



Upaya Meningkatkan Penguasaan Konsep Fisika Materi Usaha dan Energi Menggunakan Media *PhET Simulation* (Penelitian Tindakan Kelas di Kelas X)

Putri Nabila Hudaimi^{1*}, Musyarrofah¹, Umamah¹, Pu'adi¹, Suprianto¹

¹ Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Islam Madura, Pamekasan, Indonesia.

DOI: <https://doi.org/10.29303/goescienceed.v7i3.2390>

Article Info:

Received : 16 Juni 2026
Revised : 25 Juni 2026
Accepted : 07 Juli 2026
Published : 14 Juli 2026

Correspondence:

Putri Nabila Hudaimi

Phone: +6287731557116

Abstract: This Classroom Action Research (CAR) aims to improve the mastery of physics concepts of Work and Energy material for class XH students through the Discovery Learning model assisted by PhET Simulation media. The main problem in this study is the low mastery of concepts due to conventional learning and limited physical laboratory facilities. Through three cycles of action with the Kurt Lewin model on 36 students, the results of the study showed a linear increase in the class average score from 64.44 (pretest) to 81.51 (cycle III). The percentage of classical completeness also increased significantly from 38.89% to 100.00% at the end of the cycle. The decrease in the standard deviation to 6.42 proves the reduction in the gap in understanding between students. It is concluded that the integration of PhET Simulation with the Discovery Learning model is effective in visualizing abstract concepts, encouraging independent exploration, and optimizing students' cognitive learning outcomes.

Keywords: Concept Mastery; Classroom Action Research (CAR); PhET Simulation; Work and Energy.

Citation: Hudaimi, P. N., Musyarrofah, Umamah, Pu'adi, & Suprianto. (2026). Upaya Meningkatkan Penguasaan Konsep Fisika Materi Usaha dan Energi Menggunakan Media *PhET Simulation* (Penelitian Tindakan Kelas di Kelas X). *Jurnal Pendidikan, Sains, Geologi, Dan Geofisika (GeoScienceEd Journal)*, 7(3), 3652–3656. <https://doi.org/10.29303/goescienceed.v7i3.2390>

Pendahuluan

Materi Usaha dan Energi sering kali menjadi kendala bagi siswa kelas X karena melibatkan kaitan antara gaya, perpindahan, dan perubahan energi yang bersifat abstrak dan sulit divisualisasikan. Tantangan ini semakin kompleks ketika pembelajaran hanya mengandalkan metode konvensional yang pasif, sementara fasilitas laboratorium fisik di sekolah sangat terbatas. Padahal, teknologi digital memiliki peran krusial dalam menyediakan media interaktif yang mampu menjembatani kesenjangan tersebut. Penggunaan *PhET Simulation* sebagai laboratorium virtual terbukti mampu memvisualisasikan fenomena fisis yang kompleks, sehingga membantu siswa mengasah keterampilan analitis dan pemecahan masalah secara mendalam (Dzikra Bani Doniya Habibillah & Mukhlidi Muskhair, 2025). Dengan demikian, integrasi simulasi interaktif ini menjadi langkah strategis untuk mengatasi hambatan

pemahaman konsep abstrak serta meningkatkan motivasi dan hasil belajar siswa secara menyeluruh

Fisika merupakan cabang ilmu pengetahuan alam yang penting bagi siswa untuk memahami fenomena alam di sekitar mereka. Tujuan pembelajaran fisika adalah menerapkan konsep-konsep yang dipelajari dalam kehidupan sehari-hari serta melatih siswa berpikir kritis dalam menghadapi masalah. Namun, realita di lapangan menunjukkan adanya kesenjangan yang signifikan. Rendahnya penguasaan konsep fisika siswa masih menjadi persoalan utama, sebagaimana tercermin dalam temuan beberapa studi empiris yang menunjukkan bahwa banyak siswa kesulitan memvisualisasikan konsep mekanika, seperti Usaha dan Energi, sehingga berimplikasi pada hasil belajar yang tidak mencapai kriteria ketuntasan minimal. Ketidakmampuan siswa dalam memahami hubungan fisis antara gaya, perpindahan, dan energi sering kali berakar dari pembelajaran yang masih bersifat

konvensional dan pasif. Oleh karena itu, penting untuk menganalisis dan memecahkan masalah terkait fisika, salah satunya melalui pendekatan model Pembelajaran Berbasis Masalah (PBL) atau intervensi berbasis media interaktif yang memfasilitasi eksplorasi mandiri (Samadun & Dwikoranto, 2022).

