

## EFEKTIVITAS MODEL *GUIDED DISCOVERY LEARNING* BERBANTUAN *PHET SIMULATIONS* TERHADAP PEMAHAMAN KONSEP DAN MINAT BELAJAR SISWA SD PADA MATERI PERUBAHAN ENERGI

Ailsa Nova Faustina<sup>1\*</sup>, M. Anas Thohir<sup>2</sup>, Erif Ahdhianto<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Pendidikan Guru Sekolah Dasar, Universitas Negeri Malang, Indonesia

[ailsa.nova.2101516@students.um.ac.id](mailto:ailsa.nova.2101516@students.um.ac.id)\*, [anas.thohir.fip@um.ac.id](mailto:anas.thohir.fip@um.ac.id), [erif.ahdhianto.fip@um.ac.id](mailto:erif.ahdhianto.fip@um.ac.id)

### Article History

Submitted :  
19 Maret 2025

Revised:  
18 April 2025

Accepted :  
23 April 2025

Published :  
03 Mei 2025

### Kata Kunci:

Guided Discovery Learning, PhET Simulations, perubahan energi, pemahaman konsep, minat belajar, sekolah dasar

### Keywords:

Guided Discovery Learning, PhET Simulations, energy changes, understanding concepts, interest in learning, elementary school

**Abstrak:** Kompleksitas dari pembelajaran IPA membuat pembelajaran IPA ini memerlukan pemahaman konsep dan minat belajar siswa dengan baik, salah satunya yaitu perubahan energi pada kelas IV SD. Selain berguna dalam kehidupan sehari-hari, materi perubahan energi pada sekolah dasar juga menjadi landasan untuk memahami konsep yang lebih kompleks pada jenjang pendidikan kedepannya. Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini bertujuan guna mengetahui seberapa efektif model *Guided Discovery Learning* berbantuan PhET Simulations terhadap pemahaman konsep dan minat belajar siswa SD pada materi perubahan energi. Metode kuantitatif dimanfaatkan penggunaannya pada penelitian ini dan dengan desain penelitian quasi experiment design serta bentuk *pretest-posttest control design*. Selain itu, terdapat instrumen lembar tes pemahaman konsep dan angket minat belajar yang dikerjakan oleh siswa berjumlah 53 siswa. Data tersebut dianalisis menggunakan *paired sample t-test*, *independent sample t-test*, dan manova. Berlandaskan hasil penelitian, diperoleh informasi bahwasanya didapati perbedaan antara model GDL berbantuan PhET Simulations dengan model *Direct Instruction* (DI) terhadap pemahaman konsep dan minat belajar siswa SD pada materi perubahan energi. Dengan demikian, diimplikasikan bahwasanya didapati efektivitas dari model *Guided Discovery Learning* berbantuan PhET Simulations terhadap pemahaman konsep dan minat belajar siswa SD pada materi perubahan energi.

**Abstract:** The complexity of science learning requires students to understand concepts and interests in learning well, one of which is energy changes in grade IV of elementary school. In addition to being useful in everyday life, energy change material in elementary school is also a foundation for understanding more complex concepts at future levels of education. Based on this, this study aims to determine how effective the *Guided Discovery Learning* model assisted by PhET Simulations is on elementary school students' understanding of concepts and interests in learning energy changes. Quantitative methods are used in this study and with a quasi-experimental design and a *pretest-posttest control design*. In addition, there are test sheet instruments for understanding concepts and learning interest questionnaires that are completed by 53 students. The data were analyzed using *paired sample t-test*, *independent sample t-test*, and manova. Based on the results of the study, information was obtained that there was a difference between the GDL model using PhET Simulations and the *Direct Instruction* (DI) model on elementary school students' understanding of concepts and interests in learning energy changes. Thus, it is implied that the effectiveness of the *Guided Discovery Learning* model assisted by PhET Simulations is found on elementary school students' conceptual understanding and learning interest in the material on energy changes.



This is an open access article under the **CC-BY-SA** license



### A. PENDAHULUAN

Pada tingkat Sekolah Dasar (SD), IPA menjadi satu diantara bagian penting dari mata pelajaran Ilmu Pengetahuan Alam dan Sosial (IPAS) dalam kurikulum merdeka. Pada setiap pembelajaran IPA harus ditekankan pada penguasaan konsep dalam sekolah dasar sebab memiliki keterkaitan dengan alam secara sistematis dan logis (Fahreza et al., 2024). Oleh karena kompleksitas dari pembelajaran IPA itu sendiri, pembelajaran IPA juga memerlukan minat belajar yang tinggi agar materi tersebut bisa dimengerti oleh siswa

dengan baik (Linajari et al., 2022). Minat belajar juga menjadi kunci dalam pembentukan pemahaman konsep siswa terhadap materi yang dipelajari mereka (Amalia et al., 2024). Oleh karena itu, pemahaman konsep IPA dan minat belajar siswa memiliki peranan krusial dalam proses pembelajaran dan menjadi landasan dalam memenuhi capaian sasaran pembelajaran.

Satu dari beberapa konsep materi dalam pembelajaran IPA yaitu perubahan energi pada kelas IV SD. Selain berguna dalam kehidupan sehari-hari, pemahaman konsep tentang perubahan energi pada jenjang sekolah dasar juga menjadi landasan untuk memahami konsep yang lebih kompleks pada jenjang pendidikan selanjutnya. Materi konsep energi merupakan materi yang cukup padat sehingga siswa SD cenderung sulit untuk memahami konsep materi tersebut (Rumiati et al., 2022). Apalagi jika siswa dihadapkan dengan materi perubahan energi yang semakin sulit dinalar oleh mereka (Rani & Mujianto, 2023).

Menurut Hoiriyah (2019), indikator pemahaman konsep yaitu: (1) mendefinisikan konsep; (2) memberikan contoh konsep dan bukan contoh konsep; dan (3) mampu menggunakan konsep dalam menyelesaikan masalah. Pada materi perubahan energi, penjelasan indikator pemahaman konsep yang lebih rinci yaitu: (1) mendefinisikan konsep dapat dilihat dari kemampuan siswa dalam menyatakan kembali konsep energi dan perubahannya dengan menggunakan bahasa sendiri; (2) memberikan contoh konsep dan bukan contoh konsep dilihat dari kemampuan siswa untuk memberikan contoh perubahan energi yang terjadi di sekitar; (3) menggunakan konsep dalam menyelesaikan masalah dilihat dari kemampuan siswa dalam memecahkan masalah yang diberikan terkait materi perubahan energi dan konservasi energi.

Minat belajar siswa dalam pembelajaran juga sangat dibutuhkan dalam memahami suatu konsep materi, satu diantaranya pada materi perubahan energi. Akibat dari kurangnya pemahaman konsep pada materi perubahan energi, minat belajar siswa juga cenderung rendah, dikarenakan materi perubahan energi bersifat abstrak dan kompleks. Siswa menunjukkan ketidaktertarikan ketika berpartisipasi dalam kegiatan pembelajaran. Siswa juga kurang memiliki rasa ketertarikan untuk mempelajari materi tersebut sehingga akan memengaruhi hasil belajar siswa (Saputra et al., 2023).

