

Pengaruh Model Discovery Learning Berbantuan Simulasi PhET terhadap Hasil Belajar Fisika

Loren M Simangunsong ^{1*}, Makmur Sirait ²

^{1,2} Universitas Negeri Medan, Indonesia

* lorensimangunsong@gmail.com

Abstrak

Urgensi penelitian ini untuk mengetahui efektivitas model *Discovery Learning* berbantuan simulasi PhET dalam meningkatkan hasil belajar siswa pada materi Usaha dan Energi yang bersifat abstrak dan sering sulit dipahami oleh siswa kelas XI. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh model pembelajaran *Discovery Learning* berbantuan Simulasi PhET terhadap hasil belajar siswa. Jenis penelitian yang digunakan adalah kuasi-eksperimen dengan desain *two-group pretest-posttest*. Instrumen penelitian ini adalah angket siswa untuk mengetahui respon serta kendala yang dialami selama proses pembelajaran, wawancara dengan guru fisika. Kelas eksperimen diajar menggunakan model *Discovery Learning* berbantuan Simulasi PhET, sedangkan kelas kontrol diajar dengan model *Direct Instruction*. Teknik pengumpulan data dilakukan melalui beberapa tahap. Peneliti melakukan wawancara sebagai studi pendahuluan untuk mengidentifikasi masalah penelitian. Kemudian, diberikan pretest kepada kedua kelompok untuk mengukur kemampuan awal siswa. Setelah pembelajaran dengan perlakuan berbeda di kedua kelompok, dilakukan posttest guna mengevaluasi hasil belajar siswa. Prosedur penelitian terdiri dari tiga tahap, yaitu tahap persiapan, tahap pelaksanaan dan tahap akhir. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai rata-rata pretest 37,16 dan posttest 77,5 dengan peningkatan rata-rata sebesar 40,34 dikategorikan cukup. Sedangkan kelas eksperimen memperoleh nilai rata-rata pretest 45,88 dan posttest 91,3 dengan peningkatan rata-rata sebesar 45,42 serta dikategorikan baik. Analisis statistik menunjukkan adanya pengaruh signifikan dengan nilai effect size sebesar 5,08 yang berarti model *Discovery Learning* berbantuan simulasi PhET berpengaruh terhadap hasil belajar siswa. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa model *Discovery Learning* berbantuan simulasi PhET secara signifikan lebih efektif dalam meningkatkan hasil belajar siswa pada materi Usaha dan Energi dibandingkan model *Direct Instruction*.

Kata Kunci: Hasil Belajar, *Discovery Learning*, Simulasi PhET

Pendahuluan

Pendidikan pada abad ke-21 menghadapi sejumlah tantangan, salah satunya adalah menghasilkan sumber daya manusia yang berkualitas tinggi yang mampu bersaing pada era Revolusi Industri Keempat. Era pendidikan ini ditandai dengan meningkatnya konektivitas, interaksi, serta kemajuan dalam sistem digital dan kecerdasan buatan. Seiring dengan semakin terhubungnya manusia, mesin dan sumber daya lainnya, teknologi informasi dan komunikasi turut mempengaruhi berbagai aspek kehidupan, termasuk sistem pendidikan (Rachmawati et al, 2019). Oleh karena itu, peningkatan kualitas sumber daya manusia melalui pendidikan menjadi strategi utama agar mampu beradaptasi dan bersaing secara global (Gusti et al., 2021).

Bidang pendidikan, proses pembelajaran merupakan kegiatan yang terstruktur dan melibatkan peran guru untuk mencapai hasil belajar. Perubahan yang terjadi sebagai hasil dari proses pembelajaran dapat tercermin dalam berbagai aspek perkembangan peserta didik.

Perubahan tersebut tidak hanya terbatas pada peningkatan pengetahuan dan pemahaman konsep, tetapi juga mencakup pembentukan sikap, penguasaan keterampilan, peningkatan kompetensi, serta perkembangan aspek kepribadian siswa. Dengan demikian, pembelajaran berperan penting dalam membentuk individu yang tidak hanya cakap secara akademis, tetapi juga memiliki sikap dan kemampuan yang mendukung keberhasilan belajar dan kehidupan sehari-hari (Cahyaningtyas et al., 2023; Putra, 2021).

Hasil belajar merupakan salah satu komponen penting dalam proses pendidikan. Hasil belajar yang diharapkan umumnya mencakup pencapaian prestasi akademik yang baik dan optimal (Utama et al., 2024). Tingkat pemahaman seseorang terhadap suatu materi dapat diketahui melalui hasil belajar yang diperolehnya. Pemahaman yang baik umumnya tercermin dari capaian akademik yang memuaskan, ditunjukkan dengan perolehan nilai yang tinggi, serta ditandai oleh keaktifan siswa dalam mengikuti proses pembelajaran. Keaktifan tersebut dapat terlihat dari keterlibatan siswa dalam diskusi, kemampuan mengemukakan pendapat, serta partisipasi dalam menyelesaikan tugas-tugas pembelajaran, yang secara keseluruhan mencerminkan penguasaan materi yang dipelajari (Zega et al, 2025).

