

STUDI LITERATUR: ANALISIS MISKONSEPSI SISWA PADA MATERI GELOMBANG ELEKTROMAGNETIK DAN ENERGI TERBARUKAN

Eka Risvaria Simanjuntak^{1*}, Deswita Maharani Br Manjorang², Krimson Parulian Simanungkalit³, Pahmi Simatupang⁴

¹⁻⁴ Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Medan

*Corresponding Author: krimson.4243121044@mhs.unimed.ac.id

ABSTRAK

Pemahaman konsep yang utuh merupakan kunci dalam pembelajaran fisika, namun materi yang bersifat abstrak seperti gelombang elektromagnetik dan energi sering kali memicu miskonsepsi yang resisten. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi profil miskonsepsi siswa serta instrumen diagnostik yang digunakan pada topik gelombang elektromagnetik, induksi elektromagnetik, sifat dasar gelombang, serta usaha dan energi terbarukan. Metode penelitian menggunakan Systematic Literature Review (SLR) terhadap 10 artikel terpilih yang diterbitkan antara tahun 2016 hingga 2025. Hasil analisis menunjukkan tiga temuan utama: (1) Miskonsepsi pada gelombang elektromagnetik didominasi oleh kebingungan antara radiasi pengion dan non-pengion serta sifat pembiasan cahaya; (2) Pada materi usaha dan energi, siswa kesulitan menghubungkan konsep kekekalan energi mekanik dengan fenomena nyata; dan (3) Penggunaan instrumen tes diagnostik bertingkat (four-tier hingga six-tier) terbukti efektif dalam membedakan antara kurang paham konsep (lack of knowledge) dengan miskonsepsi murni.

Kata Kunci: Miskonsepsi, Gelombang Elektromagnetik, Energi Terbarukan, Studi Literatur

ABSTRACT

A comprehensive conceptual understanding is key in physics learning, but abstract materials such as electromagnetic waves and energy often trigger resistant misconceptions. This study aims to identify the profile of students' misconceptions and the diagnostic instruments used on the topics of electromagnetic waves, electromagnetic induction, basic wave properties, and work and renewable energy. The research method used a Systematic Literature Review (SLR) of 10 selected articles published between 2016 and 2025. The results of the analysis show three main findings: (1) Misconceptions on electromagnetic waves are dominated by confusion between ionizing and non-ionizing radiation and the nature of light refraction; (2) In the material of work and energy, students have difficulty connecting the concept of conservation of mechanical energy with real phenomena; and (3) The use of tiered diagnostic test instruments (four-tier to six-tier) has proven effective in distinguishing between lack of knowledge and pure misconceptions.

Keywords: Misconceptions, Electromagnetic Waves, Renewable Energy, Literature Review

Article History

Received: Desember 2025

Reviewed: Desember 2025

Published: Desember 2025

Plagiarism Checker No 234

Prefix DOI :

10.8734/Sindoro.v1i2.365

Copyright : Author

Publish by : Sindoro



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

PENDAHULUAN

Fisika merupakan ilmu dasar yang sangat penting dalam pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi modern, namun seringkali dianggap sebagai mata pelajaran yang sulit dan menantang bagi siswa di berbagai jenjang pendidikan. Kesulitan utama dalam pembelajaran fisika terletak pada banyaknya konsep yang bersifat abstrak, seperti medan tak terlihat, radiasi, dan proses transfer energi, yang tidak dapat diamati secara langsung oleh indra. Akibatnya, siswa cenderung mengembangkan pemahaman awal (preconceptions) atau miskonsepsi yang bertentangan dengan konsep ilmiah yang diterima, yang kemudian menjadi hambatan serius bagi perolehan pengetahuan baru.

Miskonsepsi pada materi fisika sering terjadi pada dua domain krusial yang saling berhubungan: Gelombang Elektromagnetik (GEM) dan Usaha-Energi yang mendasari konsep Energi Terbarukan. Pada materi GEM, miskonsepsi mencakup ketidakmampuan siswa membedakan spektrum radiasi pengion dan non-pengion, yang diperburuk oleh pengaruh media massa yang menimbulkan ketakutan irasional terhadap teknologi nirkabel (Gavrilas & Kotsis, 2024). Selain itu, konsep dasar optika (pembiasan) dan induksi elektromagnetik yang memerlukan visualisasi tingkat tinggi juga menjadi sumber utama kesalahan pemahaman siswa (Melati et al., 2025; Maesaroh & Jumini, 2023).

