Radiasi: Jurnal Berkala Pendidikan Fisika
Vol. 18 No. 2 (2025) pp. 45 - 55
http://jurnal.umpwr.ac.id/index.php/radiasi/index
p-ISSN: 2302-6111 e-ISSN: 2549-0826

The Effectiveness of Technology-Based PhET Simulation-Assisted PBL Models to Minimize Misconceptions of Force and Motion Material

[1]Linda Yuni Haryanto, [1]Henry Setya Budhi

[1]Universitas Islan Negeri Sunan Kudus
Jl. Conge Ngembalrejo, Ngembal Rejo, Ngembalrejo, Kec. Bae, Kabupaten Kudus, Jawa Tengah 59322, Indonesia.
|lindayuniharyanto@gmail.com | DOI: https://doi.org/10.37729/radiasi.v18i2.6536 |

Abstract

This study aims to determine the effectiveness of the Problem-Based Learning (PBL) model assisted by PhET simulation in minimizing misconceptions and improving students' conceptual understanding of force and motion material. The study used a quantitative approach with a pre-experimental design in the form of one group pre-test – post-test. The subjects of the study were grade VII students of SMP Negeri 2 Gebog. The instruments used were diagnostic tests based on the Certainty of Response Index (CRI) to identify misconceptions and pre-test and post-test tests to measure conceptual understanding quantitatively. The results showed that there was a decrease in misconceptions by 9 percent after the implementation of learning, as well as an increase in conceptual understanding with an average N-Gain value of 0.422348 or 42.23 percent, which is included in the moderate category. The Moving Man PhET simulation allows students to explore the relationship between motion variables visually and interactively, thereby helping to improve understanding of abstract concepts such as position, velocity, and acceleration. PBL which begins with the use of contextual phenomena successfully builds students' cognitive involvement and encourages critical thinking processes. Based on these results, the PBL model assisted by PhET simulation is considered quite effective as an alternative technology-based learning to overcome misconceptions and strengthen conceptual understanding of motion and force material.

Article Info:
Recieved:
12/06/2025
Revised:
15/09/2025
Accepted:
23/09/2025

Keywords: *Problem based learning, PhET, Simulation, Misconception*

CC BY NC

1. Pendahuluan

Fisika adalah cabang sains yang bersifat abstrak dan sering sulit dipahami oleh peserta didik, terutama dalam materi gerak dan gaya. Materi gerak dan gaya berkaitan erat dengan berbagai fenomena dalam kehidupan sehari-hari, meskipun konsepnya sering kali bersifat abstrak. Hal tersebut menyebabkan siswa sering mengalami miskonsepsi dalam hal konsep gerak dan gaya. Siswa juga membangun pengetahuan dengan pengalaman mereka sendiri, tetapi itu belum tentu benar. Miskonsepsi yang sering terjadi pada sub bab kecepatan, percepatan dan gerak jatuh bebas [1].

Miskonsepsi terdiri dari dua kata, yaitu "mis" yang berarti keliru dan "konsepsi" yang merujuk pada pemahaman seseorang terhadap suatu konsep [2]. Miskonsepsi merupakan pemahaman yang tidak sejalan dengan konsep ilmiah yang diterima secara umum oleh para ahli. Setiap peserta didik dapat mengalami miskonsepsi yang berbeda-beda. Jika peserta didik tidak mengetahui miskonsepsi pada dirinya, maka muncul dan menghambat proses pembentukan pengetahuan [3]**.** Miskonsepsi muncul secara alami dan tidak dapat dihindari, penyampaian data yang tidak jelas dan tidak komprehensif yang diterima oleh peserta didik selama proses belajar diduga menjadi faktor penyebab terjadinya miskonsepsi**.**

Salah satu miskonsepsi yang paling sering terjadi dalam gerak adalah pemahaman yang keliru tentang kecepatan dan kelajuan. Peserta didik beranggapan kecepatan dan kelajuan merupakan hal yang sama. Miskonsepsi pada topik gaya dan gerak merupakan salah satu permasalahan yang paling sering ditemui dalam pembelajaran fisika di sekolah. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa siswa masih banyak yang beranggapan keliru, misalnya bahwa suatu benda akan berhenti bergerak jika tidak ada gaya yang bekerja padanya, atau bahwa gaya aksi–reaksi bekerja pada benda yang sama. Hasil studi terdahulu oleh Ovilia Putri Utami Gumay [3] menunjukkan bahwa 81% siswa SMA masih mengalami miskonsepsi pada percepatan. Penelitian lain oleh Muhammad Nasir [4] menemukan 64,58% bahwa siswa kesulitan membedakan antara percepatan dan kecepatan sehingga menghasilkan pemahaman yang tidak konsisten. Data empiris tersebut menegaskan bahwa miskonsepsi tentang gaya dan gerak merupakan masalah penting yang perlu segera diatasi. Miskonsepsi ini sulit dikoreksi hanya dengan pembelajaran konvensional, diperlukan strategi yang memungkinkan siswa mengeksplorasi konsep secara langsung dan aktif. Salah satu pendekatan yang potensial adalah penerapan *Problem-Based Learning* (PBL) yang dipadukan dengan PhET *Interactive Simulations*, karena keduanya terbukti dapat meningkatkan pemahaman konseptual dan memberi pengalaman belajar yang lebih bermakna.

