

Model Problem Based Learning Terintegrasi STEAM Berbantuan Simulasi PhET untuk Meningkatkan Minat Belajar Murid pada Pembelajaran Fisika Materi Pemanasan Global

Nisa Rahma Hidayati ^{1*}, Amelia Sherina Widya Permata ², Budi Jatmiko ³

^{1, 2, 3} Universitas Negeri Surabaya, Indonesia

* nisa.22077@mhs.unesa.ac.id

Abstrak

Rendahnya minat belajar murid pada materi pemanasan global menjadi tantangan dalam pembelajaran fisika karena berdampak pada rendahnya keterlibatan, motivasi, dan pemahaman konsep yang bersifat abstrak. Pembelajaran yang masih berpusat pada guru serta minimnya pemanfaatan media interaktif menyebabkan murid kurang aktif dalam mengeksplorasi konsep dan memecahkan masalah kontekstual. Oleh karena itu, diperlukan inovasi pembelajaran yang mampu meningkatkan minat belajar melalui pengalaman belajar yang aktif, kontekstual, dan bermakna. Penelitian ini bertujuan meningkatkan minat belajar murid pada materi pemanasan global melalui penerapan model *Problem Based Learning* (PBL) terintegrasi STEAM berbantuan *PhET Simulation*. Penelitian menggunakan metode Penelitian Tindakan Kelas (PTK) model Kemmis dan McTaggart yang meliputi tahap perencanaan, pelaksanaan tindakan, observasi, dan refleksi. Penelitian dilaksanakan dalam dua siklus pada April 2026 di SMA Negeri 20 Surabaya dengan subjek 36 murid kelas X-10. Data diperoleh melalui angket minat belajar dan lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran, kemudian dianalisis secara deskriptif kuantitatif menggunakan persentase skala Likert. Hasil penelitian menunjukkan minat belajar meningkat dari 58,3% (kategori cukup) menjadi 70,8% (kategori baik) pada siklus I dan 88,4% (kategori sangat baik) pada siklus II. Keterlaksanaan pembelajaran meningkat dari 86,8% menjadi 89,9% dengan rata-rata 88,3% (kategori sangat baik). Temuan ini menunjukkan bahwa penerapan model PBL terintegrasi STEAM berbantuan *PhET Simulation* efektif meningkatkan keterlibatan, antusiasme, dan minat belajar murid pada materi pemanasan global serta mendukung pembelajaran abad ke-21.

Kata kunci: *Problem Based Learning, STEAM, PhET Simulation, Minat Belajar, Pemanasan Global, Pembelajaran Fisika*

Pendahuluan

Perkembangan pendidikan abad ke-21 menuntut proses pembelajaran yang tidak hanya berorientasi pada penguasaan konsep, tetapi juga mampu meningkatkan minat belajar murid terhadap pembelajaran sains. Minat belajar merupakan salah satu faktor penting yang memengaruhi keberhasilan pembelajaran karena berkaitan dengan perhatian, rasa senang, keterlibatan, dan motivasi murid selama mengikuti proses belajar (Kadek et al., 2025). Murid yang memiliki minat belajar tinggi cenderung lebih aktif dalam pembelajaran, memiliki rasa ingin tahu yang besar, dan lebih antusias dalam memahami materi yang dipelajari. Sebaliknya, rendahnya minat belajar menyebabkan murid kurang fokus, pasif dalam kegiatan pembelajaran, serta mudah merasa bosan sehingga berdampak pada rendahnya hasil belajar (Duha, 2024).

Pada pembelajaran fisika, rendahnya minat belajar masih menjadi permasalahan yang sering ditemukan karena fisika dianggap sebagai mata pelajaran yang sulit akibat banyaknya konsep abstrak, rumus matematis, dan fenomena ilmiah yang sulit diamati secara langsung

(Maheshwari et al., 2026). Berdasarkan hasil observasi awal di SMA Negeri 20 Surabaya diperoleh data persentase hasil minat belajar murid pada pembelajaran fisika sebesar 58,3% dengan kategori cukup, khususnya pada materi pemanasan global. Sebagian besar murid kurang antusias mengikuti pembelajaran karena proses pembelajaran masih didominasi metode ceramah dan kurang menggunakan media pembelajaran yang interaktif. Murid cenderung pasif selama pembelajaran berlangsung dan kurang tertarik melakukan eksplorasi konsep secara mandiri. Selain itu, materi pemanasan global dianggap sulit dipahami karena memuat konsep abstrak seperti efek rumah kaca, penyerapan radiasi inframerah, dan peningkatan suhu bumi yang tidak dapat diamati secara langsung (Siregar et al., 2021).

Kondisi tersebut menunjukkan perlunya inovasi pembelajaran yang mampu menciptakan suasana belajar yang lebih menarik, kontekstual, dan melibatkan murid secara aktif agar minat belajar murid dapat meningkat (Sujanem et al., 2022). Berbagai penelitian terbaru menunjukkan bahwa model *Problem Based Learning* (PBL) dapat digunakan untuk meningkatkan minat belajar murid. Model PBL merupakan model pembelajaran yang menggunakan masalah nyata sebagai dasar pembelajaran sehingga murid terdorong untuk aktif mencari solusi melalui kegiatan diskusi, penyelidikan, dan pemecahan masalah (Alfiah & Dwikoranto, 2022). Penerapan model *Problem Based Learning* mampu meningkatkan minat belajar matematika siswa SMA secara signifikan (Duha, 2024).

