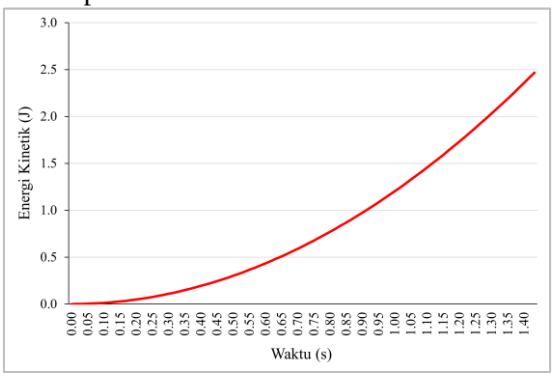
$$F = w \sin\theta$$
$$F = mg \sin\theta$$
$$F = 0.1 \times 9.8 \times \sin 30°$$
$$F = 0.49 \text{ N}$$

Besarnya energi potensial benda dapat dilihat pada Gambar 7. Grafik ini menunjukkan besarnya energi potensial semakin menurun seiring benda menuruni bidang miring. Hal ini dikarenakan besarnya ketinggian (h) benda semakin berkurang.



Gambar 7. Grafik Energi Potensial terhadap Waktu

Besarnya energi kinetik benda dapat dilihat pada Gambar 8.

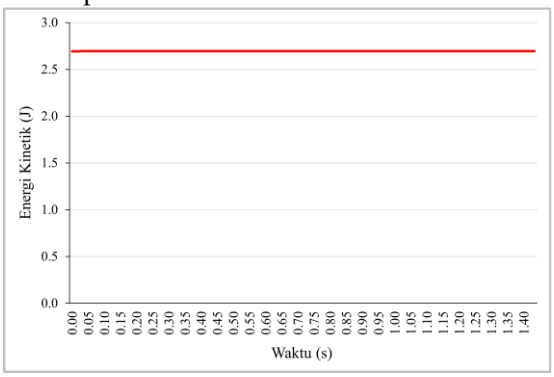


Gambar 8. Grafik Energi Kinetik terhadap Waktu

Penurunan energi potensial akan diubah menjadi energi kinetik. Berdasarkan grafik pada Gambar 8 menunjukkan peningkatan energi kinetik seiring benda menuruni bidang miring. Semakin benda mendekati dasar bidang miring, kecepatan benda semakin membesar. Gambar 8 menunjukkan perubahan energi kinetik merupakan perubahan secara kuadratik. Persamaan energi kinetik dapat diperoleh melalui hubungan Persamaan (6) dan (8) sebagai berikut:

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2$$
$$E_k = \frac{1}{2} \times 0.1 \times (4.9t)^2$$
$$E_k = 1.2005t^2 \qquad (9)$$

Besarnya energi kinetik benda dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Grafik Energi Mekanik terhadap Waktu

Energi mekanik merupakan jumlah energi total yang terdapat pada benda. Energi ini dapat dihitung melalui penjumlahan dari energi kinetik dan energi potensial pada saat yang sama. Energi mekanik pada benda dari simulasi ini diperoleh sebesar 2.6956 J.

Berdasarkan simulasi ini juga menunjukkan waktu tempuh benda untuk mencapai dasar bidang miring sebesar 1.42 sekon. Hal ini mendekati dengan prediksi teoritis dari Persamaan (3) yang diperlihatkan melalui perhitungan berikut.

$$s = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

$$5 = 0 + \frac{1}{2} \times 4.9 \times t^2$$

$$t^2 = \sqrt{\frac{5 \times 2}{4.9}}$$

$$t = 1.43 \text{ sekon}$$

Simulasi gerak benda pada bidang miring ini menunjukkan bahwa aplikasi Algodoo dapat digunakan untuk mengamati besaran-besaran fisika yang nilainya mendekati prediksi teoritis. Visualisasi Algodoo dapat kita untuk memahami dan menyelesaikan permasalahan fisika (Gregorcic & Bodin, 2017). Visualisasi yang menarik dan realistis dari gerak benda membantu pengguna memahami konsep fisika dengan lebih baik melalui pengamatan visual. Selain itu, Algodoo menawarkan fleksibilitas yang tinggi, memungkinkan pengguna untuk mengatur berbagai parameter fisika seperti massa, gravitasi, gesekan, dan gaya, sehingga berbagai skenario dan eksperimen dapat disimulasikan. Sebagai alat pembelajaran, Algodoo sangat efektif, terutama dalam pendidikan fisika, di mana siswa dapat belajar konsep-konsep seperti energi kinetik, energi potensial, dan hukum kekekalan energi secara interaktif.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan di atas, dapat disimpulkan bahwa aplikasi ini dapat digunakan untuk mensimulasikan proses pembelajaran fisika secara efektif khususnya dalam memahami prinsip-prinsip pada benda yang bergerak di bidang miring. Algodoo dapat menunjukkan besaran-besaran fisika yang diamati melalui grafik terhadap waktu. Selain melalui grafik, Algodoo juga dapat memvisualisasikan besarnya gaya yang bekerja pada benda melalui diagram gaya. Simulasi pada penelitian ini menunjukkan benda yang bergerak pada bidang miring memiliki percepatan, gaya, dan energi mekanik yang konstan. Semakin benda menuju dasar bidang miring, besarnya kecepatan dan energi kinetik akan meningkat, sedangkan energi potensial benda akan berkurang.

