



## Peningkatan Kualitas Pembelajaran Materi Dualisme Cahaya dengan Bantuan PHET

Dea Friscillia Br Sembiring<sup>1</sup>, Erwin Alfrido Nababab<sup>2</sup>, Tina Suryanu Siregar<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Medan

Surel: [deafiscillia@gmail.com](mailto:deafiscillia@gmail.com)

### Abstract

This research aims to explore the experiences of Physics students regarding the concept of dualism of light and the challenges faced in the learning process. The method used was descriptive qualitative by collecting data using a questionnaire which was distributed boldly to three students majoring in Physics at Medan State University who had taken the Quantum Physics course. Data analysis techniques were carried out through data reduction, theme categorization, and interpretation of results. The research results show that students have a basic understanding of the dualism of light as wave and particle properties, but still experience difficulties in learning these concepts in depth, especially the equations related to Planck-Einstein. Implementation of PhET simulations proved effective in increasing student engagement and understanding, with results showing significant progress following interaction with the simulations. Therefore, this research emphasizes the need to integrate technology in physics learning to increase understanding of complex concepts and the relevance of physics in everyday life.

**Keyword:** Physics, Light Dualism, PHET

### Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi pemahaman mahasiswa Fisika mengenai konsep dualisme cahaya dan tantangan yang dihadapi dalam proses pembelajaran. Metode yang digunakan adalah deskriptif kualitatif dengan pengambilan data menggunakan kuisioner yang disebar secara daring kepada tiga mahasiswa jurusan Fisika Universitas Negeri Medan yang telah menempuh mata kuliah Fisika Kuantum. Teknik analisis data dilakukan melalui reduksi data, kategorisasi tema, dan interpretasi hasil. Hasil penelitian menunjukkan bahwa mahasiswa memiliki pemahaman dasar tentang dualisme cahaya sebagai sifat gelombang dan partikel, tetapi masih mengalami kesulitan dalam mengaitkan konsep tersebut secara mendalam, terutama terkait persamaan Planck-Einstein. Penerapan simulasi PhET terbukti efektif meningkatkan keterlibatan dan pemahaman mahasiswa, dengan hasil menunjukkan kemajuan signifikan setelah interaksi dengan simulasi. Oleh karena itu, penelitian ini menekankan perlunya integrasi teknologi dalam pembelajaran fisika untuk meningkatkan pemahaman konsep-konsep kompleks dan relevansi ilmu fisika dalam kehidupan sehari-hari.

**Kata Kunci:** Fisika, Dualisme Cahaya, PHET

## PENDAHULUAN

Pendidikan merupakan usaha untuk mendorong pemerataan dan mengembangkan potensi pelajar demi mencapai kualitas pendidikan yang diinginkan. Namun, jika kita melihat kondisi pendidikan di Indonesia saat ini, kita mungkin merasa sangat memprihatinkan. Salah satu permas yang dihadapi adalah rendahnya kualitas pendidikan di berbagai jenjang, baik formal maupun informal. Hal ini disebabkan oleh kurangnya sumber daya manusia yang berpengalaman dan terampil dalam menghadapi perkembangan di berbagai sektor. Mutu pendidikan adalah kebutuhan penting yang harus dipenuhi untuk mencapai tujuan pendidikan. Oleh karena itu, upaya peningkatan mutu pendidikan diperlukan secara berkelanjutan, terencana, dan melibatkan semua pihak yang berperan dalam penyelenggaraan pendidikan. Peningkatan kinerja sekolah dalam proses belajar mengajar menjadi penting (Ansyah, 2023; Lestari et al., 2023).

Kualitas pendidikan di Indonesia menjadi salah satu tantangan utama yang dihadapi, terutama bagi negara-negara berkembang. Selain masalah kuantitas pendidikan, isu efektivitas, efisiensi, dan relevansi pendidikan juga menjadi perhatian. Kualitas, menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia, mengacu kepada tingkat baik atau buruknya sesuatu dan taraf suatu hal. Pembelajaran, seperti yang disampaikan oleh Fontana, adalah usaha untuk menciptakan lingkungan yang mendukung agar proses belajar dapat berkembang dan tumbuh secara optimal.

