

Analisis Pengaruh Ketinggian Lintasan Terhadap Gaya Gesek dan Kecepatan Benda Pada Bidang Miring Menggunakan PhET Simulation

Diah Rahmawati^{1*}, Adam Malik²

^{1,2}Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati Bandung, Pendidikan Fisika, Bandung, Indonesia.

Article history

Received: June 4st, 2024

Revised: June 21st, 2024

Accepted: June 27st, 2024

*Corresponding Author:

Rahmawati, D., Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati Bandung, Bandung, Indonesia;

Email:

diahrhmaw13@gmail.com

Abstract: Physics is an empirical science, meaning that physics is based on observation and experimentation. One of the fundamental concepts in physics that is the foundation for many calculations is the law of mechanical energy conservation, especially on inclined planes. This study aims to analyze the effect of track height on the friction force and velocity of objects when crossing an inclined plane. This research uses a virtual PhET Simulation laboratory with a virtual experimental research design. This research uses a quantitative approach, the data analysis technique uses statistical methods to determine the effect of track height on the friction and speed of objects. The result of this study is that the height of the track affects the value of the friction force, with increasing track height, the value of the friction force will decrease, this is due to the normal force acting on the inclined plane. In addition, with increasing track height on an inclined plane, the value of mechanical energy will increase. This is because the higher the trajectory, the greater the gravitational potential energy possessed by the object.

Keywords: Altitude; Inclined plane; Mechanics; Speed

Pendahuluan

Fisika adalah salah satu cabang ilmu pengetahuan alam yang mempelajari tentang gejala-gejala alam beserta interaksinya (Rumiati et al., 2021). Fisika merupakan ilmu yang bersifat empiris, artinya ilmu fisika didasarkan pada pengamatan dan eksperimen (Murdani, 2020). Para ilmuwan fisika melakukan pengamatan dan eksperimen untuk menemukan pola dan prinsip yang mendasari berbagai fenomena alam (Verawati et al., 2014). Fisika bukan sekadar kumpulan rumus dan perhitungan matematis. Lebih dari itu, fisika adalah cerita epik tentang partikel-partikel kecil yang membentuk materi, tentang gaya-gaya yang membimbing gerak planet-planet di langit, dan tentang kekuatan misterius yang menyelusup di dalam struktur dasar alam semesta (Harefa, 2019).

Ilmu fisika memiliki kedudukan penting dalam mengekspresikan berbagai fenomena alamiah yang terjadi di sekitar kita. Dengan perubahan kondisi dunia global, pembelajaran fisika juga harus mengikuti perkembangan yang pesat, salah satunya dapat dikembangkan melalui metode induktif, dimana siswa bisa melakukan virtual eksperimen dengan menggunakan teknologi seperti handphone, komputer dan sebagainya. Hal ini memudahkan

siswa untuk menggali dan membuktikan konsep fisika tanpa harus melakukan real eksperimen (Sidqi et al., 2021).

Salah satu konsep fundamental dalam fisika yang menjadi pondasi bagi banyak perhitungan adalah hukum kekekalan energi mekanik, khususnya pada bidang miring. Energi mekanik pada bidang miring menganalisis perhitungan antara energi kinetik dan energi potensial (Afiat et al., 2020). Hukum kekekalan energi mekanik menyatakan bahwa energi mekanik pada suatu benda selalu tetap selama tidak ada gaya luar yang bekerja pada benda tersebut (Nabilah, 2023). Energi mekanik adalah jumlah dari energi potensial dan energi kinetik (Yuningsih et al., 2019). Energi potensial adalah energi yang dimiliki oleh benda karena kedudukannya terhadap suatu titik acuan (Patriot, 2019). Energi kinetik adalah energi yang dimiliki oleh benda karena geraknya (Sunard & Gayamel, 2019).

Hukum kekekalan energi mekanik pada bidang miring merupakan hukum yang penting dalam mempelajari gerak benda pada bidang miring. Hukum ini dapat digunakan untuk menjelaskan berbagai fenomena alam yang berkaitan dengan gerak benda pada bidang miring. Pada bidang miring, gaya gravitasi bekerja pada benda. Gaya

gravitasi ini menyebabkan benda mengalami perubahan energi potensial dan energi kinetik (Muspa & Pramudya, 2023). Namun, jika tidak ada gaya luar lain yang bekerja pada benda, maka jumlah energi potensial dan energi kinetik benda tetap (Mardiansyah et al., 2022).