Observasi awal di kelas XH menunjukkan permasalahan serius pada rendahnya penguasaan konsep siswa dalam materi mekanika yang membutuhkan visualisasi mendalam. Hal ini terbukti dari data *pretest* siswa yang menunjukkan nilai rata-rata kelas hanya sebesar 64,44 dengan persentase ketuntasan klasikal yang rendah, yaitu 38,89%. Kondisi ini merepresentasikan bahwa dari 36 siswa, hanya 14 siswa yang berhasil mencapai kriteria ketuntasan minimal (KKM), sementara 22 siswa lainnya belum tuntas. Masalah ini berakar dari kualitas laboratorium fisika sekolah yang terbatas, sehingga praktikum riil tidak maksimal dan memaksa guru menggunakan metode konvensional (ceramah). Sebagai solusi, model *Discovery Learning* (DL) diterapkan untuk merangsang cara berpikir siswa melalui tahapan pembuktian mandiri, yang diintegrasikan dengan *PhET Simulations* sebagai laboratorium virtual untuk mengatasi keterbatasan sarana fisik. Melalui kombinasi ini, siswa mendapatkan kesempatan menguji teori fisika secara langsung, interaktif, dan empiris tanpa hambatan ruang dan alat (Pratama, L. D., & Lestari, 2020).

Sebagai media belajar interaktif dan konstruktivis, PhET memfasilitasi pemahaman sains dengan mengaitkan teori dan realitas dalam lingkungan kerja kreatif yang menyediakan umpan balik. Berbagai studi mengonfirmasi bahwa penggunaan simulasi PhET secara signifikan mampu mengoptimalkan penguasaan konsep, dorongan belajar, serta kecakapan berpikir kritis dan kreatif siswa (Zulaika et al., 2022). Fenomena gerak benda dijelaskan melalui interaksi gaya, usaha, dan energi, dimana gaya bertindak sebagai pemicu perubahan gerak, usaha sebagai manifestasi pengaruh gaya terhadap perpindahan, dan energi sebagai kapasitas fundamental untuk mewujudkan usaha tersebut (Abadiyah, 2025).

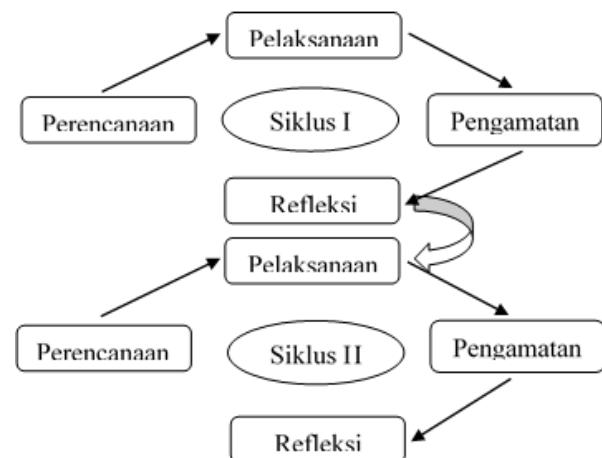
Kesenjangan penelitian ini berawal dari permasalahan klasik dalam pembelajaran fisika, di mana materi Usaha dan Energi sering dianggap abstrak oleh siswa kelas X karena melibatkan keterkaitan yang rumit antara gaya, perpindahan, dan perubahan energi potensial maupun kinetik yang sulit divisualisasikan tanpa aktivitas praktikum yang memadai. Karakteristik materi ini menuntut pemahaman mendalam tentang hubungan fisis, bukan sekadar hafalan rumus, namun keterbatasan fasilitas laboratorium fisik sering kali memaksa pembelajaran kembali ke metode konvensional yang pasif. Di sinilah integrasi media *PhET Simulation* menjadi krusial; simulasi ini mampu