Dalam konteks ini, proses pendidikan lebih ditekankan pada interaksi antara siswa dengan guru, fasilitas, dan rekan-rekan sebaya. Pembelajaran dianggap efektif jika semua peserta didik terlibat aktif baik secara mental, fisik, maupun sosial (Ansyah, Alfianita, & Syahkira, 2024; Ansyah, Alfianita, Syahkira, et al., 2024; Sudarsih, 2020)

Pembelajaran Fisika tidak hanya terfokus pada pemahaman konsep-konsep dasar, tetapi juga mencakup pengembangan kemampuan berpikir konstruktif melalui aplikasi ilmu Fisika. Hal ini penting agar mahasiswa memiliki pemahaman yang lebih menyeluruh tentang esensi Fisika, baik sebagai proses maupun hasil. Namun, tantangan yang dihadapi dalam pembelajaran Fisika adalah rendahnya kualitas pembelajaran yang dirasakan oleh peserta didik. Kualitas dari proses dan hasil belajar dalam Fisika dipengaruhi oleh banyak faktor, salah satunya adalah ketersediaan fasilitas laboratorium untuk eksperimen. Kegiatan praktikum di laboratorium menjadi bagian penting dalam pembelajaran Fisika, karena dapat membantu peserta didik dalam mengembangkan aspek produk, proses, dan sikap mereka (Mogi et al., 2021).

Salah satu solusi untuk meningkatkan kualitas belajar dalam Fisika adalah penggunaan media simulasi pendidikan, salah satunya adalah simulasi PhET. Penelitian oleh Widyastuti et al (2024) menunjukkan bahwa media simulasi PhET dapat menciptakan suasana belajar yang aktif, di mana peserta didik berkolaborasi dan meningkatkan keterampilan pemecahan masalah. Penggunaan simulasi ini tidak hanya berdampak positif terhadap

kemampuan siswa, tetapi juga memberikan fleksibilitas dalam pembelajaran, karena siswa dapat belajar kapan saja dan di mana saja, bahkan dapat mengulang materi tanpa batasan waktu.

Simulasi PhET juga memungkinkan siswa untuk menjelajahi alat rumit dengan cara yang mudah dan terjangkau, seperti simulasi pengujian kernel tanpa harus mengujinya secara fisik. Melalui simulasi ini, fenomena dan reaksi mikro dapat lebih mudah dipahami, membantu siswa dalam memvisualisasikan konsep-konsep yang kompleks. PhET Simulation (Physical Education Technology) adalah situs web berbasis internet yang menyediakan lebih dari 50 simulasi untuk berbagai topik dalam fisika, kimia, dan matematika, yang dapat digunakan secara gratis untuk keperluan pendidikan (Muna et al., 2023).

Selain pembelajaran dengan PhET, pemahaman mengenai dualisme cahaya juga berperan penting dalam pengajaran fisika. Sejak ribuan tahun lalu, fenomena cahaya telah mengundang rasa ingin tahu, dimulai dari pemikiran ahli matematika Yunani, Euclid. Pertentangan antara teori cahaya sebagai partikel (teori yang didukung oleh Isaac Newton) dan teori cahaya sebagai gelombang (yang didukung oleh Christian Huygens dan Robert Hooke) menciptakan debat ilmiah yang menarik. Seiring waktu, berbagai eksperimen membuktikan bahwa cahaya bersifat dual, memiliki karakter gelombang dan partikel yang bersamaan (Yaz, 2007).

Pendekatan dualisme cahaya menjelaskan bahwa cahaya bisa bersifat gelombang dan partikel tergantung pada kondisi pengamatannya. Fenomena-fenomena seperti efek fotolistrik yang dijelaskan oleh Albert Einstein