Fisika merupakan salah satu mata pelajaran yang diajarkan di sekolah dan menjadi bagian penting dari kurikulum sains, karena berperan dalam menjelaskan fenomena alam dan penerapan teknologi dalam kehidupan sehari-hari. Sebagai cabang ilmu pengetahuan, fisika menuntut pemahaman konsep yang mendalam, bukan sekadar hafalan teori. Namun, dalam praktik pembelajaran, fisika sering menghadapi kendala, terutama terkait dengan konsep-konsep abstrak yang sulit dipahami siswa, seperti gaya, energi, dan usaha. Penelitian terdahulu menegaskan bahwa belajar fisika bukan hanya tentang menghafal rumus, melainkan memerlukan pemahaman konseptual yang memungkinkan siswa menganalisis, menginterpretasikan, dan menerapkan fenomena fisika dalam kehidupan nyata. Dengan demikian, strategi pembelajaran yang mampu menghubungkan konsep abstrak dengan pengalaman konkret sangat dibutuhkan untuk meningkatkan pemahaman dan hasil belajar siswa (Kurniawan et al, 2022).

Penelitian-penelitian sebelumnya juga menunjukkan bahwa siswa masih sering mengalami miskonsepsi pada topik usaha dan energi. Sebagai contoh, sekitar 16% siswa keliru dalam menentukan tanda positif atau negatif pada konsep usaha dalam berpikir asosiatif. Hal ini menunjukkan bahwa pemahaman konsep dasar fisika masih lemah di kalangan siswa. Selain itu, beberapa penelitian lain mengungkapkan bahwa siswa kerap mengalami kesulitan dalam menyelesaikan soal karena ketidakmampuan menghubungkan konsep dasar dengan situasi masalah yang diberikan. Kondisi ini menandakan bahwa pembelajaran fisika yang hanya menekankan hafalan rumus atau prosedur tidak cukup untuk membangun pemahaman yang mendalam, sehingga diperlukan strategi pembelajaran yang lebih konstruktif, interaktif, dan kontekstual untuk mengatasi miskonsepsi serta meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa (Ustari et al., 2025). Kesenjangan pemahaman ini berpotensi menghambat hasil belajar siswa yang optimal.

Langkah untuk mengatasi berbagai kesulitan dalam proses pembelajaran, diperlukan penerapan pendekatan pembelajaran yang inovatif dan berorientasi pada siswa, sehingga siswa dapat terlibat secara aktif dalam mengeksplorasi dan menemukan konsep yang dipelajari. Salah satu alternatif yang dapat diterapkan adalah penggunaan model *Discovery Learning*. Model ini menekankan pada proses penemuan konsep oleh siswa melalui kegiatan penyelidikan, pengamatan, dan pemecahan masalah. Penerapan *Discovery Learning* terbukti mampu meningkatkan keterlibatan siswa dalam pembelajaran, menumbuhkan rasa ingin tahu, serta

mengembangkan sikap ilmiah seperti berpikir kritis, teliti, dan bertanggung jawab terhadap proses belajar yang dijalani (Septi et al., 2022).

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penggunaan simulasi PhET terbukti efektif dalam meningkatkan hasil belajar siswa pada materi fisika tertentu, seperti suhu dan kalor dalam pembelajaran online yang menunjukkan peningkatan skor belajar setelah penggunaan simulasi (Arifin et al., 2022). Selain itu, simulasi PhET juga dilaporkan mampu meningkatkan motivasi belajar dan keterampilan pemecahan masalah siswa ketika digunakan sebagai media pembelajaran fisika (Susilawati et al., 2022). Sebuah meta-analisis literatur juga mengungkapkan bahwa integrasi simulasi PhET dalam pendekatan pembelajaran aktif seperti *inquiry* atau *discovery learning* secara konsisten berkorelasi dengan peningkatan pemahaman konseptual siswa terhadap berbagai konsep fisika (Kamilah et al., 2025).

Meski demikian, keterbatasan penelitian tersebut meliputi fokus pada materi tertentu yang sempit, kontekstual pembelajaran yang berbeda (misalnya online atau tidak pada usaha dan energi), serta kurangnya bukti empiris yang secara spesifik menunjukkan pengaruh simulasi PhET dalam konteks *Discovery Learning* pada materi usaha dan energi. Gap ini membuka peluang untuk penelitian yang menguji secara langsung efektivitas PhET dalam meningkatkan pemahaman konsep dan hasil belajar siswa pada topik usaha dan energi melalui integrasi *Discovery Learning* (Sari, 2016).

Penelitian terdahulu telah menunjukkan efektivitas penggunaan *Discovery Learning* dalam meningkatkan hasil belajar (Muchoyimah et al., 2016). Berdasarkan uraian tersebut, tujuan artikel ini adalah untuk mengetahui pengaruh model *Discovery Learning* berbantuan simulasi PhET terhadap hasil belajar siswa SMA pada materi usaha dan energi. Penelitian ini diarahkan untuk mengevaluasi sejauh mana penggunaan simulasi interaktif dapat meningkatkan pemahaman konsep fisika, mendorong keterlibatan aktif siswa dalam proses pembelajaran, dan menstimulasi kemampuan berpikir kritis serta analisis ilmiah.