Hal tersebut diperkuat bahwa penerapan PBL berbasis diskusi kelompok reflektif-kritis mampu meningkatkan minat dan hasil belajar siswa (Rulianto & Suadnyana, 2025). Selain itu, Penerapan *Problem Based Learning* efektif meningkatkan minat belajar kimia siswa SMA (Raehani et al., 2023). Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa model PBL mampu menciptakan pembelajaran yang lebih aktif dan bermakna sehingga murid lebih tertarik mengikuti proses pembelajaran (Anggi Susilawati et al., 2022). Selain model pembelajaran, penggunaan media pembelajaran interaktif juga menjadi faktor penting dalam meningkatkan minat belajar murid. Media pembelajaran yang menarik dapat meningkatkan perhatian dan ketertarikan murid dalam mengikuti pembelajaran (Herlinawati et al., 2022). Penggunaan teknologi digital dalam pembelajaran juga mampu menciptakan suasana belajar yang lebih aktif dan menyenangkan (Siregar et al., 2025).

Salah satu media yang dapat digunakan dalam pembelajaran fisika adalah *PhET Simulation*. Penerapan model *Problem Based Learning* menggunakan media simulasi PhET mampu meningkatkan keterlibatan dan minat belajar peserta didik (Apriwahyuni et al., 2021). Penggunaan model *Problem Based Learning* berbantuan media PhET juga memberikan pengaruh positif terhadap pembelajaran fisika siswa (Jamila et al., 2023). Selain itu, penerapan model PBL berbasis PhET Simulation mampu meningkatkan minat belajar peserta didik pada materi pemanasan global (Melinda et al., 2025). Pendekatan STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics*) mulai banyak diterapkan dalam pembelajaran abad ke-21 karena mampu menciptakan pembelajaran yang lebih kreatif, inovatif, dan kontekstual (Sari et al., 2025). Pendekatan STEAM membantu murid menghubungkan konsep sains dengan teknologi, rekayasa, seni, dan matematika dalam kehidupan nyata (Pudjiastuti et al., 2026). Pembelajaran berbasis STEAM mampu meningkatkan keterlibatan murid selama proses pembelajaran berlangsung (Hasani et al., 2024).

Integrasi STEAM-PBL berbantuan simulasi digital juga dapat menciptakan pembelajaran yang lebih aktif, interaktif, dan menarik bagi murid (Ikhsan et al., 2025). Dengan demikian, penerapan pendekatan STEAM dalam pembelajaran fisika berpotensi meningkatkan ketertarikan dan minat belajar murid melalui kegiatan pembelajaran yang lebih variatif dan kontekstual

(Mustika et al., 2024). Meskipun berbagai penelitian menunjukkan bahwa model *Problem Based Learning* (PBL), pendekatan STEAM, dan *PhET Simulation* memberikan dampak positif terhadap pembelajaran fisika, penelitian-penelitian tersebut masih memiliki beberapa keterbatasan (Herlinawati et al., 2022). Sebagian besar penelitian lebih berfokus pada peningkatan hasil belajar, kemampuan berpikir kritis, kemampuan pemecahan masalah, dan literasi sains, sedangkan minat belajar masih relatif jarang dijadikan variabel utama penelitian (Awaludin et al., 2025). Selain itu, penelitian yang mengkaji minat belajar umumnya hanya mengombinasikan dua komponen, seperti PBL berbantuan *PhET Simulation* atau PBL dengan pendekatan STEAM, sehingga belum mengintegrasikan model PBL, pendekatan STEAM, dan *PhET Simulation* secara simultan dalam satu desain pembelajaran (Hasani et al., 2024). Penelitian mengenai penerapan ketiga komponen tersebut pada materi pemanasan global di jenjang SMA juga masih sangat terbatas, padahal materi ini memiliki karakteristik konsep yang abstrak dan memerlukan visualisasi serta pembelajaran berbasis pemecahan masalah agar lebih mudah dipahami murid (siregar et al., 2021).

Berdasarkan kesenjangan tersebut, *novelty* penelitian ini terletak pada pengintegrasian model *Problem Based Learning* (PBL), pendekatan STEAM, dan *PhET Simulation* secara bersamaan dalam pembelajaran fisika pada materi pemanasan global dengan fokus utama pada peningkatan minat belajar murid SMA. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi baru dalam pengembangan pembelajaran fisika yang lebih interaktif, kontekstual, dan berpusat pada murid, khususnya dalam meningkatkan minat belajar pada materi yang bersifat abstrak. Berdasarkan analisis kesenjangan dan kebaruan penelitian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui peningkatan minat belajar murid SMA pada materi pemanasan global melalui penerapan model *Problem Based Learning* terintegrasi STEAM berbantuan *PhET Simulation*. Pertanyaan penelitian dalam penelitian ini adalah “Apakah penerapan model *Problem Based Learning* terintegrasi STEAM berbantuan *PhET Simulation* dapat meningkatkan minat belajar murid SMA pada materi pemanasan global?” Keunikan penelitian ini terletak pada integrasi model PBL, pendekatan STEAM, dan media *PhET Simulation* secara bersamaan dalam pembelajaran fisika pada materi pemanasan global yang masih jarang diteliti, khususnya pada aspek minat belajar murid SMA.

Metode

Penelitian ini dilaksanakan di SMA Negeri 20 Surabaya pada bulan April 2026. Jenis penelitian yang digunakan adalah Penelitian Tindakan Kelas (PTK) yang bertujuan untuk meningkatkan minat belajar murid pada materi pemanasan global melalui penerapan model *Problem Based Learning* (PBL) terintegrasi STEAM berbantuan *PhET Simulation*. Penelitian ini menggunakan model PTK yang dikembangkan oleh Stephen Kemmis dan Robyn McTaggart yang terdiri atas empat tahapan, yaitu perencanaan (*planning*), pelaksanaan tindakan (*action*), pengamatan (*observation*), dan refleksi (*reflection*) (Wijaya et al., 2023). Penelitian dilaksanakan dalam dua siklus, di mana setiap siklus terdiri atas dua kali pertemuan pembelajaran. Pelaksanaan tindakan pada siklus berikutnya dilakukan berdasarkan hasil refleksi dari siklus sebelumnya untuk memperbaiki kekurangan yang ditemukan selama proses pembelajaran (Melinda et al., 2025).

