

ANALISIS PENGARUH SUDUT LEMPARAN TERHADAP JARAK TEMPUPH PADA GERAK PARABOLA

Analysis The Effect of Throwing Angle on Travel Distance in Parabolic Motion

Marsia Deswita Habeahan¹, Nafisa Maharani^{2*}, Jeliana Veronika Sirait³

^{1, 2*}, ³*Universitas Jambi*

¹habeahanmarsya@gmail.com, ^{2*}nafisa.maharani06@gmail.com, ³jelianasirait@unj.ac.id

Info Artikel: **Abstract**

Dikirim:

07 Desember
2025

Revisi:
25 Desember
2025

Diterima:
30 Januari 2025

Keyword:

*Parabolic Motion,
Distance
Traveled, PhET*

Kata Kunci:

Gerak Parabola,
Jarak Tempuh,
PhET

Parabolic motion is a fundamental concept of physics in two-dimensional motion. Theoretically, a 45° throwing angle produces the maximum horizontal distance traveled under ideal conditions. However, research that quantitatively verifies this relationship using PhET simulation as a virtual experimental medium is still limited. This study aims to analyze the effect of variations in throwing angle on the distance traveled in parabolic motion using PhET Projectile Motion simulation without air resistance. Fixed variables include an initial velocity of 10 m/s, a mass of 1 kg, a gravity of 9.8 m/s², and an initial height of 0 m, with throwing angles of 30°, 45°, and 60°. The results show that the throwing angle significantly affects the distance traveled, where the 45° angle produces an average maximum distance of 10.1 meters, followed by 30° and 60°. This finding supports the theory that the 45° angle is the optimum angle to produce the longest distance under ideal conditions. This finding is in accordance with the theory of parabolic motion and shows that PhET simulation is effective for use as a learning medium and for theoretical validation of physics concepts.

Abstrak

Gerak parabola merupakan konsep dasar fisika pada gerak dua dimensi. Secara teoritis, sudut lemparan 45° menghasilkan jarak tempuh horizontal maksimum dalam kondisi ideal. Namun, penelitian yang memverifikasi hubungan tersebut secara kuantitatif menggunakan simulasi PhET sebagai media eksperimen virtual masih terbatas. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh variasi sudut lemparan terhadap jarak tempuh pada gerak parabola menggunakan simulasi *Projectile Motion* PhET tanpa hambatan udara. Variabel tetap meliputi kecepatan awal 10 m/s, massa 1 kg, gravitasi 9,8 m/s², dan ketinggian awal 0 m, dengan sudut lemparan 30°, 45°, dan 60°. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sudut lemparan berpengaruh signifikan terhadap jarak tempuh, di mana sudut 45° menghasilkan jarak maksimum rata-rata 10,1 meter, diikuti 30° dan 60°. Temuan ini mendukung

teori yang menyatakan bahwa sudut 45° merupakan sudut optimum untuk menghasilkan jarak terjauh dalam kondisi ideal.

© 2026 STKIP Darud Da'wah wal Irsyad Pinrang

I. PENDAHULUAN

Gerak parabola merupakan salah satu konsep dasar fisika yang membahas gerak benda dua dimensi di bawah pengaruh gravitasi. Fenomena ini banyak dijumpai dalam kehidupan sehari-hari, seperti pada aktivitas olahraga lemparan bola basket, lempar lembing, dan tendangan jarak jauh dalam sepak bola. Dalam kajian fisika, gerak parabola dimodelkan sebagai perpaduan antara gerak horizontal berkecepatan konstan dan gerak vertikal yang dipengaruhi percepatan gravitasi, sehingga menghasilkan lintasan berbentuk parabola (Mawu et al., 2025). Menurut Halliday, Resnick, dan Walker (2014). Gerak parabola ini disebabkan oleh gaya yang diterapkan pada bola, yang mengakibatkan bola bergerak dalam lintasan lengkung yang dipengaruhi oleh gaya gravitasi (Hidayah et al., 2024).