menunjukkan sifat cahaya sebagai partikel, sementara eksperimen interferensi dan difraksi membuktikan sifat gelombangnya (Khumaeni, 2022). Dalam praktiknya, penerapan konsep dualisme cahaya terlihat dalam berbagai teknologi modern seperti kalkulator, dubbing film, dan mesin fotocopier, yang memanfaatkan efek fotolistrik dalam operasionalnya (Rugaya et al., 2022). Dengan demikian, pengajaran fisika yang baik tidak hanya mengandalkan pemahaman teoretis, tetapi juga mampu menjelaskan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kualitatif untuk mengeksplorasi pemahaman mahasiswa mengenai konsep dualisme cahaya. Metode penelitian deskriptif kualitatif adalah pendekatan penelitian yang bertujuan untuk menggambarkan dan menganalisis fenomena sosial atau budaya mendalam melalui pengumpulan data tidakstruktur, seperti wawancara dan observasi, tanpa usaha untuk menguji hipotesis atau mengukur variabel (Sugiyono, 2013). Subjek penelitian terdiri dari tiga mahasiswa jurusan Fisika Universitas Negeri Medan yang telah menyelesaikan mata kuliah Fisika Kuantum. Pemilihan subjek dilakukan dengan purposive sampling, yakni memilih mahasiswa yang telah mempelajari materi dualisme cahaya dan diharapkan memiliki pemahaman yang cukup untuk menjawab pertanyaan penelitian. Instrumen penelitian berupa kuisioner dengan lima pertanyaan terbuka yang dirancang untuk menggali pemahaman mahasiswa mengenai definisi dualisme cahaya, peran efek fotolistrik dalam mendukung sifat

partikel cahaya, hubungan antara persamaan Planck-Einstein dengan dualisme cahaya, aplikasi teknologi berbasis dualisme cahaya, serta tantangan yang dihadapi mahasiswa dalam memahami teori tersebut.

Pengumpulan data dilakukan dengan menyebarkan kuisioner secara daring melalui platform Google Forms, yang memudahkan proses pengumpulan data dan memberikan fleksibilitas waktu bagi responden. Responden diberikan waktu tiga hari untuk mengisi kuisioner secara mendalam dan reflektif. Setelah data terkumpul, analisis dilakukan secara kualitatif dengan tahapan reduksi data untuk menyederhanakan jawaban responden, kategorisasi untuk mengelompokkan data berdasarkan tema utama, dan interpretasi data untuk menggambarkan tingkat pemahaman mahasiswa mengenai dualisme cahaya.

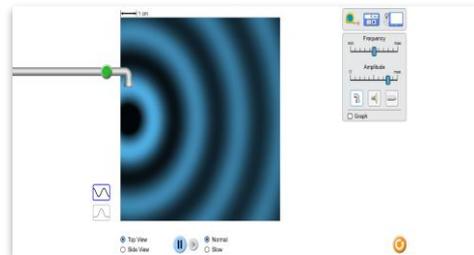
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil

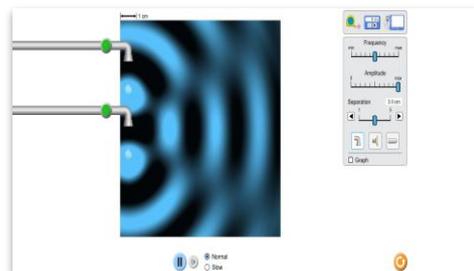
Hasil penelitian menunjukkan bahwa mahasiswa yang telah menyelesaikan mata kuliah Fisika Kuantum memiliki pemahaman dasar yang baik mengenai konsep dualisme cahaya. Mereka mampu mengaitkan dua sifat utama cahaya sebagai gelombang dan partikel, serta memberikan contoh-contoh fenomena fisika yang relevan, seperti interferensi dan difraksi untuk sifat gelombang, serta efek fotolistrik untuk sifat partikel. Temuan ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menunjukkan pentingnya pengalaman praktis dalam pembelajaran fisika untuk memperkuat pemahaman konsep-konsep kompleks (Ansyah & Salsabilla, 2024).

Meskipun mahasiswa dapat menjelaskan konsep dasar ini, mereka menghadapi kesulitan dalam memahami

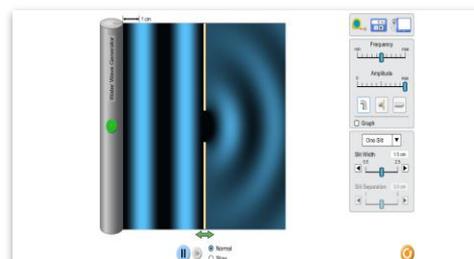
hubungan yang lebih mendalam antara sifat gelombang dan partikel, khususnya dalam konteks persamaan Planck-Einstein ( $E=hf$ ). Penelitian oleh Pranata (2024) menunjukkan bahwa pemahaman mahasiswa sering kali berfokus pada aspek sifat partikel, sementara hubungan dengan sifat gelombang masih kurang dikuasai. Hal ini menunjukkan perlunya pendekatan pembelajaran yang lebih terintegrasi untuk menjembatani pemahaman tersebut.



