

The Effect Of Phet Simulation-Based Problem-Based Learning (PBL) On Increasing Students' Interest In Learning About Global Warming

Pengaruh Model *Problem Based Learning* (PBL) Berbasis Phet Simulasi Untuk Meningkatkan Minat Belajar Peserta Didik Terhadap Materi Pemanasan Global

Iin Melinda Simatupang¹, Mariana Br. Surbakti², Irving Josafat Alexander³

Pendidikan Fisika Universitas HKBP Nommensen^{1,2,3}

Email : iinmelinda.simatupang@student.uhn.ac.id¹, marianasurbakti@uhn.ac.id²,
irving.alexander@uhn.ac.id³

*Corresponding Author

Received : 20 August 2025, Revised : 12 September 2025, Accepted : 7 October 2025

ABSTRACT

This study aims to determine the effect of a problem-based learning model based on PHET simulations on increasing students' interest in global warming in grade 10 of GKPI Padang Bulan Private High School, Medan. The research method used was quasi-experimental with a population of all 77 students of class X of SMAS GKPI Padang Bulan Medan. The sampling technique used was purposive sampling, namely class X₁ IPA and X₂ as the experimental class and control class respectively. The instrument used was a questionnaire of 20 statements and an observation sheet. Before being given treatment to students, a prerequisite test was first carried out that the instrument used was indeed appropriate. Next, the questionnaire was given to the experimental class and the control class with an average score of 69.2 and 58.40 with a standard deviation of 10.94 and 9.81. After being given treatment, it was continued by giving a questionnaire and the average score obtained was 78.3 and 70.5 with a standard deviation of 7.61 and 9.69. To see the differences in the two classes, a one-tailed t-test was carried out with $\alpha = 0.05$, it was found that t count was greater than t table, indicating that there were differences in learning outcomes in the two classes. Furthermore, a simple regression test was used to determine the effect of the problem-based learning model on increasing learning interest, with the equation $Y = 74.64 + 1.14 X$. Finally, it can be concluded that the problem-based learning model significantly increases students' learning interest at SMAS GKPI Padang Bulan Medan on global warming.

Keywords: Problem-Based Learning, Phet, Learning Interest.

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh model problem-based learning berbasis phet simulasi untuk meningkatkan minat belajar peserta didik pada materi pemanasan global di kelas X SMA Swasta GKPI Padang Bulan Medan. Metode penelitian yang digunakan quasi eksperimen dengan populasi yaitu seluruh peserta didik kelas X SMAS GKPI Padang Bulan Medan sebanyak 77 orang. Teknik penarikan sampel yang digunakan yaitu *purposive sampling*, yang yaitu kelas X₁ IPA dan X₂ masing – masing sebagai kelas eksperimen dan kelas kontrol. Instrumen yang digunakan adalah angket sebanyak 20 pernyataan dan lembar observasi. Sebelum diberikan perlakuan terhadap peserta didik terlebih dahulu dilakukan uji prasyarat bahwa instrumen yang digunakan memang layak. Selanjutnya *angket* diberikan kepada kelas eksperimen dan kelas kontrol dengan skor rata-rata yang didapat 69.2 dan 58.40 dengan standar deviasi 10.94 dan 9.81. Setelah diberikan perlakuan kemudian dilanjut dengan memberikan *angket* dan skor rata-rata yang diperoleh 78.3 dan 70.5 dengan standar deviasi 7,61 dan 9.69. Untuk melihat perbedaan pada kedua kelas dilakukan uji-t satu pihak dengan $\alpha = 0,05$ diperoleh bahwa t_{hitung} lebih besar dari t_{tabel} yang mengindikasikan bahwa ada perbedaan hasil belajar pada kedua kelas. Selanjutnya besarnya pengaruh model problem-based learning terhadap peningkatan minat belajar dilakukan uji regresi sederhana, dengan persamaan $Y = 74,64 + 1,14 X$. Akhirnya dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh yang signifikan model problembased learning untuk meningkatkan minat belajar peserta didik di SMAS GKPI Padang Bulan Medan pada materi pemanasan global.

Kata Kunci: Problem-Based -Learning, Phet, Minat-Belajar

1. Pendahuluan

Pendidikan merupakan salah satu aspek penting dalam pembangunan sumber daya manusia yang berkualitas. Dalam proses pembelajaran, minat belajar peserta didik menjadi salah satu faktor penting yang berperan dalam keberhasilan pencapaian tujuan pembelajaran. Minat belajar dapat diartikan sebagai ketertarikan, perhatian, dan keterlibatan aktif peserta didik dalam mengikuti proses pembelajaran (Sari & Fauzi, 2020). Peserta didik yang memiliki minat belajar tinggi cenderung lebih fokus, tekun, dan aktif dalam memahami materi pelajaran.

Minat belajar sangat penting karena dapat mempengaruhi motivasi, cara belajar, dan pencapaian hasil belajar siswa. Menurut penelitian oleh Rahmawati et al. (2021), peserta didik yang memiliki minat tinggi terhadap suatu pelajaran akan lebih mudah memahami materi, lebih giat belajar, serta menunjukkan prestasi yang lebih baik dibandingkan mereka yang tidak berminat. Oleh karena itu, minat belajar menjadi indikator awal dalam menilai efektivitas suatu proses pembelajaran. Lebih lanjut, hubungan antara minat belajar dan hasil belajar sangat erat. Minat belajar yang tinggi dapat meningkatkan motivasi intrinsik siswa, memperkuat keterlibatan aktif dalam proses pembelajaran, dan pada akhirnya berdampak pada hasil belajar yang optimal (Yuliana & Handayani, 2022). Sebaliknya, jika siswa tidak memiliki minat maka siswa cenderung pasif, cepat bosan, dan mengalami kesulitan dalam memahami materi akan semakin tinggi.

Berdasarkan hasil observasi yang telah dilakukan di SMAS GKPI Padang Bulan Medan, khususnya pada peserta didik dikelas X_1 dan X_2 , ditemukan bahwa minat belajar siswa masih tergolong rendah. Hal ini terlihat dari sikap siswa yang kurang antusias saat mengikuti pelajaran, kurang berpartisipasi dalam diskusi, dan rendahnya rasa ingin tahu terhadap topik yang dibahas. Salah satu penyebab rendahnya minat belajar tersebut adalah pendekatan pembelajaran yang masih didominasi oleh metode ceramah, di mana guru lebih aktif dalam menyampaikan materi secara satu arah, sedangkan siswa cenderung pasif.

Metode ceramah memang memiliki keunggulan dalam menyampaikan materi dalam waktu singkat, namun jika digunakan terus-menerus tanpa variasi, dapat mengurangi keterlibatan siswa secara aktif dalam proses belajar. Oleh karena itu, diperlukan model pembelajaran yang mampu menumbuhkan rasa ingin tahu siswa, meningkatkan keterlibatan mereka dalam proses berpikir kritis, dan menciptakan suasana belajar yang lebih menarik dan menyenangkan. Salah satu model pembelajaran yang dianggap mampu menjawab tantangan tersebut adalah *Problem Based Learning* (PBL). Model PBL mendorong peserta didik untuk aktif memecahkan masalah nyata yang relevan dengan kehidupan sehari-hari, sehingga dapat menumbuhkan rasa ingin tahu dan motivasi belajar yang lebih tinggi (Wulandari & Marlina, 2021).

Untuk mendukung proses pembelajaran yang lebih interaktif dan konkret, penerapan PBL dapat dipadukan dengan media berbasis teknologi seperti PhET Simulation, yang menyediakan simulasi interaktif untuk memvisualisasikan konsep-konsep abstrak, termasuk pada materi pemanasan global. Simulasi PhET, yang dirancang untuk membantu visualisasi konsep-konsep fisika yang abstrak, memberikan kesempatan bagi siswa untuk bereksperimen secara virtual, sehingga meningkatkan pemahaman mereka terhadap materi yang diajarkan (Sinaga et al., 2023).

Melalui penerapan model *Problem Based Learning* berbasis PhET Simulation, diharapkan peserta didik lebih tertarik dan termotivasi dalam memahami materi, sehingga minat belajar mereka meningkat dan berdampak positif terhadap hasil belajar. *Problem Based Learning* (PBL) merupakan pembelajaran yang sangat baik untuk mengembangkan kemampuan berpikir peserta didik (Surbakti & Laia, 2022).

Kurikulum merdeka merupakan bentuk reformasi yang diterapkan dalam pembelajaran mulai dari pendidikan anak usia dini hingga sekolah menengah atas. Penerapan kurikulum merdeka ini berdasarkan Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia

Nomor 56 Tahun 2022 untuk mewujudkan tujuan pendidikan nasional. Tujuan perubahan kurikulum ini yaitu untuk perbaikan sumber daya manusia serta peningkatan mutu pendidikan di Indonesia (Vhalery et al., 2022).