Indikator minat belajar menurut Rohmah dkk. (2023) terdapat empat indikator yaitu: (1) perasaan senang; (2) ketertarikan siswa; (3) perhatian siswa; dan (4) keterlibatan siswa. Penjelasan indikator minat belajar yaitu: (1) indikator perasaan senang maksudnya yaitu mengukur pendapat siswa terkait pembelajaran, belajar tanpa paksaan, kesan siswa terhadap guru saat pembelajaran, maupun perasaan siswa saat pembelajaran berlangsung; (2) indikator ketertarikan yaitu keinginan siswa untuk mengetahui sesuatu, ketertarikan siswa pada pembelajaran dan ketertarikan siswa saat diberi tugas; (3) indikator perhatian siswa yaitu perhatian siswa saat mengikuti pembelajaran, perhatian saat melakukan diskusi; dan (4) indikator keterlibatan siswa mengukur kesadaran siswa untuk aktif dalam pembelajaran dan keterlibatan saat mengerjakan pekerjaan rumah maupun tugas.

Hasil wawancara dengan siswa kelas IV yang dipilih secara acak pada salah satu sekolah di Kota Blitar mengungkapkan bahwa mereka kurang memahami konsep dan kurang tertarik untuk belajar tentang materi perubahan energi. Terdapat siswa yang belum bisa memadukan antara pembelajaran teoritis dengan permasalahan nyata (konkret). Hal tersebut dibuktikan dari siswa yang menjawab salah saat diminta untuk mengklasifikasikan perubahan energi kimia menjadi energi listrik, energi gerak menjadi energi panas, energi gerak menjadi suara; dll. Siswa tersebut juga belum bisa untuk mengungkapkan konsep materi dengan menggunakan kata-katanya sendiri, contohnya yaitu siswa belum memahami dan menceritakan kembali tentang definisi energi, dan perubahan energi, serta konsep kekekalan energi. Selain itu, siswa merasa jenuh, kurang memperhatikan, dan tidak antusias saat pembelajaran berlangsung karena guru yang menjelaskan materi secara langsung. Sedangkan, berlandaskan hasil observasi dan wawancara kepada dua guru dari satu diantara SD di Kota Blitar, model *Direct Instruction* (DI) yang berfokus pada guru masih diterapkan oleh guru dalam mengkemukakan materi perubahan bentuk energi. Guru menyampaikan secara langsung tentang konsep materi, sehingga siswa hanya menerima informasi dan memahami konsep tersebut. Bahkan, guru kurang memahami secara mendalam terkait penggunaan model konstruktivisme seperti *Guided Discovery Learning* (GDL).

Dalam mengatasi permasalahan yang terjadi, diperlukan model pembelajaran yang lebih adaptif, satu diantaranya ialah model pembelajaran konstruktivisme yakni GDL. Model GDL dapat dipandang sebagai salah satu model pembelajaran konstruktivisme bahwa siswa diberikan kesempatan, termasuk siswa sekolah dasar, untuk memperoleh pengetahuan secara mandiri dengan cara menemukan dan memahami konsep pembelajaran melalui permasalahan yang dikembangkan oleh guru (Nuriyawati et al., 2019). Dalam konteks penerapan model GDL, peran guru sebagai fasilitator adalah memberikan dukungan, arahan atau petunjuk, dan bantuan apabila terjadi kendala selama proses pembelajaran, sehingga kendala yang dihadapi siswa dapat

diatasi (Nuriyawati et al., 2019). Oleh karena itu, penggunaan model GDL dapat berpengaruh terhadap kemampuan siswa untuk memahami konsep pengetahuan karena mereka menemukan sendiri jawabannya. Model pembelajaran GDL juga berkontribusi dalam memberi peningkatan pada minat belajar siswa, yakni dalam hal keterlibatan, perhatian, ketertarikan, serta perasaan senang selama proses pembelajaran (Safitri et al., 2023).

Penerapan media pembelajaran berbasis teknologi yang interaktif juga perlu diterapkan untuk menunjang pembelajaran dalam materi perubahan energi. Seperti halnya media *Virtual Laboratory Phisics Education and Technology* (PhET) Simulations. Penggunaan media PhET Simulations dapat memudahkan guru dalam menunjukkan materi-materi IPA yang bersifat abstrak, dapat menjawab pertanyaan siswa dengan mudah, dan dapat membuktikan kesulitan-kesulitan pada materi yang membutuhkan kegiatan eksperimen, sehingga siswa mampu memahami konsep yang dipelajari secara menyeluruh (Fitrianingsi et al., 2023). Selain itu, materi pembelajaran yang sifatnya abstrak dan sulit dilakukan saat praktikum langsung dapat dibuktikan dengan menggunakan PhET Simulations melalui animasi benda-benda yang berada di sekitar siswa (Pratiwi & Wiguna, 2022).

Beberapa penelitian yang menggunakan media PhET Simulations hanya menggunakan sampel satu kelas untuk membandingkan hasil *pretest*, *posttest*, maupun angket yang dikerjakan oleh siswa. Selain itu, pada apenelitian-penelitian tersebut, media PhET Simulations belum diintegrasikan dengan model pembelajaran GDL. Terdapat penelitian lain yang sudah menggunakan model GDL berbantuan media PhET Simulations, seperti dalam penelitian yang dilakukan oleh Anisa & Astriani (2022) yang menuturkan bahwa media PhET Simulations dengan model GDL dapat meningkatkan pemahaman konsep siswa pada materi konsep listrik dinamis. Namun, penggabungan media PhET Simulations dengan GDL dalam penelitian tersebut masih dilakukan pada siswa SMP dan SMA. Penelitian ini bertujuan guna mengetahui (1) perbedaan antara penggunaan model GDL berbantuan PhET Simulations dengan model DI terhadap pemahaman konsep siswa SD pada materi perubahan energi; (2) perbedaan antara penggunaan model GDL berbantuan PhET Simulations dengan model DI terhadap minat belajar siswa SD pada materi perubahan energi; dan (3) perbedaan antara penggunaan model GDL berbantuan PhET Simulations dengan model DI terhadap pemahaman konsep dan minat belajar siswa SD pada materi perubahan energi.

Berdasarkan dari paparan pentingnya pemahaman konsep dan minat belajar siswa, serta permasalahan yang terjadi pada siswa SD, penelitian ini akan ditujukan pada siswa SD untuk mengetahui efektivitas dari model GDL berbantuan PhET Simulations terhadap pemahaman konsep dan minat belajar pada materi perubahan energi.