PhET *Interactive Simulations* merupakan sebuah simulasi berbasis komputer yang dikembangkan oleh University of Colorado Boulder. Pemanfaatan PhET Simulasi sebagai alat simulasi digital dapat menyajikan gambaran yang jelas, berupa interaksi simulasi yang menampilkan berbagai fenomena fisika yang mendasar, hasil dari penelitian, dan dapat diakses tanpa biaya serta mudah digunakan. PhET Simulation merupakan salah satu bentuk pemanfaatan teknologi yang efektif dalam pembelajaran fisika. Media PhET dirancang dengan sistem yang memungkinkan pelajar melakukan aktivitas interaktif dalam mengeksplorasi dan mengamati secara langsung berbagai fenomena fisika, sehingga mereka dapat menemukan serta memahami konsep-konsep pembelajaran. Ilustrasi nyata dalam bentuk simulasi interaktif berdasarkan berbagai fenomena fisik [5]. PhET Simulation dirancang untuk membantu peserta didik memahami konsep-konsep dasar dalam gerak, seperti kecepatan, kelajuan, percepatan, jarak, dan perpindahan, melalui visualisasi interaktif. Simulasi ini menyajikan model gerak lurus beraturan (GLB), gerak lurus berubah beraturan (GLBB), dan gerak vertikal dalam bentuk animasi yang memudahkan pengamatan terhadap perubahan posisi terhadap waktu [6]. Dengan fitur grafik, vektor, dan kontrol variabel, peserta didik dapat mengeksplorasi hubungan antara waktu, kecepatan, dan jarak secara lebih konkret, tanpa terhambat oleh keterbatasan alat dan risiko eksperimen langsung.

Beberapa miskonsepsi umum seperti anggapan bahwa kelajuan selalu sama dengan kecepatan, atau bahwa benda yang bergerak vertikal selalu membutuhkan gaya konstan, dapat dikoreksi melalui penggunaan simulasi ini. Walaupun representasi visualnya masih terbatas pada tampilan animasi dan grafik sederhana, PhET Simulation tetap efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep gerak. Media ini dapat meningkatkan motivasi belajar dan kemampuan pemecahan masalah siswa [7]. Oleh karena itu, PhET Simulation dapat dijadikan sebagai solusi pembelajaran fisika berbasis teknologi yang menarik, aman, dan bermakna. Efektivitas ini akan lebih maksimal apabila simulasi digunakan dalam pendekatan pembelajaran eksploratif, seperti *Problem-Based Learning*, yang mendorong peserta didik berpikir kritis dan menyusun kesimpulan berdasarkan pengamatan dan pemecahan masalah kontekstual.

Problem Based Learning merupakan pendekatan pembelajaran yang menggunakan permasalahan nyata sebagai konteks bagi peserta didik untuk mengembangkan kemampuan berpikir kritis dan keterampilan dalam memecahkan masalah, sekaligus memperoleh pemahaman terhadap konsep dan pengetahuan penting. Dalam pembelajaran berbasis masalah, peserta didik dihadapkan pada situasi autentik yang mendorong mereka membangun pengetahuan sendiri, meningkatkan kemampuan penyelidikan, berpikir tingkat tinggi, serta menumbuhkan kemandirian dan kepercayaan diri.

PBL menitikberatkan pada penyajian suatu masalah (baik nyata maupun simulatif) yang harus dianalisis dan dipecahkan oleh siswa melalui proses penelitian dan eksplorasi berdasarkan teori, konsep, dan prinsip dari berbagai bidang ilmu. Dalam proses ini, masalah menjadi titik awal sekaligus arah dalam pembelajaran, sedangkan guru bertindak sebagai pembimbing dan fasilitator [8]. Model *Problem-Based Learning* memiliki potensi besar untuk membantu siswa memperbaiki miskonsepsi yang mereka miliki. PBL menekankan pada pemecahan masalah nyata yang mendorong siswa untuk aktif membangun pengetahuan melalui diskusi, eksplorasi, dan refleksi. Melalui proses ini, siswa didorong untuk menguji kembali konsepsi awal mereka dan membandingkannya dengan konsep ilmiah. Diskusi kelompok dalam PBL memungkinkan siswa menemukan ketidaksesuaian antara pemahaman intuitif dengan fakta ilmiah, sehingga terjadi proses rekonstruksi konsep. Dengan demikian, PBL tidak hanya meningkatkan keterlibatan belajar, tetapi juga efektif dalam mengurangi miskonsepsi dan memperkuat pemahaman konseptual siswa .

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui efektivitas penerapan model *Problem-Based Learning* yang dipadukan dengan simulasi PhET dalam pembelajaran materi gaya dan gerak. Secara khusus, penelitian ini bertujuan untuk mengurangi miskonsepsi yang dialami peserta didik serta meningkatkan pemahaman konseptual mereka terhadap konsep-konsep gerak yang bersifat abstrak, seperti posisi, kecepatan, dan percepatan. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk mengevaluasi peran simulasi interaktif PhET "*The Moving Man*" dalam membantu siswa membangun representasi mental yang lebih tepat, serta menilai bagaimana pendekatan PBL berbasis masalah kontekstual dapat mendorong keterlibatan kognitif dan kemampuan berpikir kritis siswa selama proses pembelajaran.

Berbagai penelitian terdahulu telah memanfaatkan PhET *Interactive Simulations* dalam pembelajaran fisika dan melaporkan hasil positif, khususnya dalam meningkatkan pemahaman konseptual siswa [9]. Penelitian lain juga menunjukkan efektivitas *Problem-Based Learning* dalam mendorong keterlibatan siswa dan kemampuan berpikir kritis [18]. Namun demikian, sebagian besar penelitian tersebut lebih menitikberatkan pada peningkatan hasil belajar secara umum, bukan secara spesifik pada upaya mereduksi miskonsepsi siswa pada materi gaya dan gerak. Di sisi lain, kajian yang mengombinasikan model PBL dengan simulasi PhET untuk menargetkan miskonsepsi secara langsung masih relatif jarang dilakukan, khususnya di tingkat SMP di Indonesia. Oleh karena itu, penelitian ini memiliki kebaruan (*novelty*) dengan menekankan pada efektivitas model PBL berbantuan PhET dalam meminimalkan miskonsepsi siswa pada topik gaya dan gerak. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi teoretis maupun praktis terhadap strategi pembelajaran IPA di sekolah.