Karakteristik utama pada kurikulum merdeka, yaitu pembelajaran berbasis proyek sebagai pengembangan soft skills yang disesuaikan dengan karakter profil pelajar pancasila, fokus terhadap materi esensial untuk pembelajaran yang mendalam pada keterampilan dasar seperti literasi dan numerasi, serta fleksibilitas untuk guru melakukan eksplorasi didalam pembelajaran yang berdiferensiasi sesuai dengan kemampuan peserta didik dan melakukan penyesuaian sesuai dengan konteks muatan lokal (Idhartono, 2022). Selain itu, kurikulum merdeka juga menitik beratkan pada *student center* atau berpusat pada siswa. Artinya pembelajaran tidak hanya berfokus kepada guru, tetapi pembelajaran lebih berfokus kepada kegiatan siswa.

Meningkatnya pemanasan global akibat emisi gas rumah kaca dan aktivitas manusia telah menjadi permasalahan mendesak yang memerlukan perhatian khusus (Prihatin et al., 2020). Menghadapi tantangan yang kompleks dalam menghadapi pemanasan global, maka pendidikan berperan penting dalam membantu siswa untuk mendapatkan pemahaman yang lebih mendalam tentang dampaknya dan merangsang partisipasi aktif dalam mencari solusi. Selain itu, peran pendidikan juga diperlukan untuk mempersiapkan siswa dalam menghadapi tantangan lingkungan di masa depan.

Pentingnya pemahaman tentang pemanasan global sebagai upaya meningkatkan kesadaran lingkungan dan relevansi dengan tantangan global mendorong pemerintah memasukan konsep pemanasan global pada mata pelajaran ilmu pengetahuan alam terpadu fase E dalam kurikulum merdeka (Putri Anggraeni et al., 2023).

Upaya untuk mendukung penerapan kurikulum merdeka di Sekolah Penggerak, pemerintah memberikan buku panduan untuk guru dan buku teks siswa baik berupa fisik maupun digital dengan aktivitas-aktivitas yang dapat membuat siswa lebih mengeksplorasi pembelajaran dengan arahan guru. Fungsi buku teks siswa yaitu untuk membantu siswa dalam belajar baik dengan arahan guru atau pun tidak, dan belajar dimana saja. Selain itu, buku bantuan dari pemerintah diharapkan dapat meningkatkan kualitas pembelajaran. Namun, pada kenyataannya buku panduan guru dan teks untuk siswa masih terdapat kekurangan seperti materi pada buku teks siswa yang diberikan pemerintah masih sangat umum contohnya pada konsep pemanasan global, kurangnya asesmen yang dapat melatih keterampilan siswa, dan refleksi siswa (Aegustinawati & Sunarya, 2023). Sehingga, guru tidak menggunakan buku teks siswa dan buku panduan untuk guru dan sering menggunakan bahan ajar pribadi didalam proses pembelajaran (Wantiana & Mellisa, 2023). Hal tersebut membuat siswa merasa kurang tertarik dan monoton dalam proses pembelajaran (Oktavia et al., 2023).

Kenyataan tersebut sangat tidak sesuai dengan harapan implementasi kurikulum merdeka yang ingin memperbaiki proses pembelajaran dan mempersiapkan siswa dengan keterampilan abad 21. Salah satu keterampilan abad 21 yang menjadi dasar pada implementasi kurikulum merdeka di kegiatan pembelajaran adalah keterampilan pemecahan masalah. Keterampilan pemecahan masalah merupakan kemampuan seseorang untuk mengatasi suatu masalah. Keterampilan ini berfokus pada pengembangan keterampilan siswa melalui analisis masalah serta menemukan solusi yang efektif untuk memecahkan masalah tersebut (González-pérez et al., 2022).

Keterampilan pemecahan masalah sangat dibutuhkan dalam proses pembelajaran yang memerlukan analisa tinggi seperti pada konsep pemanasan global (Agusti et al., 2019). Dimana, siswa dilatih untuk menganalisis informasi, mengidentifikasi akar permasalahan, dan merancang solusi berkelanjutan (Syamsudin, 2020). Model pembelajaran problem-based learning dapat memberikan landasan yang tepat untuk mengembangkan keterampilan pemecahan masalah ketika siswa terlibat dalam pemecahan masalah dunia nyata terkait pemanasan global (Sa'adah et al., 2023). Selain itu, *self-efficacy* siswa juga berperan penting dalam mengatasi tantangan lingkungan yang kompleks (Sukatin et al., 2023). Menghadapi masalah seperti pemanasan

global dapat menjadi sebuah tantangan dan kepercayaan diri siswa terhadap kemampuan mereka untuk berkontribusi dalam memecahkan masalah dapat mempengaruhi motivasi dan keterlibatan mereka dalam proses belajar.

Dalam era digital seperti saat ini, tantangan dunia pendidikan semakin kompleks, menuntut adanya inovasi dalam proses pembelajaran yang mampu mengakomodasi kebutuhan peserta didik secara optimal. Salah satu inovasi yang relevan dalam konteks ini adalah penggunaan model pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL) yang berorientasi pada pemecahan masalah kontekstual sebagai pusat kegiatan belajar. Hal ini sejalan dengan temuan bahwa model PBL mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan pemahaman mendalam tentang materi pelajaran (Pardede et al., 2024)

Model PBL dinilai efektif dalam mengembangkan kemampuan berpikir tingkat tinggi (*higher order thinking skills*) serta meningkatkan keterlibatan aktif peserta didik dalam proses pembelajaran (Mustika et al., 2021). Model ini melibatkan siswa dalam usaha memecahkan masalah melalui beberapa tahap metode ilmiah, sehingga diharapkan siswa tidak hanya memperoleh pengetahuan terkait masalah tersebut tetapi juga mengembangkan keterampilan pemecahan masalah (Nainggolan et al., 2022). Dalam implementasinya, penggunaan media berbasis teknologi seperti *PhET Simulation* dapat menjadi alat bantu yang memperkuat pemahaman konsep dan menarik minat belajar, terutama dalam materi sains yang bersifat abstrak seperti pemanasan global (Yuliana & Pratama, 2020).

Pemanasan global merupakan salah satu topik penting dalam pelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) atau Fisika yang erat kaitannya dengan isu-isu lingkungan global. Namun, berdasarkan hasil observasi awal di SMAS GKPI Padang Bulan Medan, masih ditemukan rendahnya minat belajar peserta didik dalam memahami materi ini. Hal ini disebabkan oleh pendekatan pembelajaran yang cenderung konvensional dan kurang melibatkan siswa dalam proses eksplorasi dan pemecahan masalah yang nyata.

Kurikulum Merdeka yang saat ini diterapkan di Indonesia menekankan pembelajaran yang berpihak pada murid dengan pendekatan berbasis proyek dan eksploratif. PBL sangat selaras dengan prinsip Kurikulum Merdeka, karena menekankan pada keterampilan abad 21 seperti kolaborasi, komunikasi, berpikir kritis, dan kreatif (Kemendikbudristek, 2022).

2. Metode Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian kuantitatif dengan pendekatan eksperimen semu (*quasi experimental research*). Alasan menggunakan penelitian quisi eksperimen karena tujuannya untuk melakukan perbandingan suatu akibat perlakuan tertentu dengan suatu perlakuan lain yang berbeda. Hal ini sejalan dengan pendapat Creswell & Guetterman (2019), bahwa quasi eksperimen cocok digunakan dalam lingkungan pendidikan yang telah memiliki struktur kelas tetap. Penelitian kuantitatif digunakan karena data yang dikumpulkan berupa angka-angka dan dianalisis menggunakan metode statistik untuk menguji hipotesis yang telah dirumuskan (Sugiyono, 2021). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui ada atau tidak adanya akibat dari sesuatu yang dikenakan pada subjek yaitu peserta didik di SMAS GKPI Padang Bulan Medan.

3. Hasil dan Pembahasan

A. Deskripsi Hasil Penelitian

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian *quasi eksperimen research* yang melibatkan dua kelas yang diberikan perlakuan model pembelajaran yang berbeda yaitu kelas eksperimen diberi perlakuan model *Problem Based Learning* berbasis *PhET Simulation* dan kelas kontrol diberi perlakuan model konvensional.

Sebelum diterapkan perlakuan kedua kelas tersebut, terlebih dahulu diberikan angket yang bertujuan untuk mengetahui kemampuan awal belajar peserta didik pada masing-masing kelas. Selanjutnya, setelah diberikan perlakuan, kedua kelas diberikan angket untuk mengetahui hasil belajar peserta didik setelah pembelajaran, namun sebelum itu, dilakukan pengujian instrumen terhadap pernyataan yang akan digunakan dalam data sebelum perlakuan dan sesudah perlakuan, untuk memastikan validitas dan reliabilitas instrumen.