## B. METODE PENELITIAN

Metode penelitian kuantitatif dimanfaatkan penggunaannya pada penelitian ini dengan desain penelitian *quasi experiment design* dan bentuk *pretest-posttest control design*. Desain pada penelitian ini melibatkan dua kelompok (eksperimen dan kontrol) dengan metode pemilihannya secara *random* tanpa mengubah susunan awal kelas (Sugiyono, 2019). Pada penelitian ini, Kelompok eksperimen akan menerima perlakuan yang baru yang akan diteliti, yaitu model GDL berbantuan PhET Simulations. Kelompok kontrol menerima *treatment* seperti biasa, yaitu hanya menggunakan model DI.

Teknik pengambilan sampel yang dimanfaatkan penggunaannya ialah *probability sampling* dengan *random simple* sampling. Penelitian ini dilakukan dengan populasi yang berjumlah 53 siswa kelas IV di sebuah sekolah dasar yang lokasinya berada di Kota Blitar, Jawa Timur. Penelitian ini melibatkan 26 siswa dari Kelas IV B sebagai kelompok eksperimen dan 27 siswa dari Kelas IV A sebagai kelompok kontrol.

Pengambilan data pada penelitian ini akan memanfaatkan penggunaan *pretest/posttest control design*. Hasil data numerik *pretest* dan *posttest* yang diperoleh dari sampel yaitu kelas IV A dan IV B, kemudian digeneralisasikan ke populasi. Teknik pengumpulan data yang dimanfaatkan penggunaannya pada penelitian ini ialah: (1) Tes. Tes pada penelitian ini terbagi menjadi 2 yaitu, *pretest* dan *posttest*. Teknik tes ini akan memanfaatkan penggunaan instrumen lembar tes berupa soal pilihan ganda masing-masing 12 soal dengan mempertimbangkan kemampuan siswa dan disesuaikan dengan indikator-indikator pemahaman konsep. (2) Angket. Angket dilakukan untuk mengetahui minat belajar siswa pada materi tentang perubahan energi. Angket disusun berupa pertanyaan tertutup berjumlah 20 agar dapat mempermudah siswa dalam menjawab pertanyaan di angket tersebut. Pertanyaan angket tersebut disesuaikan dengan indikator minat belajar yang akan diteliti. Lembar angket yang disusun menggunakan skala likert. (3) Observasi. Observasi ini dilakukan saat

kegiatan pembelajaran di kedua kelas untuk mengetahui keterlaksanaan pembelajaran yang diterapkan pada kedua kelas tersebut. Observasi ini didata menggunakan instrumen lembar keterlaksanaan pembelajaran.

Instrumen penelitian diuji validitas terlebih dahulu untuk memenuhi validitas isi (internal) dan validitas empiris (eksternal) (Sugiyono, 2019). Validitas isi pada penelitian ini dilakukan oleh salah satu ahli materi, yakni dosen Universitas Negeri Malang. Instrumen akan divalidasi oleh validator dengan menggunakan lembar validitas yang berskala likert. Selain validitas isi, terdapat validitas empiris yang dilakukan di salah satu SD Kota Blitar. Instrumen yang divalidasi berupa soal *pretest* dan *posttest*, serta angket minat belajar. Hasil jawaban akan diuji menggunakan Uji *Pearson Correlation* pada SPSS 25. Hasil dari uji validitas yang telah dilakukan menyatakan bahwa semua instrumen tes dan angket memiliki nilai signifikansi  $< 0,05$  yang berarti instrumen tersebut dinyatakan valid.

Selain uji validitas, instrumen juga harus diuji reabilitasnya untuk membuktikan bahwa instrumen tersebut akurat dan konsisten (Sugiyono, 2019). Pada penelitian ini, dilakukan uji reabilitas berupa *split half* pada SPSS 25 untuk instrumen *pretest posttest* pemahaman konsep. Sedangkan untuk angket minat belajar akan dilakukan uji reabilitas berupa *alpha cronbach* pada SPSS 25. Hasil pengujian *split half* pada instrumen soal yang valid menunjukkan koefisien reabilitas sebesar 0,949. Angka ini berarti  $> 0,70$  sehingga instrumen soal termasuk dalam kategori reliabel. Sedangkan hasil pengujian *alpha cronbach* pada instrumen angket yang valid menunjukkan koefisien reabilitas sebesar 0,944. Angka ini berarti  $> 0,70$  sehingga dapat disimpulkan bahwa instrumen angket termasuk dalam kategori reliabel.

Pada instrumen tes pilihan ganda juga perlu diuji tingkat kesukarannya untuk mengetahui apakah instrumen tersebut tergolong mudah, sedang, ataupun sulit. Uji tingkat kesukaran ini dibantu dengan menggunakan aplikasi SPSS 25. Secara umum, sebagian besar butir soal berada pada kategori sedang. Hanya sedikit butir soal yang berada pada kategori mudah. Pada soal *pretest* yang memiliki kategori mudah terdapat 5 soal. Sedangkan pada soal *posttest* yang memiliki kategori mudah terdapat pada 2 soal.

Selain uji tingkat kesukaran, uji daya pembeda juga diterapkan pada instrumen tes pilihan ganda guna mengidentifikasi perbedaan antara siswa dengan kemampuan tinggi dan rendah (Zainuri et al., 2021). Secara umum, sebagian besar butir soal berada pada kategori baik. Terdapat butir soal yang memperoleh kategori sangat baik, yaitu pada soal *pretest* terdapat 2 soal serta soal *posttest* terdapat pada 1 soal.

Setelah melakukan uji validasi instrumen penelitian, penelitian dapat dilakukan dan data dapat dianalisis. Sebelum dianalisis, data harus dihitung terlebih dahulu. Jika hasil persentase  $\geq 80\%$  dari skor maksimal, maka pembelajaran yang dilakukan pada kedua kelas dapat berjalan dengan baik. Hasil observasi keterlaksanaan pembelajaran dalam bentuk persen dihitung dengan menggunakan rumus berikut.

$$\text{Persentase keberhasilan pembelajaran} = \frac{\text{Jumlah skor yang diperoleh}}{\text{Skor maksimal}} \times 100\%$$

Penelitian ini menggunakan analisis statistik deskriptif dan inferensial guna menganalisis data. Pada penelitian ini, semua data baik itu *pretest*, *posttest*, dan angket minat belajar akan dianalisis secara deskriptif terlebih dahulu untuk mendeskripsikan data yang sudah terkumpul (Sugiyono, 2019). Terdapat beberapa komponen yang dianalisis dalam penelitian ini, yakni: (1) hasil rata-rata (*mean*) antara *pretest*, *posttest*, angket minat belajar awal dan akhir; serta (2) standar deviasi antara *pretest*, *posttest*, angket minat belajar awal dan akhir.

Hasil *mean* yang telah didata akan diuji melalui penggunaan uji *n-gain* guna melihat seberapa efektif setiap perlakuan yang dijalankan melalui rumusan berikut.

$$N\text{-Gain} = \frac{\text{Skor posttest} - \text{Skor pretest}}{\text{Skor maksimum} - \text{Skor pretest}}$$

Indikator pengambilan keputusan *N-Gain* terlihat melalui Tabel 1 berikut ini.