memetakan hubungan abstrak tersebut ke dalam representasi visual grafis dan simulasi gerak dinamis yang dapat dimanipulasi secara mandiri oleh siswa. Kemampuan *PhET Simulation* dalam menyediakan umpan balik instan atas manipulasi variabel gaya atau perpindahan memungkinkan siswa untuk menjembatani kesenjangan antara teori dan realitas empiris. Oleh karena itu, penelitian ini menggunakan kerangka Penelitian Tindakan Kelas yang sistematis, di mana *PhET Simulation* tidak sekadar menjadi alat bantu, melainkan laboratorium virtual yang memfasilitasi eksplorasi mandiri siswa—sebuah pengalaman belajar yang tidak dapat diakomodasi oleh laboratorium fisik tradisional yang memiliki keterbatasan sarana.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk meningkatkan penguasaan konsep fisika siswa kelas X pada materi Usaha dan Energi melalui pemanfaatan media PhET Simulation. Secara lebih spesifik, penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan efektivitas langkah-langkah penggunaan simulasi PhET dalam setiap siklus tindakan untuk memperbaiki pemahaman siswa, serta mengukur sejauh mana peningkatan hasil belajar yang dicapai setelah penerapan media tersebut. Melalui penelitian ini, diharapkan ditemukan pola pembelajaran berbasis simulasi yang paling tepat guna mendorong keterlibatan aktif siswa dan mengatasi hambatan belajar pada konsep-konsep fisika yang bersifat abstrak.

Metode

Penelitian ini menggunakan penelitian tindakan kelas (PTK). Penelitian ini mengacu pada karya Altricher dkk. (2002) dalam (Amsikan, 2022) yang mengembangkan metode penelitian berdasarkan konsep yang diperkenalkan oleh Kurt Lewin, dengan beberapa modifikasi. Setiap siklus penelitian PTK terdiri dari empat komponen yaitu rencana, tindakan, observasi, dan refleksi seperti yang tertera pada gambar berikut:



Gambar 1. Model penelitian tindakan kelas

Teknik analisis data dalam penelitian ini dilakukan secara deskriptif untuk mengukur peningkatan pemahaman konsep dan motivasi belajar siswa. Untuk menjamin objektivitas evaluasi, kriteria keberhasilan tindakan ditetapkan berdasarkan dua indikator utama: (1) peningkatan nilai rata-rata kelas yang signifikan pada setiap siklus, dan (2) ketercapaian target ketuntasan klasikal sebesar 100%. Target ketuntasan ini dipilih karena merupakan standar ideal untuk memastikan bahwa seluruh siswa kelas XH telah memahami konsep Usaha dan Energi secara tuntas, yang diukur berdasarkan nilai minimal sesuai dengan Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM) yang berlaku di sekolah. Data yang diperoleh melalui tes penguasaan konsep dan lembar observasi dianalisis untuk melihat dinamika perbaikan proses pembelajaran dari siklus ke siklus, sehingga efektivitas penggunaan media *PhET Simulation* dapat terukur secara sistematis.

Hasil dan Diskusi

Penelitian Tindakan Kelas (PTK) ini dilaksanakan dalam tiga siklus tindakan yang adaptif, dimana setiap siklusnya mengimplementasikan empat tahapan utama secara sistematis, meliputi perencanaan, pelaksanaan, tindakan, pengamatan, dan refleksi. Fokus utama dalam intervensi ini adalah pemanfaatan media *PhET Simulation* sebagai laboratorium virtual untuk menjembatani hambatan pemahaman siswa kelas XH terhadap konsep fisika yang bersifat abstrak pada materi Usaha dan Energi. Data penelitian dikumpulkan melalui

kombinasi instrumen tes penguasaan konsep guna mengukur hasil belajar kognitif, serta lembar observasi aktivitas untuk memantau proses interaksi dan keterlibatan empiris peserta didik selama eksperimen virtual berlangsung. Seluruh data yang diperoleh kemudian dianalisis secara deskriptif untuk mengukur dinamika peningkatan pemahaman yang dicapai dari kondisi awal hingga akhir siklus tindakan.