Prosedur penelitian diawali dengan tahap perencanaan, yaitu penyusunan perangkat pembelajaran berupa modul ajar, lembar kerja peserta didik (LKPD), media *PhET Simulation*, angket minat belajar murid, dan lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran. Selanjutnya pada tahap pelaksanaan tindakan, pembelajaran dilaksanakan sesuai sintaks model Problem

Based Learning yang diintegrasikan dengan pendekatan STEAM dan penggunaan PhET Simulation pada materi pemanasan global. Penggunaan media PhET Simulation dalam pembelajaran bertujuan membantu murid memahami konsep abstrak secara lebih interaktif dan menarik. Pada tahap pengamatan, Pada tahap ini observer terdiri dari satu orang guru fisika di SMAN 20 Surabaya dan dua mahasiswa S1 Pendidikan Fisika Universitas Negeri Surabaya. Observer melakukan observasi terhadap keterlaksanaan pembelajaran menggunakan lembar observasi yang telah disiapkan. Tahap terakhir adalah refleksi, yaitu kegiatan mengevaluasi hasil pelaksanaan tindakan untuk mengetahui kekurangan yang masih ditemukan serta menentukan perbaikan pada siklus berikutnya.

Subjek penelitian ini adalah murid kelas X-10 SMA Negeri 20 Surabaya yang berjumlah 36 murid. Pemilihan subjek penelitian dilakukan berdasarkan hasil observasi awal yang menunjukkan bahwa minat belajar murid pada pembelajaran fisika masih rendah, khususnya pada materi pemanasan global. Dalam pelaksanaan penelitian, peneliti menerapkan model Problem Based Learning terintegrasi STEAM berbantuan PhET Simulation sebagai upaya menciptakan pembelajaran yang lebih interaktif, kontekstual, dan mampu meningkatkan keterlibatan murid selama proses pembelajaran berlangsung.

Instrumen Penelitian

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini menggunakan angket minat belajar murid dan lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran. Angket minat belajar digunakan untuk mengetahui tingkat minat belajar murid setelah penerapan model Problem Based Learning terintegrasi STEAM berbantuan PhET Simulation. Instrumen angket disusun berdasarkan indikator minat belajar yang meliputi perhatian, rasa senang, keterlibatan, dan ketertarikan murid terhadap pembelajaran fisika. Skala Likert yang digunakan terdiri atas empat kategori jawaban, yaitu sangat setuju, setuju, tidak setuju, dan sangat tidak setuju, di mana setiap jawaban diberikan skor sesuai dengan kriteria yang telah ditentukan. Sementara itu, lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran digunakan untuk mengetahui keterlaksanaan setiap tahapan pembelajaran sesuai sintaks model Problem Based Learning terintegrasi STEAM berbantuan PhET Simulation selama proses pembelajaran berlangsung.

Teknik Analisis Data

Data dalam penelitian ini dianalisis menggunakan teknik analisis deskriptif kuantitatif dengan bantuan skala Likert. Analisis dilakukan untuk mengetahui tingkat minat belajar murid serta keterlaksanaan pembelajaran setelah diterapkannya model Problem Based Learning (PBL) terintegrasi STEAM berbantuan PhET Simulation. Data yang diperoleh dari angket minat belajar murid dianalisis dalam bentuk persentase dengan membandingkan jumlah skor yang diperoleh terhadap skor maksimum, kemudian dikategorikan sesuai kriteria yang telah ditentukan. Skala Likert yang digunakan terdiri atas empat pilihan jawaban, yaitu sangat setuju, setuju, tidak setuju, dan sangat tidak setuju, di mana setiap jawaban memiliki skor masing-masing sesuai pedoman penilaian. Selain itu, data hasil observasi keterlaksanaan pembelajaran juga dianalisis menggunakan persentase untuk mengetahui tingkat keterlaksanaan pembelajaran sesuai sintaks model Problem Based Learning terintegrasi STEAM berbantuan PhET Simulation selama proses penelitian berlangsung. Hasil persentase yang diperoleh kemudian diinterpretasikan berdasarkan kriteria persentase skala Likert yang disajikan pada Tabel 1

Table 1. Kriteria Presentase Skala Likert

Persentase (%)	Kriteria
0% - 20%	Sangat Kurang
21% - 40%	Kurang
41% - 60%	Cukup
61% - 80%	Baik
81% - 100%	Sangat Baik

Seluruh hasil analisis data selanjutnya disajikan dalam bentuk tabel dan uraian deskriptif untuk mempermudah proses interpretasi serta penarikan kesimpulan penelitian. Penyajian data secara deskriptif dilakukan untuk memberikan gambaran yang jelas mengenai tingkat minat belajar murid serta keterlaksanaan pembelajaran selama penerapan model Problem Based Learning (PBL) terintegrasi STEAM berbantuan PhET Simulation. Melalui penyajian tersebut, peneliti dapat membandingkan hasil yang diperoleh pada setiap siklus sehingga perkembangan minat belajar murid dapat terlihat secara lebih sistematis. Selain itu, hasil analisis data juga digunakan sebagai dasar dalam melakukan refleksi terhadap proses pembelajaran yang telah dilaksanakan, sehingga dapat diketahui kelebihan, kekurangan, serta perbaikan yang perlu dilakukan pada siklus berikutnya. Dengan demikian, proses analisis data tidak hanya bertujuan untuk mengetahui hasil penelitian, tetapi juga membantu peneliti dalam menarik kesimpulan secara lebih akurat dan sesuai dengan tujuan penelitian yang telah ditetapkan.

Indikator keberhasilan dalam penelitian ini ditentukan berdasarkan peningkatan minat belajar murid dan keterlaksanaan pembelajaran. Penelitian dikatakan berhasil apabila persentase minat belajar murid mencapai kategori baik dengan nilai minimal 61%, serta terjadi peningkatan pada setiap siklus pembelajaran. Selain itu, keterlaksanaan pembelajaran menggunakan model *Problem Based Learning* terintegrasi STEAM berbantuan *PhET Simulation* dikatakan berhasil apabila memperoleh persentase minimal 81% dengan kategori sangat baik. Indikator tersebut digunakan sebagai acuan dalam menentukan keberhasilan tindakan yang dilakukan pada setiap siklus penelitian.