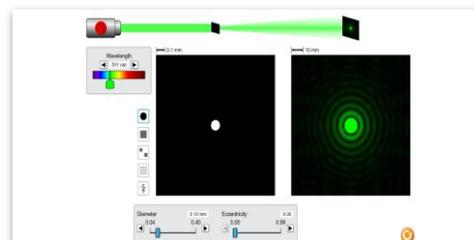
Gambar 1. Waves Simulator PHET



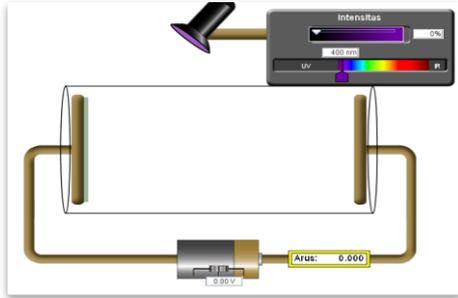
Gambar 2. Inteferece Simulator PHET



Gambar 3. Slits Simulator PHET



#### Gambar 4. Diffraction Simulator PHET



#### Gambar 5. Efek Fotolistrik Simualor PHET

Salah satu temuan utama dari penelitian ini adalah adanya tantangan terbesar bagi mahasiswa dalam memahami bagaimana cahaya bisa menunjukkan kedua sifat tersebut dalam satu fenomena yang sering terdampak oleh pemahaman fisika klasik. Ashby (2022) mengidentifikasi bahwa kurangnya pengalaman langsung dalam eksperimen berpengaruh besar terhadap kesulitan ini. Untuk itu, diharapkan penggunaan metodologi yang memanfaatkan eksplorasi eksperimen dapat meningkatkan pemahaman mereka.

Dalam upaya meningkatkan pemahaman tentang dualisme cahaya, penelitian ini menyarankan pemanfaatan teknologi dan eksperimen berbasis simulasi. Aplikasi teknologi seperti laser, panel surya, dan kamera digital yang memanfaatkan dualisme cahaya juga menjadi bagian dari pemahaman yang baik di kalangan mahasiswa. Galvez et al (2023) berpendapat bahwa penerapan konsep dualisme cahaya dalam konteks teknologi modern dapat membantu mahasiswa untuk memahami relevansi teori-fisika dengan kenyataan sehari-hari.

Simulasi PhET, dalam konteks pembelajaran, ditunjukkan menjadi alat yang sangat berguna. Responden yang mencoba simulasi ini melaporkan bahwa mereka mendapatkan pengalaman belajar

yang lebih menarik dan interaktif. Mereka juga mencatat bahwa simulasi membantu mereka untuk melihat fenomena secara real-time dan memberikan pengalaman belajar yang kaya tanpa memerlukan pemahaman matematis yang kompleks, yang biasanya menjadi penghalang bagi banyak mahasiswa.

Hasil yang dirangkum dari responden menunjukkan ada peningkatan pemahaman yang signifikan mengenai dualisme cahaya setelah menggunakan simulasi PhET. Hasil tersebut menegaskan bahwa dengan pendekatan yang tepat, ditambah dengan pengalaman langsung dalam eksperimen, mahasiswa tidak hanya dapat memahami konsep-konsep yang diajarkan tetapi juga dapat mengaplikasikan pengetahuan tersebut dalam konteks fisika kuantum yang lebih luas.

#### Pembahasan

Pembahasan ini akan fokus pada pentingnya hasil penelitian dalam konteks pembelajaran fisika, khususnya mengenai dualisme cahaya. Sebagai langkah awal, pemahaman mahasiswa tentang dualisme cahaya menunjukkan bahwa mereka telah memperoleh gambaran yang baik mengenai sifat gelombang dan partikel. Hasil ini mempertegas bahwa pengajaran fisika kuantum perlu melibatkan pengalaman praktis agar siswa tidak sekadar terbatas pada pencernaan teori tanpa pemahaman yang mendalam.