**Tabel 1** Indikator Pengambilan Keputusan *N-Gain*

Nilai <i>N-Gain</i>	Kategori
$g > 0,7$	Tinggi
$0,3 \leq g \leq 0,7$	Sedang
$G < 0,3$	Rendah

Sumber: (Hake, 2002)

Penelitian ini juga dijalankan analisis secara statistik inferensial yang dimanfaatkan guna menganalisis hasil dan data sampel yang diterapkan (Sugiyono, 2019). Akan tetapi, sebagai langkah awal, perlu dijalankan uji normalitas dan homogenitas terlebih dahulu terhadap data yang terkumpul. Uji normalitas ini memanfaatkan penggunaan SPSS 25 dengan uji *Shapiro-Wilk*, mengingat jumlah sampel kurang dari 100 (Razali & Wah, 2011). Berdasarkan hasil yang diperoleh, secara umum, baik pada data *pre-test*, *post-test*, angket awal dan angket

akhir menunjukkan data berdistribusi normal dengan nilai signifikansi  $> 0,05$ . Dengan demikian, bisa dinyatakan bahwasanya hasil *pre-test*, *post-test*, angket awal dan angket akhir pada kedua kelompok menunjukkan distribusi normal, sehingga memungkinkan digunakannya uji parametrik untuk pengujian hipotesis.

Setelah dilakukan uji normalitas, data diuji homogenitas menggunakan aplikasi SPSS 25 dengan menggunakan uji *Levene's test*. Secara umum, berdasarkan hasil uji *pre-test*, *post-test*, angket awal dan angket akhir menunjukkan data homogen dengan nilai signifikansi  $> 0,05$ . Nilai signifikansi antara keempat data tersebut beragam, namun tetap  $> 0,05$ . Dengan demikian, bisa dinyatakan bahwasanya hasil *pre-test*, *post-test*, angket awal dan angket akhir pada kedua kelompok homogen sehingga bisa dijalankan uji hipotesis.

Uji hipotesis pada penelitian ini, peneliti memanfaatkan penggunaan SPSS dan menerapkan uji statistik parametrik berupa *Paired Sample T-test*, *Independent Sample T-test* dan Manova (*Multivariate Analysis of Variance*). Pengambilan dasar keputusan dalam hipotesis yaitu apabila nilai signifikansi  $< 0,05$  maka  $H_0$  ditolak dan  $H_a$  diterima dan sebaliknya.

Uji Manova dilakukan pada penelitian ini untuk mengetahui perbedaan antara model GDL berbantuan PhET Simulations dengan model DI terhadap pemahaman konsep dan minat belajar siswa SD pada materi perubahan energi. Uji statistika yang digunakan menurut Ghazali (2018) yaitu menggunakan *Wilk's Lambda* dengan ketentuan jika nilai signifikansi  $< 0,05$ , maka hipotesis nol ditolak. Artinya, ada perbedaan yang signifikan dari variabel bebas terhadap variabel terikat secara bersamaan atau simultan. Jika nilai signifikansi melebihi 0,05 memperlihatkan bahwasanya tidak ada perbedaan yang signifikan.

### C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Keterlaksanaan pembelajaran ini didapat melalui kegiatan observasi pengamat selama proses pembelajaran untuk menentukan keberhasilan setiap pembelajaran yang dilakukan oleh pengajar di kelas. Pengamat menilai keterlaksanaan pembelajaran ini menggunakan instrumen penilaian keterlaksanaan pembelajaran yang sudah dibuat oleh peneliti sesuai sintaks model pembelajaran yang dilakukan dalam setiap kelompok.

**Tabel 2** Hasil Observasi Keterlaksanaan Kelompok Kontrol dan Kelompok Eksperimen

Kelompok	Pertemuan	Kegiatan Pembelajaran						Total	Total Max.	Presentase
		Pendahuluan		Inti		Penutup				
		Nilai	Max	Nilai	Max	Nilai	Max			
Kontrol	1	19	20	39	45	18	20	76	85	89,4%
Kontrol	2	20	20	41	45	19	20	76	85	94,1%
Eksperimen	1	19	20	51	65	20	20	90	105	85,7%
Eksperimen	2	20	20	55	65	20	20	95	105	90,4%

Tabel 2 menunjukkan hasil observasi keterlaksanaan pembelajaran 1 dan 2 pada kelompok kontrol dan eksperimen. Secara umum, didapatkan persentase keterlaksanaan pembelajaran yang dilakukan pengamat yaitu rata-rata persentase sebesar  $>80\%$ . Oleh karenanya, bisa ditarik kesimpulan bahwasanya pembelajaran 1 dan 2 pada kedua kelompok tersebut sesuai dan berjalan dengan lancar.

Berlandaskan hasil penelitian yang dijalankan pada kedua kelas, diperoleh data hasil *pretest* dan *posttest* pada Tabel 3 sebagai berikut.

**Tabel 3** Hasil *Pretest* dan *Posttest* Kelompok Kontrol dan Eksperimen

No	Indikator Pemahaman Konsep	Kelompok	<i>Pretest</i>		<i>Posttest</i>		<i>N-Gain</i>	Kategori
			M	SD	M	SD		
1.	Mendefinisikan Konsep	Kontrol	1,44	1,05	2,48	1,05	0,4	Sedang
		Eksperimen	1,37	0,69	2,93	1,11	0,6	Sedang
2.	Memberikan Contoh Konsep dan Bukan Contoh Konsep	Kontrol	1,56	0,93	2,15	0,95	0,24	Rendah
		Eksperimen	1,63	1,07	2,59	0,97	0,4	Sedang
3.	Menggunakan Konsep dalam Menyelesaikan Masalah	Kontrol	1,59	0,84	1,93	0,92	0,14	Rendah
		Eksperimen	1,67	1,07	2,41	1,15	0,31	Sedang

\*Keterangan

M = Mean (rata-rata)

SD = Standar Deviasi

Tabel 3 menunjukkan hasil *pretest* dan *posttest* pada kelompok kontrol dan eksperimen. Secara umum, hasil *posttest* antara dua kelompok dalam setiap indikator mengalami peningkatan daripada hasil *pretest*. Selain itu, tingkat pemahaman konsep siswa di kedua kelompok berada di antara kategori rendah dan sedang. Akan tetapi, Namun, kelompok eksperimen memperlihatkan peningkatan yang lebih tinggi dalam hasil *posttest* bila dikomparasikan dengan kelompok kontrol. Dengan demikian, kelompok eksperimen mempunyai *N-Gain* yang lebih tinggi daripada kelompok kontrol. Oleh karena itu, peningkatan pemahaman konsep siswa dalam kelompok eksperimen melebihi kelompok kontrol.

Sementara, data angket awal dan angket akhir hasil penelitian pada kelompok kontrol dan kelompok eksperimen yaitu sebagai berikut.