Hasil

Penelitian tindakan kelas ini dilakukan selama dua siklus, masing-masing terdiri dari satu pertemuan pada setiap siklusnya. Adapun deskripsi kegiatan disetiap siklus sebagai berikut.

Pelaksanaan PTK Siklus 1

Pelaksanaan penelitian tindakan kelas pada siklus 1 dilakukan melalui empat tahapan, yaitu perencanaan, pelaksanaan tindakan, pengamatan, dan refleksi. Pada tahap perencanaan, peneliti menyiapkan perangkat pembelajaran berupa modul ajar, lembar kerja peserta didik (LKPD), angket minat belajar murid, serta lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran. Pembelajaran pada siklus 1 dilaksanakan menggunakan model Problem Based Learning (PBL) terintegrasi STEAM pada materi pemanasan global tanpa menggunakan bantuan PhET Simulation.

Pada tahap pelaksanaan tindakan, kegiatan pembelajaran diawali dengan guru membuka pembelajaran, mengecek kehadiran murid, memimpin doa bersama, serta memberikan pertanyaan pemantik mengenai kondisi suhu di Indonesia yang terasa semakin panas dalam beberapa tahun terakhir. Guru kemudian menyampaikan tujuan pembelajaran yang akan dicapai pada materi pemanasan global. Selanjutnya, guru menampilkan video mengenai fenomena pemanasan global dan dampak perubahan iklim. Murid mengamati video yang ditampilkan kemudian memberikan tanggapan terkait fenomena yang diamati. Setelah itu, guru memberikan soal pretest kepada murid untuk mengetahui pemahaman awal terkait materi pemanasan global.

Pada fase mengorganisasi murid, guru membagi murid ke dalam beberapa kelompok yang terdiri atas 3–4 orang. Murid diminta membaca materi mengenai penyebab pemanasan global kemudian berdiskusi untuk menyusun peta konsep terkait penyebab dan dampak pemanasan global. Dalam kegiatan ini, murid melakukan diskusi kelompok, pengamatan fenomena, presentasi hasil diskusi, serta penarikan kesimpulan bersama sesuai sintaks model Problem Based Learning terintegrasi STEAM.

Selanjutnya pada fase membimbing penyelidikan kelompok, guru berkeliling untuk mengamati jalannya diskusi serta memberikan bantuan kepada kelompok yang mengalami kesulitan. Murid menyusun dan menyempurnakan peta konsep berdasarkan hasil diskusi kelompok. Setelah kegiatan diskusi selesai, setiap kelompok mempresentasikan hasil diskusinya di depan kelas pada fase mengembangkan dan menyajikan hasil karya. Kelompok lain memberikan tanggapan dan pertanyaan terhadap hasil presentasi yang disampaikan. Pada fase menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah, guru memberikan penguatan terhadap hasil diskusi yang telah dipresentasikan serta menjelaskan kembali fenomena-fenomena yang terjadi akibat pemanasan global. Kegiatan pembelajaran diakhiri dengan refleksi bersama mengenai pembelajaran yang telah dilakukan. Selama proses pembelajaran berlangsung, observer melakukan pengamatan terhadap keterlaksanaan pembelajaran berdasarkan sintaks model Problem Based Learning terintegrasi STEAM.

Table 2. Persentase Hasil Keterlaksanaan Pembelajaran

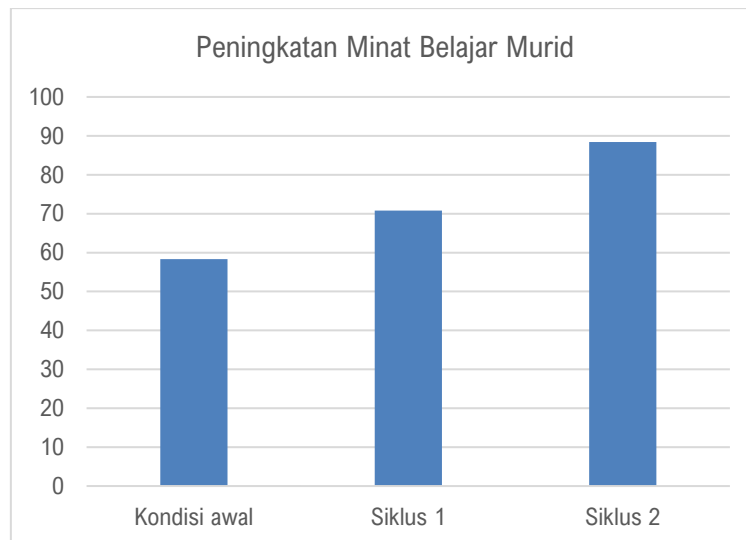
Siklus ke-	Persentase (%)	Kategori
1	86,8 %	Sangat baik
2	89,9 %	Sangat baik
Rata-rata	88,3 %	Sangat baik

Berdasarkan Tabel 2, keterlaksanaan pembelajaran pada siklus I memperoleh persentase sebesar 86,8% dengan kategori sangat baik. Setelah dilakukan perbaikan pembelajaran pada siklus II, persentase meningkat menjadi 89,9%, sehingga terjadi peningkatan sebesar 3,1 poin persentase. Nilai rata-rata keterlaksanaan pembelajaran sebesar 88,3% menunjukkan bahwa seluruh sintaks model Problem Based Learning terintegrasi STEAM telah terlaksana dengan sangat baik. Setelah pelaksanaan pembelajaran pada setiap siklus, murid diberikan angket minat belajar untuk mengukur perubahan minat belajar setelah memperoleh perlakuan. Hasil pengukuran minat belajar murid disajikan pada Tabel 3.