2. Metode

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kuantitatif dengan menggunakan desains pra-eksperimen (*pre-experimental design*) berupa *one group pres-test – post-test design*. Pendekatan kuantitatif diterapkan untuk membuktikan atau mengonfirmasi dengan memanfaatkan angka dalam analisis statistik untuk menyelesaikan masalah yang ada pada penelitian. Beragam jenis data, termasuk statistik, proporsi, dan fitur-fitur sejenis, memiliki peran krusial dalam mendukung proses penelitian yang berlangsung [9]. Penelitian dengan desain pre-experimental adalah tipe penelitian yang hanya melibatkan satu kelompok eksperimen tanpa adanya kelompok kontrol, bertujuan untuk mengamati dampak dari suatu perlakuan terhadap subjek yang diteliti [10]. Pengambilan data pada desain ini dengan terdapat satu kelompok yang menjalani *pre-test* terlebih dahulu kemudian menerima intervensi dan diakhiri dengan *post-test*.

Penelitian ini melibatkan siswa kelas VII SMP Negeri 2 Gebog pada tahun ajaran 2024/2025 sebagai subjek. Pemilihan kelas dilakukan menggunakan teknik *purposive sampling*, yaitu metode pengambilan sampel berdasarkan pertimbangan tertentu, dalam hal ini mempertimbangkan kesiapan guru. Data dikumpulkan melalui instrumen penelitian berupa tes diagnostik pilihan ganda yang menggunakan pendekatan *Certainty of Response Index* (CRI) sebagai teknik untuk menganalisis tingkat keyakinan peserta didik terhadap jawaban siswa. Tes diagnostik CRI adalah pendekatan yang efisien untuk mengidentifikasi pemahaman konsep dan menemukan miskonsepsi di kalangan siswa [11]. Setiap pertanyaan terdiri dari jawaban pilihan ganda dengan satu pilihan yang benar dan beberapa opsi yang menyesatkan. Setelah menjawab, siswa diminta untuk menilai seberapa yakin mereka terhadap jawaban yang diberikan pada skala tertentu, misalnya dari 0 (tidak yakin) sampai 5 (sangat yakin). Metode ini memungkinkan deteksi miskonsepsi secara lebih tepat dibandingkan dengan tes pilihan ganda konvesional [12]. Adapun kriteria dapat disajikan pada Tabel 1 [13]; adapun kriteria untuk analisis CRI berdasarkan jawaban yang ada dapat disajikan pada Tabel 2 [14].

Tabel 1. CRI dan Kriterianya

CRI	Kriteria
0	jawaban menebak
1	jawaban hampir menebak
2	jawaban tidak yakin
3	jawaban yakin
4	jawaban hampir benar
5	jawaban benar

Tabel 2. Analisis CRI Berdasarkan Kriteria Jawaban

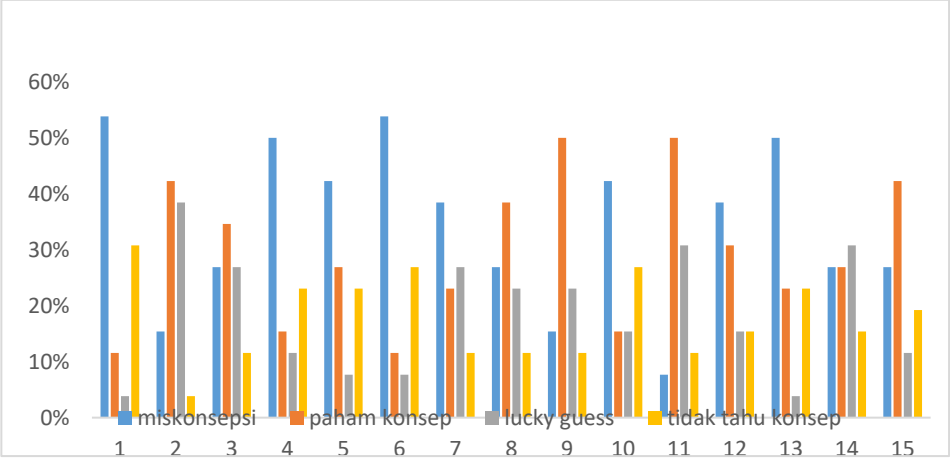
Kriteria Jawaban	CRI Rendah (<2,5)	CRI tinggi (>2,5)
Jawaban benar	Jawaban benar tapi CRI rendah (tidak tahu konsep)	Jawaban benar dan CRI tinggi (paham juga)
Jawaban salah	Jawaban salah dan CRI rendah (tidak tahu konsep)	Jawaban salah tapi CRI tinggi (miskonsepsi)

Untuk mengukur efektivitas penggunaan Laboratorium Virtual PhET dalam meningkatkan pemahaman konsep dan mengurangi miskonsepsi siswa, digunakan analisis *N-Gain*. Analisis ini memberikan gambaran tentang seberapa besar peningkatan yang terjadi setelah peserta didik mengikuti pembelajaran. Dalam penelitian ini, efektivitas pembelajaran dinilai berdasarkan kategori *N-Gain*, yaitu rendah ($g < 0,3$), sedang ($0,3 \leq g < 0,7$), dan tinggi ($g \geq 0,7$) . Metode ini cocok digunakan dalam desain pretest-posttest dengan subjek yang sama sebelum dan sesudah perlakuan diberikan [15].

