

PERAN MATEMATIKA DALAM PEMIKIRAN DEDUKTIF DAN PEMECAHAN MASALAH FISIKA MELALUI SIMULASI PHET

Arina Himmatul Aliyah Thayyib¹, Ani Nur Aini², Fathina Izmia³
himmaarina@gmail.com¹, anrni1212@gmail.com², fthnizzma02@gmail.com³
Universitas Jember

ABSTRAK

Matematika berfungsi sebagai bahasa fundamental dalam pemikiran deduktif dan pemecahan masalah fisika. Di era digital ini, simulasi PhET (Physics Education Technology) memberikan platform interaktif yang menghubungkan konsep matematika abstrak dengan aplikasi fisika yang nyata. Artikel ini membahas bagaimana penggabungan matematika, pemikiran deduktif, dan simulasi PhET dapat memperkuat kemampuan siswa dalam menyelesaikan masalah fisika. Berdasarkan ulasan dari 10 jurnal lokal di Indonesia, ditemukan bahwa simulasi PhET mendukung penerapan representasi matematika, pengembangan penalaran deduktif, dan peningkatan keterampilan pemecahan masalah melalui pendekatan pembelajaran inovatif seperti inkuiri terbimbing, POE₂WE, dan PBL.

Kata Kunci: Pemikiran Deduktif, Simulasi PhET, Pemecahan Masalah Fisika.

PENDAHULUAN

Fisika, sebagai ilmu alam, tidak terpisahkan dari matematika, yang berperan sebagai alat untuk mendeskripsikan fenomena, merumuskan hukum, dan memprediksi perilaku sistem fisik (Alifiah et al., 2023). Pemikiran deduktif—yang melibatkan penerapan prinsip umum untuk menarik kesimpulan khusus—adalah komponen penting dalam pemecahan masalah fisika. Namun, siswa sering kesulitan dalam menghubungkan konsep matematika dengan konteks fisika (Rahmawati & Malik, 2024). Di tengah kemajuan teknologi, simulasi PhET hadir sebagai solusi inovatif untuk meningkatkan pemahaman konseptual dan kemampuan berpikir kritis (Ridho et al., 2024).

Penelitian lokal menunjukkan bahwa simulasi PhET efektif dalam berbagai topik fisika. Misalnya, Ridho et al. (2024) mengembangkan lembar kerja berbasis PhET dengan model POE₂WE untuk materi momentum dan impuls, di mana siswa menerapkan pemikiran deduktif untuk memverifikasi prediksi melalui rumus matematis. Sula et al. (2020) juga menemukan bahwa PhET membantu siswa dalam menghitung ketinggian maksimum dan jarak terjauh dalam gerakan parabola, yang melibatkan penerapan rumus fisika secara deduktif. Rahmawati & Malik (2024) menggunakan PhET untuk mengkaji hubungan antara ketinggian bidang miring dengan gaya gesek dan kecepatan benda, yang memerlukan penguasaan interpretasi data melalui persamaan matematis.

Peranan matematika dalam berpikir deduktif juga dibahas oleh Alifiah et al. (2023), yang menyatakan bahwa siswa dilatih untuk membangun generalisasi secara induktif dan membuktikannya secara deduktif melalui representasi matematika. Hal ini didukung oleh Hidayat et al. (2019), yang mengemukakan bahwa model pembelajaran berbantuan PhET dapat meningkatkan kemampuan siswa untuk menerapkan konsep dalam situasi baru melalui penalaran deduktif. Doan et al. (2019) bahkan menunjukkan bahwa penerapan strategi berpikir hipotetikal deduktif dengan PhET dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis dalam konteks usaha dan energi.

Peran matematika sebagai pemikiran deduktif dan pemecahan dalam masalah fisika yaitu representasi matematika sebagai alat berpikir deduktif, matematika memberikan representasi yang jelas untuk menjelaskan hukum fisika. Sebagai contoh, dalam simulasi PhET gerak parabola, siswa menggunakan rumus:

$$y = v_0 \sin \theta \frac{1}{2} g t^2 \text{ untuk memprediksi ketinggian benda } v_0 \text{ pada waktu tertentu.}$$

Dengan menerapkan rumus ini pada data yang diambil dari simulasi menjadi bentuk pemikiran deduktif, di mana siswa menggunakan prinsip umum (rumus) untuk menjawab pertanyaan khusus (ketinggian benda).