**Tabel 4** Hasil Angket Awal dan Angket Akhir Kelompok Kontrol dan Eksperimen

No	Indikator Konsep	Pemahaman Kelompok	Angket Awal		Angket Akhir		N-Gain	Kategori
			M	SD	M	SD		
1.	Perasaan senang	Kontrol	12,33	1,98	17,41	2,71	0,41	Sedang
		Eksperimen	12,33	1,80	20,00	2,72	0,60	Sedang
2.	Ketertarikan siswa	Kontrol	11,67	2,15	17,26	2,55	0,41	Sedang
		Eksperimen	11,19	2,00	20,93	2,36	0,71	Tinggi
3.	Perhatian siswa	Kontrol	12,37	2,91	17,85	2,94	0,43	Sedang
		Eksperimen	11,89	2,58	21,56	1,81	0,73	Tinggi
4.	Keterlibatan siswa	Kontrol	10,37	1,78	16,44	2,44	0,41	Sedang
		Eksperimen	10,96	1,70	20,00	3,00	0,65	Sedang

\*Keterangan

M = Mean (rata-rata)

SD = Standar Deviasi

Tabel 4 menunjukkan hasil angket awal dan angket akhir dari kelompok kontrol dan kelompok eksperimen. Secara umum, rata-rata hasil angket awal kedua kelompok hampir sama. Begitu juga minat belajar siswa di kedua kelompok dikelompokkan ke dalam kategori rendah dan sedang. Akan tetapi, kelompok eksperimen memperlihatkan peningkatan yang lebih tinggi dalam hasil angket akhir dibandingkan dengan kelompok kontrol. Dengan demikian, kelompok eksperimen memiliki *N-Gain* yang lebih tinggi bila dikomparasikan dengan kelompok kontrol. Oleh karenanya, dapat diberikan kesimpulan bahwasanya siswa dalam kelompok eksperimen mengalami peningkatan yang lebih besar dalam hal minat belajar mereka bila dikomparasikan dengan mereka yang ada di kelompok kontrol.

Hasil *N-Gain* yang sama pada indikator mendefinisikan konsep, perasaan senang dan keterlibatan siswa dalam kelompok kontrol dan eksperimen dapat disebabkan oleh faktor lingkungan belajar yang serupa serta karakteristik siswa yang mirip. Siswa masih kurang familiar dengan penggabungan antara model dan media pembelajaran ini, seperti halnya yang diungkapkan oleh Wahyudi & Jatun (2024). Selain itu, durasi intervensi yang mungkin singkat juga dapat menjadi alasan. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan baru mungkin memerlukan waktu lebih lama atau pengukuran yang lebih mendalam untuk menunjukkan perbedaan signifikan.

Data hasil kedua tes pada kedua kelompok dijalankan uji *Paired Sample T-test* terlebih dahulu guna melihat adanya peningkatan pemahaman konsep pada siswa pada setiap kelasnya. Berikut merupakan hasil uji *Paired Sample T-test* pada kedua kelompok.

**Tabel 5** Hasil Uji *Paired Sample T-test* Instrumen Soal Kelompok Kontrol dan Eksperimen

Kelompok	M	SD	Sig. (2-tailed)	Keterangan
Kontrol	16,37	7,48	0,000	H <sub>a</sub> diterima, H <sub>0</sub> ditolak
Eksperimen	27,50	12,89	0,000	H <sub>a</sub> diterima, H <sub>0</sub> ditolak

\*Keterangan

M = Mean (rata-rata)

Tabel 5 menunjukkan hasil uji *Paired Sample T-test* pada kelompok kontrol dan kelompok eksperimen. Secara keseluruhan, pemahaman konsep siswa di kedua kelompok meningkat dengan nilai signifikansi kurang dari 0,05. Oleh karenanya, bisa diambil kesimpulan bahwasanya terdapat peningkatan pemahaman konsep siswa di kelompok kontrol melalui penggunaan model pembelajaran DI. Selain itu, didapatkan kesimpulan

bahwasanya ada peningkatan pemahaman konsep siswa kelompok eksperimen melalui pemanfaatan model pembelajaran GDL yang dibantu dengan media PhET Simulations

Sementara, hasil uji *Paired Sample T-test* pada kedua kelompok pada instrument angket yaitu sebagai berikut.

**Tabel 6** Hasil Uji *Paired Sample T-test* Instrumen Angket Kelompok Kontrol dan Eksperimen

Kelompok	M	SD	Sig. (2-tailed)	Keterangan
Kontrol	22,222	11,846	0,000	H <sub>a</sub> diterima, H <sub>0</sub> ditolak
Eksperimen	36,885	8,219	0,000	H <sub>a</sub> diterima, H <sub>0</sub> ditolak

\*Keterangan

M = *Mean* (rata-rata)

SD = Standar Deviasi

Tabel 6 memperlihatkan hasil uji *Paired Sample T-test* pada kelompok kontrol dan kelompok eksperimen. Secara umum, dapat dikatakan minat belajar siswa meningkat secara signifikan karena didapatkan hasil dengan nilai signifikansi  $< 0,05$ . Dengan demikian, bisa diimplikasikan bahwasanya didapati peningkatan minat belajar siswa pada kelompok kontrol melalui penggunaan model pembelajaran DI. Selain itu, dapat diimplikasikan juga bahwasanya didapati peningkatan minat belajar siswa pada kelompok eksperimen melalui penggunaan model pembelajaran GDL dengan bantuan media PhET Simulations.

Hasil perolehan *pretest* dan *posttest* dari kedua kelompok juga dianalisis menggunakan SPSS dengan uji *Independent Sample T-test* dengan hasil yang terlihat melalui tabel berikut ini.

**Tabel 7** Hasil Uji *Independent Sample T-test* pada Instrumen Soal

MD	Sig. (2-tailed)	Keterangan
12,293	0,016	H <sub>a</sub> diterima, H <sub>0</sub> ditolak

\*Keterangan

MD = *Mean Difference* (perbedaan rata-rata)

Tabel 7 menunjukkan hasil uji *Independent Sample T-test* pada instrumen soal yang berupa *pretest* dan *posttest*. Secara umum, pemahaman konsep mengalami peningkatan secara signifikan. Peningkatan tersebut dapat dibuktikan karena Sig. (2-tailed)  $0,016 < 0,05$  dan perbedaan rata-rata (MD = 12,293). Dari perolehan data tersebut didapatkan kesimpulan bahwa terdapat perbedaan antara penggunaan model GDL berbantuan PhET Simulations dengan model DI terhadap pemahaman konsep siswa SD pada materi perubahan energi.

Hasil perolehan angket awal dan angket akhir dari kedua kelompok juga ikut dianalisis menggunakan SPSS dengan uji *Independent Sample T-test* yang terlihat melalui tabel berikut ini.