Setelah menganalisis kesulitan yang dihadapi mahasiswa dalam memahami hubungan antara sifat gelombang dan partikel, ditemukan bahwa pengembangan pendekatan belajar yang lebih terintegrasi sangat diperlukan. Kurangnya pemahaman yang menyeluruh terhadap persamaan Planck-

Einstein ( $E=h\nu$ ) menjadi salah satu indikator bahwa pengajaran saat ini belum sepenuhnya menjawab kebutuhan pemahaman mahasiswa. Pengajaran yang berfokus pada kedua aspek secara bersamaan dapat memperkaya perspektif mahasiswa terhadap cosmos fisika kuantum.

Hasil penelitian yang menunjukkan bahwa mahasiswa menghadapi tantangan dalam memahami dualisme cahaya menekankan pentingnya memberikan pengalaman fisika yang berbeda kepada mahasiswa. Eksperimen nyata dalam bentuk interaksi langsung dengan fenomena alam sangat penting untuk membangun koneksi antara berbagai konsep fisika. Hal ini juga sejalan dengan praktik pendidikan konstruktivis, di mana siswa terlibat secara aktif dalam proses pembelajaran untuk membangun pengetahuan yang lebih bermakna.

Penggunaan teknologi, terutama simulasi seperti PhET, memberikan sarana yang efektif dalam menjembatani pemahaman mahasiswa. Dengan memvisualisasikan fenomena yang umumnya sulit dilihat dan dipahami, simulasi ini memberikan mahasiswa sebuah sudut pandang baru terhadap konsep yang kompleks. Hal ini memberikan harapan bagi pengembangan metode pembelajaran yang lebih efektif dalam konteks di mana mahasiswa dapat belajar dengan lebih bebas dan eksploratif.

Namun, tetap diperlukan suatu kesadaran untuk tidak mengesampingkan matematisasi dalam fisika. Penggunaan simulasi tidak dimaksudkan untuk menggantikan pemahaman matematik yang kuat, melainkan justru untuk memperkuatnya. Ketika mahasiswa memahami konsep visualisasi melalui simulasi, mereka harus tetap dibimbing

dalam cara mengaitkan pemahaman tersebut dengan dasar-dasar matematik yang mendasari teori fisika kuantum.

Secara keseluruhan, hasil dan pembahasan dari penelitian ini menunjukkan bahwa integrasi pengalaman praktis dan teknologi modern dalam pembelajaran fisika kuantum sangat penting untuk memfasilitasi pemahaman yang lebih baik tentang dualisme cahaya. Hal ini membuka jalan untuk penelitian dan pengembangan lebih lanjut dalam strategi pengajaran yang lebih inovatif dan mendorong siswa untuk terlibat secara aktif dalam pembelajaran mereka.

## KESIMPULAN

Salah satu cara untuk meningkatkan kualitas pembelajaran fisika adalah dengan memanfaatkan teknologi, seperti media simulasi PhET, yang dapat meningkatkan keterlibatan siswa serta membantu mereka memahami konsep-konsep sulit seperti dualisme cahaya, yang merupakan konsep bahwa cahaya memiliki sifat ganda, yaitu gelombang dan partikel. Meskipun mahasiswa fisika yang telah mempelajari Fisika Kuantum memiliki pemahaman dasar yang cukup baik mengenai dualisme cahaya, mereka masih mengalami kesulitan dalam memahami hubungan yang lebih mendalam antara sifat gelombang dan partikel, serta penerapan konsep tersebut dalam teori fisika kuantum. Penggunaan teknologi seperti simulasi PhET dapat menjadi solusi efektif untuk mengatasi kesulitan ini, memungkinkan mahasiswa untuk mengamati dan berinteraksi langsung dengan fenomena fisika yang menggambarkan sifat ganda cahaya. Pengalaman langsung melalui eksperimen virtual ini dapat membantu

mahasiswa membangun pemahaman yang lebih baik tentang bagaimana cahaya menunjukkan sifat-sifat tersebut dalam situasi yang berbeda. Selain itu, aplikasi teknologi berbasis dualisme cahaya, seperti laser dan panel surya, memberikan contoh nyata tentang relevansi konsep ini dalam kehidupan sehari-hari; oleh karena itu, untuk meningkatkan kualitas pendidikan dalam pemahaman konsep-konsep fisika yang kompleks, penting untuk terus mengintegrasikan teknologi pendidikan dan eksperimen praktis dalam proses pembelajaran.

