

HUBUNGAN MOTIVASI BELAJAR DAN HASIL BELAJAR KOGNITIF MELALUI PENGUNAAN MEDIA *VIRTUAL LAB OPHYSICS* MATERI GELOMBANG CAHAYA DI KELAS XI SMA

Keyzi Fauziah¹, Zulhelmi², M.Nor³

^{1,2,3}Pendidikan Fisika FKIP Universitas Riau

¹keyzi.fauziah0124@student.unri.ac.id

ABSTRACT

The learning process of Physics in Light Wave material requires an approach to visualization of abstract phenomena that must also pay attention to the affective aspects of students. Academic success in the use of technology such as the oPhysics virtual lab is strongly suspected to be closely related to students internal psychological drives. This study aims to analyze the significant relationship between the ARCS Model Learning Motivation (Attention, Relevance, Confidence, Satisfaction) and students Physics Cognitive Learning Outcomes through the use of virtual media of the oPhysics lab. This type of research is quantitative with an associative correlational design. The study involved a sample of 36 students of grade XI Science at Al-Huda High School Pekanbaru who were selected using the purposive sampling technique. Data were collected post-learning using the ARCS motivational questionnaire and an objective test of cognitive learning outcomes (C1-C6) levels. Data analysis used the Pearson Product Moment correlation test and the determination coefficient (R^2) based on SPSS software. The results showed a Significance value (Sig. 2 – tailed) of $0.000 < 0.05$, which means H_0 rejected and H_a accepted. The value of the correlation coefficient was obtained $r = 0.747$, which indicates a positive relationship in the strong and unidirectional category. A determination coefficient value (R^2) of 0.558 confirms that ARCS learning motivation contributes significantly by 55.8% to students' physical cognitive learning outcomes. In conclusion, the higher the ARCS motivation of students when exploring the virtual laboratory, the more optimal students cognitive thinking performance will be.

Keywords: ARCS Motivation, Cognitive Learning Outcomes, Light Waves, oPhysics Virtual Lab

ABSTRAK

Proses pembelajaran fisika pada materi gelombang cahaya memerlukan pendekatan visualisasi fenomena abstrak yang juga harus memperhatikan aspek afektif siswa. Keberhasilan akademis dalam pemanfaatan teknologi seperti *virtual lab oPhysics* diduga kuat memiliki keterkaitan erat dengan dorongan psikologis internal siswa. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hubungan yang signifikan antara motivasi belajar model ARCS (*Attention, Relevance, Confidence, Satisfaction*) dengan hasil belajar kognitif fisika siswa melalui pemanfaatan media *virtual lab oPhysics*. Jenis penelitian ini adalah kuantitatif dengan desain korelasional asosiatif. Penelitian melibatkan sampel sebanyak 36 siswa kelas XI IPA di SMA Al-Huda Pekanbaru yang dipilih menggunakan teknik *purposive*

sampling. Data dikumpulkan pasca-pembelajaran menggunakan angket kuesioner motivasi ARCS dan tes objektif hasil belajar kognitif (C1-C6). Analisis data menggunakan uji korelasi Pearson Product Moment dan koefisien determinasi (R^2) berbasis software SPSS. Hasil penelitian menunjukkan nilai Signifikansi (*Sig. 2 – tailed*) sebesar $0,000 < 0,05$, yang berarti H_0 ditolak dan H_a diterima. Diperoleh nilai koefisien korelasi $r = 0,747$, yang mengindikasikan hubungan positif berkategori kuat dan searah. Nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,558 mengonfirmasi bahwa motivasi belajar ARCS berkontribusi nyata sebesar 55,8% terhadap hasil belajar kognitif fisika siswa. Kesimpulannya, semakin tinggi motivasi ARCS siswa saat mengeksplorasi laboratorium virtual, maka semakin optimal performa berpikir kognitif siswa.

Kata Kunci: Motivasi ARCS, Hasil Belajar Kognitif, Gelombang Cahaya, *Virtual Lab oPhysics*.