**Tabel 8** Hasil Uji *Independent Sample T-test* pada Instrumen Angket

MD	Sig. (2-tailed)	Keterangan
14,152	0,000	H <sub>a</sub> diterima, H <sub>0</sub> ditolak

\*Keterangan

MD = *Mean Difference* (perbedaan rata-rata)

Tabel 8 menunjukkan hasil uji *Independent Sample T-test* pada instrumen angket yang berupa angket awal dan angket akhir. Secara umum, minat belajar mengalami peningkatan secara signifikan. Peningkatan tersebut dapat dibuktikan karena nilai Sig. (2-tailed)  $0,000 < 0,05$  dan hasil perbedaan rata-rata (MD = 14,152). Dari perolehan data tersebut didapatkan kesimpulan bahwa terdapat perbedaan antara penggunaan model GDL berbantuan PhET Simulations dengan model DI terhadap minat belajar siswa SD pada materi perubahan energi.

Terakhir, uji *Manova* digunakan sebagai hipotesis untuk menentukan perbedaan antara penggunaan model GDL berbantuan media PhET Simulations dengan model DI terhadap pemahaman konsep dan minat belajar siswa SD. Hasil uji *Manova* pada *pretest* dan *posttest*, serta angket awal dan akhir pada kedua kelompok disajikan dalam Tabel 9 berikut ini.

**Tabel 9** Hasil Uji *Manova*

Sig. (2-tailed)	Keterangan
0,000	H <sub>a</sub> diterima, H <sub>0</sub> ditolak

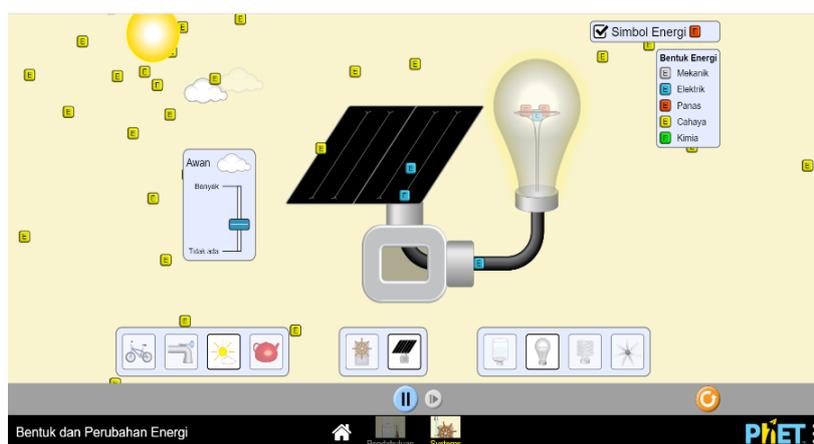
Tabel 9 menunjukkan hasil uji *Manova* pada *pretest* dan *posttest* serta angket awal dan angket akhir antara kelompok kontrol dengan kelompok eksperimen. Secara umum, pemahaman konsep dan minat belajar

meningkat dengan signifikan. Hal tersebut dibuktikan oleh nilai signifikansi yang menyentuh angka  $< 0,05$ . Dari perolehan data tersebut didapatkan kesimpulan bahwa terdapat perbedaan antara model GDL berbantuan PhET Simulations dengan model DI terhadap pemahaman konsep dan minat belajar siswa SD pada materi perubahan energi.

Tujuan pertama dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui adanya perbedaan antara penggunaan model GDL berbantuan PhET Simulations dengan model DI terhadap pemahaman konsep siswa SD pada materi perubahan energi. Berdasarkan hasil yang diperoleh, bahwa pembelajaran melalui pemanfaatan model GDL berbantuan media PhET Simulations signifikan dalam memberi peningkatan pada pemahaman konsep siswa SD. Pada pembelajaran 1 kelompok eksperimen, siswa masih harus dituntun secara perlahan-lahan untuk menyebutkan contoh perubahan energi yang terjadi pada benda sekitar. Sedangkan pada pembelajaran 2, siswa dengan mudah mengkonstruksi pengetahuannya sendiri dalam mengamati suatu fenomena yang diberikan. Kemampuan tersebut berbeda dengan yang dialami oleh kelompok kontrol. Kemampuan untuk mengidentifikasi perubahan energi pada benda sekitar masih belum berkembang dengan baik, terutama pada energi kimia. Hal tersebut dapat ditunjukkan bahwa penggunaan model GDL mampu mengonstruksi pemahaman siswa secara bertahap daripada pembelajaran dengan model DI.

Alasan utama dari peningkatan pemahaman konsep yaitu dapat mengkonkretkan materi yang bersifat abstrak. Hal tersebut berkaitan dengan penelitian dari Hidayat et al. (2019) yang mengungkapkan bahwasanya penggabungan model dan media ini membantu siswa untuk lebih memahami isi konseptual dari mata pelajaran yang dipelajari. Implementasi model GDL dalam pembelajaran memberikan keterlibatan aktif siswa dalam mengeksplorasi suatu konsep pembelajaran melalui pengamatan atau praktik. Pandangan tersebut didukung oleh Pujiningsih et al. (2022) yang memaparkan jika penerapan model GDL merupakan salah satu model konstruktivisme yang dapat menciptakan suatu konsep yang mendasari pemahaman konseptual, prosedural, serta situasional yang lebih optimal, berlandaskan eksperimen yang dijalankan oleh siswa. Model pembelajaran konstruktivisme akan lebih baik jika diimbangi dengan adanya media pembelajaran konstruktivisme. Sejalan oleh Sarwoto et al. (2020) bahwa PhET Simulations merupakan salah satu media konstruktivisme apabila ditinjau berdasarkan oleh teori Edgar Dale, dimana siswa 90% akan turut aktif dalam kegiatan eksperimen nyata atau simulasi.

Tujuan kedua dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui adanya perbedaan antara penggunaan model GDL berbantuan PhET Simulations dengan model DI terhadap minat belajar siswa SD pada materi perubahan energi. Berdasarkan hasil dari penelitian, penggunaan model GDL yang didukung dengan media PhET Simulations signifikan dalam meningkatkan minat belajar siswa SD. Hal tersebut selaras dengan penelitian dari Widyastuti et al. (2024) yang mengungkapkan bahwasanya penggabungan model dan media ini memungkinkan siswa untuk secara langsung mengamati dan memahami apa yang terjadi sepanjang kegiatan eksperimen sehingga dapat membangkitkan minat dan antusiasme dalam melaksanakan kegiatan.



**Gambar 1.** Tampilan PhET Simulation

Siswa dalam kelompok eksperimen mampu berkoordinasi dan berkomunikasi dengan lancar dengan sesama anggota kelompoknya daripada siswa kelompok kontrol. Selain itu, siswa kelompok eksperimen menuliskan hasil diskusi pada LKPD lebih tepat daripada kelompok kontrol. Hal tersebut dibuktikan dengan hasil diskusi LKPD antara kelompok eksperimen yang cukup logis daripada kelompok kontrol.