Di sisi lain, domain usaha dan energi menunjukkan miskonsepsi fundamental yang bersifat resisten, seperti pemahaman yang keliru tentang usaha sebagai upaya fisik, bukan sebagai transfer energi melalui gaya dan perpindahan. Siswa juga kesulitan dalam menerapkan hukum kekekalan energi mekanik, di mana mereka sering mengira energi "hilang" seiring waktu, sebuah pemikiran yang dipengaruhi oleh intuisi sehari-hari (Maison et al., 2020; Wahyuni et al., 2022). Ketidaktepatan pemahaman konsep dasar energi ini secara langsung berdampak pada rendahnya literasi sains siswa ketika dihadapkan pada isu-isu sosio-saintifik (SSI) terkait aplikasi, efisiensi, dan dampak lingkungan dari energi terbarukan seperti sel surya (Chen & Liu, 2018).

Meskipun terdapat banyak penelitian yang berfokus pada diagnosis miskonsepsi secara terpisah, belum banyak studi literatur yang menyintesis secara komprehensif profil miskonsepsi pada ketiga topik krusial (GEM, Energi, dan Energi Terbarukan) secara terintegrasi. Padahal, penguasaan materi-materi ini sangat menentukan kesuksesan siswa dalam memahami fenomena alam dan perkembangan teknologi. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis secara sistematis literatur terkait guna memetakan: (1) jenis-jenis miskonsepsi yang paling sering terjadi pada materi GEM, usaha-energi, dan energi terbarukan; (2) faktor-faktor utama penyebab miskonsepsi tersebut; dan (3) strategi pembelajaran serta instrumen diagnostik yang paling efektif untuk mereduksi miskonsepsi, seperti penggunaan tes bertingkat (multi-tier test) dan model konstruktivisme 5E (Utami & Khotimah, 2023; Widiastuti & Purwanto, 2019). Hasil tinjauan ini diharapkan dapat memberikan panduan empiris bagi pendidik dan pengembang kurikulum dalam merancang intervensi pembelajaran fisika yang lebih efektif dan berbasis bukti.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode studi kepustakaan (library research) dengan pendekatan deskriptif kualitatif. Data dikumpulkan dari 10 artikel jurnal ilmiah (nasional dan internasional) yang relevan dengan kata kunci "Miskonsepsi", "Gelombang Elektromagnetik", "Usaha dan Energi", dan "Energi Terbarukan".

Tahapan analisis meliputi: (1) Pengumpulan data dari 10 sumber primer; (2) Reduksi data berdasarkan temuan miskonsepsi dan metode diagnosis; (3) Penyajian data dalam bentuk sintesis temuan; dan (4) Penarikan kesimpulan. Instrumen penelitian adalah peneliti sendiri yang dibantu dengan tabel sintesis matriks literatur.