A. Pendahuluan

Pendidikan berfungsi sebagai landasan utama untuk mengembangkan sumber daya manusia yang unggul dan adaptif di tengah dinamika global. Di era industri saat ini, Slavin dkk (2025) menjelaskan bahwa tuntutan penguasaan keterampilan keilmuan terus meningkat, menempatkan sains sebagai domain kritis untuk menumbuhkan pemikiran kritis dan kemampuan pemecahan masalah siswa. Namun, Indonesia masih menghadapi tantangan serius terkait kualitas pendidikan, terbukti dengan program evaluasi internasional, yaitu Programme for International Student Assessment (PISA), yang menunjukkan bahwa literasi ilmiah mahasiswa Indonesia secara konsisten mendapat skor di bawah

rata-rata (OECD, 2019). Data ini menunjukkan bahwa sistem pembelajaran bahasa Indonesia belum secara optimal memfasilitasi siswa dalam menerapkan konsep keilmuan.

Praktikum yang efektif memungkinkan siswa untuk memverifikasi teori dan mengembangkan keterampilan berpikir kritis dan eksperimental yang dibutuhkan dalam pendidikan fisika. Namun, beberapa sekolah menghadapi tantangan karena peralatan dan infrastruktur laboratorium terbatas. Keterbatasan ini sangat terasa pada bahan gelombang cahaya yang membutuhkan alat optik canggih dan presisi tinggi (Purwanto, H. A dkk., 2022). Oleh karena itu, diperlukan inovasi pembelajaran untuk

menjembatani kesenjangan antara teori dan praktik tanpa hambatan fisik. Salah satu solusi relevan yang selaras dengan perkembangan teknologi dan keterbatasan peralatan adalah integrasi laboratorium virtual ke dalam proses pembelajaran (Herlina, K dkk., 2019). Kurangnya ketersediaan, kerusakan, atau kondisi peralatan laboratorium konvensional yang tidak memadai menyebabkan sebagian besar kegiatan praktikum hanya bersifat demonstratif atau bahkan dihilangkan sama sekali. Hal ini berdampak langsung pada rendahnya motivasi dan hasil belajar kognitif karena kurangnya pengalaman konkret, serta kegagalan dalam mengembangkan keterampilan proses sains (Widiyatmoko, A, 2020). Solusi yang dapat diterapkan dan diharapkan dapat mengatasi rendahnya motivasi dan hasil belajar fisika adalah melalui pemanfaatan media lab virtual dengan pendekatan ilmiah yang menempatkan siswa pada posisi aktif untuk mencari dan menemukan jawaban atas suatu permasalahan, dengan tetap berada di bawah bimbingan struktural (LKPD) guru (Arends, R. I, 2012). Pemanfaatan laboratorium virtual didefinisikan sebagai simulasi

lingkungan laboratorium dunia nyata yang memanfaatkan teknologi informasi untuk memungkinkan siswa melakukan eksperimen digital, memanipulasi variabel, dan mengumpulkan data tanpa risiko dan biaya tinggi (Tatli, Z & Ayas, A, 2013). Keuntungan utama dari media lab virtual adalah meningkatkan visualisasi konsep abstrak, memberikan kesempatan latihan berulang, dan menghilangkan kendala waktu dan tempat (Smetana, L. K & Bell, R. L, 2012). Media lab virtual Ophysics merupakan salah satu platform simulasi fisika interaktif gratis yang berfokus pada visualisasi konsep dalam mekanika, gelombang, dan optik (Kadir, R dkk., 2020). Simulasi *OPhysics* dirancang untuk memungkinkan siswa menyesuaikan parameter seperti panjang gelombang, lebar celah, dan frekuensi secara real-time, sehingga sangat mendukung eksperimen kuantitatif pada bahan gelombang cahaya (Subagio, A & Pratiwi, H. F, 2017). Oleh karena itu, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian ini. Bagian ini secara fundamental menetapkan latar belakang, urgensi, konteks, dan kesenjangan penelitian untuk memetakan dengan jelas hubungan

antara motivasi belajar siswa dan hasil belajar kognitif mereka melalui implementasi media ini.