Teori menyatakan bahwa dalam kondisi ideal tanpa hambatan udara, sudut lemparan 45° menghasilkan jarak tempuh horizontal maksimum. Namun, kajian yang memverifikasi hubungan tersebut secara kuantitatif melalui eksperimen virtual berbasis simulasi interaktif, khususnya PhET Projectile Motion, masih terbatas dan umumnya lebih menekankan aspek pembelajaran dibandingkan validasi kesesuaian data eksperimen dengan teori. Beberapa parameter yang biasanya dilihat dalam analisis gerak parabola adalah jarak tempuh horizontal, ketinggian maksimum, waktu terbang, dan sudut lemparan (Puspitasari et al., 2024). Teori menyatakan bahwa dalam kondisi ideal tanpa hambatan udara, sudut lemparan 45° menghasilkan jarak tempuh horizontal maksimum. Namun, kajian yang memverifikasi hubungan tersebut secara kuantitatif melalui eksperimen virtual berbasis simulasi interaktif, khususnya PhET Projectile Motion, masih terbatas dan umumnya lebih menekankan aspek pembelajaran dibandingkan validasi kesesuaian data eksperimen dengan teori.

Salah satu aspek paling penting dalam gerak parabola adalah sudut lemparan. Sudut ini sangat berpengaruh terhadap bentuk lintasan dan jarak tempuh benda. Hal ini menyebabkan jarak tempuh juga menurun meskipun benda bergerak lebih lama di udara. Gerak ini merupakan contoh gerak dua dimensi, yaitu gerak horizontal atau gerak arah sumbu x dan gerak vertikal atau gerak arah sumbu y. Dalam gerak parabola gerak horizontal dan gerak vertikal tidak saling berpengaruh satu sama lain. Komponen percepatan gerakan ini g (gravitasi), ada pada gerak vertikal tetapi percepatannya adalah nol pada gerak horizontal (Naufal et al., 2022).

Perkembangan Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) mendorong dunia pendidikan untuk beralih dari sistem belajar tradisional ke sistem digital yang lebih dinamis, interaktif, dan mandiri (Hasyim et al., 2026). Dalam kondisi tertentu, simulasi bahkan dapat menghasilkan data yang lebih konsisten dibandingkan eksperimen manual, terutama ketika alat laboratorium terbatas atau sulit dikendalikan (Masfaratna, 2022). PhET (Physics Education Technology) adalah simulasi yang dirancang untuk membantu guru dan siswa dalam belajar fisik (Simatupang et al., 2025).

Simulasi PhET menampilkan representasi fenomena fisika yang mendekati kondisi nyata sehingga berpotensi meningkatkan pemahaman konseptual peserta didik terhadap materi gerak parabola. Melalui simulasi ini, peserta didik dapat melakukan praktikum virtual yang sulit diwujudkan secara optimal melalui pembelajaran konvensional akibat keterbatasan sarana, waktu, dan kondisi laboratorium (Paramitasari et al., 2023). Hal tersebut membuat pembelajaran gerak parabola lebih menarik sekaligus lebih mudah dipahami.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi sudut lemparan terhadap jarak tempuh pada gerak parabola menggunakan simulasi *Projectile Motion PhET* serta membandingkan hasil eksperimen virtual dengan teori gerak parabola dalam kondisi ideal.

II. METODE PENELITIAN

Pengaruh sudut lemparan terhadap jarak tempuh pada gerak parabola diamati melalui metode eksperimen dalam penelitian ini. Eksperimen dilakukan menggunakan simulasi dari PhET karena mampu memberikan kondisi yang terkontrol dan bebas hambatan udara sehingga hasil lebih akurat dan konsisten.