Selain itu, artikel ini diharapkan memberikan kontribusi praktis bagi guru dalam menentukan strategi pembelajaran yang lebih efektif, terutama dalam konteks pembelajaran fisika berbasis kurikulum merdeka yang menekankan keterampilan abad 21. Secara akademik, artikel ini juga diharapkan dapat memperkaya literatur dan kajian ilmiah tentang inovasi model pembelajaran fisika, khususnya integrasi model *Discovery Learning* dengan teknologi simulasi, sehingga menjadi referensi bagi pengembangan penelitian lebih lanjut terkait efektivitas strategi pembelajaran interaktif di tingkat sekolah menengah atas.

Kebaruan penelitian ini terletak pada pengintegrasian model *Discovery Learning* dengan bantuan simulasi PhET secara khusus pada materi Usaha dan Energi kelas XI, yang dikenal memiliki konsep abstrak dan memerlukan visualisasi dinamis. Penelitian ini tidak hanya menekankan penggunaan PhET sebagai media pembelajaran, tetapi mengkaji efektivitasnya dalam setiap tahap *Discovery Learning* melalui desain kuasi-eksperimen, sehingga memberikan bukti empiris yang lebih kuat mengenai dampak kombinasi model dan media tersebut terhadap peningkatan hasil belajar siswa. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penerapan model *Discovery Learning* berbantuan simulasi PhET terhadap hasil belajar siswa kelas XI pada materi Usaha dan Energi, serta membandingkan hasil belajar siswa yang memperoleh pembelajaran dengan model tersebut dengan siswa yang belajar menggunakan pembelajaran konvensional. Selain itu, penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran mengenai efektivitas pembelajaran yang berpusat pada siswa dalam meningkatkan pemahaman konsep fisika.

Metode

Penelitian ini menggunakan metode penelitian kuantitatif dengan pendekatan kuasi-eksperimen yang dilaksanakan di SMA Negeri 8 Medan pada semester ganjil tahun ajaran 2025/2026. Penentuan subjek penelitian dilakukan melalui teknik *cluster random sampling*, di mana pemilihan sampel didasarkan pada kelompok kelas yang ada. Dari seluruh populasi yang tersedia, terpilih dua kelas yang selanjutnya ditetapkan sebagai kelas eksperimen dan kelas kontrol. Kelas eksperimen memperoleh perlakuan berupa penerapan model *Discovery Learning*, sedangkan kelas kontrol mengikuti pembelajaran dengan menggunakan model *Direct Instruction*. Perbedaan perlakuan tersebut bertujuan untuk mengetahui pengaruh model pembelajaran yang diterapkan terhadap hasil belajar siswa.

Desain penelitian yang diterapkan dalam penelitian ini adalah *two-group pretest-posttest design*. Pada desain ini, dua kelompok yang terlibat, yaitu kelas eksperimen dan kelas kontrol, terlebih dahulu diberikan tes awal (*pretest*) untuk mengetahui kemampuan awal siswa sebelum perlakuan pembelajaran diberikan. Selanjutnya, masing-masing kelompok memperoleh perlakuan yang berbeda sesuai dengan model pembelajaran yang telah ditetapkan. Setelah proses pembelajaran selesai, kedua kelompok kembali diberikan tes akhir (*posttest*) yang bertujuan untuk mengukur perubahan dan peningkatan hasil belajar siswa sebagai dampak dari perlakuan yang diberikan. Desain ini memungkinkan peneliti untuk membandingkan kemampuan siswa sebelum dan sesudah perlakuan secara lebih objektif. (Widodo et al, 2024). Variabel bebas dalam penelitian ini adalah model *Discovery Learning* berbantuan PhET dan model *Direct Instruction*, sedangkan variabel terikatnya adalah hasil belajar siswa.

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas beberapa jenis untuk memperoleh data yang komprehensif. Angket siswa digunakan untuk mengetahui respons siswa terhadap penerapan model pembelajaran serta mengidentifikasi kendala yang mereka alami selama proses pembelajaran berlangsung. Selain itu, wawancara dengan guru fisika dilakukan untuk menggali informasi terkait kondisi siswa, karakteristik kelas, serta permasalahan yang sering muncul dalam proses belajar mengajar. Untuk mengukur tingkat pemahaman siswa terhadap materi Usaha dan Energi, digunakan tes hasil belajar yang terdiri dari tes awal (*pretest*) dan tes akhir (*posttest*). Kombinasi instrumen tersebut diharapkan mampu memberikan gambaran yang menyeluruh mengenai proses dan hasil pembelajaran yang diterapkan (Harefa, 2022).

Validitas instrumen angket dan tes hasil belajar diuji melalui validitas isi (*content validity*) dengan melibatkan ahli materi dan ahli media pembelajaran untuk menilai kesesuaian butir soal dan pertanyaan dengan indikator pencapaian kompetensi. Hasil validasi menunjukkan bahwa seluruh butir instrumen telah memenuhi kriteria valid, sehingga layak digunakan dalam penelitian. Selanjutnya, reliabilitas instrumen tes hasil belajar diukur menggunakan koefisien reliabilitas Cronbach's Alpha. Sedangkan reliabilitas angket siswa diperoleh melalui uji konsistensi internal dengan metode split-half. Kombinasi instrumen yang valid dan reliabel ini diharapkan mampu memberikan gambaran yang menyeluruh mengenai proses dan hasil pembelajaran yang diterapkan serta mendukung analisis yang akurat terkait efektivitas model *Discovery Learning* berbantuan PhET.