Algodoo memiliki potensi sebagai sumber belajar fisika. Penggunaan Algodoo dapat membantu dalam memahami konsep fisika. Oleh karena itu, kajian konsep fisika lainnya menggunakan aplikasi ini perlu dilakukan dan diterapkan dalam pembelajaran.

6. REFERENSI

Algorashi, M. (2024). The Effectiveness of Algodoo with Interactive Whiteboards for Teaching Physics in Saudi Secondary Schools. *International Journal for Cross-Disciplinary Subjects in Education*, *15*(1), 4867–4875. https://doi.org/10.20533/ijcdse.2042.6364.2024.0599

Burhan, A. S., Limba, A., & Tuhurima, D. (2023). Penggunaan Media Pembelajaran Algodoo Dalam Discovery Learning Untuk Meningkatkan Penguasaan Materi Gerak Parabola. *Science Map Journal*, *5*(1), 23–30. https://doi.org/10.30598/jmsvol5issue1pp23-30

Febriyana, M. M., Fitrian, A., & Saraswati, D. L. (2022). Analisis Eksperimen Gaya Gesek Benda Pada Bidang Miring Berbasis Logger Pro. *Jurnal Analisis Eksperimen Gaya Gesek*, *3*(1), 7–13.

Fitrianingrum, A. M., & Kamaruddin, K. (2023). Analisis Konsep Momentum dan Tumbukan pada Permainan Lato-Lato.

Jurnal FisTa : Fisika Dan Terapannya, *4*(1), 1–4. https://doi.org/10.53682/fista.v4i1.235

Gregorcic, B., & Bodin, M. (2017). Algodoo: A Tool for Encouraging Creativity in Physics Teaching and Learning. Phys. Teach. 55: 25-28. https://doi.org/10.1119/1.4972493

Imtinan, N., & Kuswanto, H. (2023). The Use of Phyphox Application in Physics Experiments: A Literature Review. *JIPF (Jurnal Ilmu Pendidikan Fisika)*, *8*(2), 183–191. https://doi.org/10.26737/jipf.v8i2.4167

Jefriyanto, W., Joni, L., Pakiding, A., & Pawarangan, I. (2022). Identifikasi Prinsip Fisika pada Tiang Bangunan Rumah Adat Tongkonan pada Suku Toraja. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika*, *6*(3), 530. https://doi.org/10.20527/jipf.v6i3.5027

Kauwo, C. J., Londa, T. K., & Komansilan, A. (2022). EFEKTIVITAS PHYPHOX SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN PADA EKSPERIMEN GERAK JATUH BEBAS. *Charm Sains*, *3*(3), 158–162.

Luki, N., & Kustijono, R. (2017). Pengembangan Laboratorium Virtual Berbasis Algodoo Untuk Melatihkan Keterampilan Proses Sains Siswa Pada Pokok Bahasan Gerak Parabola. *Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika*, *06*(03), 27–35. https://jurnalmahasiswa.unesa.ac.id/index.php/inovasi-pendidikan-fisika/article/viewFile/19846/18158%0Ahttps://arxiv.org/pdf/1707.06526.pdf%0Ahttps://www.yrpri.org%0Ahttp://weekly.cnbnews.com/news/article.html?no=124000%250Ahttps://www.fordfoundation.org/

Mardiansyah, Y., Hernando, L., Rahman, T., Iskandar, F., Raynold, & Budiman, M. (2022). Redesign Accelerated Linear Motion Experiment on Inclined Plane Using Sensors to Improve Student's Conceptual Understanding. *Journal of Physics: Conference Series*, *2309*(1). https://doi.org/10.1088/1742-6596/2309/1/012077

Pawarangan, I., Nusa, J. G. N., Mawuntu, V. J., Saka, B. G., & Jefriyanto, W. (2023). Identifikasi Prinsip Fisika Pada Rumah Adat Minahasa di Woloan Untuk Pembelajaran Fisika. *SCIENING : Science Learning Journal*, *4*(2), 107–113. https://doi.org/10.53682/slj.v4i2.7955

Siahaan, C., & Sinuraya, J. (2021). Efek Model Pembelajaran Inquiry Training Berbantu Aplikasi Algodoo Terhadap Capaian Indikator Keterampilan Proses Sains Siswa. *Jurnal Inovasi Pembelajaran Fisika*, *9*(1), 8–14. https://jurnal.unimed.ac.id/2012/index.php/inpafi/article/view/23763%0Ahttps://jurnal.unimed.ac.id/2012/index.php/inpafi/article/download/23763/15394

Sinuraya, J., & Widianto, Y. (2023). Peningkatan Keterampilan Proses Sains Melalui Lembar Kerja Peserta Didik (Lkpd) Berbasis Saintifik Berbantuan Program Algodoo Pada Pembelajaran Fisika. *Jurnal Pendidikan Fisika*, *12*(1), 70. https://doi.org/10.24114/jpf.v12i1.43907

Sirait, J., Hamdani, & Mursyid, S. (2018). Students' understanding of forces: Force diagrams on horizontal and inclined plane. *Journal of Physics: Conference Series*, *997*(1). https://doi.org/10.1088/1742-6596/997/1/012030

Sontay, G., & Karamustafaoğlu, O. (2023). Physics Teachers' Opinions on Algodoo Training. *Journal of Science Learning*, *6*(1), 117–124. https://doi.org/10.17509/jsl.v6i1.49285