Ketika bidang miring dilewati sebuah benda yang bergerak meluncur dalam arah x positif maka arah gaya gesek kinetiknya akan berlawanan dengan gerak benda. Terdapat gaya yang menyebabkan benda meluncur (F_g) dalam arah x positif dan terdapat gaya gesek (F_k) pada arah x negative, sehingga persamaan komponen gaya yang bekerja pada sumbu x atau lintasan miring dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$\Sigma F_x = \vec{F}_g + (-\vec{F}_k)$$

Ketika benda bergerak meluncur melewati bidang miring akan mengalami percepatan, hal ini sesuai dengan konsep Hukum II Newton yang menyatakan persamaan berikut:

$$ma_x = (mg \cdot \sin\theta) - (\mu_k \cdot mg \cdot \cos\theta)$$

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh ketinggian lintasan pada bidang miring terhadap kecepatan benda saat bergerak meluncur melewati bidang miring dan pengaruh sudut kemiringan bidang miring dan massa benda terhadap gaya yang diperlukan untuk mengangkat benda. Penelitian ini menggunakan *PhET Simulation* dengan variasi beban yaitu buku tebal, anjing malas, lemari dan kotak.

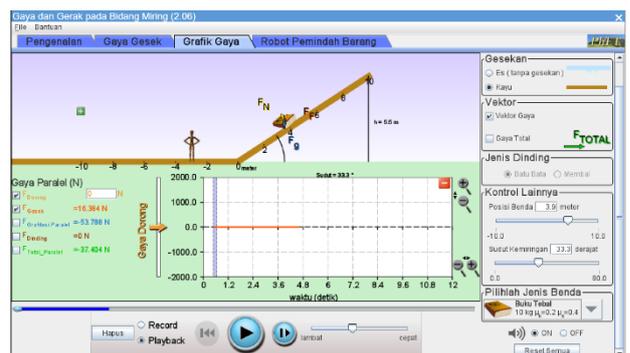
Metode

Penelitian ini menggunakan virtual laboratorium *PhET Simulation* dengan desain penelitian berbasis virtual eksperimen. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif, dimana hasil data percobaan berupa angka akan dideskripsikan dalam bentuk kalimat/paragraph. Dalam penelitian ini, simulasi bidang miring digunakan untuk mengetahui pengaruh sudut kemiringan bidang miring dan massa benda terhadap gaya yang diperlukan untuk mengangkat benda.

Langkah pertama yaitu kegiatan pendahuluan, dimana praktikan diberikan pengantar atau pengenalan konsep bidang miring melalui modul praktikum. Langkah kedua praktikan melakukan eksplorasi simulasi PhET dengan mengakses “gaya dan gaya gesek pada bidang miring” untuk memahami operasi bidang miring. Langkah ketiga

praktikan memvariasikan ketinggian bidang miring untuk memodelkan gerakan objek saat bergerak meluncur kebawah. Langkah trakhir, praktikan mengumpulkan data, menganalisis, diskusi dan membuat kesimpulan.

Data yang diperoleh melalui percobaan ini adalah sudut kemiringan bidang miring, massa benda, gaya yang diperlukan untuk mengangkat benda dan waktu lamanya benda bergerak meluncur. Desain penelitian dapat ditunjukkan pada Gambar 1. berikut:

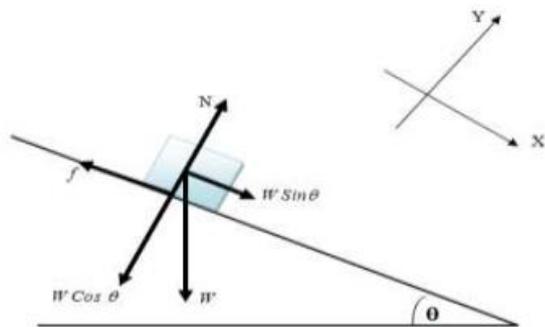


Gambar 1. Desain penelitian pada *PhET-Simulation*

Hasil dan Diskusi

Bidang miring merupakan suatu permukaan datar yang memiliki suatu sudut, yang bukan sudut tegak lurus, terhadap permukaan horizontal (Martanegara et al., 2020). Bidang miring adalah salah satu jenis pesawat sederhana (Fatonah & Assingkily, 2020). Prinsip kerja bidang miring adalah dengan mengurangi gaya yang diperlukan untuk memindahkan benda dengan menambah jarak yang harus ditempuh (Andriani et al., 2021).