3. Hasil dan Pembahasan

Soal dengan pendekatan *Certainty of Response Index* (CRI) merupakan instrumen tes diagnostik yang tidak hanya menilai jawaban siswa berdasarkan benar atau salah, tetapi juga mempertimbangkan tingkat keyakinan siswa terhadap jawaban yang mereka pilih. Tes diagnostik dengan CRI ini bertujuan untuk mengidentifikasi sejauh mana siswa mengalami miskonsepsi sebelum mengikuti pembelajaran yang didukung oleh simulasi PhET, sebagaimana ditampilkan pada Gambar 1. Dari hasil analisis, diketahui bahwa siswa menunjukkan miskonsepsi pada hampir seluruh konsep yang diuji.

Rata-rata, sebanyak 34% siswa terdeteksi mengalami miskonsepsi, ditandai dengan tingkat keyakinan yang tinggi terhadap jawaban yang salah. Temuan ini mengindikasikan bahwa sebagian siswa memiliki pemahaman yang tidak tepat namun merasa sangat yakin dengan jawabannya. Di sisi lain, hanya sekitar 29% siswa yang menunjukkan pemahaman konseptual yang benar, yaitu memberikan jawaban yang benar disertai dengan tingkat keyakinan yang tinggi. Sisanya menunjukkan ketidaktahuan atau keraguan, baik karena menjawab benar namun tidak yakin, maupun menjawab salah dengan keyakinan rendah. Temuan ini menegaskan bahwa miskonsepsi masih menjadi permasalahan yang cukup serius dan perlu ditangani dengan pendekatan pembelajaran yang lebih interaktif dan konseptual, seperti penggunaan simulasi PhET yang dapat memfasilitasi pemahaman melalui visualisasi dan eksperimen virtual.



Gambar 1. Tes Diagnostik (*Pre-Test*)

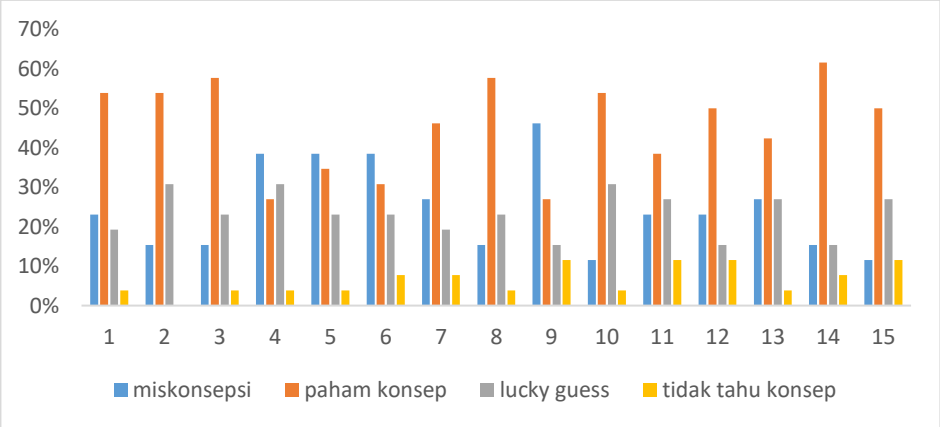
Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pembelajaran dengan model PBL berbantuan PhET mampu meminimalkan miskonsepsi siswa pada topik gaya dan gerak, ditunjukkan dengan adanya penurunan persentase miskonsepsi dari *pre-test* ke *post-test*. Temuan ini sejalan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh [15] yang melaporkan bahwa penggunaan simulasi interaktif dapat membantu siswa merevisi konsepsi alternatif mereka melalui visualisasi fenomena yang abstrak. Selain itu, penelitian oleh Ikhsan [18] juga menemukan bahwa integrasi PBL dengan media digital mampu meningkatkan keterlibatan kognitif siswa sehingga miskonsepsi dapat ditekan secara signifikan.

Tabel 3. Miskonsepsi Materi Gerak dan Gaya

No	Subpokok Bahasan	Indikator
1	Posisi, jarak dan perpindahan	• Membedakan jarak dan perpindahan
2	Kecepatan, kelajuan dan percepatan	• Membedakan kelajuan dan kecepatan • Membedakan kecepatan dan kelajuan rata-rata • Menetukan alat ukur kelajuan • Menetukan percepatan
3	Gerak lurus beraturan (GLB)	• Menetukan GLB berdasarkan soal cerita • Membaca garfik
4	Gerak lurus berubah beraturan (GLBB)	• Membaca grafik • Menentukan contoh GLBB dalam kehidupan sehari-hari • Menetukan GLB berdasarkan soal cerita
5	Gerak vertikal	• Komponen gerak jatuh bebas

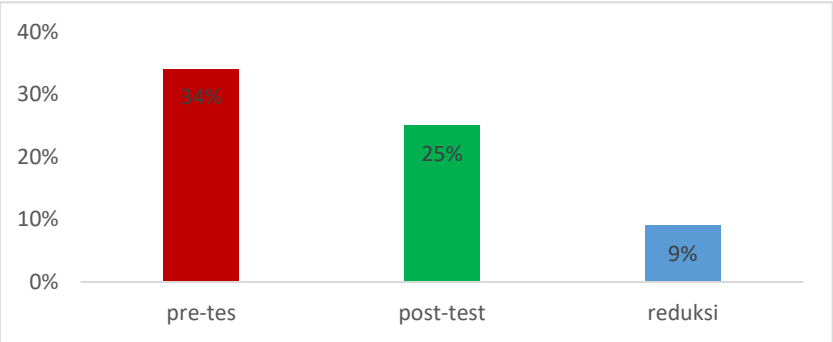
Dengan demikian, kombinasi PBL dan PhET tidak hanya mendorong siswa untuk aktif mencari solusi terhadap masalah kontekstual, tetapi juga memberikan representasi visual–dinamis yang membantu mereka membangun kembali pemahaman konseptual yang lebih ilmiah. Hal ini memperkuat argumentasi bahwa strategi pembelajaran yang berpusat pada siswa dengan dukungan media interaktif sangat efektif untuk mengatasi miskonsepsi yang sulit diubah melalui pembelajaran konvensional. Konsep yang sering mengalami miskonsepsi pada materi gerak dan gaya dapat ditunjukkan pada Tabel 3.