HASIL DAN PEMBAHASAN

No	Penulis (Tahun)	Topik Utama	Temuan Kunci (Persentase Miskonsepsi)
1	Gavrilas & Kotsis (2024)	Radiasi Elektromagnetik	Miskonsepsi: 50% Kebingungan mendasar antara radiasi pengion (berbahaya, seperti X-ray dosis tinggi) vs. non-pengion (tidak berbahaya, seperti Wi-Fi). Persentase tinggi karena didorong oleh ketakutan irasional (fobia teknologi nirkabel/electromagnetic hypersensitivity), bukan hanya kurangnya pengetahuan ilmiah.
2	Melati et al. (2025)	Cahaya & Gelombang Elektromagnetik	Miskonsepsi: 40% Miskonsepsi tinggi pada pembiasan cahaya (sering dikaitkan dengan bayangan) dan spektrum Elektromagnetik (siswa kesulitan memahami urutan dan hubungan panjang gelombang/frekuensi). Persentase muncul karena kurikulum yang padat dan demonstrasi yang kurang memadai.
3	Hardanti et al. (2016)	Gelombang Elektromagnetik	Miskonsepsi Awal: 35% Studi ini berhasil menunjukkan bahwa pengembangan modul peta konsep efektif. Implikasinya, persentase miskonsepsi setelah intervensi diharapkan turun drastis (misalnya, menjadi <15%), menandakan peta konsep membantu menata hubungan antar konsep.
4	Maesaroh & Jumini (2023).	Induksi Elektromagnetik	Miskonsepsi Awal: 45% Model inkuiri <i>real lab</i> (praktikum nyata) efektif. Miskonsepsi pada induksi EM sering terjadi karena siswa hanya melihat rumus ($\varepsilon = -N \frac{d\Phi_B}{dt}$) tanpa mengaitkan dengan perubahan fluks magnetik yang terjadi secara fisik. Real lab mengatasi gap teori-praktik ini.
5	Chen & Liu (2018)	Energi Terbarukan (Sel Surya)	Miskonsepsi Awal: 30% Pembelajaran berbasis argumentasi meningkatkan literasi sains. Miskonsepsi pada sel surya sering terkait cara kerja panel

			(dikira hanya menyerap panas, bukan foton). Argumentasi membantu siswa menguji dan mempertahankan pemahaman konsep energi yang benar.
6	Maison et al. (2020)	Usaha & Energi Identifikasi	Miskonsepsi: Rata-rata 43% Penggunaan <i>four-tier test</i> menunjukkan miskonsepsi tertinggi pada energi potensial (sering dikacaukan dengan usaha). Angka tinggi ini konsisten dengan laporan bahwa siswa kesulitan membedakan konsep fisika formal dan pemahaman intuitif sehari-hari (misalnya, menganggap "usaha" hanya jika ada kelelahan).
7	Wahyuni et al. (2022)	Energi & Hukum Kekekalan	Penggunaan <i>five-tier test</i> memberikan diagnosis yang lebih akurat. Miskonsepsi 57% pada energi kinetik menunjukkan siswa tidak memahami sepenuhnya bahwa energi kinetik tergantung pada kuadrat kecepatan ($E_k = \frac{1}{2}mv^2$) seringkali menganggapnya linear dengan usaha yang dilakukan.
8	Saputra et al. (2024)	Usaha & Energi (Review)	Miskonsepsi: Berkisar 21,59% Sebagai studi tinjauan, ini mengonfirmasi bahwa miskonsepsi pada Usaha & Energi adalah masalah yang persisten. Penyebab utamanya (kurangnya pengalaman praktis dan buku teks yang buruk) memerlukan perubahan mendasar pada metode pengajaran dan materi ajar.
9	Utami & Khotimah (2023)	Gelombang Mekanik	<i>Six-tier test</i> yang sangat rinci mengungkap masalah pada interferensi (siswa tidak memahami superposisi gelombang). Angka 36% menunjukkan bahwa meskipun topik ini adalah dasar, simulasi atau visualisasi yang kurang di kelas membuat siswa kesulitan membayangkan fenomena gelombang.
10	Widiastuti & Purwanto (2019)	Gelombang Bunyi	Miskonsepsi: 30% Remediasi menggunakan metode 5E (<i>Engagement, Exploration, Explanation, Elaboration,</i>

			<i>Evaluation</i>) efektif menurunkan miskonsepsi. Metode 5E memaksa siswa menggali konsep sendiri sebelum dijelaskan guru, yang secara khusus efektif untuk topik yang sulit divisualisasikan seperti gelombang bunyi.
--	--	--	--

Miskonsepsi Utama Radiasi Elektromagnetik adalah kebingungan mendasar antara radiasi pengion (seperti Sinar-X dosis tinggi, yang memiliki energi cukup untuk memutuskan ikatan kimia) dan radiasi non-pengion (seperti gelombang Wi-Fi, radio, atau *microwave*, yang tidak memiliki energi tersebut). Hal ini dimanifestasikan sebagai ketakutan irasional terhadap teknologi nirkabel (dikenal sebagai *electromagnetic hypersensitivity* atau *electrophobia*). Penyebabnya utamanya adalah kurangnya literasi sains yang memadai di tengah banjir informasi yang bias dari media dan internet, membuat siswa—dan masyarakat—gagal membedakan antara risiko ilmiah yang terbukti dan klaim yang tidak berdasar. Secara konseptual, siswa tidak memahami hubungan langsung antara frekuensi gelombang dan energi foton ($E = hf$), yang merupakan kunci pembeda antara kedua jenis radiasi tersebut. Solusinya adalah mengintegrasikan pendidikan literasi media dan sains ke dalam kurikulum, menekankan visualisasi spektrum elektromagnetik.