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini dilaksanakan melalui beberapa tahapan yang sistematis. Pada tahap awal, peneliti melakukan wawancara sebagai studi pendahuluan untuk mengidentifikasi permasalahan pembelajaran yang terjadi di lapangan dan memperoleh gambaran awal kondisi siswa. Selanjutnya, kedua kelompok penelitian, yaitu kelas eksperimen

dan kelas kontrol, diberikan tes awal (*pretest*) untuk mengetahui kemampuan awal siswa sebelum diberikan perlakuan. Setelah itu, proses pembelajaran dilaksanakan dengan penerapan perlakuan yang berbeda pada masing-masing kelompok sesuai dengan desain penelitian.

Pada tahap akhir, kedua kelompok diberikan tes akhir (*posttest*) yang bertujuan untuk mengevaluasi hasil belajar siswa serta mengetahui peningkatan pemahaman siswa setelah mengikuti pembelajaran. Prosedur penelitian terdiri dari tiga tahap, yaitu tahap persiapan, tahap pelaksanaan dan tahap akhir. Pada tahap persiapan, peneliti merumuskan masalah, menyusun instrumen penelitian, menyiapkan modul ajar siswa, serta melakukan observasi awal di sekolah. Pada tahap pelaksanaan, peneliti memberikan pretest, menerapkan model pembelajaran sesuai perlakuan, dan melakukan posttest pada kedua kelompok. Pada tahap akhir, data hasil pretest dan *posttest* dianalisis, kemudian ditarik kesimpulan dengan temuan penelitian.

Hasil

Hasil Pembelajaran Siswa pada kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol

Penelitian ini merupakan pengaruh model *Discovery Learning* berbantuan simulasi PhET terhadap hasil belajar siswa pada materi usaha dan energi. Pengambilan sampel pada penelitian ini menggunakan teknik *cluster random sampling*. Sampel penelitian berjumlah 64 orang. Kelas XI-1 sebagai kelas eksperimen yang menggunakan model *Discovery Learning* berbantuan simulasi PhET dan kelas XI-2 sebagai kelas kontrol yang menggunakan model *Direct Instruction*. Sebelum pemberian perlakuan, kedua kelas pertama kali mengikuti pretest sebagai tes awal. Data hasil pretest dari kelas eksperimen dan kelas kontrol disajikan dalam Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Hasil Pretest Kelas Eksperimen

Interval Nilai	Frekuensi	Mean	Standar Deviasi
21-27	1		
28-34	0		
35-41	11		
42-48	7	45.88	10.93
49-55	7		
56-62	3		
63-69	3		
Jumlah siswa	32		

Tabel 1 menunjukkan distribusi nilai hasil belajar 32 siswa yang tersebar pada interval 21–69, dengan frekuensi tertinggi pada interval 35–41 sebanyak 11 siswa dan tidak terdapat siswa pada interval 28–34. Nilai rata-rata sebesar 45,88 menunjukkan hasil belajar siswa berada pada kategori sedang, sementara standar deviasi 10,93 menandakan adanya variasi kemampuan yang cukup besar antar siswa. Distribusi ini memperlihatkan bahwa sebagian besar siswa masih berada pada kategori nilai rendah hingga sedang, sehingga diperlukan strategi pembelajaran yang lebih efektif untuk meningkatkan dan meratakan hasil belajar siswa

Tabel 2. Hasil Pretest Kelas Kontrol

Interval Nilai	Frekuensi	Nilai Rata-rata	Standar Deviasi
21-27	5		
28-34	4		
35-41	13		
42-48	7	37,16	7,67
49-55	3		
56-62	0		
63-69	0		
Jumlah siswa	32		

Berdasarkan Tabel 1 dan Tabel 2 dapat dilihat bahwa nilai rata-rata pretest pada kelas eksperimen dan kelas kontrol tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan. Nilai rata-rata kelas eksperimen sebesar 54,88, sedangkan nilai rata-rata kelas kontrol sebesar 37,16. Meskipun terdapat selisih nilai, secara umum hasil tersebut menunjukkan bahwa kemampuan awal siswa pada kedua kelas masih berada pada kategori yang relatif sama sebelum diberikan perlakuan pembelajaran. Hal ini mengindikasikan bahwa baik kelas eksperimen maupun kelas kontrol memiliki tingkat pemahaman awal yang sebanding terhadap materi Usaha dan Energi, sehingga kedua kelas layak untuk dibandingkan. Dengan kondisi kemampuan awal yang relatif setara, maka perbedaan hasil belajar pada tahap posttest dapat lebih diyakini sebagai akibat dari penerapan model pembelajaran yang berbeda, bukan disebabkan oleh perbedaan kemampuan awal siswa.