B. Hasil Uji Instrumen

1. Uji Validitas

Pengujian validitas instrumen menggunakan dua metode yaitu validasi isi dan konstruk. Uji validasi isi instrumen oleh ahli dianalisis dengan menggunakan Indeks Aiken's V karna sejalan dengan skala likert. Ketentuan penerimaan nilai validitas jika koefisien validitas bernilai ≥ 0.3 berarti item dapat dikatakan memadai (valid).

Tabel 1. Hasil pengujian validasi isi

BUTIR	PANILAIAN		S ₁	S ₂	$\sum S$	n(c-1)	V	KETERANGAN
	I	II						
Butir 1-40	154	138	114	98	212	320	0.6625	Tinggi

Berdasarkan Tabel 1., pengujian validitas isi dilakukan terhadap 40 butir instrumen menggunakan Indeks Aiken's V dengan melibatkan dua validator ahli. Validator pertama memberikan skor 154 dan validator kedua memberikan skor 138, sehingga diperoleh skor kumulatif ($\sum S$) sebesar 212. Hasil perhitungan menunjukkan nilai Aiken's V sebesar 0,6 dengan kategori validitas tinggi.

Nilai 0,66 jauh melampaui kriteria minimum $\geq 0,3$ yang dipersyaratkan, sehingga seluruh butir instrumen dinyatakan valid dan layak digunakan. Hasil ini menunjukkan konsistensi penilaian yang tinggi antara kedua ahli dan mengindikasikan bahwa instrumen telah merepresentasikan konstruk yang diukur dengan baik.

Tabel 2. Hasil Pengujian Validitas Konstruk

Hasil Uji Validitas Konstruk		
KMO and Bartlett's Test		
Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		0,662
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	506,812
	df	190
	Sig.	0,000

Berdasarkan Tabel 2, hasil pengujian validitas konstruk menggunakan uji *KMO* (*Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling*) dan *Bartlett's Test* diperoleh nilai KMO adalah sebesar 0,662. Nilai ini menunjukkan bahwa kecukupan sampel untuk analisis faktor berada pada batas minimum yang dapat diterima. kriteria Kaiser (1974), nilai KMO 0,662 termasuk dalam kategori "sedang" dan masih memungkinkan untuk dilakukan analisis faktor, meskipun berada di ambang batas terendah yang direkomendasikan.

Nilai signifikansi sebesar $0,000 < 0,05$ menunjukkan bahwa uji Bartlett's Test sangat signifikan. Hal ini mengindikasikan bahwa matriks korelasi antar variabel tidak berbeda secara signifikan dengan matriks identitas, yang berarti korelasi antar variabel relatif lemah.

2. Uji Reliabilitas

Pengujian reliabilitas instrumen menggunakan metode Alpha Cronbach untuk mengukur konsistensi internal dari 20 butir pernyataan yang telah dinyatakan valid. Berdasarkan Tabel 3, hasil uji reliabilitas menunjukkan nilai koefisien Alpha Cronbach sebesar 0,946.

Tabel 3. Hasil uji reliabilitas

Hasil Pengujian Reliabilitas	
Reliability Statistics	
Cronbach's Alpha	N of Items
0,946	20

Berdasarkan kriteria interpretasi Sugiyono (2021), nilai reliabilitas 0,946 termasuk dalam kategori "Sangat Reliabel" karena berada pada rentang 0,80 – 1,00. Hasil ini menunjukkan bahwa instrumen memiliki konsistensi internal yang sangat baik dan akan menghasilkan pengukuran yang sangat stabil apabila digunakan berulang kali. Dengan demikian, instrumen yang terdiri dari 20 butir pernyataan ini dinyatakan sangat reliabel dan layak digunakan untuk pengumpulan data penelitian.

C. Hasil analisis Data

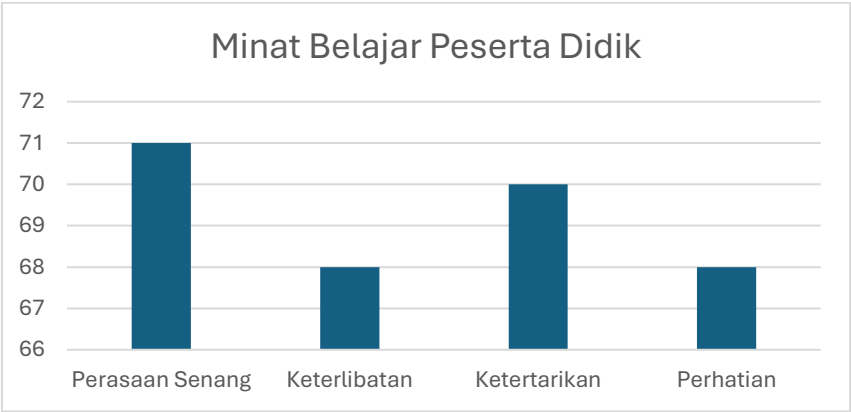
3. Hasil analisis minat belajar siswa

Hasil minat belajar peserta didik pada materi pemanasan global dilakukan dengan memberikan angket di akhir pembelajaran pada peserta didik yaitu kelas X₁ sebagai kelas eksperimen dan kelas X₂ sebagai kelas kontrol dengan 20 pernyataan yang terdiri dari 4 indikator.

Tabel 4. Hasil analisis angket minat belajar sebelum perlakuan di kelas eksperimen

Indikator	Pernyataan	SS	S	KS	TS	STS	Jumlah	%Tiap item	%Per indikator	Frekuensi	Persentase minat belajar	Kategori
Perasaan senang	1	5	5	4	1	0	99	79	71	18	69	Tinggi
	2	5	11	7	2	0	94	75				
	3*	8	7	5	3	2	91	73				
	4	4	10	8	3	0	90	72				
	5*	4	6	3	7	5	72	58				
Keterlibatan	6	4	8	9	4	0	78	70	68	17		
	7	4	6	10	4	0	83	66				
	8	3	10	8	4	0	87	70				
	9	3	9	9	4	0	86	69				
	10	4	8	7	6	0	85	68				
Ketertarikan	11	5	10	6	4	0	91	73	70	17		
	12	6	10	4	4	1	91	73				
	13	5	10	8	1	1	92	74				
	14	6	5	7	6	1	84	67				
	15*	5	5	8	5	2	81	65				
Perhatian	6	12	10	1	2	0	107	86	68	17		
	17	6	4	10	2	3	83	66				
	18*	3	6	10	5	1	80	64				
	9	2	7	11	4	1	80	64				
	20*	4	4	3	8	6	67	54				

Berdasarkan tabel 4, hasil analisis angket minat belajar pada kelas eksperimen menunjukkan persentase keseluruhan sebesar 69% yang termasuk dalam kategori tinggi. Persentase ini lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol, mengindikasikan bahwa siswa pada kelas eksperimen memiliki minat belajar yang cukup stabil terhadap materi pemanasan global dengan pembelajaran problem based learning berbasis phet simulasi. Analisis per indikator menunjukkan bahwa perasaan senang 71% dan keterlibatan 68% diikuti ketertarikan siswa 70%, dan perhatian siswa 68%. Pola ini menunjukkan bahwa siswa merasa nyaman dan familiar dengan metode pembelajaran yang biasa mereka terima. Frekuensi responden yang memberikan jawaban positif menunjukkan variasi yang lebih lebar, berkisar antara 17-25 siswa, dengan perasaan senang siswa mencapai partisipasi penuh dari seluruh responden, mengindikasikan konsistensi minat belajar yang telah terbentuk pada pembelajaran problem based learning berbasis phet simulasi. Untuk memperjelas rata – rata persentase setiap indikator dapat dilihat pada gambar 1. di bawah:

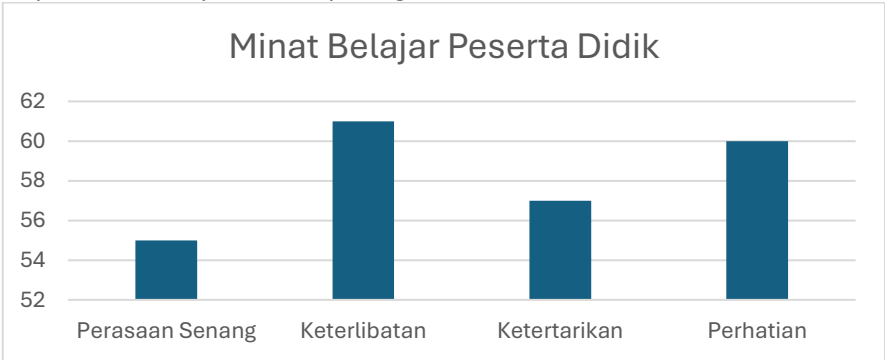


Gambar 1. Data Kelas Eksperimen Sebelum perlakuan

Tabel 5. Hasil analisis angket minat belajar sebelum perlakuan di kelas kontrol

Indikator	Pernyataaan	Skor Setiap Item					Jumlah	%Tiap item	% Per indikator	Frekuensi	Persentase minat belajar	Kategori
		SS	S	KS	TS	STS						
perasaan senang	1	1	11	7	4	3	77	62	55	14	58	5
	2	1	6	8	9	1	72	58				
	3*	2	4	8	4	7	67	54				
	4	2	2	8	7	5	63	50				
	5*	6	2	3	4	9	66	53				
Keterlibatan	6	1	8	11	2	2	81	65	61	15		sedang
	7	3	3	8	8	2	72	58				
	8	6	4	11	3	0	92	74				
	9	2	3	6	10	4	64	51				
	10	2	6	8	3	6	70	56				
Ketertarikan	11	1	6	10	6	7	73	58	57	14		
	12	4	4	6	7	5	70	56				
	13	3	5	13	4	0	82	66				
	14	3	3	11	3	5	71	57				
	15*	1	1	10	6	6	62	50				
Perhatian	16	2	9	11	3	0	85	68	60	15		
	17	1	8	10	4	2	77	62				
	18*	4	1	7	8	5	66	53				
	19	2	8	8	5	2	78	62				
	20*	5	3	5	8	4	72	58				