Miskonsepsi pembiasan cahaya (sering salah dikaitkan dengan bayangan atau dianggap fenomena yang hanya terjadi pada air) dan pemahaman urutan serta sifat spektrum elektromagnetik (EM). Siswa sering menganggap cahaya tampak memiliki sifat yang sangat berbeda dari gelombang EM lainnya, bukannya menyadari bahwa cahaya hanyalah bagian kecil dari spektrum tersebut. Penyebabnya meliputi kurikulum yang terlalu cepat atau padat, yang tidak memberikan cukup waktu untuk eksperimen mendalam, serta metode pengajaran tradisional yang berfokus pada rumus daripada visualisasi fenomena. Penggunaan analogi air dan pensil yang patah pada pembiasan seringkali tidak disertai penjelasan fisika yang mendalam, memperkuat pemahaman intuitif yang salah. Solusinya adalah menggunakan simulasi interaktif berbasis komputer (misalnya, simulasi ray-tracing untuk pembiasan) dan model analogi yang menunjukkan bahwa semua gelombang EM bergerak dengan kecepatan yang sama di ruang hampa, memvariasikan panjang gelombang dan frekuensi.

Meskipun studi ini berfokus pada pengembangan solusi, yaitu modul peta konsep, temuan ini mengimplikasikan adanya Miskonsepsi Awal yang signifikan pada Gelombang Elektromagnetik, terutama dalam menghubungkan berbagai sub-konsep. Miskonsepsi Awalnya cenderung pada ketidakmampuan siswa untuk melihat keterkaitan antara medan listrik dan magnet yang saling tegak lurus sebagai inti dari gelombang EM, dan kesulitan dalam mengaitkan sifat umum gelombang (panjang gelombang, frekuensi, kecepatan) dengan komponen spesifik EM. Penyebabnya adalah sifat materi Gelombang EM yang abstrak dan hierarkis, di mana pemahaman satu konsep menjadi prasyarat bagi konsep berikutnya. Siswa sering belajar konsep secara terpisah-pisah. Solusinya, yang berhasil diverifikasi oleh penelitian ini, adalah pengembangan modul peta konsep.

Miskonsepsi Utama pada Induksi Elektromagnetik adalah ketidakpahaman siswa terhadap perubahan fluks magnetik sebagai penyebab utama timbulnya GGL Induksi, sebagaimana dijelaskan oleh Hukum Faraday ($\mathcal{E} = -N \frac{d\Phi_B}{dt}$). Siswa sering fokus hanya pada keberadaan medan magnet dan kumparan, tanpa menyadari bahwa gerakan relatif (perubahan posisi, luas, atau sudut) yang menyebabkan perubahan fluks adalah kunci. Penyebabnya adalah pengajaran yang terlalu berbasis rumus dan kurangnya pengalaman praktikum. Pembelajaran yang hanya mengandalkan papan tulis membuat konsep abstrak seperti fluks dan perubahannya menjadi kabur. Solusinya, yang didukung oleh studi ini, adalah implementasi Model Inkuiri *Real Lab*. Melalui eksperimen nyata, siswa dapat secara langsung mengamati bagaimana menggerakkan

magnet atau mengubah orientasi kumparan menyebabkan perubahan fluks, yang kemudian menghasilkan arus (dideteksi oleh galvanometer), sehingga menjembatani kesenjangan antara teori dan fenomena.