Prediksi dan Verifikasi Melalui Simulasi PhET. Simulasi PhET memungkinkan siswa untuk memprediksi perilaku sistem fisik menggunakan rumus matematik, kemudian mengonfirmasi prediksi tersebut dengan memodifikasi variabel dalam simulasi. Dalam simulasi rangkaian listrik, siswa bisa menggunakan hukum Ohm $V = IR$ untuk memperkirakan arus yang mengalir, lalu memverifikasi hasilnya dengan mengubah nilai tahanan atau tegangan dalam PhET.

Analisis Data dan Penarikan Kesimpulan. Data yang diambil dari simulasi PhET sering dianalisis menggunakan teknik matematika seperti grafik dan regresi. Dalam simulasi gaya gesek, siswa dapat membuat grafik yang menunjukkan hubungan antara gaya gesek dan gaya normal, kemudian menggunakan analisis regresi untuk menemukan koefisien gesek. Proses ini melatih pemikiran deduktif dalam menginterpretasikan hubungan antar variabel berdasarkan data yang diperoleh.

Selain itu, Rusmini et al. (2024) mengembangkan lembar kerja yang menggabungkan matematika dan fisika melalui model pembelajaran terhubung, dimana PhET digunakan untuk melatih pemikiran deduktif dalam pemecahan masalah. Sapitri et al. (2024) menegaskan bahwa kemampuan penalaran deduktif matematis sangat penting dalam penerapan rumus dan pola dalam simulasi PhET. Thiby (2015) juga menjelaskan tentang pengembangan media animasi seperti PhET yang memanfaatkan matematika sebagai alat deduktif untuk menjelaskan hubungan antara usaha, energi, dan kecepatan. Akhirnya, Nurhaliza & Abidin (2022) menunjukkan bahwa model inkuiri terbimbing dengan PhET dapat meningkatkan pemahaman konsep fisika dan keterampilan pemecahan masalah yang melibatkan pemikiran deduktif matematis.

METODE PENELITIAN

Artikel ini di dapatkan melalui hasil pendekatan dari beberapa pustaka dengan menganalisis isi diktat Mikrajuddin Abdullah dan beberapa jurnal serta artikel yang terkait dengan peran matematika dalam pemikiran deduktif dan pemecahan masalah fisika dan artikel yang fokus pada analisis yang diarahkan pada fungsi, manfaat, dan efektivitas PhET sebagai media pembelajaran.

HASIL DAN PEMBAHSAN

Adapun beberapa contoh penggunaan simulasi PhET dalam pembelajaran fisika dapat di pelajari melalui PhET GERAK PARABOLA. Simulasi PhET "Projectile Motion" memungkinkan siswa untuk mengubah sudut peluncuran dan kecepatan awal, lalu menghitung ketinggian maksimum dan jarak terjauh dengan menggunakan rumus matematis. Siswa dapat membandingkan hasil perhitungan dengan hasil dari simulasi guna

memastikan akurasi pemikiran deduktif mereka. Gerak parabola adalah gabungan dari gerak lurus beraturan (GLB) pada sumbu horizontal (x) dan gerak lurus berubah beraturan (GLBB) pada sumbu vertikal (y). Lintasan gerak ini membentuk parabola. Peran matematika ditunjukkan untuk menjawab pertanyaan khusus dalam PhET. Adapun rumus umum yang sering digunakan Adalah;

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



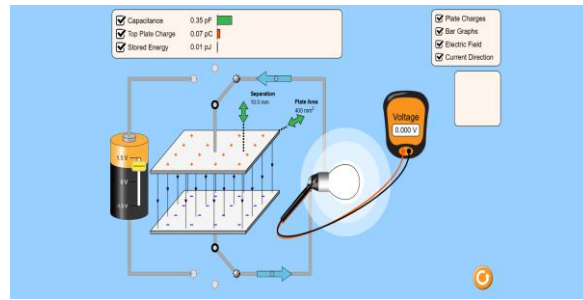
Sebuah bola dilempar dari permukaan tanah dengan kecepatan awal sebesar 22,8 m/s dan sudut elevasi 41,6° terhadap horizontal. Jika percepatan gravitasi di tempat tersebut adalah 10 m/s², tentukan Tinggi maksimum (Hmaks) yang dapat dicapai oleh bola tersebut!