Table 3. Persentase Hasil Minat Belajar Murid

Siklus ke-	Persentase (%)	Kategori
Kondisi awal	58,3%	Cukup
1	70,8 %	Baik
2	88,4 %	Sangat baik

Berdasarkan Tabel 3, minat belajar murid mengalami peningkatan secara bertahap pada setiap siklus. Persentase minat belajar meningkat dari 58,3% pada kondisi awal menjadi 70,8% pada siklus I atau meningkat sebesar 12,5 poin persentase. Setelah dilakukan perbaikan pembelajaran pada siklus II melalui pemanfaatan *PhET Simulation*, minat belajar kembali meningkat menjadi 88,4%, sehingga secara keseluruhan terjadi peningkatan sebesar 30,1 poin persentase dibandingkan kondisi awal.



Gambar 1. Grafik Peningkatan Minat Belajar Murid

Meskipun terjadi peningkatan minat belajar pada siklus 1, masih ditemukan beberapa kendala selama proses pembelajaran berlangsung. Sebagian murid masih kurang aktif dalam menyampaikan pendapat ketika diskusi kelompok dan beberapa murid masih mengalami kesulitan memahami konsep abstrak pada materi pemanasan global. Oleh karena itu, dilakukan refleksi untuk memperbaiki proses pembelajaran pada siklus berikutnya dengan menambahkan penggunaan PhET Simulation agar pembelajaran menjadi lebih interaktif dan menarik.

Pelaksanaan PTK Siklus 2

Pelaksanaan siklus II dilakukan berdasarkan hasil refleksi pada siklus I dengan memperbaiki strategi pembelajaran melalui penambahan *PhET Simulation*, pemberian arahan yang lebih jelas selama diskusi kelompok, peningkatan keterlibatan setiap anggota kelompok, serta pemberian motivasi agar murid lebih aktif bertanya dan mengemukakan pendapat. Pembelajaran dilaksanakan menggunakan model *Problem Based Learning* (PBL) terintegrasi STEAM dengan memanfaatkan *PhET Simulation Greenhouse Effect* sebagai media eksperimen virtual untuk membantu murid memahami konsep efek rumah kaca dan pemanasan global. Murid bekerja dalam kelompok untuk melakukan eksperimen, menganalisis hubungan antara peningkatan gas rumah kaca dengan kenaikan suhu bumi, mempresentasikan hasil diskusi, serta melakukan refleksi terhadap proses pembelajaran.

Berdasarkan hasil observasi yang disajikan pada Tabel 2 dan Tabel 3, keterlaksanaan pembelajaran pada siklus II mencapai 89,9% dengan kategori sangat baik, sedangkan minat belajar murid meningkat menjadi 88,4% dengan kategori sangat baik. Peningkatan tersebut menunjukkan bahwa perbaikan tindakan pada siklus II mampu mengoptimalkan pelaksanaan sintaks pembelajaran sekaligus meningkatkan minat belajar murid. Dibandingkan dengan kondisi awal, minat belajar murid mengalami peningkatan sebesar 30,1 poin persentase, yang menunjukkan bahwa tindakan yang diberikan telah memenuhi indikator keberhasilan penelitian.

Peningkatan minat belajar tersebut mengindikasikan bahwa integrasi model PBL, pendekatan STEAM, dan *PhET Simulation* mampu menciptakan pembelajaran yang lebih bermakna melalui aktivitas penyelidikan, diskusi, dan eksperimen virtual. Penggunaan *PhET Simulation* membantu memvisualisasikan konsep abstrak efek rumah kaca sehingga murid lebih mudah menghubungkan konsep fisika dengan fenomena yang terjadi dalam kehidupan sehari-hari. Murid tidak hanya memperoleh pengetahuan secara pasif dari guru, tetapi juga berperan aktif dalam mengeksplorasi konsep, menguji hubungan antarvariabel, berdiskusi, serta menarik

kesimpulan berdasarkan hasil penyelidikan. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa pembelajaran yang memadukan pemecahan masalah, kolaborasi, dan teknologi digital mampu meningkatkan keterlibatan murid selama proses pembelajaran.

Secara teoritis, temuan penelitian ini memperkuat teori konstruktivisme yang dikemukakan oleh Jean Piaget dan Lev Vygotsky bahwa pengetahuan dibangun secara aktif melalui pengalaman belajar, interaksi sosial, dan penyelesaian masalah. Integrasi PBL, pendekatan STEAM, dan *PhET Simulation* memberikan kesempatan kepada murid untuk mengonstruksi pengetahuannya melalui pengalaman belajar yang kontekstual dan kolaboratif. Hasil penelitian ini juga memperluas temuan penelitian sebelumnya yang umumnya menitikberatkan pada peningkatan hasil belajar atau keterampilan berpikir kritis, dengan menunjukkan bahwa integrasi ketiga komponen tersebut juga efektif dalam meningkatkan minat belajar murid pada pembelajaran fisika.

Secara praktis, hasil penelitian ini memberikan alternatif strategi pembelajaran bagi guru fisika dalam mengajarkan materi yang bersifat abstrak, khususnya pemanasan global. Pemanfaatan *PhET Simulation* memungkinkan murid melakukan eksperimen virtual secara interaktif sehingga pembelajaran menjadi lebih menarik, mudah dipahami, dan tetap dapat dilaksanakan meskipun fasilitas laboratorium terbatas. Selain meningkatkan minat belajar, penerapan model ini juga mendorong keaktifan, kemampuan berdiskusi, serta keterampilan memecahkan masalah yang merupakan kompetensi penting dalam pembelajaran abad ke-21. Oleh karena itu, integrasi PBL, STEAM, dan *PhET Simulation* berpotensi diterapkan pada materi fisika lainnya yang memerlukan visualisasi konsep untuk menciptakan pembelajaran yang lebih efektif, kontekstual, dan berpusat pada murid.