Tes uji kemampuan akhir (*posttest*) kedua kelas diberikan pada pertemuan akhir penelitian. Posttest dilakukan setelah kedua kelas diberikan perlakuan yang berbeda yaitu kelas eksperimen dengan menggunakan model *Discovery Learning* berbantuan simulasi PhET dan kelas kontrol dengan menggunakan model *Direct Instructions*. Perbandingan hasil nilai posttest dari kelas eksperimen dan kelas kontrol dapat dilihat dalam Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 3. Hasil Posttest Kelas Eksperimen

Interval Nilai	Frekuensi	Mean	Standar Deviasi
50-56	0		
57-63	0		
64-70	0		
71-77	2	91,3	2,05
78-84	3		
85-91	12		
92-98	15		
Jumlah siswa	32		

Tabel 3 menunjukkan hasil posttest kelas eksperimen dengan jumlah 32 siswa, di mana sebagian besar siswa memperoleh nilai pada interval tinggi, yaitu 92–98 sebanyak 15 siswa dan 85–91 sebanyak 12 siswa, serta tidak terdapat siswa pada interval 50–70. Nilai rata-rata sebesar 91,3 menunjukkan hasil belajar yang sangat tinggi, sedangkan standar deviasi 2,05 menandakan variasi nilai yang kecil dan kemampuan siswa yang relatif merata setelah penerapan pembelajaran pada kelas eksperimen.

Tabel 4. Hasil Posttest Kelas Kontrol

Interval Nilai	Frekuensi	Mean	Standar Deviasi
50-56	6		
57-63	2		
64-70	13		
71-77	4	77,5	2,71
78-84	0		
85-91	5		
92-98	0		
Jumlah siswa	32		

Berdasarkan Tabel 3 dan Tabel 4 dapat dilihat bahwa terdapat perbedaan hasil posttest pada kelas eksperimen dan kelas kontrol. Nilai posttest tertinggi pada kelas eksperimen dengan nilai rata-rata dengan nilai rata-rata 91,3 sedangkan pada kelas kontrol dengan nilai rata-rata 77,5. Sehingga penerapan model *Discovery Learning* berbantuan simulasi PhET pada kelas eksperimen memberikan peningkatan yang lebih baik pada perubahan rata-rata hasil belajar dibandingkan dengan kelas kontrol yang menggunakan model pembelajaran *Direct Instruction*.

Pembahasan

Penelitian ini menyajikan pengaruh dari model *Discovery Learning* berbantuan simulasi PhET terhadap hasil belajar siswa. Berdasarkan dari nilai *posttest*, hasil belajar siswa kelas eksperimen menunjukkan peningkatan yang lebih besar dibandingkan dengan hasil *pretest* sebelum pembelajaran menggunakan model *Discovery Learning* berbantuan simulasi PhET pada topik usaha dan energi. Rata-rata nilai *pretest* kelas eksperimen adalah 54,88. Setelah tiga kali pertemuan dengan model *Discovery Learning* berbantuan simulasi PhET di kelas eksperimen, rata-rata nilai *posttest* meningkat menjadi 91,3 yang termasuk kategori baik. Selisih antara nilai *pretest* dan *posttest* adalah 45,42. Kelas kontrol yang menggunakan model pembelajaran *Direct Instruction*, rata-rata nilai meningkat dari 37,16 menjadi 77,5.

Peningkatan yang lebih besar pada kelas eksperimen didukung oleh penerapan model *Discovery Learning* berbantuan simulasi PhET. Sebelum perlakuan, siswa mengikuti *pretest*. Kemudian dilanjutkan dengan uji normalitas, homogenitas dan uji-t dua pihak. Hasilnya menunjukkan bahwa data siswa berdistribusi normal dan homogen. Nilai signifikan (Sig. 2-tailed) sebesar $0.060 > 0.05$, sehingga dapat disimpulkan kemampuan awal siswa di kelas eksperimen dan kelas kontrol setara. Setelah pembelajaran dengan model *Discovery Learning* berbantuan simulasi PhET, dilakukan kembali uji normalitas, homogenitas dan uji t-satu pihak. Hasilnya menunjukkan bahwa data siswa tetap berdistribusi normal dan homogen. Nilai Signifikan (Sig. 1-tailed) sebesar $0.000 < 0.05$, yang berarti H_0 ditolak dan H_a diterima. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh pada hasil belajar fisika siswa materi usaha dan energi melalui model *Discovery Learning* berbantuan simulasi PhET.

Penelitian ini menunjukkan bahwa model *Discovery Learning* berbantuan simulasi PhET meningkatkan hasil belajar siswa. Sesejalan dengan penelitian terdahulu yang mengatakan adanya perbedaan Signifikan antara kelas eksperimen dan kelas kontrol yang diajarkan dengan model konvensional (Utami et al, 2024). Perbedaan antara kedua kelompok ini dapat dijelaskan melalui variasi aktivitas belajar. Kedua kelas sama-sama menjalani tiga kali pertemuan sesuai dengan modul pembelajaran yang telah disusun. Kelas kontrol menggunakan model pembelajaran *Direct Instruction* yang berpusat pada guru, sedangkan kelas eksperimen menggunakan model *Discovery Learning* berbantuan simulasi PhET yang berpusat pada siswa. Pembelajaran dengan model *Discovery Learning* melibatkan kemampuan mandiri siswa dalam mengidentifikasi masalah secara sistematis, kritis dan logis (Herayanti, 2022). Dengan demikian, siswa dapat mengeksplorasi serta memahami apa yang telah mereka ketahui dengan percaya diri. Proses ini mendorong pemahaman yang lebih mendalam dan memperkuat keterampilan pemecahan masalah. Hasil belajar siswa meningkat karena mereka aktif membangun pengetahuan, bukan sekadar menerimanya secara pasif (Gaol et al, 2019).