Variabel yang digunakan terdiri atas:

- Variabel bebas: sudut lemparan (30° , 45° , 60°).
- Variabel terikat: jarak tempuh horizontal proyektil.
- Variabel kontrol: kecepatan awal 10 m/s, massa benda 1 kilogram, gravitasi $9,8 \text{ m/s}^2$, ketinggian awal 0 meter, dan kondisi tanpa hambatan udara.

Prosedur penelitian dimulai dengan mengatur parameter simulasi sesuai variabel kontrol. Selanjutnya, simulasi dijalankan pada setiap sudut lemparan yang telah ditentukan. Untuk setiap sudut, percobaan diulang sebanyak tiga kali untuk memperoleh data yang stabil. Nilai jarak tempuh dicatat dan dihitung rata-ratanya.

Data yang diperoleh kemudian dibandingkan dengan hasil perhitungan teoritis menggunakan rumus dasar gerak parabola.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada percobaan ini, simulasi PhET Projectile Motion digunakan untuk menganalisis hubungan antara variasi sudut lemparan dan jarak tempuh proyektil. Siswa dapat berpartisipasi aktif dalam proyek dan menyelesaikan masalah dengan lebih baik dengan menggunakan media simulasi PhET ini (Syafira, 2024). Dengan menggunakan kecepatan awal yang konstan sebesar 10 m/s dan kondisi tanpa hambatan udara, percobaan dirancang untuk menghasilkan data yang stabil serta sesuai dengan model ideal gerak parabola. Ada tiga variabel sudut yang diuji: 30° , 45° , dan 60° . Eksperimen dilakukan tiga kali untuk mendapatkan nilai rata-rata yang lebih akurat.

Tabel 1. Hasil Percobaan Menggunakan phET Interactive Simulations

Sudut Lemparan ($^\circ$)	Jarak Tempuh 1 (m)	Jarak Tempuh 2 (m)	Jarak Tempuh 3 (m)	Rata-Rata (m)
30°	8,8	8,7	8,9	8,8
45°	10,1	10,0	10,2	10,1
60°	8,7	8,6	8,8	8,7

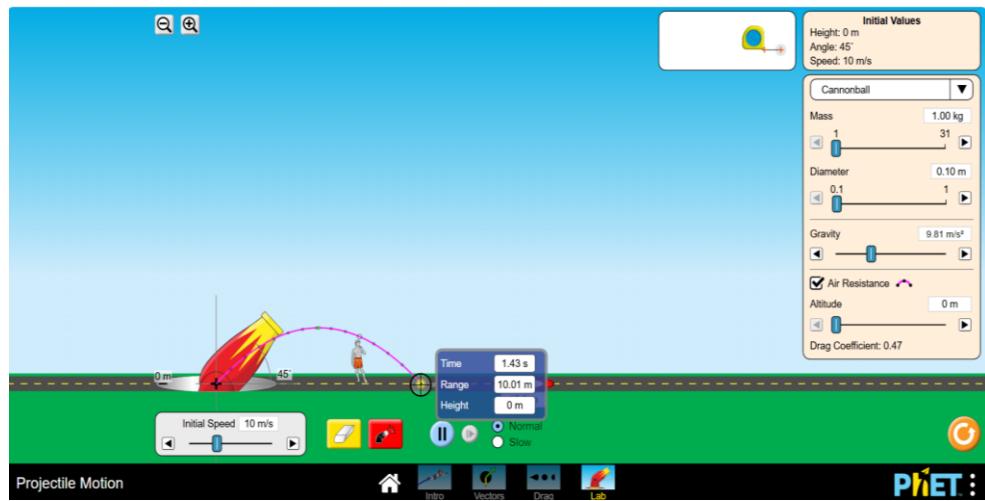
Source: Authors' results.

Dari hasil percobaan menunjukkan bahwa terdapat perbedaan jarak tempuh yang cukup signifikan di antara variasi sudut yang digunakan. Pada sudut 30° , jarak rata-rata yang diperoleh yaitu sebesar 8,8 m, sementara pada sudut 60° diperoleh rata-rata sebesar 8,7 m. Jarak maksimum diperoleh pada sudut lemparan 45° dengan nilai rata-rata 10,1 m. Data tersebut mengindikasikan adanya hubungan logis antara sudut lemparan dan jarak horizontal (range) pada gerak parabola.



