

ANALISIS GERAK PARABOLA PADA GERAKAN HEAD PASS DI OLAHRAGA BASKET, MENGGUNAKAN SOFTWARE PHET SMULATION

Oleh:

Muhammad Fadhil Irsyad¹

Hisni Fazazi²

Muhammad Sultan Hafiz Badrudin³

Muhammad Nur Hadi⁴

Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

Alamat: JL. Raya Palka No.Km.3, Sindangsari, Kec. Pabuaran, Kota Serang, Banten
(42163).

Korespondensi Penulis: muhammadfadhilirsyad795@gmail.com,
hisnifazazi@gmail.com, muhammadsultanhb@gmail.com, mn.hadi@untirta.ac.id

Abstract. *This study aims to analyze the characteristics of parabolic motion in the basketball head pass technique using three different approaches, namely theoretical calculations, PhET simulation, and direct experimental measurements. Experimental data were collected by measuring the flight time and throw distances of 5 m, 6 m, and 7 m. The theoretical calculation using standard projectile motion formulas shows that the initial velocity of the throw ranges from 7.00 to 8.31 m/s, with launch angles between 45° and 48°, and maximum heights between 1.25 and 1.95 meters. The PhET simulation demonstrates parabolic trajectories that closely match the results obtained from manual calculations and experimental measurements. The comparison indicates strong consistency between theory, simulation, and real-world ball motion in short-to-medium head pass distances. These findings confirm that the head pass follows an ideal projectile motion pattern. This research provides an accurate physics representation of basketball passing techniques and serves as an instructional reference for engineering physics and sport-based physics learning.*

ANALISIS GERAK PARABOLA PADA GERAKAN HEAD PASS DI OLAHRAGA BASKET, MENGGUNAKAN SOFTWARE PHET SMULATION

Keywords: *Projectile Motion, Head Pass, Basketball, Phet, Initial Velocity.*

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik gerak parabola pada teknik *head pass* dalam olahraga bola basket dengan menggunakan tiga pendekatan, yaitu perhitungan teori, simulasi PhET, dan percobaan langsung di lapangan. Data eksperimen diperoleh melalui pengukuran jarak lempar 5 m, 6 m, dan 7 m serta waktu tempuh bola pada setiap lintasan. Berdasarkan perhitungan manual menggunakan persamaan gerak parabola, diperoleh bahwa kecepatan awal lemparan berada pada rentang 7.00–8.31 m/s dengan sudut pelepasan 45° – 48° serta tinggi maksimum relatif 1.25–1.95 meter. Hasil simulasi PhET menunjukkan pola lintasan yang sangat konsisten dengan hasil perhitungan teori dan data eksperimen, sehingga memperkuat bahwa gerak *head pass* pada jarak pendek–menengah mengikuti model gerak parabola ideal. Perbandingan ketiga metode ini membuktikan bahwa konsep fisika dapat diterapkan secara nyata dalam teknik dasar permainan bola basket. Temuan ini memberikan kontribusi terhadap pembelajaran fisika teknik serta dapat dijadikan referensi bagi penelitian yang melibatkan analisis gerak dalam aktivitas olahraga.

Kata Kunci: Gerak Parabola, *Head Pass*, Bola Basket, *Phet*, Kecepatan Awal.

LATAR BELAKANG

Gerak parabola merupakan salah satu materi pokok dalam kajian mekanika klasik, khususnya pada cabang kinematika. Konsep ini menjelaskan bagaimana suatu benda bergerak dalam lintasan melengkung akibat perpaduan gerak horizontal berkecepatan konstan dan gerak vertikal yang dipengaruhi gaya gravitasi. Pembahasan tentang gerak parabola menjadi sangat penting dalam kehidupan sehari-hari karena fenomena ini banyak dijumpai pada berbagai aktivitas manusia, termasuk olahraga, rekayasa, dan teknologi. Dalam dunia olahraga, khususnya olahraga bola basket, pemahaman terhadap gerak parabola menjadi landasan bagi pemain untuk menghasilkan operan dan tembakan yang akurat.