Sebuah benda yang diletakkan pada titik puncak bidang miring akan meluncur selama komponen gaya besar pada arah sejajar bidang miring lebih besar dari gaya gesek statis maksimum. Gaya yang bekerja ketika benda bergerak meluncur disebut gaya gesek kinetis (Hakim et al., 2023). Diagram gaya pada sebuah benda yang diletakkan pada bidang miring dinyatakan pada Gambar 2. berikut:



Gambar 2. Diagram gaya

Percobaan bidang miring dilakukan sebanyak empat kali, percobaan pertama menggunakan objek yang tersedia pada PhET yaitu buku tebal dengan massa 10 kg, percobaan kedua menggunakan anjing malas dengan massa 25 kg dan percobaan ketiga menggunakan lemari dengan massa 50 kg, percobaan keempat menggunakan kotak dengan massa 100 kg. Keempat percobaan dilakukan percobaan sebanyak lima kali. Berdasarkan percobaan yang telah dilakukan dengan memvariasikan ketinggian lintasan dan kemiringan sudut seperti pada Tabel 1.

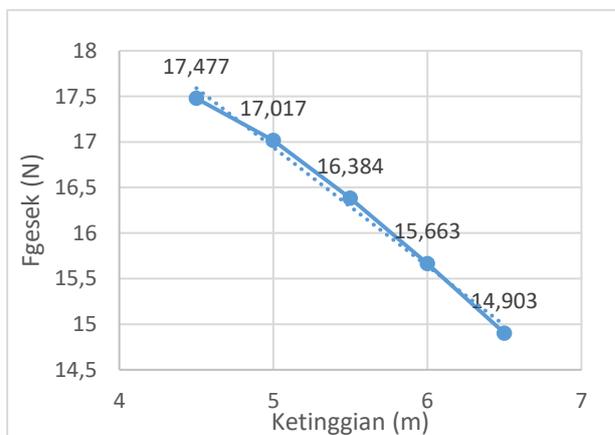
Tabel 1. Data Percobaan (posisi benda 8.0 meter)

Objek	m (kg)	h (m)	θ	t (s)	F _{gesek} (N)
Buku Tebal	10	6.5	40	3.8	14.903
		6.0	37	4.0	15.663
		5.5	33	4.1	16.384
		5.0	30	4.3	17.017
		4.5	27	4.5	17.477
Anjing Malas	25	6.5	40	4.5	93.344
		6.0	37	4.6	98.277
		5.5	33	4.6	102.018
		5.0	30	4.6	106.205
		4.5	27	4.7	109.564
Lemari	50	6.5	40	3.8	74.669
		6.0	37	4.0	78.146
		5.5	33	4.1	81.533
		5.0	30	4.2	84.878
		4.5	27	4.6	87.556
Kotak	100	6.5	40	5.0	223.583
		6.0	37	5.8	235.747
		5.5	33	5.8	246.175
		5.0	30	5.8	255.214
		4.5	27	5.8	262.669

a. Hubungan antara ketinggian lintasan dengan nilai gaya gesek (F_{gesek})

Nilai F_{gesek} tertera pada PhET dengan mengakses playback setelah menentukan nilai ketinggian lintasan dan kemiringan sudut, hal ini memudahkan praktikan dalam menganalisis data

secara cepat dan otomatis. Gaya gesek merupakan gaya yang berarah melawan arah gerak benda atau arah kecenderungan benda bergerak (Berlian Rms & Wahyuningsih, 2021). Berdasarkan Tabel 1. dapat disimpulkan bahwa ketinggian lintasan memengaruhi nilai gaya gesek, dengan bertambahnya ketinggian lintasan maka nilai gaya gesek akan mengecil, artinya hubungan antara ketinggian lintasan pada bidang miring berbanding terbalik dengan nilai F_{gesek}. Hal ini disebabkan oleh adanya gaya normal yang bekerja pada bidang miring. Gaya normal adalah gaya yang bekerja tegak lurus terhadap permukaan bidang (Jefriyanto et al., 2022). Gaya normal ini yang menjadi gaya reaksi yang bekerja pada gaya gesek. Pernyataan ini dapat ditunjukkan pada Gambar 3. berikut:



Gambar 3. Hubungan ketinggian lintasan dengan F_{gesek} (pada percobaan I objek lemari)

b. Hubungan antara ketinggian lintasan dengan nilai energi mekanik

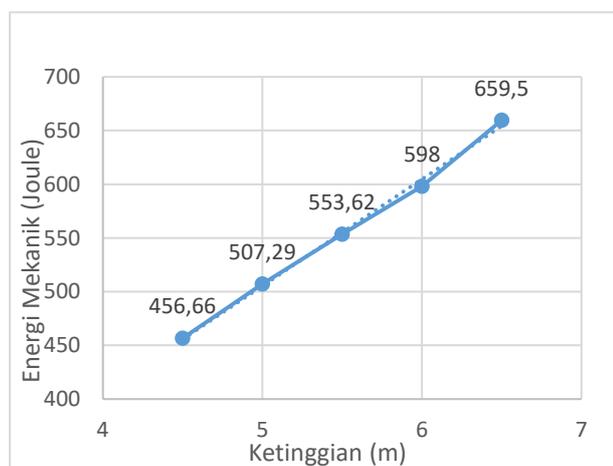
Besarnya kecepatan benda saat bergerak meluncur dapat dihitung menggunakan persamaan energi kinetik, yaitu $E_k = \frac{1}{2} mv^2$ sedangkan ketinggian dan gaya gravitasi yang bekerja pada benda saat bergerak meluncur dapat dihitung menggunakan persamaan energi potensial, yaitu $E_p = m.g.h$. sehingga untuk menentukan nilai energi mekanik dapat dihitung menggunakan persamaan $E_M = E_K + E_P$. Hasil perhitungan energi mekanik dapat ditunjukkan pada Tabel 2. Berikut:

Tabel 2. Nilai energi mekanik

Objek	Massa (kg)	Ketinggian (m)	Energi Mekanik (Joule)
Buku Tebal	10	4.5	456.66
		5.0	507.29
		5.5	553.62
		6.0	598.0
		6.5	659.5

Berdasarkan Tabel 2. Diatas dapat dianalisis bahwa dengan meningkatnya ketinggian lintasan pada bidang miring, nilai energi mekanik akan membesar. Pernyataan ini didukung dengan penelitian yang dilakukan oleh (Maison et al., 2020) yang menyatakan bahwa semakin tinggi suatu ketinggian lintasan, maka semakin besar pula energi potensial gravitasi yang dimiliki oleh benda.

Energi mekanik adalah total energi dari suatu benda yang terdiri dari energi potensial dan energi kinetik. Energi potensial adalah energi yang dimiliki oleh suatu benda karena posisinya. Energi kinetik adalah energi yang dimiliki oleh suatu benda karena gerakannya. Hubungan antara ketinggian lintasan terhadap energi mekanik dapat ditunjukkan pada Gambar 4. berikut:



Gambar 4. Hubungan antara ketinggian lintasan dengan nilai energi mekanik

Kesimpulan

Bidang miring merupakan suatu permukaan datar yang memiliki suatu sudut, yang bukan sudut tegak lurus, terhadap permukaan horizontal. Pada bidang miring, ketinggian lintasan memengaruhi nilai gaya gesek, dengan bertambahnya ketinggian lintasan maka nilai gaya gesek akan mengecil, hal ini disebabkan oleh adanya gaya normal yang bekerja pada bidang miring. Gaya normal adalah gaya yang bekerja tegak lurus terhadap permukaan bidang. Gaya normal ini yang menjadi gaya reaksi yang bekerja pada gaya gesek. Kemudian, dengan meningkatnya ketinggian lintasan pada bidang miring, nilai energi mekanik akan membesar. Hal ini disebabkan karena semakin tinggi lintasan, maka semakin besar pula energi potensial gravitasi yang dimiliki oleh benda.