Berdasarkan tabel 1, nilai rata-rata *pretest* sebesar 64,44 dengan ketuntasan klasikal 38,89% (14 siswa tuntas) mengindikasikan rendahnya pemahaman awal siswa pada materi Usaha dan Energi. Pada siklus I, meskipun nilai rata-rata meningkat tipis menjadi 65,97 dan terdapat siswa yang mampu mencapai nilai sempurna 100,00, ketuntasan klasikal tetap stagnan di angka 38,89%. Stagnansi ini terjadi karena siswa masih dalam tahap adaptasi teknis dalam mengoperasikan *PhET Simulation*, sehingga fokus mereka masih terpecah antara memahami prosedur laboratorium virtual dan memahami konsep fisika yang diajarkan. Selain itu, pelebaran standar deviasi menjadi 20,73 menunjukkan adanya kesenjangan yang kontras antara siswa yang mampu beradaptasi cepat dengan media baru dan siswa yang masih mengalami kesulitan dalam mengeksplorasi simulasi secara mandiri. Fenomena ini menegaskan bahwa pada siklus I, integrasi *PhET* belum berjalan efektif secara pedagogis karena siswa belum sepenuhnya terampil dalam mengelola data interaktif yang disajikan oleh simulasi tersebut.

Tabel 1. Data statistik deskriptif

Parameter statistik	Pretest	Siklus 1	Siklus 2	Siklus 3
Nilai rata rata	64,44	65,97	70,14	81,51
Nilai tertinggi	95,00	100,00	90,00	90,00
Nilai terendah	50,00	50,00	50,00	75,00
Standar deviasi	18,27	20,73	13,76	6,42
Ketuntasan klasikal (≥ 75)	38,89%	38,89%	61,11%	100,00%

Perbaikan tindakan yang diterapkan pada siklus 2 mulai menunjukkan hasil yang jauh lebih positif dan progresif, dimana nilai rata-rata siswa berhasil merangkak naik menjadi 70,14 dengan nilai tertinggi sebesar 90,00 dan nilai terendah yang masih konstan diangka 50,00. Perbaikan proses pembelajaran pada siklus ini berhasil memperkecil nilai standar deviasi menjadi 13,76 yang menandakan sebaran nilai siswa mulai mengelompok mendekati rata-rata kelas, serta mendongkrak persentase ketuntasan klasikal secara signifikan menjadi 61,11%. Puncaknya terjadi pada siklus 3, dimana nilai rata-rata penguasaan konsep siswa melesat hingga mencapai angka 81,51 dengan nilai tertinggi sebesar 90,00 dan nilai terendah siswa yang meningkat tajam menjadi 75,00. Kenaikan nilai batas

bawah ini secara otomatis mendongkrak persentase ketuntasan klasikal hingga mencapai target sempurna sebesar 100,00% dengan nilai standar deviasi yang mengecil drastis hingga menyentuh angka 6,42 yang membuktikan bahwa kesenjangan pemahaman antarsiswa didalam kelas telah berhasil diperkecil secara signifikan.

Jika di cermati berdasarkan data distribusi frekuensi pada tabel 2, perubahan sebaran kategori penguasaan konsep siswa memperlihatkan adanya pergeseran yang sangat baik dari kategori rendah menuju kategori tinggi di setiap siklusnya. Pada tahap *pretest*, kemampuan siswa didominasi oleh kategori kurang yaitu sebanyak 21 siswa, sementara siswa pada

kategori sangat baik sebanyak 5 siswa. Kondisi yang hampir serupa juga masih terlihat pada siklus 1, dimana jumlah siswa pada kategori kurang justru sedikit

meningkat menjadi 22 siswa, sedangkan kategori cukup berubah menjadi 0 siswa. Kategori baik menjadi 8 siswa dan kategori sangat baik bertambah menjadi 6 siswa.

Tabel 2. Distribusi frekuensi kategori penguasaan konsep siswa

Rentang nilai	Kategori	pretest	Siklus 1	Siklus 2	Siklus 3
85-100	Sangat baik	5	6	6	11
75-84	Baik	9	8	16	25
60-74	Cukup	1	0	3	0
< 60	Kurang	21	22	11	0

Intervensi yang disempurnakan pada siklus 2 berhasil membalikkan keadaan secara signifikan, dimana jumlah siswa pada kategori kurang berhasil terpangkas setengahnya menjadi 11 siswa, kategori cukup naik menjadi 3 siswa, kategori sangat baik bertahan pada jumlah siswa, dan kategori baik melesat dua kali lipat menjadi 16 siswa. Dinamika perkembangan pemahaman ini mencapai hasil yang

sangat memuaskan pada akhir siklus 3, dimana sudah tidak ada lagi siswa yang berada dalam kategori kurang maupun cukup. seluruh siswa kelas XH yang berjumlah 36 orang tersebut telah berhasil meningkatkan penguasaan konsepnya dan masuk ke dalam kelompok berkinerja tinggi, dengan rincian sebanyak 25 siswa berada pada kategori baik dan 11 siswa berhasil mencapai kategori sangat baik.