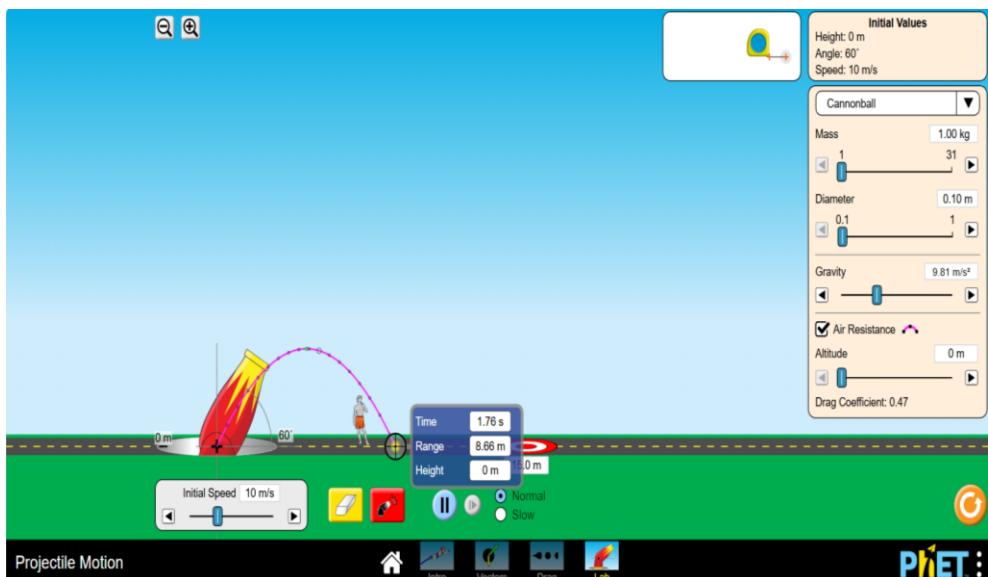
Gambar 1 Percobaan Pada Sudut 30°

Source: Author's



Gambar 2 Percobaan Pada Sudut 45°

Source:Author's



Gambar 3 Percobaan Pada Sudut 60°

Source:Author's

Secara teori, jarak maksimum pada gerak parabola terjadi ketika sudut peluncuran bernilai 45°, sebagaimana seperti dijelaskan oleh Naufal et al., (2022) dalam persamaan:

$$R = \frac{v_0^2 \sin(2\theta)}{g}$$

Berdasarkan perhitungan teoritis menggunakan kecepatan awal 10 m/s dan gravitasi 9,8 m/s², jarak maksimum diperkirakan sebesar 10,2 m. Hasil ini hampir identik dengan data eksperimen yang menunjukkan nilai 10,1 m pada sudut 45°, ini sesuai dengan Maulidya et al, (2025) menyebutkan jika sudut 45° merupakan sudut optimum untuk mencapai jarak horizontal

maksimum dalam kondisi tanpa hambatan udara. Begitupula dinyatakan oleh Serway dan Jewett (2018) bahwa jarak maksimum proyektil dicapai pada sudut 45° dalam kondisi tanpa hambatan udara.

Perbedaan jarak tempuh pada sudut 30° dan 60° dapat dijelaskan melalui komponen vektor kecepatan awal. Pada sudut 30° , komponen kecepatan horizontal (v_x) bernilai besar sementara komponen vertikal (v_y) relatif kecil sehingga waktu melayang di udara lebih singkat. Hal ini menyebabkan jarak tempuh lebih pendek dibandingkan sudut 45° meski kecepatan mendatar relatif tinggi.