Tujuan ketiga dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui adanya perbedaan antara penggunaan model GDL berbantuan PhET Simulations dengan model DI terhadap pemahaman konsep dan minat belajar siswa SD pada materi perubahan energi. Hasil dari uji hipotesis menyatakan bahwa penggunaan model GDL dibantu oleh media PhET Simulations signifikan dalam memberi peningkatan pada pemahaman konsep dan minat belajar siswa SD.

Melalui model GDL berbantuan PhET Simulations, kemampuan pemahaman konsep siswa serta minat belajar siswa meningkat secara bertahap. Sesuai penelitian yang dilakukan oleh Ramadhanty & Setiyawati (2024), Harahap & Malinda (2024), serta Fitriani & Cahyaningsih (2023), bahwa penggunaan model GDL dan simulasi PhET secara bersama-sama dapat meningkatkan pemahaman siswa dalam merancang konsep pembelajaran secara mandiri, memperkuat keterampilan siswa dalam proses sains, dan merangsang minat siswa untuk belajar. Hal ini dapat memberikan dampak yang menguntungkan, yaitu dapat meningkatkan efektivitas pembelajaran IPA. Ketika siswa memahami konsep secara menyeluruh, mereka umumnya lebih terlibat dan memiliki minat untuk belajar (Widiana, 2022). Sebaliknya, minat belajar yang tinggi juga dapat mendorong siswa untuk memperdalam pemahaman mereka terhadap topik yang dibahas (Widiana, 2022).

Meskipun pada kelompok kontrol diberikan pembelajaran DI, nilai rata-rata *posttest* dan angket akhir mengalami peningkatan. Ternyata, peningkatan ini tidak melebihi peningkatan yang terjadi pada kelompok eksperimen. Kejadian tersebut dapat disebabkan dengan adanya kegiatan diskusi yang dilakukan saat pembelajaran berlangsung. Ini sejalan pernyataan dari Rosma et al. (2019) yang mengungkapkan bahwa kegiatan diskusi dan observasi yang dilakukan secara kelompok dapat melibatkan siswa turut aktif dan tertarik dalam suatu kegiatan belajar serta dapat menemukan konsep dalam suatu materi pembelajaran.

Dari hasil tersebut, didapatkan juga faktor lain yang ternyata mempunyai pengaruh dalam peningkatan pemahaman konsep dan minat belajar siswa, yaitu adanya LKPD selama kegiatan pembelajaran. LKPD dirancang untuk membantu siswa memahami materi yang dipelajari dengan lebih mendalam. Menurut Kosasih (2021), penggunaan LKPD dapat memperjelas konsep yang sulit dipahami oleh siswa karena LKPD memberikan langkah-langkah konkret dalam proses belajar. Selain itu, menurut Jalal et al. (2021), penggunaan LKPD mampu memberi peningkatan pada minat belajar siswa dikarenakan LKPD menyajikan materi pembelajaran secara menarik dan interaktif.

Penelitian ini memperoleh informasi yang baru bahwa selama penggunaan model pembelajaran GDL, kegiatan diskusi menjadi satu diantara aspek yang krusial dalam peningkatan pemahaman konsep dan minat belajar siswa. Lebih lanjut, dalam pelaksanaan pembelajaran, model GDL juga perlu disertai LKPD yang memuat langkah-langkah sistematis suatu kegiatan pembelajaran. Oleh karena itu, guru diharapkan menambahkan kegiatan diskusi dan menggunakan LKPD untuk siswa dalam menerapkan model pembelajaran GDL berbantuan PhET Simulations ini.

#### D. SIMPULAN DAN SARAN

Dari pengerjaan *pretest* dan *posttest* siswa memperlihatkan peningkatan signifikan dalam pemahaman konsep siswa di kedua kelompok, serta dapat menunjukkan perbedaan antara penggunaan model GDL berbantuan simulasi PhET dengan model DI dalam hal pemahaman konsep siswa SD pada materi perubahan energi. Sedangkan berdasarkan hasil uji hasil angket awal dan angket akhir siswa memperlihatkan peningkatan signifikan terhadap minat belajar siswa di kedua kelompok, serta menunjukkan adanya perbedaan antara penggunaan model GDL berbantuan PhET Simulations dengan model DI terhadap minat belajar siswa SD pada materi perubahan energi. Di sisi lain, hasil dari uji *Manova* menunjukkan bahwa pemahaman konsep dan minat belajar meningkat dengan signifikan. Berlandaskan hal tersebut, diperoleh bahwasanya didapati perbedaan antara model GDL berbantuan PhET Simulations dengan model DI terhadap pemahaman konsep dan minat belajar siswa SD pada materi perubahan energi. Dari uraian tersebut, dapat diimplikasikan bahwa terdapat efektivitas dari model *Guided Discovery Learning* berbantuan PhET Simulations terhadap pemahaman konsep dan minat belajar siswa SD pada materi perubahan energi. Penelitian ini masih dilaksanakan pada satu sekolah. Lebih baik bagi peneliti lain melaksanakan penelitian lebih dari satu sekolah untuk menerapkan model GDL berbantuan PhET Simulations agar hasil yang diperoleh lebih variatif. Peneliti lain juga dapat membandingkan antara penerapan model DGL berbantuan PhET Simulations dengan model GDL berbantuan media pembelajaran yang lain.