Tabel 3. Perbandingan kelulusan KKM

Status kelulusan kkm	Pretest	Siklus 1	Siklus 2	Siklus 3
Tuntas (jumlah siswa)	14	14	22	36
Tidak tuntas	22	22	14	0
Persentase ketuntasan klasikal	38,89%	38,89%	61,11%	100,00%

Data perbandingan kelulusan KKM pada tabel 3 mempertegas bahwa penerapan media PhET Simulation dalam kerangka Penelitian Tindakan Kelas secara nyata mampu memperbaiki kualitas proses dan hasil pembelajaran secara linear. Pada kondisi awal pretest dan pelaksanaan siklus 1, tingkat kelulusan siswa sama sekali tidak bergerak, dimana jumlah siswa yang tuntas tertahan di angka 14 orang dan siswa yang tidak tuntas mendominasi kelas sebanyak 22 orang dengan persentase ketuntasan sebesar 39,89%. Melalui perbaikan program tindakan yang lebih terarah, jumlah siswa yang tuntas pada siklus 2 berhasil dibalikkan menjadi mayoritas kelas, yaitu sebanyak 22 siswa dinyatakan tuntas dan siswa yang tidak tuntas berkurang menjadi 14 orang, sehingga persentase ketuntasan klasikal naik menjadi 61,11% setelah dilakukan refleksi mendalam dan optimalisasi pendampingan eksplorasi mandiri, Siklus 3 berhasil mencatatkan pencapaian maksimal dengan meluluskan seluruh siswa yang berjumlah 36 orang tanpa ada satupun siswa yang tertinggal, sehingga persentase ketuntasan klasikal melesat sempurna mencapai angka 100,00%.

Peningkatan penguasaan konsep siswa secara konsisten hingga mencapai ketuntasan 100% pada siklus

III membuktikan bahwa integrasi *PhET Simulation* dalam kerangka model *Discovery Learning* (DL) mampu menjadi solusi efektif atas keterbatasan fasilitas laboratorium fisik di sekolah. Sinergi antara keduanya terlihat jelas pada setiap sintaks pembelajaran: pada tahap Pemberian Rangsangan (*Stimulation*), media *PhET* digunakan untuk memvisualisasikan fenomena Usaha dan Energi yang abstrak, sehingga memicu rasa ingin tahu siswa.

Pada tahap Identifikasi Masalah (*Problem Statement*) dan Pengumpulan Data (*Data Collection*), siswa didorong untuk melakukan eksplorasi mandiri dengan memanipulasi variabel gaya dan perpindahan secara *real-time* dalam simulasi, yang jauh lebih dinamis dibandingkan metode konvensional. Selanjutnya, pada tahap Pengolahan Data (*Data Processing*) dan Pembuktian (*Verification*), siswa menggunakan grafik serta data interaktif dari *PhET* untuk menguji hipotesis mereka secara empiris, sebelum akhirnya menarik Kesimpulan (*Generalization*) berdasarkan bukti yang mereka temukan sendiri. Proses ini sejalan dengan Theasy et al., (2021), serta Dzikra Bani Doniya Habibillah & Mukhlidi Muskhair, (2025) bahwa teknologi simulasi interaktif krusial untuk mengasah keterampilan analitis siswa. Hambatan awal pada siklus I yang sempat