Pembahasan

Peningkatan minat belajar murid pada penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan model *Problem Based Learning* (PBL) terintegrasi STEAM berbantuan *PhET Simulation* memberikan pengaruh positif terhadap proses pembelajaran fisika pada materi pemanasan global. Berdasarkan hasil penelitian, persentase minat belajar murid meningkat dari 58,3% pada kondisi awal menjadi 70,8% pada siklus I dan kembali meningkat menjadi 88,4% pada siklus II. Peningkatan tersebut menunjukkan bahwa pembelajaran yang melibatkan pemecahan masalah, diskusi kelompok, eksperimen virtual, dan pendekatan kontekstual mampu menciptakan suasana belajar yang lebih menarik dan bermakna bagi murid.

Pada siklus I, peningkatan minat belajar terjadi karena model *Problem Based Learning* memberikan kesempatan kepada murid untuk terlibat secara aktif dalam proses pembelajaran melalui kegiatan diskusi, pengamatan fenomena pemanasan global, penyusunan peta konsep, dan presentasi hasil diskusi. Pembelajaran yang berpusat pada murid membuat murid tidak hanya menerima informasi dari guru, tetapi juga terlibat dalam proses menemukan konsep dan memecahkan masalah secara mandiri. Kondisi tersebut menyebabkan murid menjadi lebih aktif dan lebih tertarik mengikuti pembelajaran dibandingkan pada kondisi awal yang masih didominasi metode ceramah.

Secara teoritis, hasil penelitian ini didukung oleh teori konstruktivisme yang menyatakan bahwa pengetahuan dibangun secara aktif melalui pengalaman belajar dan interaksi dengan lingkungan. Dalam penerapan model PBL, murid memperoleh kesempatan untuk membangun pemahamannya sendiri melalui kegiatan penyelidikan dan diskusi kelompok. Menurut teori konstruktivisme Piaget dan Vygotsky, pembelajaran akan lebih efektif apabila murid terlibat aktif dalam membangun pengetahuan melalui pengalaman belajar dan interaksi sosial (Bustomi et al.,

2024). Oleh karena itu, keterlibatan murid dalam kegiatan pemecahan masalah dan diskusi kelompok pada siklus I berkontribusi terhadap peningkatan minat belajar murid.

Hasil penelitian pada siklus I juga sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa model *Problem Based Learning* dapat meningkatkan minat belajar karena murid lebih terlibat dalam proses pemecahan masalah selama pembelajaran berlangsung (Duha, 2024). Pembelajaran berbasis masalah juga mampu menciptakan suasana belajar yang lebih aktif dan mendorong murid untuk lebih berpartisipasi dalam kegiatan pembelajaran (Kadek et al., 2025). Dengan demikian, peningkatan minat belajar pada siklus I menunjukkan bahwa penerapan model PBL terintegrasi STEAM mulai mampu meningkatkan keterlibatan murid dalam pembelajaran fisika.

Meskipun demikian, hasil pada siklus I menunjukkan bahwa pembelajaran belum sepenuhnya berjalan optimal. Beberapa murid masih kurang aktif dalam menyampaikan pendapat ketika diskusi kelompok dan masih mengalami kesulitan memahami konsep abstrak terkait efek rumah kaca dan peningkatan suhu bumi. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis diskusi saja belum cukup untuk membantu seluruh murid memahami materi secara konkret (Herlinawati et al., 2022). Oleh karena itu, diperlukan media pembelajaran yang lebih interaktif untuk membantu murid memvisualisasikan konsep abstrak pada materi pemanasan global.

Pada siklus II, peneliti melakukan perbaikan pembelajaran dengan mengintegrasikan *PhET Simulation Greenhouse Effect* dalam kegiatan eksperimen dan diskusi kelompok. Hasil penelitian menunjukkan bahwa minat belajar murid meningkat menjadi 88,4% dengan kategori sangat baik. Selain itu, murid terlihat lebih aktif bertanya, berdiskusi, dan menyampaikan hasil pengamatan selama proses pembelajaran berlangsung. Peningkatan tersebut menunjukkan bahwa penggunaan media simulasi interaktif mampu membantu murid memahami konsep abstrak secara lebih konkret dan menarik.

Secara teoritis, penggunaan *PhET Simulation* mendukung teori belajar multimedia yang menyatakan bahwa pembelajaran akan lebih efektif apabila informasi disajikan melalui kombinasi visual, animasi, dan interaksi langsung. Simulasi virtual memungkinkan murid mengamati hubungan antara peningkatan gas rumah kaca dan kenaikan suhu bumi secara langsung sehingga konsep yang sebelumnya abstrak menjadi lebih mudah dipahami. Selain itu, penggunaan media interaktif juga meningkatkan perhatian dan rasa ingin tahu murid terhadap materi pembelajaran sehingga minat belajar menjadi lebih tinggi.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian yang menyatakan bahwa penggunaan *PhET Simulation* dalam pembelajaran berbasis PBL mampu meningkatkan keterlibatan dan keaktifan peserta didik karena pembelajaran menjadi lebih menarik dan interaktif (Apriwahyuni et al., 2021). Penelitian lain juga menunjukkan bahwa model *Problem Based Learning* berbasis *PhET Simulation* dapat meningkatkan minat belajar peserta didik pada materi pemanasan global (Melinda Simatupang et al., 2025). Dengan demikian, hasil penelitian ini memperkuat temuan penelitian sebelumnya bahwa penggunaan media simulasi digital dalam pembelajaran fisika mampu meningkatkan minat belajar murid.

Selain penggunaan media interaktif, integrasi pendekatan STEAM dalam penelitian ini juga memberikan kontribusi terhadap peningkatan minat belajar murid. Pendekatan STEAM membuat pembelajaran menjadi lebih kontekstual karena murid tidak hanya mempelajari konsep fisika secara teoritis, tetapi juga menghubungkannya dengan aspek *Science, Technology, Engineering, Arts*, dan *Mathematics* dalam kehidupan sehari-hari. Kegiatan diskusi, eksperimen, penyusunan

peta konsep, dan presentasi hasil diskusi membuat murid lebih aktif dan kreatif selama proses pembelajaran berlangsung.