#### DAFTAR RUJUKAN

- Amalia, M., Pratama, M. V., Pratiwi, N. A., & Fujiarti, A. (2024). Pengaruh Media Interaktif Terhadap Minat Belajar Siswa Pada Pembelajaran IPA Kelas 4 SD. *Jurnal Jendela Pendidikan*, 4(01), 39-47
- Anisa, V. M., & Astriani, D. (2022). Implementation of PhET Simulation with Discovery Learning Model to Improve Understanding of Dynamic Electricity Concepts. *Jurnal Pijar Mipa*, 17(3), 292–301. <https://doi.org/10.29303/jpm.v17i3.3438>
- Fahreza, M. A., Hernanto, A., & Sunedi. (2024). Analisis Pemahaman Konsep IPA Materi Perubahan Wujud Benda Kelas V SD Negeri 160 Palembang. *JURNAL PERSEDA*, 7(1), 50–62.
- Fitriani, A. P., & Cahyaningsih, U. (2023). Penggunaan Media Physics Education Technology (Phet) Pada Pembelajaran IPA di Sekolah Dasar. *Journal of Innovation in Primary Education*, 2(1), 30–37.
- Fitriani, A., Rokhmat, J., Taufik, M., & Verawati, N. N. S. P. (2023). Pengaruh Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing Berbantuan Simulasi PhET Terhadap Pengusaan Konsep dan Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik. *Empiricism Journal*, 4(2), 335–342. <https://doi.org/10.36312/ej.v4i2.1396>
- Ghozali, I. (2018). *Aplikasi Analisis Multivariate dengan Program IBM SPSS 25* (1st ed., Vol. 1). Badan Penerbit Universita Diponegoro.
- Hake, R. (2002). Lessons from The Physics Education Reform Effort. *Conservation Ecology*.
- Harahap, S., & Malinda, L. (2024). Pengaruh Guided Discovery Learning terhadap Minat dan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematika Siswa Kelas IV SDN 100311 Palsabolos. *Rekognisi: Jurnal Pendidikan Dan Kependidikan*, 9(1), 21–28.
- Hidayat, R., Hakim, L., & Lia, L. (2019). Pengaruh Model Guided Discovery Learning Berbantuan Media Simulasi PhET Terhadap Pemahaman Konsep Fisika Siswa. *Berkala Ilmiah Pendidikan Fisika*, 7(2), 97. <https://doi.org/10.20527/bipf.v7i2.5900>
- Hoiriyah, D. (2019). Analisis Kemampuan Pemahaman Konsep Matematis Mahasiswa. *Logaritma: Jurnal Ilmu-Ilmu Pendidikan Dan Sains*, 7(1), 123–136.
- Jalal, M., Muhsinin, U., & Suryaningsih, I. (2021). Meningkatkan Minat Belajar Siswa dengan Menerapkan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) pada Pembelajaran Tematik di Madrasah Ibtidaiyah Mahadil Islamiyah Muaro Jambi. *Primary Education Journal (PEJ)*, 5(2).
- Kosasih, E. (2021). *Pengembangan Bahan Ajar* (B. S. Fatmawati, Ed.; 1st ed., Vol. 1). PT Bumi Aksara.
- Linasari, R., Arif, S., & Artikel, R. (2022). Pengaruh Kemandirian Belajar Terhadap Minat Belajar IPA Siswa Kelas VIII SMP Info Artikel ABSTRAK. *Jurnal Tadris IPA Indonesia*, 2(2), 186–194. <http://ejournal.iainponorogo.ac.id/index.php/jtii>
- Nuriyawati, I. W., Robandi, B., & Iriawan, S. B. (2019). Penerapan Model Guided Discovery Learning untuk Meningkatkan Pemahaman. *JPGSD*, 4(3), 432443.
- Pratiwi, A. S., & Wiguna, F. A. (2022). Analisis Efektivitas LKPD Berbasis Phet Simulation terhadap Pemahaman Siswa SMP Materi Bentuk dan Perubahan Energi. *GRAVITASI Jurnal Pendidikan Fisika Dan Sains*, 5(02), 26–29.
- Pujiningsih, A. L. M., Gunawan, A., & Adi, Y. K. (2022). Pengaruh Penggunaan Model Discovery Learning Berbantuan PhET Simulations terhadap Hasil Belajar Siswa. *JMIE (Journal of Madrasah Ibtidaiyah Education)*, 6(1), 1. <https://doi.org/10.32934/jmie.v6i1.311>
- Ramadhanty, N. C., & Setiyawati, E. (2024). Pengaruh Model Discovery Learning Berbantuan Lingkungan Sekitar Terhadap Pemahaman Konsep IPA Pada Siswa. *Jurnal Pendidikan Guru Sekolah Dasar*, 1(4), 1–14. <https://doi.org/10.47134/pgsd.v1i4.711>
- Rani, N., & Mujianto, G. (2023). Peningkatan Hasil Belajar IPAS Materi Transformasi Energi melalui Model Pembelajaran Problem Based Learning pada Kelas IV Sekolah Dasar. *Pendas : Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 9(1), 1529–1543.
- Razali, N. M., & Wah, Y. B. (2011). Power Comparisons Saphiro Wilk, Kolmogorov – Smirnov, Lilliefors and Anderson Darling Test. *Jurnal of Statistical Modeling and Analytics*, 2(1), 21–33.
- Rohmah, N. R., Ariyanto, L., & Purwanto. (2023). Penerapan Model Discovery Learning untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep dan Minat Belajar Siswa Kelas VII G SMP N 6 Semarang. *Optimalisasi Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan Melalui PTK*, 2606–2616.

- Rosma, P., Akhlis, I., & Subali, B. (2019). Penerapan Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing Berbentuk Augmented Reality pada Peserta Didik untuk Meningkatkan Minat dan Pemahaman Konsep IPA. *Unnes Physics Education Journal*, 8(2). <http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/upej>
- Rumiati, Wahyudi, & Ngatman. (2022). Analisis Kesulitan Belajar IPA Materi Energi Alternatif Pada Siswa Kelas IV SD Negeri 5 Bumirejo Tahun Ajaran 2020/2021. *Kalam Cendekia: Jurnal Ilmiah Kependidikan*, 10(1), 7–12.
- Safitri, A., Ramlawati, Hasan, N. R., & Kohar, N. M. (2023). Penerapan Model Pembelajaran Discovery Learning untuk Meningkatkan Minat dan Hasil Belajar IPA di SMP Negeri 7 Makassar. *Jurnal Pemikiran Dan Pengembangan Pembelajaran*, 5(2), 931–941.
- Saputra, D. A., Andri, A., & Sulianto, J. (2023). Analisis Penerapan Pembelajaran Diferensiasi dengan Model Problem Based Learning terhadap Minat Belajar Peserta Didik di SD. *Didaktik : Jurnal Ilmiah PGSD FKIP Universitas Mandiri*, 9(4), 1570–1582.
- Sarwoto, T. A., Jatmiko, B., & Sudiby, E. (2020). Development of Online Science Teaching Instrument Based on Scientific Approach Using PhET Simulation to Improve Learning Outcomes at Elementary School. *IJORER: International Journal of Recent Educational Research*, 1(2), 90–107. <https://doi.org/10.46245/ijorer.v1i2.40>
- Sugiyono. (2019). *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Alfabeta.
- Wahyudi, N. G., & Jatun. (2024). Integrasi Teknologi dalam Pendidikan: Tantangan dan Peluang Pembelajaran Digital di Sekolah Dasar. *Indonesian Research Journal on Education*, 4(4), 444–451.
- Widiana, W. (2022). Game Based Learning dan Dampaknya terhadap Peningkatan Minat Belajar dan Pemahaman Konsep Siswa dalam Pembelajaran Sains di Sekolah Dasar. *Jurnal Edutech Undiksha*, 10(1), 1–10. <https://doi.org/10.23887/jeu.v10i1.48925>
- Widyastuti, I., Winarno, N., & Wahyuningsih, Y. (2024). Meningkatkan Minat Belajar Siswa Menggunakan Model Discovery Learning Berbantuan Simulasi PhET pada Topik Usaha, Energi dan Pesawat Sederhana. *Jurnal Tadris IPA Indonesia*, 4(1), 65–85. <http://ejournal.iainponorogo.ac.id/index.php/jtii>
- Zainuri, A., Aquami, & Annur, S. (2021). *Evaluasi Pendidikan (Kajian Teoritik) | 2* (Tim Qiara Media, Ed.; Vol. 1). CV. Penerbit Qiara Media.