Berdasarkan tabel 5, hasil analisis angket minat belajar pada kelas kontrol menunjukkan persentase keseluruhan sebesar 58% yang termasuk dalam kategori sedang. Berdasarkan analisis per indikator, keterlibatan siswa menunjukkan persentase tertinggi sebesar 61%, diikuti ketertarikan siswa 57%, perasaan senang 55%, dan perhatian siswa 60%. Frekuensi responden yang memberikan jawaban positif berkisar antara 14-15 siswa dari total 25 siswa, mengindikasikan bahwa mayoritas siswa menunjukkan respons yang baik terhadap pembelajaran konvensional yang diterapkan pada kelas kontrol. Untuk memperjelas rata – rata persentase setiap indikator dapat dilihat pada gambar 2 di bawah:



Gambar 2. Data Kelas Kontrol Sebelum Perlakuan

Tabel 6. Hasil analisis angket minat belajar setelah perlakuan di kelas eksperimen

Indikator	Pernyataan	Skor Setiap Item					Jumlah	%Tiap item	% Per indikator	Frekuensi	Persentase minat belajar	Kategori
		SS	S	KS	TS	STS						
Perasaan senang	1	4	13	7	1	0	95	76	75	19	78	Tinggi
	2	2	13	8	2	0	90	72				
	3*	3	16	5	1	0	96	77				
	4	1	15	8	1	0	91	73				
	5*	4	13	7	1	0	95	76				
Keterlibatan	6	0	15	10	0	0	90	72	74	18		
	7	2	15	6	2	0	92	74				
	8	2	9	11	1	2	83	66				
	9	3	16	6	0	0	97	78				
	10	7	11	6	1	0	99	79				
Ketertarikan	11	7	11	6	1	0	99	79	83	21		
	12	8	11	5	1	0	101	81				
	13	13	8	4	0	0	109	87				
	14	10	11	4	0	0	106	85				
	15*	10	10	4	1	0	104	83				
Perhatian	16	8	11	4	2	0	100	80	82	20		
	17	12	10	2	1	0	108	86				
	18*	8	12	5	0	0	103	82				
	19	4	14	5	2	0	95	76				
	20*	11	9	5	0	0	106	85				

Berdasarkan tabel 6, hasil analisis angket minat belajar pada kelas eksperimen menunjukkan persentase keseluruhan sebesar 78% yang termasuk dalam kategori tinggi. Persentase ini lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol, mengindikasikan bahwa siswa pada kelas eksperimen memiliki minat belajar yang cukup stabil terhadap materi pemanasan global dengan pembelajaran problem based learning berbasis phet simulasi. Analisis per indikator menunjukkan bahwa ketertarikan siswa memiliki persentase tertinggi yang sama yaitu 83%, diikuti keterlibatan siswa 74%, perasaan senang 75% dan perhatian siswa 82 %. Pola ini menunjukkan bahwa siswa merasa nyaman dan familiar dengan metode pembelajaran yang biasa mereka terima. Frekuensi responden yang memberikan jawaban positif menunjukkan variasi yang lebih lebar, berkisar antara 18-25 siswa, dengan ketertarikan siswa mencapai partisipasi penuh dari seluruh responden, mengindikasikan konsistensi minat belajar yang telah terbentuk pada pembelajaran problem based learning berbasis phet simulasi. Untuk memperjelas rata – rata persentase setiap indikator dapat dilihat pada gambar 4.2 di bawah:

**Gambar 3. Data Kelas Eksperimen Setelah Perlakuan****Tabel 7. Hasil analisis angket minat belajar setelah perlakuan di kelas kontrol**

Indikator	Pernyataan	Skor Setiap Item					Jumlah	%Tiap item	% Per indikator	Frekuensi	Persentase minat belajar	Kategori
		SS	S	KS	TS	STS						
Perasaan senang	1	1	4	9	1	0	90	72	77	118	770	T
	2	1	12	10	2	0	7	70				
	3*	1	17	6	1	0	93	74				
	4	0	14	9	2	0	87	70				

	5*	1	14	8	2	0	89	1	tTinggi	
Keterlibatan	6	1	12	10	2	0	87	70	1	8
	7	0	18	6	1	0	92	74		
	8	1	12	1	1	0	88	70		
	9	1	14	9	1	0	90	72		
	10	0	16	7	1	0	89	71		
Ketertarikan	11	0	1	13	11	0	90	72	70	17
	12	1	14	7	3	0	88	70		
	13	0	16	8	1	0	90	72		
	14	4	9	2	2	0	87	70		
	15*	1	11	10	3	0	85	68		
Perhatian	16	1	12	9	3	0	86	69	69	17
	17	1	16	6	2	0	91	73		
	18*	1	9	14	1	0	87	70		
	19	0	10	14	1	0	84	67		
	20*	0	9	14	2	0	82	66		

Berdasarkan tabel 7, hasil analisis angket minat belajar pada kelas kontrol menunjukkan persentase keseluruhan sebesar 70% yang termasuk dalam kategori tinggi. Kondisi ini mengindikasikan bahwa siswa pada kelas kontrol memiliki minat belajar yang positif terhadap materi pemanasan global. Berdasarkan analisis per indikator, perasaan senang dan keterlibatan siswa menunjukkan persentase tertinggi sebesar 71%, diikuti ketertarikan siswa 70%, dan perhatian siswa 69%. Distribusi persentase yang relatif merata pada semua indikator menunjukkan bahwa minat belajar siswa berkembang secara komprehensif, dimana siswa tidak hanya menunjukkan perasaan senang tetapi juga keterlibatan aktif dalam proses pembelajaran. Frekuensi responden yang memberikan jawaban positif berkisar antara 17-18 siswa dari total 25 siswa, mengindikasikan bahwa mayoritas siswa menunjukkan respons yang baik terhadap pembelajaran konvensional yang diterapkan pada kelas kontrol. Untuk memperjelas rata – rata persentase setiap indikator dapat dilihat pada gambar 4. di bawah:



Gambar 4. Data Kelas Kontrol Setelah Perlakuan

6. Hasil analisis deskriptif minat belajar siswa

Sberdasarkan hasil pengolahan data menggunakan SPSS versi 25 dari data mentah observasi minat belajar kedua kelas yang tertera pada lampiran, diperoleh statistik deskriptif sebagai berikut:

Tabel 8 Hasil deskriptif data minat belajar

Descriptive Statistics					
	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Eksperimen (sebelum perlakuan)	25	50	85	69,20	10,943
Eksperimen(sesudah perlakuan)	25	55	90	78,36	7,615
Kontrol (sebelum perlakuan)	25	33	82	58,40	9,815
Kontrol (setelah perlakuan)	25	43	87	70,48	9,687
Valid N(listwise)	25				

Hasil analisis statistik deskriptif menunjukkan bahwa kelas eksperimen sebelum perlakuan memiliki rata-rata minat belajar yang lebih tinggi (69,2) dibandingkan kelas kontrol (58,4). Nilai rata – rata eksperimen setelah perlakuan 78,3 dan nilai rata -rata kelas kontrol 70,4 Rentang skor pada kelas kontrol sebelum dan sesudah perlakuan menunjukkan distribusi yang lebih sempit (33-82) dan (43-87) dibandingkan kelas eksperimen sebelum dan sesudah perlakuan (50-85) dan (55-90), mengindikasikan variabilitas skor yang berbeda antara kedua kelas.