Hasil tersebut sesuai dengan penelitian yang menyatakan bahwa pembelajaran berbasis STEAM mampu meningkatkan keterlibatan murid dan menciptakan pembelajaran yang lebih inovatif dan bermakna (Sari et al., 2025). Implementasi STEAM juga dapat menciptakan suasana belajar yang lebih aktif, kreatif, dan berpusat pada murid (Pudjiastuti et al., 2026). Dengan demikian, integrasi pendekatan STEAM dalam model PBL berbantuan *PhET Simulation* mampu menciptakan pembelajaran yang lebih menarik sehingga minat belajar murid mengalami peningkatan pada setiap siklus.

Berdasarkan hasil penelitian, teori pendukung, serta penelitian terdahulu, dapat diinterpretasikan bahwa peningkatan minat belajar murid terjadi karena pembelajaran yang diterapkan mampu menciptakan pengalaman belajar yang lebih aktif, interaktif, kontekstual, dan bermakna. Murid tidak hanya menerima informasi secara pasif, tetapi juga terlibat langsung dalam kegiatan penyelidikan, eksperimen, diskusi, dan pemecahan masalah. Oleh karena itu, penerapan model *Problem Based Learning* terintegrasi STEAM berbantuan *PhET Simulation* terbukti efektif dalam meningkatkan minat belajar murid pada materi pemanasan global.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian tindakan kelas, penerapan model *Problem Based Learning* (PBL) terintegrasi STEAM berbantuan *PhET Simulation* terbukti efektif meningkatkan minat belajar murid pada materi pemanasan global di SMA Negeri 20 Surabaya. Peningkatan minat belajar terlihat dari hasil angket pada setiap siklus. Pada kondisi awal, persentase minat belajar murid sebesar 58,3% dengan kategori cukup. Setelah penerapan PBL terintegrasi STEAM pada siklus I, persentase meningkat menjadi 70,8% dengan kategori baik. Pada siklus II, setelah penggunaan *PhET Simulation* diterapkan, persentase meningkat menjadi 88,4% dengan kategori sangat baik. Hasil tersebut menunjukkan bahwa penggunaan media simulasi interaktif mampu membantu murid memahami konsep abstrak secara lebih konkret dan menarik. Keterlaksanaan pembelajaran juga menunjukkan hasil sangat baik. Persentase keterlaksanaan pembelajaran pada siklus I mencapai 86,8% dan meningkat menjadi 89,9% pada siklus II dengan rata-rata 88,3%. Selain itu, penggunaan *PhET Simulation* meningkatkan keterlibatan murid selama pembelajaran. Murid lebih aktif berdiskusi, antusias melakukan eksperimen virtual, dan lebih tertarik mempelajari materi pemanasan global. Simulasi interaktif membantu murid memahami hubungan peningkatan gas rumah kaca dan kenaikan suhu bumi secara lebih nyata.

Penelitian ini masih terbatas pada materi pemanasan global, satu kelas penelitian, serta waktu pelaksanaan yang singkat. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan mengembangkan penerapan PBL terintegrasi STEAM berbantuan *PhET Simulation* pada materi dan jenjang pendidikan lain serta menambahkan variabel penelitian yang lebih beragam. Penerapan model ini juga mendukung pembelajaran abad ke-21 melalui pemanfaatan teknologi digital yang mendorong pembelajaran aktif, kontekstual, dan berpusat pada murid sehingga suasana belajar menjadi bermakna, inovatif, dan sesuai kebutuhan masa kini.

Acknowledgment

-

Daftar Pustaka

- Alfiah, S., & Dwikoranto, D. (2022). Penerapan Model Problem Based Learning Berbantuan Laboratorium Virtual PhET Untuk Meningkatkan HOTS Siswa SMA. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika*, 13(1), 9–18. <https://doi.org/10.26877/JP2F.V13I1.11494>
- Anggi Susilawati¹, Yusrizal², A. Halim^{2*}, Muhammad Syukri², Ibnu Khaldun², & Susanna. (2022). *The Effect of Using Physics Education Technology (PhET) Simulation Media to Enhance Students's™ Motivation and Problem-Solving Skills in Learning Physics*. <https://jppipa.unram.ac.id/index.php/jppipa/article/view/1571/1310>
- Apriwahyuni, R., Rahma Yunus, S., Wahyuni, D., Negeri, S., Batang, T., & Negeri Makassar, U. (2021). Penerapan Model Pembelajaran Problem Based Learning (PBL) Menggunakan Media Simulasi PhET untuk Meningkatkan Hasil Belajar IPA Peserta Didik. *Jurnal Profesi Kependidikan*, 2(1 Apr). <http://ojs.unm.ac.id/JPK/article/view/27386>
- Awaludin, R., Aripin, & Makiyah, Y. S. (2025). The Effect Of Differentiated Instruction On Students' Critical Thinking Skills. *Research and Development Journal of Education*, 11(2), 1387. <https://doi.org/10.30998/rdje.v11i2.24756>
- Bustomi, B., Sukardi, I., & Astuti, M. (2024). Pemikiran Konstruktivisme Dalam Teori Pendidikan Kognitif Jean Piaget Dan Lev Vygotsky. *Jurnal Review Pendidikan Dan Pengajaran*, 7(4), 16376–16383. <https://doi.org/10.31004/JRPP.V7I4.37551>
- Duha, W. D. (2024). Penerapan Model Pembelajaran Problem Based Learning (PBL) untuk Meningkatkan Minat Belajar Matematika Siswa Kelas XII SMA Negeri 1 Toma. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Dan Riset Pendidikan*, 2(3), 277–281. <https://doi.org/10.31004/JERKIN.V2I3.259>
- Hasani, R., 'Ardhuha, J., Harjono, A., & Kosim, K. (2024). The Effect of STEAM-Based Project-Based Learning Model on the Critical Thinking Skills of Eleventh-Grade Students in the Topics of Elasticity and Hooke's Law. *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Teknologi*, 10(2), 395–403. <https://doi.org/10.29303/jpft.v10i2.7960>
- Herlinawati, F., Widayanti, W., & Effendi, E. (2022). Pengembangan Media Pembelajaran Video Animasi Berbasis Discovery Learning SMP untuk Membangun Minat Belajar Siswa. *U-Teach: Journal Education of Young Physics Teacher*, 3(2), 45–51. <https://doi.org/10.30599/UTEACH.V3I2.170>
- Ikhsan, M., Buhera, R., S., P. A., Abiabdillah, L. H., Nurohman, S., & Natadiwijaya, I. F. (2025). STEM-PBL Based Learning: Digital Student Worksheet Simulation aided by PhET to Improve Students' Critical Thinking Skills in Science Learning. *Journal of Education and Teaching (JET)*, 6(1), 196–214. <https://doi.org/10.51454/JET.V6I1.469>
- Jamila, S., Verawati, N. N. S. P., & Makhrus, M. (2023). Pengaruh Model Problem Based Learning Berbantuan Media PhET terhadap Hasil Belajar Fisika Siswa Kelas XI. *Experiment: Journal of Science Education*, 2(2), 32–40. <https://doi.org/10.18860/EXPERIMENT.V2I2.23108>
- Kadek, N., Riawati, R., & Murdiana, N. (2025). Meningkatkan Minat Belajar Peserta Didik dengan Menerapkan Model Pembelajaran Problem Based Learning. *Linear: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 9(2), 103–115. <https://doi.org/10.53090/J.LINEAR.V9I2.1063>
- Maheshwari, M. S. J. M. S., Sriartha, I. P., & Christiawan, P. I. (2026). Efektivitas Model Problem