Gambar 2 pemahaman konsep para siswa menunjukkan adanya perubahan setelah pembelajaran dengan menggunakan simulasi PhET. Terjadi pengurangan jumlah siswa yang mengalami salah pengertian pada setiap konsep yang diuji. Rata-rata siswa yang mengalami miskonsepsi menurun hingga 25%, jika dibandingkan dengan situasi sebelum proses belajar. Sementara itu, rata-rata siswa yang memiliki pemahaman yang benar tentang konsep tersebut meningkat secara signifikan menjadi 45%. Ini membuktikan bahwa penerapan simulasi PhET bisa memberikan kontribusi yang positif dalam meningkatkan pemahaman konseptual siswa. Pengurangan salah pengertian ini terlihat jelas dari penurunan persentase siswa yang memiliki keyakinan tinggi terhadap jawaban yang salah yang menjadi indikator utama adanya salah pengertian yang sebelumnya teridentifikasi melalui alat ukur soal CRI. Dengan demikian, pembelajaran yang dibantu dengan simulasi PhET tidak hanya memfasilitasi siswa dalam memahami konsep lebih baik.

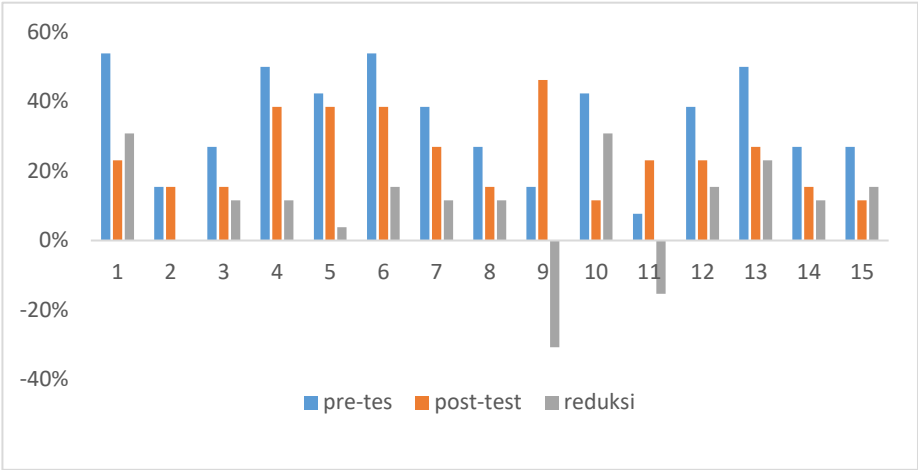


Gambar 2. Tes Diagnostik (*Post-Tes*)

Gambar 3 tampak bahwa pembelajaran dengan simulasi PhET terbukti mengurangi rata-rata persentase siswa yang memiliki salah pemahaman sebesar 9 %. Penurunan ini menunjukkan bahwa pendekatan yang berbasis visual dan interaktif seperti PhET memiliki potensi besar dalam memperbaiki pemahaman siswa, khususnya pada materi yang sering menimbulkan kesalahpahaman.

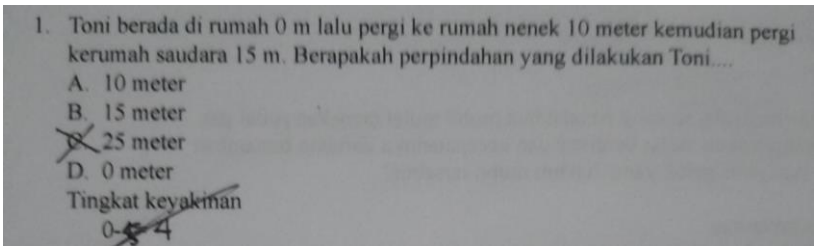


Gambar 3. Reduksi Miskosepsi



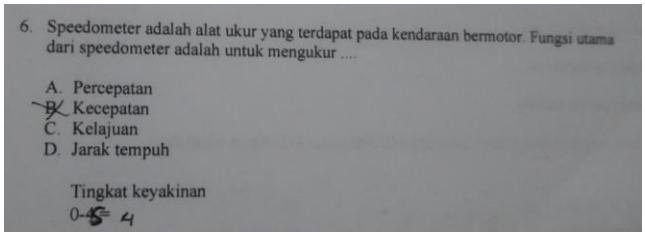
Gambar 4. Penurunan Setiap Siswa

Gambar 4 menunjukkan adanya reduksi yang diperoleh dari hasil dari pembelajaran menggunakan model PBL dengan simulasi PhET. Miskonsepsi tertinggi terdapat pada nomer 1 dan 6, siswa mengalami miskonsepsi sebanyak 54% setelah diberi perlakuan dengan PBL menggunakan phet menjadi 23% dan nomer 6 turun menjadi 38%. Siswa mengalami miskonsepsi pada nomer 1 yaitu tidak dapat membedakan antara jarak dan perpindahan didalam soal ini mengandung soal cerita dan perhitungan mengenai perpindahan (Gambar 5). Jarak merupakan besaran skalar yang hanya memperhitungkan panjang lintasan yang ditempuh tanpa memedulikan arah. Sementara itu, perpindahan merupakan besaran vektor yang mempertimbangkan perubahan posisi dari titik awal ke titik akhir dengan memperhatikan arah gerak. Kesalahan ini biasanya muncul ketika siswa menghadapi soal dengan konteks gerak bolak-balik atau berpola, di mana arah sangat memengaruhi hasil pengukuran. Pemahaman yang keliru terhadap konsep ini berdampak langsung pada kesalahan dalam menyelesaikan soal dan pengambilan kesimpulan. Perpindahan dapat diukur dengan memperhatikan posisi awal dan posisi akhir benda [16]. $\Delta x = x_{akhir} - x_{awal}$, = 15 – 0 = 15 meter.