Media lab virtual Ophysics berfungsi sebagai platform simulasi fisika interaktif online yang berfokus pada berbagai konsep fisika klasik, termasuk optik dan gelombang cahaya. Media ini bersifat kuantitatif dan terbuka, sehingga sangat cocok untuk dikombinasikan dengan pendekatan ilmiah. Siswa dapat menggunakan *OPhysics* untuk menguji hipotesis yang mereka rumuskan sendiri berdasarkan panduan Lembar Kerja Siswa (LKPD), daripada hanya mengikuti petunjuk langkah demi langkah. Dalam konteks bahan gelombang cahaya, lab virtual *OPhysics* mampu menyediakan simulasi yang memungkinkan siswa mengubah parameter seperti panjang gelombang, λ , atau jarak antar sumber (d) dan secara langsung mengamati perubahan yang terjadi dalam pola interferensi (Kadir, R dkk., 2020).

Model motivasi ARCS adalah strategi pemecahan masalah yang dikembangkan untuk mendorong dan mempertahankan semangat belajar siswa selama proses pembelajaran. Model ini, yang diperkenalkan oleh Keller, adalah akronim dari empat

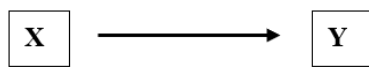
komponen utama: Perhatian, Relevansi, Keyakinan, dan Kepuasan. Pada dasarnya, model ini menekankan upaya pendidik untuk menarik minat siswa, mengadaptasi materi dengan pengalaman nyata, menumbuhkan kepercayaan diri, dan menghadirkan rasa kepuasan atas pencapaian yang dicapai

Hasil belajar kognitif menjadi kunci untuk merancang desain pembelajaran masa depan yang lebih efektif, dengan harapan memastikan keselarasan antara materi yang harus dikuasai oleh siswa dan instrumen yang digunakan untuk menilai penguasaan tersebut. Dengan demikian, hasil belajar kognitif bertindak sebagai produk akhir dari proses pembelajaran serta alat evaluasi, memberikan umpan balik yang berharga bagi guru (Motoh, 2022). Domain kognitif berkaitan dengan hasil pembelajaran kognitif seperti yang dijelaskan oleh Krathwohl dan Anderson (2001) dalam Hasanah dkk., 2025. Mengacu pada taksonomi Bloom, enam tingkat kognitif C1 hingga C6.

B. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain

korelasi asosiatif. Desain ini bertujuan untuk mendeteksi dan menganalisis hubungan antara dua variabel utama: motivasi belajar siswa sebagai variabel independen (X) dan hasil belajar kognitif siswa sebagai variabel dependen (Y) seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Rancangan Desain Penelitian

Integrasi media lab virtual Ophysics berfungsi sebagai lingkungan belajar latar belakang untuk bahan gelombang cahaya. Penelitian dilakukan di SMA Al-Huda Pekanbaru, khusus menyasar siswa IPA Kelas XI selama semester genap tahun akademik 2025/2026, yang berlangsung dari Januari hingga Juni 2026.

Sasaran populasi penelitian ini terdiri dari seluruh siswa IPA Kelas XI di SMA Al-Huda Pekanbaru tahun akademik 2025/2026. Berdasarkan pengamatan awal, hanya ada satu kelas di lintasan IPA pada jenjang ini, yaitu Kelas XI A yang terdiri dari 36 mahasiswa. Karena kendala populasi ini, teknik pengambilan sampel total atau pengambilan sampel jenuh

(sampel jenuh) diterapkan. Akibatnya, ke-36 mahasiswa terpilih sebagai sampel aktif untuk penelitian ini.