Daftar Pustaka

- Afiat, A. H., Handayanto, S. K., & Wisodo, H. (2020). Kemampuan Pemecahan Masalah Siswa SMA dalam Menyelesaikan Soal Usaha dan Energi. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, Dan Pengembangan*, 5(1), 21. <https://doi.org/10.17977/jptpp.v5i1.13123>
- Andriani, F., Busri, S. S., Rande, W., Joni, Y. M., & Astro, R. B. (2021). Analisis Koefisien Gesek Kinetis Benda di Bidang Miring Menggunakan Video Tracker. *OPTIKA: Jurnal Pendidikan Fisika*, 5(1), 74–83.
- Berlian Rms, A., & Wahyuningsih, E. (2021). Analisis Gaya Gesek Dua Benda Homogen Sebagai Sumber Energi (Studi Kasus: Gesekan Roda Kereta Listrik Dengan Rel). *Jurnal Teknik Dan Informatika (JTI)*, 1(1), 41–51. <https://doi.org/10.52909/jti.v1i1.10>
- Fatonah, S., & Assingkily, M. S. (2020). Quo Vadis Materi Pesawat Sederhana Dalam Pembelajaran IPA Sekolah Dasar di Era Disrupsi. *Edu Sains Jurnal Pendidikan Sains & Matematika*, 8(1), 46–60. <https://doi.org/10.23971/eds.v8i1.1899>
- Hakim, A. R., Zahriah, Shofiah, S., Nasir, M., Asmin, L. O., & Annisa, F. (2023). *Fisika*. PT Global Eksekutif Tekonologi.
- Harefa, A. (2019). Peran Ilmu Fisika Dalam Kehidupan Sehari-hari. *Jurnal Warta Edisi* : 60.
- 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>
- Maison, M., Lestari, N., & Widaningtyas, A. (2020). Identifikasi Miskonsepsi Siswa Pada Materi Usaha Dan Energi. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 6(1), 32–39. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v6i1.314>
- 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. <https://doi.org/10.24127/jpf.v10i1.4807>

- Martanegara, H. A., Yulianti, K., & Yusnitha, I. (2020). Model Matematika Fluida Lapisan Tipis pada Bidang Miring. *Jurnal EurekaMatika*, 8(1), 26–38.
- Murdani, E. (2020). Hakikat Fisika Dan Keterampilan Proses Sains. *Jurnal Filsafat Indonesia*, 3(3), 72–80. <https://doi.org/10.23887/jfi.v3i3.22195>
- Muspa, R. M., & Pramudya, Y. (2023). Studi Numerik Gerak Osilasi Teredam Balok Pada Bidang Miring. *JRST (Jurnal Riset Sains Dan Teknologi)*, 7(1), 59. <https://doi.org/10.30595/jrst.v7i1.15315>
- Nabilah, S. (2023). *Pengaruh Integrasi Video Interaktif Edpuzzle dalam Moodle terhadap Kemampuan Kognitif dan Motivasi Belajar Siswa pada Materi Usaha dan Energi*. Doctoral dissertation, Universitas Siliwangi.
- Patriot, E. A. (2019). Analisis Level Pemahaman Siswa Pada Konsep Usaha Dan Energi Melalui Penerapan Pembelajaran Konseptual Interaktif Dengan Pendekatan Multirepresentasi. *Jurnal Ilmu Fisika Dan Pembelajarannya (JIFP)*, 3(1), 34–41. <https://doi.org/10.19109/jifp.v3i1.3227>
- Rumiati, R., Handayani, R. D., & Mahardika, I. K. (2021). Analisis Konsep Fisika Energi Mekanik Pada Permainan Tradisional Egrang Sebagai Bahan Pembelajaran Fisika. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 9(2), 131. <https://doi.org/10.24127/jpf.v9i2.3570>
- Sidqi, M., Feby, K., Maison, M., Kurniawan, D. A., Herlina, S., Firdaus, F., & Jalal, M. A. R. (2021). Riset Kereligiusan dan Pemahaman Konsep Fisika: Studi Pendahuluan Pada Kelas XI MIPA di MAN 1 Batanghari. *In Prosiding Seminar Nasional Matematika Dan Sains*, 425–432.
- Sunard, A., & Gayamel, A. (2019). Pemanfaatan Pantulan Bola Karet sebagai Pemanen Energi pada Piezoelektrik. *Prosiding Seminar Nasional Teknoka*, 3.
- Verawati, N. N. S. V., Prayogi, S., & Asy'ari, M. (2014). Reviu Literatur Tentang Keterampilan Proses Sains. *Lensa: Jurnal Kependidikan Fisika*, 2(1), 194. <https://doi.org/10.33394/j-lkf.v2i1.310>
- Yuningsih, N., H., K., & Sardjito, S. (2019). Memasukkan Pengaruh Lingkungan Pada Percobaan Tarakalor Mekanik. *Rosiding Seminar Nasional Fisika (E-Journal) SNF2019*, SNF2019-PA-33–40. <https://doi.org/10.21009/03.SNF2019.02.PA.06>