Sebaliknya, pada sudut 60° , komponen kecepatan vertikal lebih besar sehingga proyektil bergerak lebih tinggi dan waktu tempuh di udara bertambah lama. Namun komponen horizontal pada sudut ini mengecil karena v_x ditentukan oleh $v_0 \cos \theta$. Akibatnya, meskipun proyektil berada di udara lebih lama, jarak horizontal tetap lebih kecil dibandingkan pada sudut 45° . Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa kesamaan jarak tempuh pada sudut 30° dan 60° terjadi akibat keseimbangan antara komponen kecepatan horizontal dan waktu tempuh di udara. Meskipun lintasan dan tinggi maksimum berbeda, kombinasi kedua faktor tersebut menghasilkan jarak horizontal yang hampir sama.

Hasil percobaan ini juga mendukung hipotesis yang diajukan sebelumnya bahwa jarak maksimum akan dicapai pada sudut lemparan 45° . Temuan ini konsisten dengan literatur fisika klasik yang menyatakan bahwa sudut tersebut menghasilkan keseimbangan optimum antara komponen kecepatan horizontal dan vertikal dalam kondisi tanpa hambatan udara (Halliday et al., 2014). Selain itu, percobaan ini memperlihatkan bagaimana perubahan kecil pada sudut lemparan dapat memengaruhi pola lintasan parabola. Simulasi menunjukkan bahwa lintasan pada sudut besar seperti 60° membentuk parabola yang curam dan tinggi, sedangkan sudut kecil seperti 30° menghasilkan lintasan lebih landai. Hal ini memberikan gambaran visual yang memperkuat pemahaman konsep.

Kemiripan hasil eksperimen dengan teori menunjukkan bahwa simulasi PhET mampu merepresentasikan model matematika gerak parabola dengan sangat baik pada kondisi ideal (tanpa hambatan udara). Penggunaan simulasi sebagai alat eksperimen memberikan keuntungan berupa lingkungan yang terkontrol, bebas gesekan, dan dapat diulang tanpa variabel gangguan. Dengan demikian, mahasiswa dapat fokus memahami hubungan matematis tanpa kendala keterbatasan alat fisik.

Secara keseluruhan, temuan penelitian ini sejalan dengan teori dasar gerak parabola. Sudut lemparan terbukti merupakan faktor dominan yang memengaruhi jarak tempuh dengan sudut 45° .

sebagai sudut optimum. Percobaan ini tidak hanya membuktikan teori, tetapi juga memvalidasi efektivitas simulasi digital sebagai alternatif eksperimen fisika berbasis laboratorium.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian mengenai pengaruh variasi sudut lemparan terhadap jarak tempuh pada gerak parabola menggunakan simulasi PhET *Projectile Motion*, dapat disimpulkan bahwa sudut lemparan memiliki peran signifikan dalam menentukan jarak horizontal maksimum. Dengan kondisi kecepatan awal 10 m/s, gravitasi 9,8 m/s², serta tanpa hambatan udara, diperoleh bahwa sudut 45° menghasilkan jarak tempuh terbesar yaitu rata-rata 10,1 m, dibandingkan sudut 30° dengan jarak rata-rata 8,8 m dan sudut 60° dengan jarak rata-rata 8,7 m.

Hasil tersebut sesuai dengan teori bahwa sudut optimum untuk mencapai jarak maksimum adalah 45°, karena pada sudut ini komponen kecepatan horizontal dan vertikal berada dalam kondisi paling seimbang. Temuan penelitian ini menunjukkan bahwa simulasi digital berbasis PhET dapat menjadi alternatif efektif untuk membuktikan konsep fisika ideal, khususnya pada materi gerak parabola.

Penelitian ini hanya dilakukan pada kondisi tanpa hambatan udara dan dengan kecepatan awal yang tetap, sehingga belum mencakup variasi massa, bentuk benda, atau kondisi lingkungan nyata. Oleh karena itu, penelitian lanjutan dapat mempertimbangkan faktor hambatan udara, variasi kecepatan awal, maupun penggunaan media eksperimen fisik untuk memperoleh perbandingan hasil yang lebih komprehensif.