Pendataan dilakukan pada akhir unit pembelajaran setelah pelaksanaan lab virtual OPhysics. Instrumen pengumpulan data pada penelitian ini adalah angket yang digunakan adalah motivasi belajar dengan model motivasi ARCS yang dikembangkan oleh Keller (2010) berdasarkan empat indikator, attention (perhatian), relevance (relevansi), confidence (percaya diri), dan satisfaction (kepuasan). Angket yang digunakan merujuk kepada penelitian yang telah dilakukan oleh Afriyani, (2023) yang sudah dilakukan validitas dan reabilitasnya oleh Mahmudah (2012). Terdapat 20 butir pernyataan yang telah dimodifikasi dengan empat pilihan jawaban dengan keterangan ST (sangat setuju), S (Setuju), (KS) Kurang Setuju, TS (Tidak Setuju).

Berikut kisi-kisi angket motivasi belajar siswa yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Kisi-kisi angket motivasi belajar ARCS siswa

Indikator	Nomor butir pernyataan		Jumlah
	Positif	Negatif	
Perhatian	1,2,3,5	4	5

Relevansi	6,7,8,10	9	5
Percaya Diri	11,12,13,15	14	5
Kepuasan	16,17,18,20	19	5
Jumlah			20

Instrumen hasil belajar kognitif yang terdiri dari yang identik. Tes ini berbentuk 20 butir Pilihan Ganda yang sudah disusun berdasarkan kisi-kisi soal gelombang cahaya yang secara spesifik mencakup level kognitif C1 hingga C6. Instrumen tes ini dirancang untuk dapat mengukur kemampuan kognitif.

Teknik analisis data penelitian menggunakan analisis deskriptif dan analisis inferensial menggunakan aplikasi SPSS. Analisis deskriptif pertama dilakukannya penskoran, menghitung rata-rata skor dan menentukan kategori hasil capaian melalui tabel interval

Tabel 2 Interval kategori capaian belajar siswa

Interval(%)	Kategori
80-100	Sangat Baik
66 – 79	Baik
56 – 65	Sedang
41 – 55	Kurang Baik
0 – 40	Sangat Kurang Baik

Sebelum melakukan analisis inferensial, prasyarat yang harus diuji adalah uji normalitas, dilakukan untuk

mengetahui apakah data skor motivasi dan hasil belajar berdistribusi normal atau tidak. Menguji hipotesis dengan uji korelasi dalam penelitian ini dilakukan untuk mengetahui hubungan antara motivasi belajar siswa setelah perlakuan dengan hasil belajar kognitifnya. Data yang dikorelasikan adalah skor total angket motivasi (Post-Angket) sebagai variabel X dan skor total hasil belajar kognitif (Post-Soal) sebagai variabel Y, kemudian data ini diolah menggunakan aplikasi SPSS. Interpretasi terhadap koefisien korelasi menggunakan tabel interval korelasi

Tabel 3 interval tingkat korelasi

Interval Koefisien	Tingkat Hubungan
0,00 - 0,199	Sangat Rendah
0,20 - 0,399	Rendah
0,40 - 0,599	Sedang
0,60 - 0,799	Kuat
0,80 - 1,000	Sangat Kuat

Selanjutnya dilakukan pengujian koefisien determinasi (R^2) untuk menghitung persentase kontribusi (sebab-akibat) variabel Motivasi Belajar ARCS (X) terhadap variabel Hasil Belajar Kognitif (Y).

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Hasil penelitian yang menunjukkan nilai angket motivasi siswa kelas XI IPA SMA Al-Huda sebelum dan sesudah menggunakan media virtual oPhysics dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 Hasil Motivasi Belajar Siswa

Indikator	Mean	%	kategori
Perhatian	3,47	86,70	Sangat tinggi
Relevansi	3,48	87,00	Sangat tinggi
Percaya Diri	3,30	82,50	Sangat tinggi
Kepuasan	3,44	86,00	Sangat tinggi
Rata-rata total	3,42	85,50	Sangat tinggi

Hasil penelitian yang menunjukkan nilai hasil motivasi belajar siswa kelas XI IPA SMA Al-Huda menggunakan media virtual oPhysics dapat dilihat pada Tabel 4, terlihat penggunaan media virtual lab oPhysics memeberikan dampak terhadap motivasi belajar siswa. Secara akumulatif, rata-rata total motivasi 3,42 (kategori sangat tinggi). Data paling tinggi ditunjukkan dari indikator relevansi yang nilai rata-ratanya sebesar 3,48 dengan persentase 87 persen

Berdasarkan data hasil belajar siswa yang diperoleh pada Lampiran 13, maka capaian hasil

belajar siswa sebelum dan sesudah menggunakan media virtual oPhysics dapat diringkas dalam Tabel 5.