#### DAFTAR RUJUKAN

- Ansy, Y. A. (2023). Upaya Meningkatkan Minat dan Prestasi Belajar Siswa Kelas IV Sekolah Dasar pada Pembelajaran IPA Menggunakan Strategi PjBL (Project-Based Learning). *Jurnal Ilmu Manajemen Dan Pendidikan (JIMPIAN)*, 3(1), 43–52. <https://doi.org/10.30872/jimpian.v3i1.2225>
- Ansy, Y. A., Alfianita, A., & Syahkira, H. P. (2024). OPTIMIZING MATHEMATICS LEARNING IN FIFTH GRADES: THE CRITICAL ROLE OF EVALUATION IN IMPROVING STUDENT ACHIEVEMENT AND CHARACTER. *PROGRES PENDIDIKAN*, 5(3), 302–311. <https://prospek.unram.ac.id/index.php/PROSPEK/article/view/1120>
- Ansy, Y. A., Alfianita, A., Syahkira, H. P., & Syahrial, S. (2024). Peran Evaluasi Pembelajaran pada Mata Pelajaran Matematika Kelas V Sekolah Dasar. *Indiktika : Jurnal Inovasi Pendidikan Matematika*, 6(2), 173–184. <https://doi.org/10.31851/indiktika.v6i2.15030>
- Ansy, Y. A., & Salsabilla, T. (2024). *Model Pembelajaran IPA di Sekolah Dasar*. Cahya Ghani Recovery.
- Ashby, M. F. (2022). *Materials and sustainable development*. Butterworth-Heinemann.
- Galvez, D., Castro, M., Bittencourt, G., Carvalho, V., & Allende, S. (2023). Magnetic Bimerons in Cylindrical Nanotubes. *Nanomaterials*, 13(21), 2841.
- Khumaeni, A. (2022). *Buku Ajar Fisika Modren*. Yogyakarta: DIVA Press.
- Lestari, P., Gutji, N., & Yaksa, R. A. (2023). Pengaruh Kepercayaan Diri terhadap Motivasi Belajar Siswa di SMA Adhyaksa I Jambi. *Innovative: Journal Of Social Science Research*, 3(3), 9027–9039. <https://j-innovative.org/index.php/Innovative/article/view/3214>
- Mogi, H., Mandang, T., & Lolowang, J. (2021). Pengembangan Modul Praktikum Efek Fotolistrik Berbasis Virtual Laboratory Dengan Model Discovery Learning. *Charm Sains: Jurnal Pendidikan Fisika*, 2(2), 69–74.
- Muna, A. K., Tandililing, E., & Oktavianty, E. (2023). Penerapan Media Pembelajaran Menggunakan Phet Simulation Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Peserta Didik Pada Materi Hukum Newton Di SMP Negeri 23 Pontianak. *Jurnal Inovasi Penelitian Dan Pembelajaran Fisika*, 4(1), 15–23.

- Pranata, O. D. (2024). Physics Education Technology (PhET) as a Game-Based Learning Tool: A Quasi-Experimental Study. *Pedagogical Research*, 9(4).
- Rugaya, R., Megalina, Y., & Hutahaean, J. (2022). *Fisika Modern*.
- Sudarsih, S. (2020). Peningkatan Kualitas Pembelajaran IPA Materi Sifat-Sifat Cahaya Melalui Penerapan Metode Kontekstual Pada Siswa Kelas V SD Negeri 4 Madurejo: Improvement Of The Quality Of Science Learning Material On The Properties Of Light Through The Application Of Contextual Methods To Grades V Students Of SD Negeri 4 Madurejo. *Bitnet: Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi*, 5(1), 44–48.
- Sugiyono, D. (2013). *Metode penelitian pendidikan pendekatan kuantitatif, kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.
- Widyastuti, I., Nanang Winarno, Emiliannur, E., & 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.  
<https://doi.org/10.21154/jtii.v4i1.2978>
- Yaz, M. A. (2007). *Fisika 1*. Jakarta: Yudistra.