Nilai simpangan baku kelas kontrol sebelum perlakuan (9,815) yang lebih kecil dibandingkan kelas eksperimen sebelum perlakuan (10,943) menunjukkan bahwa minat belajar siswa pada kelas kontrol lebih homogen atau konsisten antar individu. Nilai simpangan baku kelas kontrol setelah perlakuan (9,687) lebih dan kelas eksperimen setelah perlakuan (7,615) Sebaliknya, simpangan baku yang lebih besar pada kelas kontrol mengindikasikan adanya variasi yang lebih luas dalam tingkat minat belajar individual siswa. Kondisi ini menunjukkan bahwa meskipun rata-rata kelas eksperimen lebih tinggi, tingkat keseragaman minat belajar pada kelas kontrol lebih baik, dimana sebagian besar siswa memiliki tingkat minat belajar yang relatif seragam dengan penyebaran data yang lebih terpusat di sekitar nilai rata-rata.

7. Uji Normalitas

Uji normalitas sampel adalah pengujian yang dilakukan untuk menguji sampel, apakah sampel berasal dari populasi yang berdistribusi normal atau tidak. Melalui uji liliefors dengan $\alpha = 0,05$ diperoleh harga L_{hitung} dan L_{tabel} untuk data angket sebelum dan sesudah perlakuan. Hasil Perhitungan selengkapnya terdapat pada lampiran 9.

Dari hasil perhitungan dengan menggunakan uji liliefors diperoleh hasil uji normalitas data angket sebelum dan sesudah perlakuan dapat dilihat pada tabel 9.

Tabel 9. Ringkasan Perhitungan Uji Normalitas

Data	Kelas	L_{hitung}	L_{tabel}	Kesimpulan
Angket(<i>sebelum perlakuan</i>)	Eksperimen	0.164	0,173	Normal
	Kontrol	0.151		Normal
Angket (<i>sesudah perlakuan</i>)	Eksperimen	0.170		Normal
	Kontrol	0.163		Normal

Dari Tabel 9 menunjukkan bahwa data angket sebelum dan sesudah perlakuan terdistribusi normal, hal ini terlihat dari nilai $L_{hitung} < L_{tabel}$ untuk semua kelompok data.

8. Uji Homogenitas

Uji homogenitas data kelas eksperimen dan kelas kontrol menggunakan uji kesamaan dan varians. Uji homogenitas bertujuan untuk mengetahui apakah kedua sampel berasal dari populasi yang homogen atau tidak, artinya apakah sampel yang dipakai dalam penelitian ini dapat mewakili seluruh populasi yang ada. Dengan taraf $\alpha = 0,05$ H_0 diterima apabila $F_{hitung} < F_{tabel}$. Hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10 Ringkasan Perhitungan Uji homogenitas

Data	Kelas	Varians	F _{hitung}	F _{tabel}	Keterangan
Angket (sebelum perlakuan)	Ekperimen	119.75	1.24	4.26	Homogen
	Kontrol	96.33			Homogen
Angket (sebelum perlakuan)	Eksperimen	93.84	2.346		Homogen
	Kontrol	57.99			Homogen

Hasil uji homogenitas menunjukkan bahwa kedua kelompok data memiliki varians yang homogen karena $F_{hitung} < F_{tabel}$.

9. Uji Hipotesis

Setelah melakukan uji normalitas dan uji homogenitas diketahui bahwa sampel kedua kelas adalah sampel berdistribusi normal dan memiliki varians yang homogen maka dapat dilanjutkan dengan uji hipotesis, dalam penelitian ini menggunakan uji-t.

a. Uji Hipotesis Angket Minat Belajar Sebelum Perlakuan Uji-t Dua Pihak

Uji Hipotesis dilakukan dengan uji-t dua pihak untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan kemampuan awal minat belajar peserta didik kedua kelas sampel. Uji-t dua pihak ini adalah $H_0: \mu_1 = \mu_2$ (tidak ada perbedaan kemampuan awal) dan $H_a: \mu_1 \neq \mu_2$ (ada perbedaan kemampuan awal). H_0 diterima apabila $T_{hitung} < T_{tabel}$ dengan taraf signifikan $\alpha = 0,05$.

Tabel. 11 Uji Hipotesis Data Angket Minat Belajar Sebelum Perlakuan

Data Kelas	T_{hitung}	T_{tabel}	Kesimpulan
Eksperimen	9.460	1,708	Ho ditolak
Kontrol			

Berdasarkan Tabel 4.11 diketahui bahwa data sebelum perlakuan kelas eksperimen dan kelas kontrol adalah $T_{hitung} > T_{tabel}$ yaitu ($9.460 > 1,708$) dengan taraf signifikan $\alpha = 0,05$. Sehingga H_0 ditolak dan H_a diterima, yang berarti terdapat perbedaan signifikan pada kemampuan awal minat belajar antara kelas eksperimen dan kelas kontrol. Kelas eksperimen memiliki minat belajar awal yang lebih tinggi (69,2) dibandingkan kelas kontrol (58,40) dapat dilihat pada lampiran 9.

b. Uji Hipotesis Angket Minat Belajar Sesudah Perlakuan (Uji-T Satu Pihak)

Uji hipotesis menggunakan uji-t satu pihak dengan tujuan untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh model Problem Based Learning berbasis PhET Simulation terhadap minat belajar pada kelas eksperimen. Uji-t satu pihak ini adalah $H_0: \mu_1 \leq \mu_2$ (tidak ada pengaruh positif PBL berbasis PhET) dan $H_a: \mu_1 > \mu_2$ (ada pengaruh positif PBL berbasis PhET). H_a diterima apabila $T_{hitung} > T_{tabel}$ dengan taraf signifikan $\alpha = 0,05$.

Tabel. 12 Uji Hipotesis Data Angket Minat Belajar Sesudah Perlakuan

Data	T_{hitung}	T_{tabel}	Kesimpulan
Eksperimen	8.431	1,708	Ha diterima
Kontrol			

Berdasarkan Tabel 4.12 untuk $\alpha = 0.05$ diperoleh $T_{hitung} = 8.431$ dan $T_{tabel} = 1,708$ sehingga $T_{hitung} > T_{tabel}$, H_0 ditolak dan H_a diterima. Maka dapat disimpulkan bahwa Terdapat pengaruh positif dari model *Problem Based Learning (PBL)* berbasis *PHET* simulasi terhadap minat belajar peserta didik kelas X_1 dan X_2 SMAS GKPI Padang Bulan Medan pada materi pemanasan global.

10. Data Observasi Aktivitas Belajar Peserta Didik

Tujuan observasi untuk mengamati aktivitas belajar dari peserta didik selama pembelajaran menggunakan model *problem based learning (PBL)* berbasis *PhET Simulation*. Observasi dilakukan selama tiga kali pertemuan seiring pelaksanaan pembelajaran menggunakan model *problem based learning (PBL)* di kelas eksperimen. Indikator yang diamati pada observasi ini adalah perasaan senang, perhatian, ketertarikan, dan keterlibatan dalam mempelajari materi pemanasan global.

Berdasarkan pengamatan yang sudah dilakukan observer diperoleh bahwa aktivitas peserta didik mengalami peningkatan yang positif pada kelas eksperimen pada pertemuan pertama diperoleh rata-rata aktivitas peserta didik sebesar 61,56, pertemuan kedua diperoleh rata-rata sebesar 70,56 dan pertemuan ketiga diperoleh rata-rata sebesar 71,44, dengan nilai rata-rata aktivitas peserta didik adalah 67,85 dapat dilihat pada lampiran 10.

11. Regresi Linear Sederhana

Untuk mengetahui hubungan antara aktivitas pembelajaran model *problem based learning* (PBL) berbasis *PhET* dengan minat belajar peserta didik, dilakukan analisis regresi linear sederhana dengan persamaan $Y = a + bX$.

Berdasarkan hasil penelitian dengan nilai rata-rata lembar observasi aktivitas peserta didik model *problem based learning* (PBL) diperoleh hasil selama tiga kali pertemuan sebesar 67,85 dan nilai rata-rata kelas eksperimen sesudah perlakuan diperoleh hasil sebesar 78,3. Maka dapat diperoleh persamaan regresi linear sederhana yaitu $Y = 74,64 + 1,14X$. Koefisien regresi 1,14 menunjukkan bahwa setiap peningkatan 1 poin dalam aktivitas pembelajaran PBL berbasis *PhET* akan meningkatkan minat belajar sebesar 1,14 poin dapat dilihat pada lampiran 12.

D. Pembahasan Hasil Penelitian

Penelitian dengan menggunakan metode quasi eksperimen ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh *model Problem Based Learning* (PBL) berbasis *PhET Simulation* terhadap minat belajar peserta didik pada materi pemanasan global di kelas X SMAS GKPI Padang Bulan Medan. Penelitian ini diawali dengan pemberian *angket sebelum perlakuan* terhadap kedua sampel yang telah dipilih secara non random, apabila kemampuan awal kelas eksperimen dan kelas kontrol sama maka dilanjutkan dengan pelaksanaan perlakuan yang berbeda terhadap masing-masing kelas. Pengaruh dari masing-masing perlakuan tersebut dapat diketahui dengan analisis data dari pemberian *angket sesudah perlakuan* terhadap kedua kelas yang telah mengalami perlakuan.