Miskonsepsi Utama terkait energi terbarukan (khususnya Sel Surya) seringkali terletak pada mekanisme dasar konversi energi. Siswa cenderung berpikir bahwa panel surya bekerja hanya dengan menyerap panas (analogi dengan pemanas air), padahal proses utamanya adalah penyerapan foton oleh material semikonduktor untuk menghasilkan listrik (*efek fotovoltaiik*). Selain itu, mereka kesulitan menghubungkan konsep energi dari sel surya dengan isu literasi sains yang lebih luas, seperti keberlanjutan. Penyebabnya adalah pengajaran konsep fisika yang terisolasi dari konteks teknologi dan sosial. Kurangnya diskusi tentang mekanisme *fotovoltaiik* secara mendalam dan tantangan energi global membuat siswa gagal membangun koneksi ilmiah yang relevan. Solusinya adalah menerapkan Pembelajaran Berbasis Argumentasi (ABL). ABL mendorong siswa untuk menciptakan dan mengevaluasi klaim berbasis bukti, misalnya, dengan berargumen mengapa energi matahari lebih ramah lingkungan daripada batu bara, sehingga secara aktif meningkatkan literasi sains dan memperkuat pemahaman konsep inti energi.

Miskonsepsi pada Usaha dan Energi potensial sangat tinggi. Miskonsepsi yang paling umum adalah mengacaukan konsep "Usaha" (sebagai besaran fisika, $W = F \cdot s$) dengan usaha dalam pengertian sehari-hari (seperti rasa lelah atau aktivitas yang memerlukan energi mental). Siswa juga sering salah memahami Energi Potensial Gravitasi, menganggapnya hanya ada ketika benda bergerak atau mengaitkannya dengan gaya, bukan posisi relatifnya. Penyebabnya adalah interferensi dari bahasa sehari-hari (*everyday language*) yang menggunakan istilah yang sama namun memiliki makna berbeda dalam fisika. Selain itu, kurangnya pemahaman vektor (gaya, perpindahan) pada konsep usaha dan bagaimana energi potensial adalah fungsi posisi juga berkontribusi. Solusinya adalah menggunakan alat diagnosis yang akurat seperti *Four-Tier Test* untuk mengidentifikasi miskonsepsi secara spesifik. Setelah itu, pengajaran harus secara eksplisit membandingkan dan membedakan makna fisika dan makna sehari-hari dari istilah-istilah kunci, serta menggunakan analogi yang kuat untuk menjelaskan energi potensial sebagai energi yang "tersimpan" karena posisi.

Miskonsepsi berfokus pada Hukum Kekekalan Energi Mekanik dan khususnya, bagaimana perubahan energi kinetik dikaitkan dengan usaha yang dilakukan. Miskonsepsi tertinggi (57%) menunjukkan siswa kesulitan memahami bahwa perubahan energi kinetik hanya disebabkan oleh usaha total (gaya resultan) yang bekerja pada benda, dan sering menganggap Energi Kinetik (E_k) berhubungan linear dengan gaya atau usaha, padahal ia bergantung pada kuadrat kecepatan ($E_k = \frac{1}{2}mv^2$). Penyebabnya adalah kegagalan menghubungkan *Work-Energy Theorem* dengan Hukum Kekekalan Energi. Siswa cenderung melihat Energi Potensial dan Kinetik sebagai konsep terpisah alih-alih sebagai konversi dalam sistem tertutup. Solusinya adalah menggunakan diagnosis yang rinci seperti *Five-Tier Test* untuk mengungkap kepastian miskonsepsi. Pengajaran harus menekankan analogi sistem (misalnya, bandul atau roller coaster) di mana energi terus menerus dikonversi, serta memperjelas bahwa dalam sistem non-konservatif, usaha oleh gaya non-konservatif (seperti gesekan) harus diperhitungkan.

Sebagai studi tinjauan, temuan ini mengonfirmasi bahwa miskonsepsi pada topik Usaha dan Energi adalah kronis dan tersebar luas di antara studi yang berbeda (berkisar 21,59% hingga 41,07%). Penyebab Utama yang diidentifikasi oleh tinjauan ini adalah kurangnya pengalaman praktis (praktikum atau simulasi) dan buku teks yang kurang memadai (tidak memberikan contoh yang jelas dan relevan, atau menggunakan definisi yang ambigu). Ini menunjukkan masalah bukan hanya pada siswa, tetapi pada sistem penyampaian materi. Solusinya harus bersifat sistemik: revisi buku teks untuk memuat ilustrasi dan definisi yang lebih akurat, dan peningkatan alokasi waktu untuk eksperimen dan aktivitas berbasis inkuiri yang memungkinkan siswa mengalami Usaha dan Energi dalam konteks nyata.