Dapat ditulis persamaan berikut;

$$\begin{aligned} h_{maks} &= \frac{v_0 \sin(\theta))^2}{2g} \\ h_{maks} &= \frac{(22,8^2) \times \sin^2(41,6^\circ)}{2 \times 10} \\ h_{maks} &= \frac{(22,8)^2 \times (0,66)^2}{20} \\ h_{maks} &= \frac{519,84 \times 0,44}{20} \\ h_{maks} &= \frac{228,73}{20} \\ h_{maks} &= 11,44m \end{aligned}$$

Jika dari kasus rumus umum ini menjadi khusus sesuai data yang diperoleh dalam PhET, maka kita mendapat hasil dari $\theta = 41,6^\circ$, $V = 22,8\text{m/s}$, $g = 10 \text{ m/s}$ dan $H_{maks} = 11,44 \text{ m}$.

Simulasi PhET RANGKAIN LISTRIK "Circuit Construction Kit" membantu siswa membangun rangkaian dan menganalisis arus, tegangan, serta tahanan dengan merujuk pada hukum Ohm dan hukum Kirchhoff. Siswa dapat menggunakan pemikiran deduktif untuk memperkirakan arus yang mengalir di tiap cabang rangkaian, kemudian memverifikasi hasilnya menggunakan alat ukur dalam simulasi. Rangkaian listrik adalah suatu sistem yang saling terhubung untuk menghasilkan arus listrik. Rangkaian listrik terdiri dari berbagai komponen, seperti resistor, kapasitor, induktor, sumber daya (seperti baterai atau generator), dan elemen-elemen lainnya. Peran matematika ditunjukkan untuk menjawab pertanyaan khusus dalam PhET. Adapun rumus umum yang sering digunakan Adalah: $V = I \cdot R$



Sebuah kapasitor keping sejajar dihubungkan dengan sumber tegangan DC sebesar 1,5 V.

Tentukan arus total (I_{total}) yang mengalir pada rangkaian saat pertama kali rangkaian dihubungkan!

Dapat di hitung dengan persamaan berikut :

Jawab:

$$I_{\text{total}} = \frac{V}{R_{\text{total}}}$$

$$I_{\text{total}} = \frac{1,5}{10} = 0,15 \text{ Ampere}$$

Jika dari kasus rumus umum ini menjadi khusus sesuai data yang diperoleh dalam PhET, maka kita mendapat hasil dari $V = 1,5$, $R_{\text{Total}} = 10$, dan $I_{\text{total}} = 0,15 \text{ Ampere}$.

Simulasi PhET GAYA GESEK "Forces and Motion: Basics" memungkinkan siswa untuk memahami hubungan antara gaya gesek, gaya normal, dan massa benda. Mereka dapat menggunakan rumus $N = m \cdot g$, $F_s = \mu_s \times N$ dan $F_k = \mu_k \times N$ untuk memperkirakan gaya gesek, kemudian memverifikasi prediksi tersebut dengan memodifikasi variabel dalam simulasi. Gaya gesek adalah gaya yang muncul saat dua permukaan bersentuhan dan saling bergesekan. Ada dua jenis gaya gesek yaitu Gaya Gesek Statis (F_s) yaitu mencegah benda dari mulai bergerak, dan Gaya Gesek Kinetis (F_k) yaitu terjadi saat benda sudah bergerak.

$$N = m \cdot g$$

- m = massa

- g = gravitasi

2. Gaya Gesek Statis

$$F_s = \mu_s \times N$$

- μ_s = koefisien gesek statis (nilai antara 0 - 1)

- N = gaya normal (biasanya sama dengan berat benda jika di permukaan datar)

2. Gaya Gesek Kinetis

$$F_k = \mu_k \times N$$

- μ_k = koefisien gesek kinetis (nilai biasanya lebih kecil dari μ_s)



Sebuah peti bermassa 50 kg dengan seorang anak bermassa 40 kg di atasnya berada di permukaan datar. Jika koefisien gaya gesek kinetis antara peti dan lantai adalah 0,4, berapakah besar gaya gesek yang bekerja pada peti saat bergerak?