Karakteristik *Discovery Learning* merupakan *student center*, yang menempatkan siswa sebagai subjek aktif dalam proses pembelajaran. Ketika siswa diberi kesempatan untuk menemukan konsep melalui kegiatan eksploratif, siswa terdorong secara aktif. Penggunaan simulasi PhET semakin memperkuat hal tersebut karena mampu menghadirkan visualisasi yang interaktif dan menarik, sehingga siswa tidak hanya memanfaatkan papan tulis atau buku teks (Rizaldi et al., 2020). Materi usaha dan energi yang dianggap abstrak dapat dijelaskan lebih konkret melalui simulasi yang dilakukan siswa melalui simulasi PhET yang dapat menumbuhkan minat belajar siswa. Penelitian terdahulu juga berpendapat bahwa penggunaan simulasi PhET dalam pembelajaran mampu meningkatkan rasa ketertarikan dan kompetensi siswa terhadap pelajaran (Anisa et al, 2022). Melalui simulasi PhET pembelajaran bisa dilakukan dengan lebih berdiferensiasi. Dengan memanfaatkan simulasi yang interaktif, guru dapat menghadirkan

variasi dalam menyampaikan materi sehingga siswa dapat menguji hipotesis, melakukan simulasi dan menarik kesimpulan (Badriyah et al., 2023). Penerapan *Discovery Learning* berbantuan simulasi PhET menciptakan proses belajar yang bermakna, partisipatif dan mendorong keterampilan siswa seperti yang diharapkan dalam kurikulum merdeka (Nafisa, 2019).

Peningkatan hasil belajar siswa didukung oleh peningkatan aktivitas dalam kelas. Pada kelas kontrol, peneliti menyampaikann materi usaha dan energi dengan model *Direct Instruction*. Aktivitas belajar dimulai dengan penyampaian tujuan pembelajaran, menjelaskan materi buku teks, serta memberikan contoh soal dan latihan dari buku cetak. Walaupun siswa diberikan kesempatan untuk berlatih, metode ini membuat mereka kurang aktif karena komunikasi yang terjadi bersifat satu arah. Selain itu, siswa kesulitan memahami konsep, karena materi usaha dan energi menuntut keterampilan analisis, pemecahan masalah, dan diskusi kolaboratif. Kondisi ini berdampak pada hasil belajar yang kurang optimal. Hal ini sejalan dengan temuan penelitian terdahulu bahwa aktivitas belajar dengan model konvensional kurang efektif karena siswa tidak terlibat secara aktif, siswa cenderung hanya memperhatikan pembelajaran di awal dan kehilangan fokus pada tahap berikutnya (Septi et al, 2022; Desella, 2018).

Hasil belajar kelas eksperimen lebih tinggi karena siswa terlibat secara aktif dalam proses menemukan dan menganalisis konsep melalui kegiatan diskusi kelompok yang terarah. Dalam pembelajaran ini, siswa tidak hanya menerima informasi secara pasif, tetapi didorong untuk mengemukakan ide, mengajukan pertanyaan, serta memecahkan permasalahan bersama teman sekelompoknya. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian terdahulu yang menyatakan bahwa model *Discovery Learning* melibatkan siswa dalam berbagai aktivitas pembelajaran, seperti bertukar gagasan, berdiskusi, dan melakukan eksperimen secara kolaboratif. Melalui keterlibatan aktif tersebut, *Discovery Learning* mampu menumbuhkan rasa tanggung jawab siswa terhadap proses dan hasil belajar, sekaligus meningkatkan kepercayaan diri siswa dalam menyampaikan pendapat dan mengembangkan pemahaman konsep secara lebih mendalam. (Nurlatipah, 2025).

Peningkatan hasil belajar juga terlihat dari nilai siswa. Rata-rata nilai pretest sebesar 54,88 meningkat menjadi 91,3 pada posttest. Nilai *effect size* pada Tabel 3 sebesar 5,08 ($> 0,8$) menunjukkan pengaruh besar. Hal ini membuktikan bahwa *Discovery Learning* berbantuan simulasi PhET memiliki pengaruh kuat terhadap hasil belajar. Dengan mendorong eksplorasi aktif, model ini berhasil meningkatkan pemahaman serta keterampilan siswa. Penelitian terdahulu menambahkan bahwa motivasi dan rasa ingin tahu siswa meningkat ketika pembelajaran berfokus pada konsep ketika belajar menggunakan simulasi PhET dengan model *Discovery Learning* (Ramadhani et al, 2021).

Terbukti bahwa model *Discovery Learning* berbantuan simulasi PhET dapat meningkatkan hasil belajar siswa dibandingkan dengan model pembelajaran konvensional *Direct Instruction*. Tetapi setiap model pembelajaran memiliki beberapa kendala dalam pelaksanaannya. Seperti kendala yang dialami oleh peneliti dalam penerapan model *Discovery Learning* berbantuan simulasi PhET, guru harus menguasai teknologi untuk penggunaan simulasi secara offline, serta mengatasi keterbatasan perangkat karena tidak semua siswa memiliki laptop.