menyebabkan stagnasi ketuntasan sebesar 38,89% berhasil diatasi dengan memperbaiki rancangan panduan belajar agar setiap sintaks DL lebih terarah pada penggunaan fitur spesifik dalam *PhET*, sehingga pendampingan menjadi lebih terstruktur dan keterlibatan aktif siswa dalam eksplorasi mandiri dapat dioptimalkan.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis data dari tahap ke tahap, dapat disimpulkan bahwa penerapan model *Discovery Learning* berbantuan media *PhET Simulation* sebagai laboratorium virtual terbukti secara signifikan sukses meningkatkan penguasaan konsep fisika materi Usaha dan Energi pada siswa kelas XH. Solusi ini berhasil memecahkan masalah utama pembelajaran konvensional dan keterbatasan fasilitas laboratorium sekolah. Peningkatan kualitas hasil kognitif ini ditunjukkan secara nyata oleh pergerakan nilai rata-rata kelas dari tahap *pretest* (64,44), Siklus I (65,97), Siklus II (70,14) hingga mencapai puncak tertingginya pada Siklus III sebesar 81,51. Lompatan performa belajar siswa juga dikonfirmasi oleh persentase ketuntasan klasikal yang sukses melesat dari semula stagnan di angka 38,89% (*pretest* dan Siklus I) merangkak ke 61,11% (Siklus II) hingga menyentuh angka kelulusan sempurna 100,00% pada Siklus III. Penurunan standar deviasi yang konsisten hingga menyentuh angka 6,42 menjadi bukti empiris keberhasilan mereduksi kesenjangan pemahaman antarsiswa. Alur pembelajaran berbasis penemuan mandiri ini direkomendasikan secara luas sebagai alternatif praktis pembelajaran sains modern yang interaktif, konkret, dan mudah dipahami.

Ucapan Terimakasih

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada dosen pembimbing dan guru fisika SMAN 4 Pamekasan atas bimbingan serta bantuan selama pelaksanaan penelitian. Penghargaan juga disampaikan kepada seluruh siswa kelas X H yang telah berpartisipasi aktif dalam pengisian instrumen tes ini.

Referensi

- Amsikan, A. (2022). Application of Project Based Learning Model to Increase Students Physics Learning Outcomes and Science Process Skills. *Paedagogia*, 25(1), 1. <https://doi.org/10.20961/paedagogia.v25i1.58989>
- Dzikra Bani Doniya Habibillah, & Mukhlidi Muskhir. (2025). Pengaruh Media Pembelajaran Berbasis *PhET Simulation* terhadap Hasil Belajar Mahasiswa Teknik Elektro pada Mata Kuliah Rangkaian Listrik. *Jupiter: Publikasi Ilmu Keteknikan Industri, Teknik Elektro Dan Informatika*, 3(4), 34-46. <https://doi.org/10.61132/jupiter.v3i4.929>
- Jullyantama, D. P., Tanjung, L. A., & Nursulistiyo, E. (2024). Meningkatkan Pemahaman Konsep Fisika Melalui Simulasi Berbasis Web di Live Worksheets. *Jurnal Praktik Baik Pembelajaran Sekolah Dan Pesantren*, 3(01), 37-46. <https://doi.org/10.56741/pbpsp.v3i01.479>
- Padangsidimpunan, A. A. (2026). Manfaat Penggunaan Media *PhET Simulation* pada Pembelajaran Fisika. *Jurnal Inovasi Pendidikan Sains Dan Terapan*, 4, 66-71.
- Pembelajaran, D., & Sekolah, F. (2025). PENSEA E-JURNAL : PENDIDIKAN SAINS. *Pensa E-Jurnal : Pendidikan Sains*, 13(3).
- Pratama, L. D., & Lestari, W. (2020). Efektivitas penggunaan media pembelajaran Kahoot! dalam meningkatkan hasil belajar siswa. *Jurnal Teknologi Pendidikan*, 3(22), 158-167. <https://journal.unj.ac.id/unj/index.php/jtp/article/view/15678>
- Samadun, S., & Dwikoranto, D. (2022). Improvement of Student's Critical Thinking Ability sin Physics Materials Through The Application of Problem-Based Learning. *IJORER : International Journal of Recent Educational Research*, 3(5), 534-545. <https://doi.org/10.46245/ijorer.v3i5.247>
- Sari, R. (2023). Pemanfaatan *PhET Simulation* untuk Meningkatkan Pemahaman Fisika Peserta Didik Kelas XII MIPA pada Materi Listrik Arus Searah. *Indonesian Journal of Innovation Multidisipliner Research*, 1(4), 413-419. <https://doi.org/10.31004/ijim.v1i4.48>
- Theasy, Y., Bustan, A., & Nawir, M. (2021). Penggunaan Media Laboratorium Virtual *PhET Simulation* untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Fisika Mahasiswa pada Mata Kuliah Eksperimen Fisika Sekolah. *Variabel*, 4(2), 39. <https://doi.org/10.26737/var.v4i2.2607>
- Zulaika, A., Erlina, & Rachmat Sahputra. (2022). *Jurnal Pendidikan MIPA. Jurnal Pendidikan MIPA*, 12(1), 1-7