Salah satu teknik operan dalam bola basket yang mengikuti prinsip gerak parabola adalah *head pass*, yaitu operan yang dilakukan dari posisi bola berada di atas kepala. Teknik ini biasanya digunakan saat pemain ingin memberikan operan cepat dan melengkung untuk melewati hadangan lawan. Akurasi lintasan bola pada *head pass*

sangat bergantung pada kombinasi kecepatan awal, sudut pelepasan bola, serta waktu tempuh bola di udara. Hal ini menjadikan analisis gerak parabola relevan dan penting sebagai pendekatan ilmiah untuk mengevaluasi efektivitas gerakan tersebut.

Menurut penelitian Maharani dan Kurniadi, pemahaman siswa terhadap gerak parabola dapat meningkat signifikan ketika dibantu dengan kegiatan observasi dan simulasi. Hal serupa ditegaskan oleh Purwanto dan Kurniawan bahwa analisis kinematika dalam aktivitas olahraga memberikan gambaran nyata tentang penerapan konsep fisika. Penelitian sebelumnya juga menyatakan bahwa penggunaan simulasi digital seperti *PhET Projectile Motion* mampu memberikan visualisasi yang lebih akurat dan mudah dipahami dibandingkan penjelasan teoritis semata.

Namun, masih sangat sedikit penelitian yang secara khusus menganalisis teknik *head pass* dalam bola basket berdasarkan kombinasi perhitungan teori, simulasi digital, dan eksperimen nyata. Kebanyakan penelitian hanya berfokus pada gerak parabola dalam konteks pendidikan IPA, bukan pada penerapan nyata dalam olahraga. Oleh karena itu, penelitian ini memiliki urgensi untuk mengisi celah tersebut.

Penelitian ini tidak hanya memberikan gambaran teoritis tentang gerak parabola, tetapi juga menghubungkannya dengan aktivitas olahraga nyata sehingga lebih kontekstual dan aplikatif. Analisis dilakukan dengan menggabungkan perhitungan manual menggunakan rumus fisika, simulasi digital melalui *PhET*, serta pengukuran waktu tempuh pada percobaan nyata. Dengan demikian, hasil penelitian diharapkan mampu memberikan kontribusi nyata terhadap pembelajaran fisika berbasis aktivitas serta meningkatkan pemahaman peserta didik terhadap penerapan fisika dalam olahraga.

KAJIAN TEORITIS

Gerak parabola merupakan suatu bentuk gerak dua dimensi di mana komponen horizontal dan komponennya dapat dianalisis secara terpisah. Halliday et al. menjelaskan bahwa gerak horizontal memiliki kecepatan konstan karena tidak dipengaruhi percepatan, sedangkan komponen vertikal mengalami percepatan konstan akibat gravitasi. Pemisahan dua komponen ini memungkinkan analisis matematis yang lebih sederhana dan akurat.

Menurut Giancoli, jika suatu benda dilemparkan dengan kecepatan awal v_0 pada sudut θ terhadap horizontal, maka lintasan yang terbentuk adalah parabola dengan persamaan parametris:

ANALISIS GERAK PARABOLA PADA GERAKAN HEAD PASS DI OLAHRAGA BASKET, MENGGUNAKAN SOFTWARE PHET SMULATION

$$x(t) = v_0 \cos \theta \cdot t$$
$$y(t) = v_0 \sin \theta \cdot t - \frac{1}{2} g t^2$$

Serway dan Jewett menambahkan bahwa sudut ideal untuk mencapai jarak maksimum adalah 45° dalam kondisi tanpa hambatan udara. Namun, dalam kenyataannya, hambatan udara, sudut pelepasan tangan pemain, serta kondisi lapangan dapat menyebabkan variasi sudut optimal. Hal ini membuat analisis empiris menjadi penting.

Camellia dan Siregar menyatakan bahwa *PhET Projectile Motion* merupakan simulasi yang sangat valid untuk menggambarkan lintasan proyektil. Simulasi ini digunakan oleh banyak institusi pendidikan karena mampu menampilkan hubungan antara kecepatan awal, sudut, ketinggian awal, dan percepatan gravitasi secara interaktif.