Penggunaan proyektor menjadi solusi agar siswa tetap dapat mengikuti simulasi (Rizaldi et al., 2020). Selain itu, meskipun *Discovery Learning* berpusat pada siswa, guru tetap berperan penting sebagai fasilitator, menyiapkan materi, dan membimbing diskusi. Hal ini menuntut kesiapan guru dari segi mental, waktu, dan penguasaan materi. Manajemen waktu juga menjadi kendala, karena tahapan *Discovery Learning* cukup panjang dan memerlukan pengelolaan yang efisien agar semua tahap dapat terlaksana dengan baik.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, analisis data, dan pengujian hipotesis, dapat disimpulkan bahwa hasil belajar siswa yang diajarkan dengan model pembelajaran konvensional *Direct Instruction* pada materi usaha dan energi kelas XI SMA Negeri 8 Medan semester I memperoleh rata-rata nilai pretest sebesar 37,16 dan posttest sebesar 77,5 dengan kategori cukup, dimana terjadi peningkatan hasil belajar sebesar 40,34. Sementara itu, siswa yang diajarkan dengan model *Discovery Learning* berbantuan simulasi PhET pada materi yang sama memperoleh rata-rata nilai pretest sebesar 45,88 dan *posttest* sebesar 91,3 dengan kategori baik, dimana terjadi peningkatan hasil belajar sebesar 45,42. Terdapat pengaruh signifikan pada penerapan model *Discovery Learning* berbantuan simulasi PhET terhadap hasil belajar siswa pada materi usaha dan energi kelas XI. Hal ini ditunjukkan oleh nilai *effect size* sebesar 5,08 yang menunjukkan bahwa penerapan model *Discovery Learning* berbantuan simulasi PhET memberikan pengaruh yang besar terhadap peningkatan hasil belajar siswa.

Penelitian tentang pengaruh model *Discovery Learning* berbantuan simulasi PhET terhadap hasil belajar siswa pada materi Usaha dan Energi memiliki implikasi bahwa penerapan pembelajaran yang berpusat pada siswa dan didukung media simulasi interaktif mampu meningkatkan pemahaman konsep fisika yang bersifat abstrak serta mendorong keaktifan dan kemandirian belajar siswa. Namun, penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan, antara lain cakupan materi yang hanya terbatas pada Usaha dan Energi, jumlah sampel yang relatif terbatas, serta belum mengkaji secara mendalam aspek lain seperti keterampilan berpikir kritis, motivasi, dan sikap ilmiah siswa. Selain itu, penggunaan simulasi PhET sangat bergantung pada ketersediaan fasilitas teknologi dan kesiapan guru dalam mengelola pembelajaran. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk memperluas materi kajian pada konsep fisika lainnya, melibatkan sampel yang lebih besar dan beragam, serta mengintegrasikan variabel lain seperti kemampuan berpikir tingkat tinggi, kreativitas, atau literasi sains guna memperoleh gambaran yang lebih komprehensif mengenai efektivitas model *Discovery Learning* berbantuan simulasi PhET.

Acknowledgment

-

Daftar Pustaka

- 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>
- Arifin, M. M., Prastowo, S. B., & Harijanto, A. (2022). Efektivitas penggunaan simulasi PhET dalam pembelajaran online terhadap hasil belajar siswa pada materi suhu dan kalor. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 11(1), 30612. <https://doi.org/10.19184/jpf.v11i1.30612>
- Badriyah, B., Setiyo, R. D., El Firdausi, Z., Nuqia, K., Mahardika, I. K., & Baktiarso, S. (2023). Manfaat PhET Simulasi Dalam Menopang Sarana dan Prasarana Laboratorium Fisika Untuk Meningkatkan Minat Belajar Siswa. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 9(2), 84–90. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7564905>
- Cahyaningtyas, D., Wardani, N. S., & Yudarasa, N. S. (2023). Upaya Peningkatan Hasil Belajar dan Sikap Kerjasama Siswa Melalui Penerapan Discovery Learning. *Scholaria: Jurnal*