Tabel 5 Hasil Belajar Kognitif Siswa

Tingkat Kesulitan	Jumlah Soal	capaian kelas (%)	Kategori
C1 (Mengingat)	7	78,97	Baik
C2 (Memahami)	4	98,61	Sangat Baik
C3 (Menerapkan)	4	75,00	Baik
C4 (Menganalisis)	2	73,61	Baik
C5 (Mengevaluasi)	2	70,83	Baik
C6 (Mencipta)	1	88,89	Sangat Baik
Total	20	77,08	Baik

Berdasarkan tabel, hasil analisis deskriptif menunjukkan adanya peningkatan pada hasil belajar siswa setelah penggunaan media virtual oPhysics. Hal tersebut dilihat dari jumlah benar yang diperoleh 555 jumlah soal yang dijawab benar dan persentase mencapai 77,08% dengan kategori Baik.

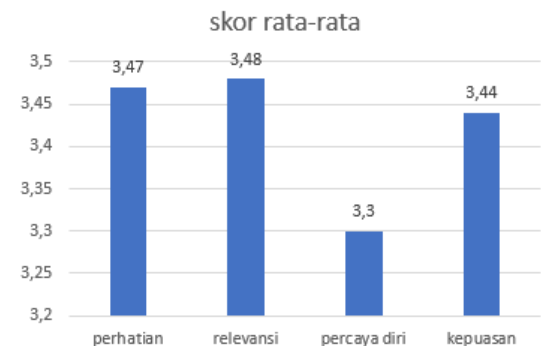
Berdasarkan data hasil uji normalitas pada tabel Test of Normality menggunakan teknik Shapiro Wilk yang menunjukkan data Variabel angket motivasi belajar memiliki nilai Sig. Sebsesar 0,309 pada tahap posttest. Variabel hasil belajar (soal) menunjukkan nilai

sebesar 0,173 dan posttest sebesar 0,177.

diperoleh nilai signifikasi (Sig. 2-tailed) sebesar 0,000. Karena nilai signifikasi lebih kecil dari taraf signifikasi yang ditentukan ($0,000 < 0,01$), maka dapat disimpulkan bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara motivasi belajar dengan hasil belajar siswa kelas XI IPA SMA Al-Huda Pekanbaru. Nilai koefisien korelasi yang diperoleh sebesar 0,747 yang menunjukkan adanya hubungan yang berada pada tingkat kuat dan bersifat positif. Melalui hasil uji koefisien determinasi, juga diperoleh nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,558. Angka tersebut jika diubah ke dalam bentuk persentase menunjukkan nilai sebesar 55,8%.

Hasil yang didapat pada penelitian ini menunjukkan adanya peran media virtual lab oPhysics pada pembelajaran fisika memberikan dampak yang signifikan terhadap aspek afektif dan kognitif siswa kelas XI IPA SMA Al-Huda Pekanbaru. Untuk memahami bagaimana media virtual tersebut bisa bekerja secara efektif, maka pada bagian pembahasan akan diuraikan hasil penelitian yang ditinjau dari masing-masing variabel. Berikut

hasil skor rata-rata motivasi ditunjukkan melalui Gambar 2.