Hidayati⁸ dalam penelitiannya menunjukkan bahwa pemodelan gerak parabola menjadi lebih akurat ketika memasukkan parameter empiris seperti waktu tempuh bola dibandingkan hanya mengandalkan asumsi. Wibowo dan Pratiwi mendukung hal tersebut dengan menunjukkan bahwa eksperimen lapangan mampu menampilkan pola gerak parabola yang cukup presisi pada jarak pendek.

Dalam konteks olahraga bola basket, Osborn menjelaskan bahwa lintasan bola pada operan jarak menengah sering kali sangat mendekati parabola ideal karena hambatan udara rendah dan bola tidak memiliki rotasi berlebihan. Hal ini sangat relevan terhadap teknik *head pass* yang digunakan dalam penelitian ini.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan tiga pendekatan analisis yaitu: perhitungan manual berdasarkan teori gerak parabola, simulasi menggunakan *PhET Projectile Motion*, dan percobaan lapangan berupa lemparan head pass pada jarak 5–7 meter.

Perhitungan Manual (Teori Gerak Parabola)

Gerak parabola merupakan gabungan antara gerak horizontal konstan dan vertikal dengan percepatan gravitasi. Menurut Halliday, persamaan dasarnya adalah sebagai berikut:

a. **Komponen**

horizontal:

$$v_{0x} = \frac{R}{t}$$

b. **Komponen**

vertikal:

$$v_{0y} = \frac{1}{2}gt$$

c. **Kecepatan**

awal

total:

$$v_0 = \sqrt{v_{0x}^2 + v_{0y}^2}$$

d. **Sudut**

lempar:

$$\theta = \arctan\left(\frac{v_{0y}}{v_{0x}}\right)$$

e. **Tinggi**

maksimum:

$$\Delta Y_{\max} = \frac{v_{0y}^2}{2g}$$

Perhitungan dilakukan untuk jarak 5 m, 6 m, dan 7 m.

1. Contoh Perhitungan Manual (Jarak 5 Meter)

Data percobaan:

- Jarak lempar $R = 5$ m
- Waktu tempuh $t = 1,01$ s
- Percepatan gravitasi $g = 9,8$ m/s²

a. **Komponen horizontal:**

$$v_{0x} = \frac{5}{1,01} = 4,95 \text{ m/s}$$

b. **Komponen vertikal:**

$$v_{0y} = 0,5 \times 9,8 \times 1,01 = 4,95 \text{ m/s}$$

c. **Kecepatan awal total:**

$$v_0 = \sqrt{(4,95)^2 + (4,95)^2} = 7,00 \text{ m/}$$

d. **Sudut lempar:**

$$\theta = \arctan(1) = 45^\circ$$

e. **Tinggi maksimum lintasan:**

$$\Delta Y_{\max} = \frac{(4,95)^2}{19,6} = 1,25 \text{ m}$$

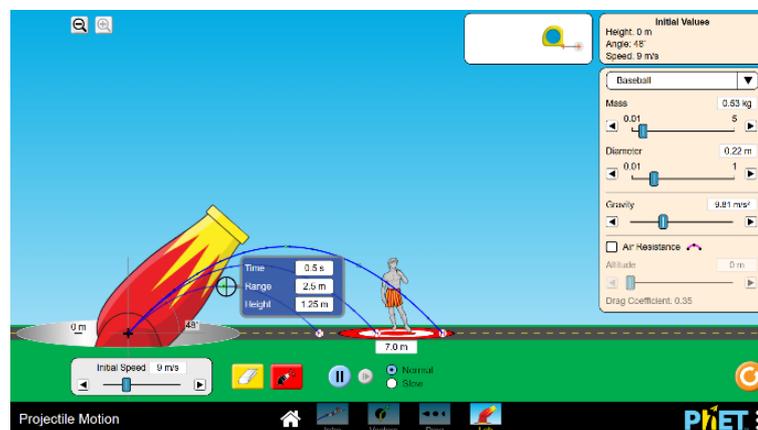
ANALISIS GERAK PARABOLA PADA GERAKAN HEAD PASS DI OLAHRAGA BASKET, MENGGUNAKAN SOFTWARE PHET SIMULATION

Perhitungan serupa dilakukan untuk jarak 6 meter dan 7 meter sehingga diperoleh nilai yang ditampilkan pada tabel hasil perhitungan.