- Pendidikan dan Kebudayaan*, 13(1), 59–67.
<https://doi.org/10.24246/j.js.2023.v13.i1.p59-67>
- Desella, I. (2018). Identifikasi Kesulitan Siswa SMA pada Materi Usaha-Energi. *Momentum: Physics Education Journal*, 2(1), 15. <https://doi.org/10.21067/mpej.v2i1.2370>
- Gaol, L. L., & Sirait, M. (2019). The Effect of Blended Learning Using Schoology Toward Student Learning Outcomes on Work and Energy Topic. *Jurnal Penelitian Bidang Pendidikan*, 25(1), 23–29.
- Gusti, A. R., Afriansari, Y., Sari, D. V., & Walid, A. (2021). Penilaian Afektif Pembelajaran Daring IPA Terpadu dengan Menggunakan Media Whatsapp. *Diffraction*, 2(2), 65–73. <https://doi.org/10.37058/diffraction.v2i2.2411>
- Harefa, E. B. (2022). Efektivitas Pembelajaran Daring Mata Kuliah Fisika Di Perguruan Tinggi. *Educativo Jurnal Pendidikan*, 1(1), 75–83. <https://doi.org/10.56248/educativo.v1i1.12>
- Herayanti, L. (2022). Pengaruh Model Pembelajaran Kooperatif Tipe Investigasi Kelompok Dalam Pembelajaran Fisika Terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa. *Indonesian Journal of Teacher Education*, 3(1), 374–383.
- Kamilah, D. P., Sulisworo, D., & Firmansyah, J. (2025). The impact of PhET simulations on conceptual understanding in high school physics: Evidence from Indonesian studies. *Journal of Educational Sciences*, 9(6), 6229–6244. <https://doi.org/10.31258/jes.9.6.p.6229%E2%80%916244>
- Kurniawan, D. A., & Sukarni, W. (2022). Description of Student Responses Toward Implementation of Discovery Learning Model in Physics Learning. *Jurnal Ilmiah Pendidikan MIPA*, 12(148), 1–10. <http://dx.doi.org/10.30998/formatif.v12i1.8168>
- Muchoyimah, S., Kusairi, S., & Mufti, N. (2016). Identifikasi Kesulitan Siswa pada Topik Usaha dan Energi. *Jurnal Riset Pendidikan Fisika*, 1(3), 492–500.
- Nafisa, D. (2019). Model Pembelajaran Discovery Learning Berbantuan Multimedia Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa. *Jurnal Matematika Prisma* 2, 854–861.
- Nurlatipah, D. D. (2025). Enhancing cognitive learning outcomes on carboxylic acids through Nearpod-assisted problem-based learning: a studi in organic chemistry course. *Chimica Didactica Acta: Journal of Chemistry & Chemistry Education*, 13(1), 54–65.
- Putra, D. P. (2021). Pengembangan Media Pembelajaran Fisika Menggunakan Kartun 3D. *Jurnal Literasi Digital*, 1(2), 88–93. <https://doi.org/10.54065/jld.1.2.2021.17>
- Rachmawati, F., & Purwaningrum, J. P. (2019). Model Discovery Learning Berbasis Etnomatematika pada Bangun Ruang untuk Menumbuhkan Kemampuan Literasi dan Karakter Nasionalisme Pada Generasi Z 4.0. *Jurnal Matematika Dan Pendidikan Matematika*, 10(2), 254–260. <https://doi.org/10.26877/aks.v10i2.4837>
- Ramadhani, D. P., Asrizal, A., & Festiyed, F. (2021). Analisis Effect Size Pengaruh Penerapan LKS Terhadap Hasil Belajar Siswa pada pembelajaran IPA dan Fisika. *Jurnal IPA & Pembelajaran IPA*, 5(1), 77–89. <https://doi.org/10.24815/jipi.v5i1.19607>
- Rizaldi, D. R., Jufri, A. W., & Jamaluddin, J. (2020). PhET: Simulasi Interaktif dalam Proses Pembelajaran Fisika. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 5(1), 10–14. <https://doi.org/10.29303/jipp.v5i1.103>

- Sari, D. P., & Simanjuntak, M. P. (2016). Pengaruh Model Discovery Learning Berbantuan Media PhET Terhadap Hasil Belajar Siswa. *Inovasi Pembelajaran Fisika*, 4(4). <https://doi.org/10.24114/inpafi.v4i4.5631>
- Septi, S. E., Deswalman, D., Maison, M., & Kurniawan, D. A. (2022). Pengaruh Model Pembelajaran Discovery Learning Terhadap Keterampilan Proses Sains Siswa pada Mata Pelajaran Fisika di SMA Negeri 10 Kota Jambi. *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Fisika Terapan*, 3(2), 10. <https://doi.org/10.22373/p-jpft.v3i2.13225>
- Susilawati, A., Yusrizal, Y., Halim, A., Syukri, M., Khaldun, I., & Susanna, S. (2022). The effect of using Physics Education Technology (PhET) simulation media to enhance students' motivation and problem-solving skills in learning physics. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 8(3), 1166–1170. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v8i3.1571> a
- Ustari, A. A., Palloan, P., & Dahlan, A. (2025). Analisis Miskonsepsi Fisika Materi Usaha dan Energi di SMA Hasanuddin Gowa. *Jurnal Sains dan Pendidikan Fisika*, 20(1). <https://doi.org/10.35580/jspf.v20i1.54592>
- Utami, D. S., Putri, S. A., Suriansyah, A., & Cinantya, C. (2024). Pentingnya Motivasi dalam Meningkatkan Hasil Belajar Peserta Didik Sekolah Dasar. *Maras : Jurnal Penelitian Multidisiplin*, 2(4), 2071–2082. <https://doi.org/10.60126/maras.v2i4.557>
- Widodo, P., & Subekti, N. (2024). Peningkatan Hasil Belajar Passing Atas pada Permainan Bola Voli melalui Variasi Pembelajaran Siswa SMP PGRI 1 Klirong. *Jurnal Syntax Admiration*, 5(4), 1204–1209. <https://doi.org/10.46799/jsa.v5i4.1100>
- Zega, K. S., & Derlina, D. (2025). Pengaruh Model Pembelajaran Discovery Learning Terhadap Hasil Belajar Fisika pada Materi Gelombang Cahaya (Studi Kasus: Siswa SMA Kelas XI SMA Negeri 1 Pancur Batu). *Jurnal Pelita: Jurnal Pembelajaran IPA Terpadu*, 5(2), 800–811. <https://doi.org/10.54065/pelita.5.2.2025.1016>