Hasil *sebelum perlakuan* menunjukkan adanya perbedaan kemampuan awal yang signifikan antara kelas eksperimen dan kelas kontrol. Nilai rata-rata pretest kelas eksperimen memiliki nilai rata-rata 69,2 dengan standar deviasi 10,94. Sedangkan kelas kontrol sebesar 58,40 dengan standar deviasi 9,81. Perbedaan ini dikonfirmasi melalui uji-t dua pihak yang menghasilkan $T_{hitung} = 9,460 > T_{tabel} = 1,708$ pada taraf signifikansi $\alpha = 0,05$.

Adanya perbedaan kemampuan awal ini menunjukkan bahwa kedua kelas tidak memiliki kondisi yang setara sebelum pemberian perlakuan. Hal ini dapat disebabkan oleh berbagai faktor seperti perbedaan latar belakang pengetahuan peserta didik, pengalaman belajar sebelumnya, atau faktor eksternal lainnya.

Analisis Hasil Perlakuan

Setelah pemberian perlakuan berupa model PBL berbasis *PhET Simulation* pada kelas eksperimen dan pembelajaran konvensional pada kelas kontrol, diperoleh hasil *perlakuan* yang menunjukkan peningkatan yang berbeda pada kedua kelas. Kelas eksperimen memperoleh nilai rata-rata 78,3 dengan standar deviasi 7,61 sedangkan kontrol memperoleh nilai rata-rata sebesar 70,5 dengan standar deviasi 9,69.

Hasil uji-t satu pihak menunjukkan $T_{hitung} = 8,431 > T_{tabel} = 1,708$, yang berarti H_0 diterima dan H_a ditolak. Temuan ini mengkonfirmasi bahwa terdapat pengaruh positif yang signifikan dari penerapan model PBL berbasis *PhET Simulation* terhadap minat belajar peserta didik pada materi pemanasan global.

Observasi aktivitas belajar peserta didik dilakukan selama tiga kali pertemuan pada kelas eksperimen yang menerapkan model PBL berbasis *PhET Simulation*. Hasil observasi menunjukkan tren peningkatan yang konsisten: pertemuan pertama (61,56), pertemuan kedua (70,56), dan pertemuan ketiga (71,44) dengan rata-rata keseluruhan 67,85.

Berdasarkan nilai *angket sesudah perlakuan* dan nilai aktivitas peserta didik tersebut dapat dilakukan uji regresi linear sederhana hubungan masing-masing variabel dengan perolehan Hasil analisis regresi linear sederhana menunjukkan persamaan $Y = 74,64 + 1,14X$, dimana Y merupakan minat belajar dan X adalah aktivitas pembelajaran *model Problem Based Learning* (PBL) berbasis *PhET Simulation*. Sehingga dari hasil pengamatan yang dilakukan oleh observer diperoleh bahwa aktivitas peserta didik mengalami peningkatan yang positif koefisien

1,14. Koefisien regresi sebesar 1,14 menunjukkan bahwa setiap peningkatan 1 poin dalam aktivitas pembelajaran akan meningkatkan minat belajar sebesar 1,14 poin.

Pada dasarnya tujuan utama penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh model *problem based learning* (PBL) berbasis *PhET Simulation* untuk meningkatkan minat belajar peserta didik terhadap materi pemanasan global pada SMAS GKPI Padang Bulan Medan. Dapat disimpulkan bahwa model *problem based learning* (PBL) dapat meningkatkan belajar peserta didik terhadap materi pemanasan global pada SMAS GKPI Padang Bulan Medan.

4. Penutup

Berdasarkan data hasil penelitian terhadap peserta didik kelas X SMAS GKPI Padang Bulan Medan dan pembahasan pada bab sebelumnya terlihat jelas bahwa pembelajaran *problem based learning* (PBL) berbasis *phet* simulasi dapat meningkatkan minat belajar peserta didik. Selama proses pembelajaran, peningkatan tersebut terlihat dalam aktivitas peserta didik. Penerapan pembelajaran *problem based learning* (PBL) berbasis *phet* simulasi dapat meningkatkan minat belajar peserta didik sesuai dengan indikator yang ditetapkan, diantaranya yaitu perasaan senang, perhatian siswa, ketertarikan siswa, keterlibatan siswa.

Nilai peserta didik kelas eksperimen sebelum perlakuan nilai rata-rata 69.2 dengan standar deviasi 10.94 pada kelas kontrol memiliki nilai rata-rata 58.40 dengan deviasi 9.81. Berdasarkan hasil perhitungan hipotesis uji t dua pihak dapat diperoleh $T_{hitung} = 9.460$ dan $T_{tabel} = 1.708$ maka $T_{hitung} > T_{tabel}$ sehingga dapat disimpulkan bahwa kemampuan awal peserta didik pada kedua kelas sebelum diberikan perlakuan.

Nilai peserta didik pada kelas eksperimen setelah perlakuan memiliki nilai rata-rata 78.3 dan standar deviasi 7,61 dan pada kelas kontrol memiliki nilai rata-rata 70,5 dengan standar deviasi 9.68. Berdasarkan hasil perhitungan uji t satu pihak diperoleh $T_{hitung} = 8.431$ dan $T_{tabel} = 1.708$ dengan $T_{hitung} > T_{tabel}$ maka H_a diterima dan H_o ditolak, sehingga dapat disimpulkan bahwa kemampuan peserta didik setelah diberikan perlakuan pada kelas eksperimen dan kelas kontrol berbeda. Nilai rata-rata observasi minat belajar pada kelas eksperimen adalah 67,85 dengan regresi linear sederhana yaitu: $Y = 74,64 + 1,14X$

Berdasarkan analisis data secara keseluruhan maka dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh signifikan model *problem based learning* berbasis *phet* simulasi terhadap hasil belajar IPA (Fisika) pada peserta didik di SMAS GKPI Padang Bulan Medan

References

- Adha, C., Fadilla, S., & Muhammad, N. (2024). Pentingnya Strategi Pembelajaran Efektif Yang Berpusat Pada Siswa Sekolah Dasar. *Jurnal Pendidikan Berkarakter*, 2(1), 1–10. <https://doi.org/10.51903/pendekar.v2i1.539>
- Aegustinawati, A., & Sunarya, Y. (2023). Analisis Implementasi Kurikulum Merdeka dalam Mengatasi Retensi Kelas di Sekolah Menengah Atas. *Jurnal Paedagogy*, 10(3), 759. <https://doi.org/10.33394/jp.v10i3.7568>
- Agusti, K. A., Wijaya, A. F., & Tarigan, D. E. (2019). Problem based learning dengan konteks ESD untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan sustainability awareness siswa SMA pada materi pemanasan global. In *Prosiding Seminar Nasional Fisika* (Vol. 8, pp. 175-182).
- Ahdar Djamaluddin. (2020). BELAJAR DAN PEMBELAJARAN 4 Pilar Peningkatan Kompetensi Pedagogis Penulis. In A. Syaddad (Ed.), *CV Kaaffah Learning Center*. CV Kaaffah Learning Center.
- Akib, A., Basri, L., & Thahir, M. (2025). Kajian polusi kendaraan berdasarkan bahan bakar yang dipakai oleh kendaraan di Makassar. *JUTIN : Jurnal Teknik Industri Terintegrasi*, 8(1), 1508–1517.
- Alfrid Sentosa, & Norsandi, D. (2022). Model Pembelajaran Efektif Di Era New Normal. *Jurnal Pendidikan*, 23(2), 125–139. <https://doi.org/10.52850/jpn.v23i2.7444>