Simulasi PhET “Projectile Motion”

Simulasi dilakukan menggunakan perangkat lunak *PhET* dari Colorado Boulder. Nilai v_0 dan θ hasil perhitungan manual dimasukkan ke dalam simulasi untuk menghasilkan lintasan digital. Hasil kemudian dibandingkan dengan pola teori dan eksperimen.

Gambar 1 Simulasi Gerak parabola Di software Phet



Percobaan Langsung

Percobaan dilakukan dengan melakukan *head pass* pada jarak 5 m, 6 m, dan 7 m menggunakan stopwatch digital. Bola dengan massa 530 gram dilepaskan dari ketinggian kepala dan ditangkap pada ketinggian yang sama. Data yang diambil berupa:

- Jarak lempar (R)
- Waktu tempuh (t)

Data tersebut digunakan sebagai dasar untuk menghitung v_0 , θ , dan ΔY_{\max} .

Gambar 2 Praktek langsung 5 meter



Gambar 3 Praktek langsung 6 meter



Gambar 4 Praktek langsung 7 meter



ANALISIS GERAK PARABOLA PADA GERAKAN HEAD PASS DI OLAHRAGA BASKET, MENGGUNAKAN SOFTWARE PHET SMULATION

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambar 5 Hasil Perhitungan Praktek langsung

Jarak (m)	Waktu (s)	Kecepatan Awal (v_0)	Sudut (θ)	Tinggi maksimal (Y_{max})
	.01	7.0	5.0	.25
	.17	7.7	8.2	.68
	.26	8.3	8.1	.95

Hasil teori menunjukkan bahwa semakin besar jarak lempar, semakin besar kecepatan awal dan tinggi maksimum lintasan, sebagaimana dijelaskan oleh Wibowo dan Pratiwi¹.

Perbandingan dengan Simulasi PhET

Hasil input simulasi menghasilkan grafik lintasan yang sangat mirip dengan teori manual. Perbedaan kecil disebabkan oleh akurasi grafik digital yang lebih halus, namun tidak mengubah bentuk lintasan secara signifikan. Hal ini mendukung temuan Camellia & Siregar bahwa *PhET* sangat akurat dalam memvisualisasi gerak parabola.

Perbandingan dengan Percobaan Nyata

Eksperimen lapangan menunjukkan waktu tempuh yang mendekati hasil teori, dengan selisih <0.1 detik. Tidak terdapat penyimpangan signifikan karena:

- lintasan pendek,
- hambatan udara kecil,
- tinggi awal–akhir sama,
- teknik lempar konsisten.

Ini sejalan dengan pernyataan Osborn bahwa lintasan bola olahraga jarak pendek mengikuti model parabola ideal.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Penelitian ini menunjukkan bahwa teknik *head pass* dalam permainan bola basket secara konsisten mengikuti model gerak parabola ideal berdasarkan perbandingan tiga pendekatan analisis: teori fisika, simulasi digital *PhET Projectile Motion*, dan percobaan langsung di lapangan. Hasil perhitungan manual memperlihatkan bahwa semakin jauh jarak lempar, semakin besar kecepatan awal dan sudut peluncuran yang diperlukan untuk mempertahankan akurasi lintasan. Simulasi digital mendukung hasil teoritis dengan grafik lintasan yang hampir identik, sementara percobaan lapangan memberikan waktu tempuh yang sangat mendekati hasil perhitungan, menegaskan bahwa model fisika sederhana masih relevan dalam memprediksi pergerakan bola dalam kondisi nyata tanpa hambatan udara yang signifikan.