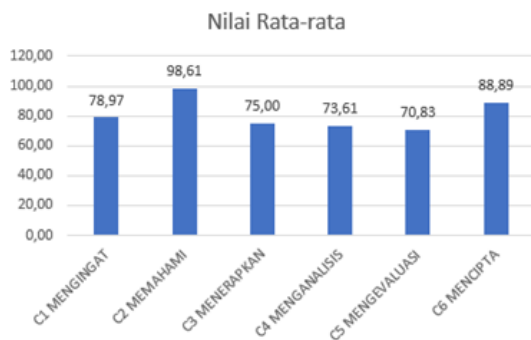


Gambar 2 Skor Rata-rata motivasi belajar siswa

menunjukkan motivasi belajar siswa sebesar 3,42 yang mengindikasikan bahwa penggunaan media virtual lab oPhysics dalam pembelajaran mampu membuktikan bahwa simulasi interaktif berhasil memenuhi kebutuhan psikologis siswa dalam belajar, penggunaan teknologi mampu meminimalisir kejenuhan yang terjadi pada pembelajaran konvensional. Peningkatan motivasi secara menyeluruh di semua indikator tidak terlepas dari penguatan tiap indikator ARCS. Perhatian yang terjadi, materi yang relevan, kepercayaan yang tumbuh saat siswa bereksperimen, serta kepuasan saat siswa mencapai hasil eksperimen secara langsung memicu dorongan internal pada diri siswa untuk belajar. Penggunaan media virtual lab oPhysics tidak hanya

berdampak kepada motivasi belajar siswa, namun juga meningkatkan hasil belajar siswa kelas XI IPA SMA AL-Huda Pekanbaru.

Adapun hasil skor rata-rata hasil belajar siswa kelas XI IPA SMA Al-Huda Pekanbaru ditampilkan pada Gambar

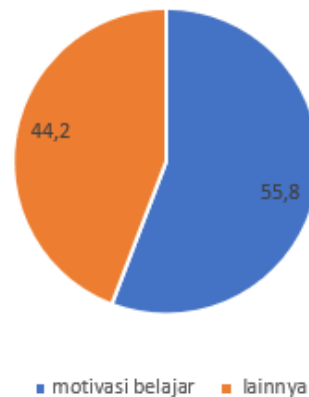


Gambar 3 Skor rata-rata tingkat kognitif siswa

Secara keseluruhan, konsistensi peningkatan pada setiap jenjang kognitif (C1-C6) memberikan arti bahwa penggunaan media virtual lab oPhysics tidak hanya sekadar membantu siswa dalam mengingat pembelajaran, namun sistematis mampu menuntun siswa menuju kemampuan menganalisis melalui pengalaman belajar interaktif dan juga bermakna.

Melalui hasil dan pembahasan penelitian ini, didapatkan bahwa adanya hubungan positif yang kuat antara motivasi belajar dengan hasil belajar siswa kelas XI IPA SMA Al-

Huda Pekanbaru. Melalui pengujian determinasi didapatkan data yang ditampilkan pada Gambar



Gambar 4 Nilai determinasi motivasi terhadap hasil belajar kognitif siswa

Melalui penggunaan media virtual oPhysics pada materi gelombang cahaya, dari hubungan yang kuat dengan nilai korelasi 0,747 ini dapat dijelaskan 55,8% kualitas hasil belajar yang diperoleh disebabkan oleh motivasi belajar siswa melalui fitur yang disajikan oleh media virtual oPhysics menstimulus afektif sekaligus kognitif siswa secara bersamaan, hubungan positif yang didapatkan pada penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Ramadhani & Sulisworo (2022, p. 93-101).

D. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat

disimpulkan bahwa melalui penerapan media virtual oPhysics pada materi gelombang cahaya di kelas XI IPA SMA Al-Huda Pekanbaru terbukti mampu mengoptimalkan motivasi belajar pada kategori sangat tinggi dan hasil belajar siswa pada kategori baik. Terdapat hubungan antara motivasi belajar dan hasil belajar kognitif siswa kelas XI IPA SMA Al-Huda Pekanbaru dengan tingkat korelasi yang kuat serta hasil belajar kognitif yang diperoleh siswa kelas XI IPA SMA Al-Huda Pekanbaru, 55,8% disebabkan oleh faktor motivasi belajar ARCS siswa saat menggunakan virtual lab oPhysics.