- Alvita Sirya, Z., & Sri Rahayu, Y. (2024). *Validity of Misconception Test Instrument Using Four-Tier True-False Test in Plant Tissue Structure and Function Material*. 13(1), 24–25. <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/bioedu>
- Anggraeni, N. P., Andini, A. D., Pradana, F. A. P., & Arrosyidah, Q. (2023). Analisis Penggunaan Media Pembelajaran Berbasis Macromedia Flash 8 untuk Meningkatkan Hasil Belajar Fisika Siswa SMA pada Materi Pemanasan Global. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 9(14), 517-523.
- Aprianta Tarigan, Asha Yatri Saragih, Rahma Yani Hasibuan, Risa Elvina Nasution, Riska Marpaung, Vebri Meliarni Oktavia Naibaho, & Yunita Manurung. (2024). Dampak Pemanasan Global Terhadap Lingkungan Hidup Di Kota Medan: Tinjauan Terhadap Kebijakan Mitigasi Dan Respon Masyarakat. *Atmosfer: Jurnal Pendidikan, Bahasa, Sastra, Seni, Budaya, Dan Sosial Humaniora*, 2(3), 33–46. <https://doi.org/10.59024/atmosfer.v2i3.873>
- Apriwahyuni, R., Yunus, S. R., & Wahyuni, D. (2021). Penerapan Model Pembelajaran Problem Based Learning (PBL) Menggunakan Media Simulasi PhET untuk Meningkatkan Hasil Belajar IPA Peserta Didik. *Jurnal Profesi Kependidikan*, 2(1), 89–100. <https://ojs.unm.ac.id/JPK/article/view/27386/13616>
- Arikunto, S. (2019). *Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Arikunto, S. (2019). *Prosedur Penelitian: Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Creswell, J. W., & Guetterman, T. C. (2019). *Educational Research: Planning, Conducting, and Evaluating Quantitative and Qualitative Research* (6th ed.). Pearson Education.
- Damayanti, A. (2022). Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Hasil Belajar Peserta Didik Mata Pelajaran Ekonomi Kelas X SMA Negeri 2 Tulang Bawang Tengah. *SNPE FKIP Universitas Muhammadiyah Metro*, 1(1), 99–108.
- Endah, R., Sari, T., Islam, U., Prof, N., Haji, K., Zuhri, S., Artikel, I., Pembelajaran, K., Pembelajaran, M., Belajar, H., & Education, J. (2024). Model Pembelajaran Peserta Didik. *Jurnal Education and Development*, 12(1), 161–163.
- Faizah, H., & Kamal, R. (2024). Belajar dan Pembelajaran. *Jurnal Basicedu*, 8(1), 466–476. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v8i1.6735>
- Fajrin, V. P., Wibowo, F. C., & Nasbey, H. (2024). Analisis Kebutuhan Modul Ajar Pemanasan Global Berbasis PBL untuk Meningkatkan Keterampilan Pemecahan Masalah dan Self-Efficacy Siswa. *Cetta: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 7(1), 33-42.
- Fitriani, Y., & Wulandari, R. (2019). *Pengaruh Media Simulasi Interaktif terhadap Minat Belajar dan Pemahaman Konsep Fisika*. *Jurnal Inovasi Pendidikan Sains*, 10(1), 33–41.
- González-Pérez, L. I., & Ramírez-Montoya, M. S. (2022). Components of Education 4.0 in 21st century skills frameworks: systematic review. *Sustainability*, 14(3), 1493.
- Hanarisanty, L., & Ade Pratama, B. (2022). Calculation of Greenhouse Gas Emissions (CH₄, CO₂, and N₂O) in Kasihan District in the Agricultural Sector Using the IPCC Application. *Journal of Engineering Science and Technology Management (JES-TM)*, 2(2), 96–103. <https://doi.org/10.31004/jestm.v2i2.57>
- Hariyana. (2019). *Pengaruh Minat Belajar Dan Motivasi Belajar Terhadap Prestasi Belajar Siswa Pada Mata Pelajaran IPS Terpadu Yang Berbasis K-13 Siswa Kelas VII Di SMP N 1 Purwosari Tahun Ajaran 2018/2019*. 12.
- Hasanah, S., & Muzaffar, A. (2022). Minat Siswa Kelas IX Dalam Mengikuti Pembelajaran Pendidikan Jasmani Olahraga dan Kesehatan di SMPN 11 Muaro Jambi. *Indonesian Journal of Sport Science and Coaching*, 4(1), 100–109. <https://doi.org/10.22437/ijssc.v4i1.19355>
- Hasibuan, E., Tanjung, A., & Harahap, T. (2021). Pengaruh Penguasaan Materi Konsep Manajemen Terhadap Minat Belajar Siswa Ekonomi Kelas XI Mass Robitotul Istiqomah Huristak. *Jurnal Misi Institut Pendidikan Tapanuli Selatan*, 4(3), 156–161. <https://journal.ipts.ac.id/index.php/MISI/article/view/2998>
- Homogenitas, U. J. I., & Uji, D. A. N. (2020). *PENGUJIAN PERSYARATAN ANALISIS*. 7(1), 50–62.
- I Gede Sujana. (2020). *WIDYA ACCARYA : Jurnal Kajian Pendidikan FKIP Universitas Dwijendra*

- WIDYA ACCARYA : Jurnal Kajian Pendidikan FKIP Universitas Dwijendra. *Widya Accarya: Jurnal Kajian Pendidikan FKIP Universitas Dwijendra*, 11(1), 24–33.
- Idhartono, A. R., Lutfi Isnı Badi'ah, Kaltsum Kamilah Khairunnisaa, & Irene Balgis Salsabila. (2022). Strategi Praktek Pembelajaran Kurikulum Merdeka. *Kanigara*, 2(2), 437–445. <https://doi.org/10.36456/kanigara.v2i2.5982>
- 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>
- Kandoli, L., & Tulaka, T. (2021). Faktor Lingkungan Belajar dan Hubungannya dengan Prestasi Belajar Siswa Sekolah Lanjutan Tingkat Pertama di Kota Manado. *Langsat, Jurnal Pendidikan Dan Sosial*, 8(2), 21–28.
- Kemendikbudristek. (2022). *Buku Panduan Implementasi Kurikulum Merdeka*. Jakarta: Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi.
- Kharisma, I. P., & Safitri, G. (2023). Efikasi Diri dan Kestabilan Emosi pada Prestasi Belajar. *Educational Leadership: Jurnal Manajemen Pendidikan*, 3(1), 28-39.
- Khoerunnisa, P., & Aqwal, S. M. (2020). Analisis Model-model Pembelajaran. *Fondatia : Jurnal Pendidikan Dasar*, 4(1), 1–27. <https://doi.org/10.36088/fondatia.v4i1.441>
- Khusniyati, Z. (2022). ANALISIS FAKTOR INTERNAL DAN EKSTERNAL YANG MEMPENGARUHI HASIL BELAJAR MATEMATIKA KELAS IV DI MIN 4 SUKOHARJO TAHUN AJARAN 2021/2022. UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN MAS SAID SURAKARTA.
- Ledjab, F. A. W., Koli, K., Tahu, M. V. F., & Dewa, E. (2024). Inovasi Pembelajaran Fisika: Integrasi Problem Based Learning dan Simulasi PhET pada Materi Gelombang Bunyi. *MAGNETON: Jurnal Inovasi Pembelajaran Fisika*, 2(2), 112–119. <https://doi.org/10.30822/magneton.v2i2.3519>
- Leu, B. (2021). Dampak Pemanasan Global Dan Upaya Pngen-Daliannya Melalui Pendidikan Lingkungan Hidup Dan Pendidikan Islam. *At-Tadbir*, 1(2), 1–15. <https://doi.org/10.51700/attadbir.v1i2.207>
- Mayshandy, M. F., Mahardika, I. K., & Budiarto, A. S. (2021). Pengaruh model problem based learning disertai peta konsep terhadap motivasi belajar ipa siswa smp kelas vii materi pemanasan global. *Bioilmi: Jurnal Pendidikan*, 7(2), 101-109.
- Moleong, L. J. (2019). *Metodologi Penelitian Kualitatif*. Bandung: Remaja Rosdakarya.
- Mustika, L., Suryani, N., & Widodo, S. (2021). *The Effectiveness of Problem Based Learning Model in Increasing Students' Critical Thinking Skills and Learning Outcomes*. *Jurnal Pendidikan dan Pengajaran*, 54(3), 238–248
- Nainggolan, J., Asnida, Pane, J., & Silalahi, L. (2022). Pengaruh Model Problem-Based Learning Terhadap Hasil Belajar Peserta Didik Pada Materi Tekanan Zat. *JPF (Jurnal Pendidikan Fisika) Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar*, 10(2), 156–162. <https://doi.org/10.24252/jpf.v10i2.31425>
- Novita, N., S, I. T. A., & Fatmi, N. (2023). Pengaruh Model Pembelajaran PBL dengan Media PhET Terhadap Hasil Belajar Kognitif Siswa. *Journal on Education*, 5(3), 6092–6100. <https://doi.org/10.31004/joe.v5i3.1375>
- Nurhayati, A., & Hidayat, M. (2021). Analisis Daya Pembeda dan Tingkat Kesukaran Soal dalam Evaluasi Pembelajaran. *Jurnal Evaluasi Pendidikan*, 9(2), 132–140.
- Oktavia, F. T. A., & Qudsiyah, K. (2023). Problematika Penerapan Kurikulum Merdeka Belajar Pada Pembelajaran Matematika Di Smk Negeri 2 Pacitan. *Jurnal Edumatic : Jurnal Pendidikan Matematika*, 4(1), 14–23. <https://doi.org/10.21137/edumatic.v4i1.685>
- Pardede, D. L., Pardede, L., Siahaan, M., Josafat, I., Sirait, G., Pendidikan, P., Inggris, B., Tinggi, S., & Kesehatan, I. (2024). *Jurnal Darma Agung IMPLEMENTASI MODEL PEMBELAJARAN BERBASIS MASALAH*. November, 426–430.
- Pelu, M. (2019). APPLICATION OF PROBLEM BASED LEARNING MODEL WITH VARIATION IN THE CONDITION OF LEARNING ENVIRONMENT (SEATING) TO INCREASE STUDENT LEARNING ACTIVITY AND CRITICAL THINKING ABILITY. *HISTORIKA*, 22(2), 130–152.