Gambar 5. Soal Nomor 1

Soal nomor 6 (Gambar 6) menunjukkan miskonsepsi siswa pada bahasan kecepatan, kelajuan dan percepatan. Sebagian besar siswa yang mengalami miskonsepsi memiliki anggapan keliru bahwa *speedometer* merupakan alat untuk mengukur kecepatan. Pandangan ini mencerminkan kesalahpahaman mendasar dalam membedakan antara kecepatan (*velocity*) dan kelajuan (*speed*). Dalam konsep fisika yang sebenarnya *speedometer*, yaitu alat ukur yang digunakan untuk mengukur kelajuan kendaraan secara instan, tanpa memperhatikan arah gerak kendaraan. Dengan kata lain, *speedometer* menunjukkan seberapa cepat kendaraan melaju, namun tidak memberikan informasi terkait perubahan posisi atau arah, yang menjadi bagian penting dari konsep kecepatan. Miskonsepsi ini menunjukkan bahwa siswa belum memahami perbedaan antara kelajuan sebagai besaran skalar dan kecepatan sebagai besaran vektor, yang tidak hanya mencakup besarannya tetapi juga arah geraknya.


6. Speedometer adalah alat ukur yang terdapat pada kendaraan bermotor. Fungsi utama dari speedometer adalah untuk mengukur ....

A. Percepatan
B. Kecepatan
C. Kelajuan
D. Jarak tempuh

Tingkat keyakinan
0-4 5 4

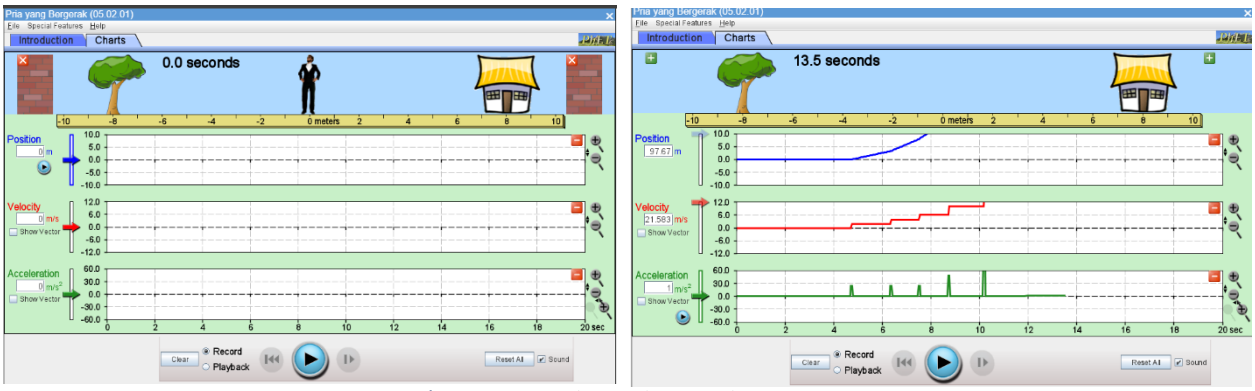
Gambar 6. Soal Nomor 6

Hal ini sering kali terjadi karena dalam kehidupan sehari-hari, istilah kecepatan dan kelajuan digunakan secara bergantian tanpa penjelasan yang tepat [17].

Model *Problem-Based Learning* dirancang untuk mengembangkan keterampilan berpikir kritis, kolaboratif, dan pemahaman konseptual siswa melalui penyelesaian masalah nyata [18]. Dalam konteks pembelajaran IPA, khususnya materi gaya dan gerak, penerapan PBL menjadi lebih optimal ketika didukung dengan simulasi interaktif seperti *The Moving Man* dari PhET *interactive simulations*. Simulasi *The Moving Man* memungkinkan siswa mengamati hubungan antara posisi, kecepatan, dan percepatan dalam bentuk grafik terhadap waktu secara dinamis, sehingga mendukung proses pemaknaan konsep yang lebih mendalam dengan memanipulasi variabel-variabel gerak dan menganalisis hasilnya, siswa dapat melakukan penyelidikan ilmiah secara virtual dan memperoleh pengalaman belajar berbasis bukti [19].

Tahap awal pembelajaran dimulai dengan orientasi masalah yang disusun melalui pemanfaatan fenomena sehari-hari, tubuh yang terdorong ke depan saat kendaraan berhenti mendadak. Fenomena ini dipilih untuk memicu rasa ingin tahu siswa dan mendorong mereka menyusun pertanyaan serta hipotesis awal secara mandiri. Permasalahan kontekstual seperti ini efektif membangun keterlibatan kognitif [20]. Pengorganisasian siswa dilakukan melalui pembentukan kelompok heterogen. Peneliti menyediakan simulasi *The Moving Man – PhET* sebagai media eksplorasi (Gambar 7). Siswa diberikan lembar panduan eksplorasi yang mengarahkan mereka untuk mengatur variabel posisi, kecepatan, dan percepatan. Peneliti memastikan bahwa siswa memahami mekanisme kerja simulasi sebelum melanjutkan ke tahap investigasi. Penggunaan simulasi berbasis teknologi terbukti mendukung pemahaman konseptual siswa, terutama dalam membantu mereka merepresentasikan fenomena gerak secara visual.