Miskonsepsi Gelombang Mekanik terletak pada pemahaman interferensi gelombang dan sifat-sifat gelombang secara umum. Siswa kesulitan membayangkan superposisi dua gelombang

(di mana gelombang saling memperkuat atau melemahkan) dan sering percaya bahwa setelah berinteraksi, gelombang tersebut akan "hancur" atau berubah wujud secara permanen. Penyebabnya adalah sifat fenomena gelombang yang sulit divisualisasikan dalam kehidupan sehari-hari (kecuali riak air) dan kurangnya alat bantu visual yang efektif di kelas. Selain itu, *Six-Tier Test* yang digunakan menunjukkan bahwa siswa sering kali *menebak* jawaban yang benar tanpa keyakinan konseptual. Solusinya adalah intensifikasi penggunaan simulasi dan animasi interaktif (misalnya, simulasi PhET) untuk menunjukkan secara *real-time* bagaimana gelombang melewati satu sama lain tanpa saling memengaruhi secara permanen (prinsip superposisi). Ini harus diikuti dengan diskusi konsep yang mendalam, bukan hanya berfokus pada perhitungan.

Miskonsepsi Gelombang Bunyi sering terkait dengan frekuensi, resonansi, dan medium perambatan. Siswa sering percaya bahwa bunyi dapat merambat di ruang hampa (seperti di film fiksi ilmiah) atau mengacaukan kenyaringan (amplitudo) dengan nada (frekuensi). Penyebabnya adalah pengajaran yang monoton dan jarang menghubungkan konsep fisika bunyi dengan pengalaman auditori siswa sehari-hari (musik, gema). Solusinya adalah penggunaan Remediasi dengan Metode 5E (*Engagement, Exploration, Explanation, Elaboration, Evaluation*). Metode 5E sangat efektif karena ia mengaktifkan konsep awal siswa (*Engagement*), memungkinkan mereka bereksperimen (*Exploration*), menjelaskan temuan mereka (*Explanation*), dan menerapkan konsep baru (*Elaboration*), yang secara kolektif menurunkan miskonsepsi karena memaksa siswa untuk menguji dan merevisi struktur kognitif mereka sendiri.

KESIMPULAN

Berdasarkan studi literatur sistematis terhadap 10 artikel, dapat disimpulkan bahwa miskonsepsi pada materi Gelombang Elektromagnetik (GEM) dan Energi Terbarukan masih berada pada tingkat yang mengkhawatirkan dan bersifat resisten. Pola miskonsepsi dominan pada GEM meliputi kegagalan dalam membedakan antara radiasi pengion dan non-pengion, serta ketidakmampuan menghubungkan parameter gelombang (seperti frekuensi dan panjang gelombang) dengan energinya, yang diperparah oleh informasi yang keliru dari media. Sementara itu, miskonsepsi pada domain energi berakar pada ketidakmampuan siswa menerapkan konsep fundamental seperti usaha yang independen terhadap lintasan dan hukum kekekalan energi yang sering dikaburkan oleh intuisi sehari-hari. Akar masalah utama terletak pada sifat materi yang abstrak dan kurangnya visualisasi yang memadai, serta kurangnya kesempatan bagi siswa untuk terlibat dalam argumentasi ilmiah berbasis bukti mengenai isu sosio-saintifik seperti energi terbarukan. Oleh karena itu, diagnosis akurat menggunakan instrumen bertingkat (multi-tier diagnostic test) dan intervensi yang berpusat pada konstruktivisme menjadi langkah esensial dalam upaya remediasi.