Dapat ditulis persamaan berikut :

- Menghitung gaya normal (N)
$$N = m \cdot g$$
$$N = 90 \times 10 = 900 \text{ N.}$$
- Menghitung gaya gesek kinetis (F_k):
$$F_k = \mu k \cdot N$$
$$F_k = 0,4 \times 900$$
$$F_k = 360 \text{ N.}$$

Jika dari kasus rumus umum ini menjadi khusus sesuai data yang diperoleh dalam PhET, maka kita mendapat hasil dari $m = 40 + 50 = 90 \text{ kg}$, $g = 10 \text{ m/s}^2$ $\mu = 0,4$ dan $F_k = 360 \text{ N}$.

KESIMPULAN

Penerapan simulasi PhET dalam pembelajaran menunjukkan efektivitas yang tinggi dalam menghubungkan konsep matematika dengan materi fisika melalui proses berpikir deduktif. Pada topik gerak parabola, rangkaian listrik, dan gaya gesek, siswa tidak sekadar mengingat rumus, tetapi dilatih menggunakannya untuk membuat perkiraan, membuktikan kebenaran, serta menginterpretasikan fenomena fisika yang ditampilkan dalam simulasi interaktif. Kegiatan ini mengembangkan pola pikir yang runtut, kritis, dan logis karena siswa belajar menurunkan kesimpulan berdasarkan hukum dan persamaan umum. Dengan bantuan PhET, pemahaman konsep menjadi lebih kuat, kemampuan menyelesaikan masalah meningkat, dan proses belajar fisika menjadi lebih menarik serta bermakna.

DAFTAR PUSTAKA

- Alifiah, K. Z., Putri, G. A., & Fani, N. H. T. A. (2023). Representasi matematika sebagai sarana berpikir deduktif dan induktif dalam pengembangan fisika. *Jurnal Lingkar Pembelajaran Inovatif (JLPI)*, 4(4), 387.
- Doan, R., Mutmainna, N., et al. (2019). Strategi berpikir hipotetikal deduktif dengan PhET simulations terhadap keterampilan berpikir kritis pada pembelajaran fisika materi usaha dan energi kelas X SMA. *Prosiding Seminar Nasional Fisika dan Aplikasinya (Universitas Sebelas Maret)*, 5(1), 28548.
- Hidayat, R., Hakim, L., & Lia, L. (2019). Pengaruh model guided discovery learning berbantuan media simulation PhET terhadap pemahaman konsep fisika siswa. *Berkala Ilmiah Pendidikan Fisika*, 7(2), 123-132.
- Nurhaliza, S., & Abidin, M. Z. (2022). Pengaruh penerapan model pembelajaran inkuiri terbimbing berbantuan simulasi PhET terhadap pemahaman konsep dan keterampilan pemecahan masalah fisika siswa kelas XI SMA. *Jurnal Pendidikan Sains dan Matematika Indonesia (JPSMI)*, 6(1), 127.
- Rahmawati, D., & Malik, A. (2024). Analisis pengaruh ketinggian lintasan terhadap gaya gesek dan kecepatan benda pada bidang miring menggunakan PhET simulation. *Jurnal Penelitian dan Pembelajaran Fisika Indonesia (JPPFI)*, 6(1), 255.
- Ridho, M. A., Khusaini, K., & No, S. (2024). PhET simulation worksheet for momentum and impulse learning using the POE₂WE model. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi (JPFT)*,

8(2), 8042.

- Rusmini, R., Suyono, S., & Agustini, R. (2024). Validitas lembar kerja mahasiswa berbasis connected learning cycle sebagai upaya peningkatan keterampilan proses sains dan literasi sains. *Jurnal Penelitian Pendidikan Matematika dan Sains (JPMS) Universitas Negeri Surabaya*, 12(2), 11646.
- Sapitri, A., Wati, H. P., & Dewi, S. V. W. (2024). Analisis kemampuan penalaran deduktif matematis siswa berdasarkan aspek gender pada materi barisan aritmatika tingkat dua. *Pedagogy: Jurnal Pendidikan Matematika*, 8(3), 4853.
- Sula, T. A. S. T., et al. (2020). Experiments using based virtual lab PhET simulation in learning physics on parabolic movement materials. *Jurnal Pendidikan Fisika (JPF) Universitas Negeri Medan*, 15(2), 20783.
- Thiby, A. R. (2015). Pengembangan media pembelajaran fisika berbasis animasi flash topik bahasan usaha dan energi. *Jurnal Pendidikan Fisika (Universitas Negeri Medan)*, 10(1), 238.