Penyelidikan konsep dilakukan secara mandiri oleh siswa dalam kelompok, dengan bimbingan dari peneliti untuk menjaga arah penyelidikan tetap sesuai tujuan pembelajaran. Siswa mencatat pola grafik berdasarkan skenario gerak yang mereka atur, lalu membandingkan hasilnya dengan konsep teoritis. Temuan menunjukkan bahwa sebagian siswa masih mengalami miskonsepsi, misalnya menganggap percepatan konstan berarti kecepatan tidak berubah.



Gambar 7. Simulasi PhET The Moving Man

Kegagalan dalam menafsirkan grafik ini menandakan perlunya penguatan dalam tahap pembimbingan dan refleksi. Penyusunan dan penyajian hasil dilakukan dalam bentuk laporan kelompok yang mencakup grafik, analisis, dan kesimpulan sementara. Setiap kelompok mempresentasikan temuan mereka kepada kelas dan terlibat dalam diskusi terbuka untuk membandingkan hasil pengamatan. Peneliti memfasilitasi klarifikasi konsep serta mengidentifikasi miskonsepsi yang muncul selama diskusi berlangsung. Diskusi klasikal ini berfungsi sebagai ruang untuk membangun pemahaman bersama dan memperkuat argumentasi ilmiah siswa. Evaluasi proses pemecahan masalah dilaksanakan melalui refleksi bersama. Tahap refleksi ini penting untuk membantu siswa merevisi pemahamannya dan menyadari kekeliruan berpikir mereka.

Penilaian efektivitas pembelajaran berbasis simulasi PhET dilakukan melalui analisis perbandingan antara skor pretest dan posttest siswa menggunakan rumus *Normalized Gain* (*N-Gain*). Rumus ini digunakan untuk mengukur peningkatan hasil belajar dengan membandingkan skor aktual siswa setelah pembelajaran dengan skor maksimum yang dapat dicapai. Hasil pengolahan data menunjukkan bahwa nilai rata-rata *N-Gain* yang diperoleh adalah 0,422348 atau 42,23%. Berdasarkan interpretasi Hake (1999), nilai tersebut termasuk dalam kategori sedang ($0{,}3 \leq g < 0{,}7$), yang menunjukkan bahwa terjadi peningkatan pemahaman konsep yang cukup signifikan setelah siswa mengikuti pembelajaran menggunakan simulasi PhET. Kategori sedang pada hasil ini mengindikasikan bahwa pendekatan pembelajaran yang diterapkan cukup efektif dalam membangun pemahaman siswa terhadap konsep gerak, khususnya dalam konteks membaca dan menafsirkan grafik posisi, kecepatan, dan percepatan. Nilai efektivitas yang belum maksimal ini mengisyaratkan bahwa masih terdapat ruang perbaikan. Beberapa faktor yang mungkin memengaruhi pencapaian ini antara lain keterbatasan waktu eksplorasi, kurangnya keterampilan awal siswa dalam menafsirkan grafik gerak, serta ketidakterbiasaan siswa dalam memanfaatkan media simulasi interaktif sebagai bagian dari proses belajar.

4. Kesimpulan

Pembelajaran dengan menerapkan model Problem-Based Learning (PBL) yang dipadukan dengan simulasi PhET terbukti berperan positif dalam mengurangi tingkat miskonsepsi serta meningkatkan pemahaman konsep peserta didik pada materi gaya dan gerak. Berdasarkan hasil tes diagnostik menggunakan instrumen *Certainty of Response Index* (CRI), terjadi penurunan rata-rata miskonsepsi siswa sebesar 9% setelah mengikuti pembelajaran. Selain itu, hasil analisis *N-Gain* menunjukkan adanya peningkatan pemahaman konsep dengan nilai rata-rata sebesar 0,422348 (42,23%), yang diklasifikasikan dalam kategori sedang menurut kriteria Hake, namun tergolong kurang efektif jika dilihat dari presentase efektivitas pembelajarannya. Pemanfaatan simulasi PhET, khususnya "*The Moving Man*", memberikan peluang bagi siswa untuk secara visual dan interaktif mengeksplorasi hubungan antara posisi, kecepatan, dan percepatan. Hal ini membantu siswa dalam membentuk representasi mental yang lebih tepat terhadap konsep-konsep gerak yang abstrak.

Temuan penelitian juga menunjukkan bahwa pendekatan kontekstual berbasis masalah yang dimulai dari fenomena sehari-hari mampu membangkitkan rasa ingin tahu siswa, meningkatkan keterlibatan kognitif, dan mendorong pembentukan hipotesis serta refleksi konseptual. Dengan demikian, pembelajaran berbasis PBL berbantuan simulasi PhET layak dijadikan alternatif strategis dalam pembelajaran IPA untuk mengatasi miskonsepsi, terutama pada materi yang bersifat konseptual dan memerlukan pemahaman representasi visual. Ke depan, efektivitas pendekatan ini dapat ditingkatkan melalui penguatan pendampingan guru, alokasi waktu yang memadai, serta pengembangan instrumen evaluasi yang lebih komprehensif.

Daftar Pustaka

[1] W. Rusli, A. Haris, dan A. Yani, "Studi Miskonsepsi Peserta Didik Kelas IX SMP Negeri 1 Makasar pada Pokok Bahasan Gerak dan Gaya," *J. Sains Dan Pendidik. Fis.*, vol. 12, hlm. 193, Agustus 2016.