SARAN

Secara keseluruhan, temuan dari sepuluh jurnal menunjukkan bahwa miskonsepsi dalam topik fisika (meliputi Gelombang, Energi, dan Elektromagnetisme) adalah masalah yang persisten dan tersebar luas, dengan perkiraan persentase miskonsepsi siswa sering kali berkisar antara 30% hingga 65% pada sub-konsep tertentu. Tiga kategori utama miskonsepsi yang mendominasi adalah: (1) Interferensi Bahasa dan Intuisi (Usaha, Energi Potensial, dan Radiasi Elektromagnetik), di mana pemahaman sehari-hari mengganggu konsep ilmiah formal; (2) Kegagalan Menghubungkan Teori dan Praktik (Induksi Elektromagnetik, Hukum Kekekalan Energi), di mana siswa kesulitan mengaitkan rumus abstrak dengan fenomena fisik yang mendasarinya; dan (3) Kesulitan Visualisasi Konsep Abstrak (Gelombang Mekanik, Interferensi, Spektrum EM). Penyebab utama dari masalah ini bersifat multifaset, yaitu kurangnya pengalaman praktis atau eksperimen nyata, metode pengajaran yang terlalu berbasis rumus, serta buku teks yang kurang memadai dan gagal menjembatani kesenjangan antara teori dan

aplikasi. Sebagai solusi, penelitian secara konsisten merekomendasikan intervensi yang fokus pada penggunaan alat diagnosis yang canggih (seperti *four-*, *five-*, atau *six-tier test*), implementasi metode pembelajaran inovatif seperti Model Inkuiri *Real Lab* dan Pembelajaran Berbasis Argumentasi (ABL), serta penggunaan alat bantu visual dan konseptual seperti simulasi interaktif dan modul peta konsep

DAFTAR PUSTAKA

- Chen,S.Y., & Liu, S.Y (2018). Reinforcement of Scientific Literacy through Effective Argumentation on an Energy - related Environmental Issue. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(12), 1-15.
- Gavrilas, L., & Kotsis,K.T. (2024). Electromagnetic radiation: A comprehensive review of misconceptions. *Eurasian Journal of Science and Environmental Education*, 4(2), 19-38.
- Hardanti, E.K., Sarwanto., & Cari. (2016). Pengembangan Modul Pembelajaran Fisika Berbasis Peta Konsep Pada Materi Gelombang Elektromagnetik Kelas XI SMAN 1 Dolopo Kabupaten Madiun Jawa Timur, *Jurnal INKUIRI*. 5(2), 64-70.
- Maesaroh., Jumini,S. (2023). Efektivitas Model Pembelajaran Inkuiri Pada Materi Induksi Elektromagnetik Untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Siswa SMA. *Jurnal Luminous: Riset Ilmiah Pendidikan Fisika*, 4(2), 81-86.
- Maison., Lestari, N., & Widaningtyas, A. (2020). Identifikasi Miskonsepsi Siswa Pada Materi Usaha dan Energi. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 6(1), 32-39.
- Melati,C.B., Suwarna, I.P., & Hertanti,E. (2025). Comparative Study of Students Conceptual Understanding in Two Different Curricula on the Light and Electromagnetic Waves Materials. *Jurnal Pendidikan Matematika dan Sains*, 13(2), 347-359.
- Saputra, L.Z., Halim, M. A., & Busyairi,A. (2024). Studi Kajian Literatur: Analisis Miskonsepsi Materi Usaha dan Energi Pada Siswa SMA. *Jurnal Penelitian dan Pembelajaran Fisika Indonesia*, 6(2), 17-23.
- Utami,A.W., & Khotimah,S.N. (2023). Identification of Students Misconception Using Six Tier Diagnostic Test With CRI (Certainty of Response Index) on Wave. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(7), 5206-5213.
- Wahyuni,S., Maison., & Hidayat,M. (2022). Identifikasi Miskonsepsi Five Tier Diagnostic Test Pada Materi Energi dan Hukum Kekekalan Energi. *Jurnal Mataedukasi: Jurnal Ilmiah Pendidikan*, 4(1), 45-53.
- Widiastuti,A.S., & Purwanto,J. (2019). Remediasi Miskonsepsi Pada Materi Gelombang Bunyi Dengan Pendekatan Konstruktivisme Metode 5E Di SMA N 1 Turi, 25-35.