Peneliti menajukan rekomendasi kepada pihak manajemen sekolah untuk terus memfasilitasi integrasi teknologi digital di ruang kelas, seperti memastikan kestabilan koneksi internet, ketersediaan perangkat pendukung (laptop, proyektor) mengingat pembelajaran berbeasis laboratorium virtual terbukti mampu mendongkrak motivasi dan hasil belaajr siswa. Bagi peneliti selanjutnya, disarankan untuk menguji efektivitas media ini dengan melibatkan subjek yang lebih luas, dan aspek lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Afriyani, E. (2023). *Efektivitas modul fluida dinamis untuk meningkatkan motivasi belajar siswa kelas XI IPA SMA Al Huda Pekanbaru*. Universitas Riau.
- Arends, R. I. (2012). *Learning to Teach (Belajar untuk Mengajar) (9 ed.)*. Pustaka Pelajar.
- Hasanah, N., Hikmawati, H., & 'Ardhuha, J. (2025). Pengaruh Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing Berbantuan Media Simulasi PhET Terhadap Hasil Belajar Fisika Kelas XI SMAN 1 Lingsar. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 10(3), 2539–2545. <https://doi.org/10.29303/jipp.v10i3.3933>
- Herlina, K, Sudirjo, R, & Sarjan, S. (2019). Pengembangan Laboratorium Virtual Berbasis Website untuk Praktikum Fisika Sekolah Menengah Atas. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pendidikan*, 3(2), 118–124.
- Kadir, R, Setyawati, Y, & Subali, A. (2020). *Physics Learning with oPhysics Simulation in Improving Student's Conceptual Understanding*. International Conference on Science and Technology (ICoST 2020).
- Keller, Jhon. M. (2010). *Motivational Design For Learning and Performance The ARCS Model Approach*. Springer Science Business Media.
- Mahmudah, U. (2012). *Motivasi Belajar Siswa dalam Pembelajaran IPA Fisika Melalui Penerapan Strategi Rotating Trio Exchange*

- (RTE) pada Materi Pokok Gerak di Kelas VII SMP Negeri 5 Pekanbaru. Universitas Riau.
- Motoh, T. C. (2022). Penggunaan Video Tutorial Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Ips Siswa Kelas VII SMP NEGERI 3 TOLITOLI. 1, 1–17.
- OECD. (2019). PISA 2018 Results (Volume I): What Students Know and Can Do. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/5f07c754-en>
- Purwanto, H. A, Mita, Y, & Hidayah, Y. (2022). Pengembangan Media Virtual Lab Phet dan OLABs Materi Gelombang Cahaya untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi*, 8(1), 1–10.
- Ramadhani, A. S., & Sulisworo, D. (2022). Peningkatan Motivasi dan Hasil Belajar Siswa pada Pembelajaran Fisika dengan Model ARCS. *Jurnal Genesis Indonesia*, 1(02), 93–101. <https://doi.org/10.56741/jgi.v1i02.94>
- Slavin, R. E., Madden, N., & Ross, S. (2025). Educational Psychology: Theory and Practice, 14th Edition. Dalam Pearson. Pearson.
- Smetana, L. K & Bell, R. L. (2012). Computer Simulations to Support Science Instruction and Learning: A Critical Review of the Literature. *International Journal of Science Education*, 34(9), 1337–1370.
- Subagio, A & Pratiwi, H. F. (2017). Pemanfaatan Simulasi oPhysics untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Fisika pada Materi Gerak Parabola. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Sains*, 1(1), 1–8.
- Tatli, Z & Ayas, A. (2013). Chemistry Teachers' Views on the Use of Virtual Laboratory in the Classroom. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 83, 730–736.
- Widiyatmoko, A. (2020). Keterbatasan Alat Praktikum Fisika sebagai Penghambat Pengembangan Keterampilan Abad 21 Siswa SMA. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran*, 9(11), 1–8.