- Based Learning Berbantuan Canva Meningkatkan Minat Belajar Geografi SMA. *Jurnal Jendela Pendidikan*, 6(01), 94–103. <https://doi.org/10.57008/JJP.V6I01.2415>
- MelindaSimatupang, I., Br Surbakti, M., Josafat Alexander, I., & Fisika Universitas HKBP Nommensen, P. (2025). Pengaruh Model Problem Based Learning (PBL) Berbasis Phet Simulasi Untuk Meningkatkan Minat Belajar Peserta Didik Terhadap Materi Pemanasan Global. *Jurnal Kajian Ilmu Pendidikan (JKIP)*, 6(3), 1362–1378. <https://doi.org/10.55583/JKIP.V6I3.1614>
- Mustika, B., Utami, Z., Anggreani, V., & Purwanto, A. (2024). Peningkatan Minat Belajar Fisika dengan Menerapkan Model Pembelajaran Problem Based Learning (PBL) Berbantuan Simulasi PhET Pada Materi Gerak Harmonis Sederhana Kelas X MIPA-E di SMA Negeri 6 Kota Bengkulu. *TRIADIK*, 23(1), 33–49. <https://doi.org/10.33369/TRIADIK.V23I1.33598>
- Pudjiastuti, C. A., Roshayanti, F., Rita, E., Dewi, S., Pendidikan, M., & PGRI Semarang, U. (2026). Potensi Implementasi STEAM (Science, Technology, Engineering, Art, Mathematics) Pada Pembelajaran. *Jurnal Pendidikan Digital Dan Inovasi Berkelanjutan*, 10(2). <https://journal.fexaria.com/j/index.php/jpdib/article/view/205>
- Raehani, S. A., Istiyarini, L., & Baqiyatusshalihah, B. (2023). Penerapan Model Pembelajaran Berbasis Masalah (Problem Based Learning) Untuk Meningkatkan Minat Belajar Kimia Siswa Kelas X.1 di SMA Negeri 4 Mataram. *Jurnal Literasi Dan Pembelajaran Indonesia*, 3(2), 169–174. <https://jurnalfkip.samawa-university.ac.id/JLPI/article/view/548>
- Rulianto, & Suadnyana, K. N. (2025). Penerapan Problem Based Learning Berbasis Diskusi Kelompok Reflektif-Kritis Untuk Meningkatkan Minat Dan Hasil Belajar Siswa. *Jurnal Santiaji Pendidikan (JSP)*, 15(2), 170–179. <https://doi.org/10.36733/JSP.V15I2.11877>
- Sari, W. P., Surjono, H. D., & Suyanto, S. (2025). Enhancing Critical Thinking in Science Education Through STEAM Integration: A Framework for Innovative Pedagogy. *Participatory Educational Research*, 12(5), 43–66. <https://doi.org/10.17275/per.25.63.12.5>
- Siregar, Devita, Asmaidah, S., & Siregar, D. A. (2021). Efektivitas Penggunaan Media Video Pembelajaran Terhadap Minat Belajar Siswa SMA Negeri 1 Angkola Selatan. *Jurnal Physics Education (PhysEdu)*, 3(3), 40–40. <https://doi.org/10.37081/PHYSEDU.V3I3.1326>
- Siregar, I. L., Hendrayana, A., & Nulhakim, L. (2025). the Effect of Pbl Integrated With Phet Virtual Laboratory and Self-Efficacy on Students' Science Problem-Solving Skills. *Jurnal Eduscience*, 12(3), 702–713. <https://doi.org/10.36987/jes.v12i3.7109>
- Sujanem, R., Suwindra, I. N. P., & Suswandi, I. (2022). Efektivitas E-Modul Fisika Berbasis Masalah Berbantuan Simulasi Phet Dalam Ujicoba Terbatas Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa SMA. *Jurnal Pendidikan Fisika Undiksha*, 12(2), 181–191. <https://doi.org/10.23887/JJPF.V12I2.54395>
- Wijaya, H., Amir, A., Riyanti, D., Claudia Setiana, S., & Sari Somakila, R. (2023). *Siklus Kemmis dan McTaggart Contoh dan Pembahasan*. IAIN Pontianak Press. <https://doi.org/DOL:https://doi.org/10.1007/978-94-6209-776-6>