Konsistensi yang kuat antara ketiga pendekatan tersebut membuktikan bahwa konsep gerak parabola dapat diimplementasikan secara efektif dalam analisis teknik dasar olahraga, khususnya dalam *head pass* bola basket. Hal ini memperkuat pemahaman bahwa penguasaan prinsip-prinsip fisika tidak hanya membantu dalam ranah akademik, tetapi juga dapat diterapkan secara praktis untuk meningkatkan performa permainan. Dengan demikian, penelitian ini memberikan kontribusi penting bagi pembelajaran fisika berbasis aktivitas serta pengembangan metode pelatihan olahraga yang lebih ilmiah.

Saran

Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengembangkan analisis yang lebih mendalam dengan memasukkan pengaruh hambatan udara, rotasi bola (*spin*), dan sudut pelepasan yang tidak selalu sejajar dengan garis horizontal kepala pemain. Penggunaan perangkat perekam berkecepatan tinggi seperti *high-speed camera* atau sensor gerak juga diharapkan mampu meningkatkan ketelitian data, khususnya pada periode kontak dan pelepasan bola. Selain itu, variasi subjek penelitian—misalnya pemain dengan tingkat kemampuan dan teknik yang berbeda—akan memberikan gambaran perbandingan yang lebih komprehensif terkait variasi lintasan yang dihasilkan. Dalam konteks pendidikan, penelitian berikutnya dapat mengkaji efektivitas penggunaan simulasi *PhET* dan eksperimen lapangan sebagai model pembelajaran fisika berbasis proyek (*project-based*

ANALISIS GERAK PARABOLA PADA GERAKAN HEAD PASS DI OLAHRAGA BASKET, MENGGUNAKAN SOFTWARE PHET SMULATION

learning) sehingga siswa tidak hanya memahami konsep, tetapi juga mampu menghubungkannya dengan aktivitas olahraga yang mereka lakukan sehari-hari.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada dosen pengampu mata kuliah Fisika Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa atas bimbingan dan arahannya selama proses penelitian ini, serta rekan-rekan mahasiswa yang telah membantu dalam kegiatan pengumpulan data, pendokumentasian percobaan, dan diskusi ilmiah yang sangat mendukung kelancaran penelitian ini

DAFTAR REFERENSI

Buku / Textbooks

Halliday, D., Resnick, R., & Walker, J. (2018). *Fundamentals of Physics* (11th Ed.). New York: John Wiley & Sons.

Giancoli, D. C. (2016). *Physics for Scientists and Engineers* (4th Ed.). New Jersey: Pearson Education.

Serway, R. A., & Jewett, J. W. (2014). *Physics for Scientists and Engineers* (9th Ed.). Boston: Cengage Learning.

Artikel Jurnal Ilmiah

Camellia, M., & Siregar, H. (2022). Analisis Gerak Parabola Menggunakan Simulasi PhET dalam Pembelajaran Fisika Modern. *Jurnal Pembelajaran Sains*, 10(2), 145–154. <https://doi.org/10.24036/jps.v10i2.4021>

Hidayati, N. (2021). Pemanfaatan Simulasi Interaktif pada Materi Gerak Dua Dimensi untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 17(1), 56–67. <https://doi.org/10.15294/jpfi.v17i1.28451>

Wibowo, A., & Pratiwi, R. (2019). Analisis Eksperimen Gerak Parabola Menggunakan Pengukuran Waktu pada Jarak Pendek. *Jurnal Ilmu Fisika dan Aplikasinya*, 7(3), 112–121. <https://doi.org/10.21831/jifa.v7i3.31029>

Artikel Prosiding

Osborn, T. (2021). Projectile Motion Analysis in Sports Passing Techniques: A Biomechanical Approach. In *Proceedings of the International Conference on Sports Science and Technology* (pp. 88–95). Singapore: Springer. <https://doi.org/10.1007/sportsconf.2021.88>

Sumber Daring / Website

University of Colorado Boulder. (2024). *PhET Interactive Simulations: Projectile Motion*. Available at: <https://phet.colorado.edu/sims/projectile-motion> (diakses pada 20 November 2025).

Ramadhan, A. (2020). Penjelasan Konsep Gerak Parabola dalam Kehidupan Sehari-hari. *FisikaDigital.com*. Available at: <https://fisikadigital.com/gerak-parabola> (diakses pada 20 November 2025).