[2] Budhi Henry Setya, "Model Pembelajaran Berbasis Pengalaman Miskonsepsi Siswa pada Materi Cahaya," *Thabiea J. Nat. Sci. Teach.*, vol. 01, hlm. 125–129, 2018.

[3] Mukhlisa Nurul, "Miskonsepsi Pada Peserta Didik," *SPEED J. J. Spec. Educ.*, vol. 4, no. 2, hlm. 66–76, Jan 2021, doi: 10.31537/speed.v4i2.403.

[4] M. Nasir, "Identifikasi Miskonsepsi Siswa dalam Pembelajaran Fisika pada Materi Kinematika Gerak Lurus di SMA Negeri 4 Wira Bangsa," *Univ. Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh*, Oktober 2019.

[5] O. P. U. Gumay, "Analisis Miskonsepsi Siswa Kelas X pada Materi Gerak," *SILAMPARI J. Pendidik. ILMU Fis.*, vol. 3, no. 1, hlm. 58–69, Jun 2021, doi: 10.31540/sjpif.v3i1.1239.

[6] Pujiningsih Ade Lia Muliawati, Gunawan Agus, dan Adi Yogi Kuncoro, "Pengaruh Penggunaan Model Discovery Learning Berbantuan Phet Simulations Terhadap Hasil Belajar Siswa," *JMIE J. Madrasah Ibtidaiyah Educ.*, vol. 6, no. 1, hlm. 1, Jul 2022, doi: 10.32934/jmie.v6i1.311.

[7] N. Muflihah, F. Ayu, Minto, dan Sumarsono, "Pelatihan praktikum Virtual Fisika Menggunakan Media Simulasi Phet," *Abidumasy*, vol. 04, Oktober 2023.

[8] A. Susilawati, Y. Yusrizal, A. Halim, M. Syukri, I. Khaldun, dan S. Susanna, "Effect of Using Physics Education Technology (PhET) Simulation Media to Enhance Students' Motivation and Problem-Solving Skills in Learning Physics," *J. Penelit. Pendidik. IPA*, vol. 8, no. 3, hlm. 1157–1167, Jul 2022, doi: 10.29303/jppipa.v8i3.1571.

[9] Mayasari Annisa dan Arifudin Opan, "Implementasi Model Problem Based Leraning (PBL) Dalam Meningkatkan Keaktifan Pembelajaran," *J. Tahsinia*, vol. 3, no. 2, hlm. 167–175, Okt 2022, doi: 10.57171/jt.v3i2.335.

[10] Sitohang Hotmaulina, *Metode Penelitian Kuantitatif*. Jakarta: UKI Press, 2023.

[11] Halim Desty Vitrya, Sitompul Stepanus Sahala, Firdaus, dan Aminullah Lanang Maulana, "Penerapan Model Problem Based Learning dengan Pembelajaran Berdiferensiasi untuk Remediasi Miskonsepsi Materi Listrik Arus Searah di SMA," *Unnes Phys. Educ. J.*, vol. 13, hlm. 328, 2024.

[12] S. Firmasari dan T. Nopriana, "The certainty of Response Index (CRI) and scale of honesty to identify student misconceptions," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1511, no. 1, hlm. 012114, Apr 2020, doi: 10.1088/1742-6596/1511/1/012114.

[13] R. A. Fikri, H. Suwono, dan H. Susilo, "Online three-tier diagnostic test to identify misconception about virus and COVID-19," *JPBI J. Pendidik. Biol. Indones.*, vol. 8, no. 2, hlm. 129–141, Jul 2022, doi: 10.22219/jpbi.v8i2.18895.

[14] N. L. Arruum dan A. Desstya, "Identifikasi Miskonsepsi Siswa pada Materi Gaya dan Gerak Menggunakan Certainty of Respons Index (CRI) di Sekolah Dasar," *Cetta J. Ilmu Pendidik.*, vol. 7, no. 2, hlm. 34–48, Apr 2024, doi: 10.37329/cetta.v7i2.3193.

[15] G. Resbiantoro dan A. W. Nugraha, "Miskonsepsi Mahasiswa pada Konsep Dasar Gaya dan Gerak Untuk Sekolah Dasar," *J. Pendidik. Sains JPS*, vol. 5, no. 2, 2017.

[16] Moh. I. Sukarelawa, T. K. Indratno, dan S. M. Ayu, *N-Gain vs Stacking Analisis Perubahan Abilitas Peserta Didik dalam Desain One Group Pretest-Posttest*. Yogyakarta, 2024.

[17] S. Nahria Hasan dan E. Fitria, "Identifikasi Miskonsepsi Siswa SMA Pada Materi Kinematika Gerak Lurus," Des 2021, doi: 10.5281/ZENODO.5730948.

[18] M. Ikhsan, R. Buhera, P. A. S, L. H. Abiabdillah, S. Nurohman, dan I. F. Natadiwijaya, "STEM-PBL Based Learning: Digital Student Worksheet Simulation aided by PhET to Improve Students' Critical Thinking Skills in Science Learning," *J. Educ. Teach. JET*, vol. 6, 2025.

[19] O. D. Pranata, "Peer Instruction and PhET Simulations: Strengthening Students' Understanding of Motion," *Proc. 3rd Int. Conf. Phys. Phys. Educ. ICONPHYEDU*, Oktober 2024.
[20] M. I. Zakaria, S. M. Maat, dan F. Khalid, "A Systematic Review of Problem Based Learning in Education*," *Creat. Educ.*, vol. 10, no. 12, hlm. 2671–2688, 2019, doi: 10.4236/ce.2019.1012194.