<http://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1091/RED2017-Eng-8ene.pdf?sequence=12&isAllowed=y%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2008.06.005%0Ahttps://www.researchgate.net/publication/305320484> SISTEM PEMBETUNGAN TERPUSAT STRATEGI MELESTARI

- Pieter, J., & Risamasu, P. V. M. (2024). Implementasi Pembelajaran Problem Based Learning Berbantuan Simulasi PhET pada Pelajaran Fisika. *Journal of Health, Education, Economics ...*, 6, 188–195. <https://doi.org/10.36339/j-hest.v6i2.24>
- Prasetyo, Z. K., & Azzahra, F. (2020). Desain Quasi Eksperimen dalam Penelitian Pendidikan. *Jurnal Metodologi Pendidikan*, 4(2), 33–42.
- Prasetyo, Z. K., & Nurhaliza, A. (2021). Analisis Regresi dalam Evaluasi Pembelajaran. *Jurnal Evaluasi Pendidikan*, 9(1), 77–84.
- Rahmawati, D., Suryani, A., & Lestari, N. (2021). Pengaruh Minat Belajar terhadap Prestasi Akademik. *Jurnal Psikologi Pendidikan*, 10(1), 45–52.
- RENI, W. (2023). PENGARUH PENERAPAN MODEL PEMBELAJARAN ARGUMENT DRIVEN INQUIRY (ADI) BERBANTUAN PHET SIMULATION TERHADAP KETERAMPILAN PROSES SAINS PESERTA DIDIK PADA MATA PELAJARAN FISIKA KELAS XI SMA (Doctoral dissertation, UIN RADEN INTAN LAMPUNG).
- Riduwan. (2020). *Dasar-Dasar Statistika untuk Penelitian*. Bandung: Alfabeta.
- Sa'adah, N., Batulieu, M. Y. P., & Arifah, N. (2023). Peningkatan Hasil Belajar Peserta Didik Kelas XI SMA Melalui Model Pembelajaran Problem Based Learning (PBL) dengan Pendekatan Berdiferensiasi Berbantuan PhET Simulations. *Lontar Physics Today*, 2(2), 67-78.
- Samidjo, J., & Suharso, Y. (2022). MEMAHAMI PEMANASAN GLOBAL DAN PERUBAHAN IKLIM. *IKIP Veteran Semarang*, 24(10), 1–10. <https://doi.org/10.15581/022.42490>
- Sanjaya, W. (2020). *Strategi Pembelajaran: Berorientasi Standar Proses Pendidikan*. Jakarta: Kencana.
- Sarah, C., Karma, I. N., & Rosyidah, A. N. K. (2021). Identifikasi Faktor Yang Mempengaruhi Minat Belajar Siswa Pada Mata Pelajaran Matematika Di Kelas V Gugus Iii Cakranegara. *Progres Pendidikan*, 2(1), 13–19. <https://doi.org/10.29303/prospek.v2i1.60>
- Sardiman, A. M. (2018). *Interaksi dan Motivasi Belajar Mengajar*. Jakarta: Rajawali Pers.
- Sari, D. P., & Putra, A. R. (2021). Pengaruh Model Problem Based Learning terhadap Minat dan Hasil Belajar Siswa pada Materi IPA. *Jurnal Ilmiah Pendidikan*, 9(1), 45–53.
- Sari, N. & Fauzi, A. (2020). Minat Belajar dan Faktor-Faktor yang Mempengaruhinya. *Jurnal Pendidikan*, 8(2), 123–130.
- Sihombing, S. C., M. Sigiuro, and G. H. D. Sinaga. "Pengaruh Cooperative Learning Terhadap Hasil Belajar Siswa Dengan Menggunakan Phet Interactive Simulation." *Jurnal Penelitian dan Evaluasi Pendidikan Indonesia* 13.2 (2023): 112-121.
- Simorangkir, A. (2023). Determinan Minat Belajar Siswa Melalui Kompetensi Profesional Guru. *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952., 2(4), 4.
- Sinaga, G. H. D., Sitorus, P., & Ndruru, A. Ju. A. (2023). Pengaruh Discovery Learning Terhadap Hasil Belajar Siswa Pada Materi Tekanan Dengan Bantuan Media Phet Interactive Simulation. *Jurnal Pendidikan Fisika Undiksha*, 13(3), 401–411. <https://doi.org/10.23887/jjpf.v13i3.69458>
- Sormin, E., Sinaga, G. H. D., & Marbun, J. (2024). *JKIP : Jurnal Kajian Ilmu Pendidikan Development Of Learning Media Using A Problem-Based Learning (PBL) Approach To Increase Student Creativity In Learning High School Physics Through Phet Simulation Pengembangan Media Pembelajaran Dengan Pendekatan problem-Based Learning (PBL) Untuk Meningkatkan Kreativitas Siswa Dalam Pembelajaran Fisika Sma Melalui Phet Simulation*. 5(2), 309–321.
- Sugiyono. (2021). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Surbakti, M., & Laia, I. S. A. (2022). Pengaruh Model Pembelajaran Problem Based Learning Berbasis Hypnoteaching Terhadap Hasil Belajar Siswa Pada Materi Cahaya. *Jurnal Visi Eksakta*, 3(2), 130–141. <https://doi.org/10.51622/eksakta.v3i2.423>

- Syamsudin, S. (2020). Problem Based Learning dalam mengembangkan kemampuan berpikir kritis dan keterampilan sosial. *ELSE (Elementary School Education Journal): Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran Sekolah Dasar*, 4(2), 81-99.
- Vhalery, R., Setyastanto, A. M., & Leksono, A. W. (2022). Kurikulum merdeka belajar kampus merdeka: Sebuah kajian literatur. *Research and Development Journal of Education*, 8(1), 185-201.
- Wantiana, I., & Mellisa, M. (2023). Kendala guru dalam penerapan kurikulum merdeka. *Jurnal Basicedu*, 7(3), 1461-1465.
- Wibowo, S., & Pertiwi, N. (2022). Penerapan Uji Statistik dalam Penelitian Pendidikan. *Jurnal Metodologi Pendidikan*, 12(2), 101–109.
- Wibowo, S., & Pertiwi, N. (2022). Teknik Observasi dan Dokumentasi dalam Penelitian Pendidikan. *Jurnal Penelitian Pendidikan*, 12(1), 88–95.
- Widyaningsih, S. W., Rumansara, T. H., & Yenusi, K. A. (2024). PENERAPAN MODEL PEMBELAJARAN BERBASIS MASALAH BERBANTUAN SIMULASI PhET UNTUK MENINGKATKAN HASIL BELAJAR DAN AKTIVITAS FISIKA DI SMAS ADVENT MANOKWARI. *OPTIKA: Jurnal Pendidikan Fisika*, 8(1), 1–10. <https://doi.org/10.37478/optika.v8i1.3383>
- Wulandari, E., & Prasetyo, Z. (2022). Validitas dan Reliabilitas Instrumen dalam Penelitian Pendidikan. *Jurnal Metodologi Pendidikan*, 5(1), 55–62.
- Wulandari, I. A., & Suryana, D. (2021). Pengaruh Model PBL terhadap Minat dan Hasil Belajar. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 9(1), 44–51. <https://doi.org/10.24815/jpsi.v9i1.19380>
- Wulandari, M. & Marlina, R. (2021). Penerapan Problem Based Learning untuk Meningkatkan Aktivitas Belajar. *Jurnal Pendidikan Sains*, 9(2), 66–72.
- Yaqutu Burhani, S. N., Hakim, A., Hadisaputra, S., & Burhanuddin, B. (2022). Analisis Media Pembelajaran PhET Simulations Berbasis Laboratorium Virtual Terhadap Minat Belajar Kimia Selama Masa Pandemi COVID-19. *Chemistry Education Practice*, 5(2), 193–201. <https://doi.org/10.29303/cep.v5i2.3062><https://ejournal.bbg.ac.id/tunasbangsa/article/view/625>
- Yuliana, D. & Handayani, R. (2022). Korelasi Minat dan Hasil Belajar dalam Pembelajaran Sains. *Jurnal Inovasi Pembelajaran*, 6(1), 34–41.
- Yuliana, R., & Pratama, H. (2020). Implementasi Media PhET Simulation dalam Pembelajaran Fisika untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 8(2), 110–117.
- Zaki Al Fuad, & Zuraini. (2016). Faktor-faktor Yang Mempengaruhi Minat Belajar Siswa Kelas 1 SDN Kute Padang. *Jurnal Tunas Bangsa*, 3(2), 54.