Implikasi dari penelitian ini menunjukkan bahwa simulasi PhET *Projectile Motion* dapat dimanfaatkan sebagai media pembelajaran yang efektif untuk membantu mahasiswa memahami konsep dasar gerak parabola secara konseptual dan visual. Hasil penelitian ini juga dapat dijadikan acuan bagi pendidik dalam merancang pembelajaran berbasis eksperimen virtual, khususnya pada materi gerak dua dimensi, guna meningkatkan pemahaman konsep dan keterampilan analisis peserta didik. Selain itu, penelitian ini berkontribusi dalam memperkuat pemanfaatan teknologi simulasi sebagai alternatif laboratorium fisika pada kondisi keterbatasan sarana dan prasarana.

DAFTAR PUSTAKA

- Halliday, D., Resnick, R., & Walker, J. (2014). *Fundamentals of physics* (10th ed.). Wiley
- Hasyim, M., Yusuf, A. M., Dahlan, A., Wahid, S., & Makassar, U. N. (2026). *PENERAPAN 'LEARNING ' MANAGEMENT ' SYSTEM ' BERBASIS ' MOODLE ' DALAM MENINGKATAN ' HASIL ' BELAJAR ' SISWA* Info Artikel : Keyword : Abstrak. 5, 20–28.
- Hidayah, V. N., Oktaviani, T. F., Saharani, E., Setiaji, B., & Parabola, G. (2024). *Analisis olahraga tenis meja dengan konsep fisika: gerak parabola*. 12(2), 217–225.
- Masfaratna. (2022). PENGGUNAAN MEDIA PHET SIMULATION UNTUK MENENTUKAN WAKTU PARUH SUATU ATOM MASFARATNA. *Jurnal Inovasi Pendidikan Matematika Dan IPA*, 2(3), 277–286.
- Maulidia, D., Utami, P., Andhita, D., & Sujiwo, C. (2025). *Pendekatan STEM Berbasis GeoGebra Pada Materi Fungsi Kuadrat Dalam Upaya Meningkatkan Pemahaman Siswa*. 13(1), 346–357.
- Mawu, M. M., Mondolang, A. H., Lolowang, J., Verra, J., & Silangen, P. M. (2025). *PENGARUH INKUIRI TERBIMBING BERBANTUAN TRACKER TERHADAP HASIL BELAJAR SISWA SMA PADA MATERI GERAK PARABOLA*. 6(3).
- Naufal, M., Wiyuna, T., Bintarum, A. D., & Burhanudin, A. F. (2022). Desain Simulasi Gerak Parabola Sebagai Pemanfaatan Pembelajaran Fisika SMA Kelas X Menggunakan Pygame. *Jurnal Pendidikan, Inovasi, Dan Terapan Teknologi*, 155–170.
- Paramitasari, W., Permana, H., & Nasbey, H. (2023). *VIDEO ANIMASI MATERI GERAK PARABOLA BERBASIS PROBLEM BASED LEARNING*. XI, 81–88.
- Puspitasari, A., Mufida, F., & Setiaji, B. (2024). *Analysis of the Influence of Analytical Mechanics Concept on the Development of Modern Physics Analisis Pengaruh Konsep Mekanika Analitik Terhadap Perkembangan Fisika Modern*. 60–68.
- Simatupang, Y. H., Sigiro, M., Silaban, B., Fisika, P., & Hkbp, U. (2025). JKIP : Jurnal Kajian Ilmu Pendidikan Development Of Physics Learning Media Based On The Phet Simulation Application To Measure Students ' Learning Outcomes Pengembangan Media Pembelajaran Fisika Berbasis Aplikasi PhET Simulation Untuk Mengukur Hasil Belaj. *Jurnal Kajian Ilmu Pendidikan*, 6(3), 1213–1223.