

Analisis Miskonsepsi Siswa SMA Pada Materi Gelombang Stasioner Ujung Bebas Dan Strategi Penanganannya

Herman Jufri Andi^{1*}, Chairatul Umamah², Lailatul Qomariyah³

^{1, 2, 3} Pendidikan Fisika, Universitas Islam Madura Indonesia

^{1*}hermjufriandi@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis secara mendalam miskonsepsi yang dialami siswa pada materi gelombang stasioner, khususnya pada konfigurasi ujung bebas, serta mengidentifikasi akar penyebab dan strategi penanganan yang efektif. Miskonsepsi yang sering terjadi adalah kekeliruan dalam menentukan letak perut dan simpul dari titik asal getaran, padahal seharusnya dihitung dari ujung bebas tali. Penelitian ini mengkaji profil miskonsepsi, metode identifikasi yang relevan seperti *Three-Tier Diagnostic Test*, dan peran krusial media pembelajaran interaktif seperti simulasi *PhET* serta praktikum digital dalam meningkatkan pemahaman konseptual dan mengurangi miskonsepsi. Hasil analisis menunjukkan bahwa miskonsepsi tidak hanya bersumber dari kurangnya pemahaman konsep dasar, tetapi juga dari interpretasi soal yang keliru, keterbatasan visualisasi fenomena abstrak, dan kurangnya pengalaman praktis. Oleh karena itu, penerapan model pembelajaran kontekstual yang didukung oleh media visual interaktif dan eksperimen virtual sangat direkomendasikan untuk mengatasi miskonsepsi ini secara efektif dan meningkatkan kualitas hasil belajar siswa dalam pendidikan fisika.

Kata Kunci: Miskonsepsi, Gelombang Stasioner, Ujung Bebas, Strategi Penanganan.

PENDAHULUAN

Pendidikan fisika memiliki peran fundamental yang tidak tergantikan dalam membentuk pola pikir ilmiah dan kemampuan analitis siswa. Melalui fisika, siswa tidak sekadar mempelajari rumus dan angka, tetapi dilatih untuk mengamati fenomena alam secara sistematis, merumuskan hipotesis, merancang eksperimen, serta menarik kesimpulan berdasarkan bukti empiris. Kemampuan ini menjadi fondasi bagi literasi sains yang sangat dibutuhkan di era disrupsi teknologi. Namun, di balik manfaat besarnya, pembelajaran fisika acap kali menghadapi tantangan serius: kompleksitas konsep-konsepnya yang abstrak, matematis, dan seringkali bertentangan dengan intuisi sehari-hari. Kondisi ini menyebabkan siswa mengembangkan pemahaman yang tidak sesuai dengan konsep ilmiah yang benar, sebuah fenomena yang dikenal dengan istilah miskonsepsi (Lia Koryataini et al., 2024). Miskonsepsi bukanlah sekadar kesalahan biasa yang mudah diperbaiki dengan satu kali penjelasan ulang; ia merupakan struktur kognitif yang resisten terhadap perubahan, mengakar kuat dalam skemata siswa, dan dapat menghambat proses asimilasi pengetahuan baru serta pembangunan kerangka konseptual yang kokoh (Amiruddin et al., 2024). Resistensi ini muncul karena miskonsepsi terbentuk melalui pengalaman konkret siswa yang dimaknai secara keliru, sehingga ketika dihadapkan pada konsep ilmiah yang berbeda, terjadi konflik kognitif yang tidak selalu terselesaikan. Fenomena ini menjadi perhatian utama para pendidik dan peneliti fisika di seluruh dunia karena dampaknya yang signifikan terhadap kualitas pembelajaran, di mana siswa yang memiliki miskonsepsi cenderung mengalami kesulitan dalam menyelesaikan masalah fisika, bahkan dalam topik-topik lanjutan yang membutuhkan prasyarat pemahaman yang benar.

Salah satu materi dalam kurikulum fisika sekolah menengah yang secara konsisten menunjukkan tingkat miskonsepsi paling tinggi adalah topik gelombang, dan secara khusus pada sub-topik gelombang stasioner (atau gelombang berdiri). Gelombang stasioner terbentuk dari superposisi atau interferensi dua gelombang berjalan identik yang memiliki amplitudo dan frekuensi sama, namun merambat dalam arah yang berlawanan. Konsep ini secara inheren melibatkan elemen-elemen abstrak seperti perut (titik-titik pada medium yang bergetar dengan amplitudo maksimum) dan simpul (titik-titik yang amplitudonya selalu nol), serta kondisi batas pada ujung-ujung medium (yaitu ujung bebas dan ujung terikat) yang secara fundamental menentukan pola gelombang yang terbentuk (Susanto, 2023). Pada ujung terikat, gelombang pantul mengalami pembalikan fase sebesar 180° , sehingga simpul selalu terbentuk di ujung tersebut. Sebaliknya, pada ujung bebas, tidak ada pembalikan fase, sehingga perut selalu terbentuk. Pemahaman yang keliru terhadap karakteristik-karakteristik ini, terutama pada hubungan antara fase gelombang datang dan pantul, dapat menyebabkan kesulitan serius bagi siswa. Kesulitan itu tidak hanya terbatas pada pengerjaan soal hitungan, tetapi juga pada pengaplikasian konsep gelombang stasioner dalam konteks nyata, seperti pada alat musik dawai, pipa organa, atau bahkan dalam teknologi ultrasonografi dan komunikasi serat optik.

Secara lebih spesifik, miskonsepsi yang paling sering teridentifikasi pada materi gelombang stasioner ujung bebas adalah kekeliruan siswa dalam menentukan posisi perut dan simpul, terutama ketika diminta menghitung jarak titik-titik tersebut dari suatu acuan. Siswa cenderung menghitung posisi jarak dari titik asal getaran (misalnya, dari ujung kiri tali atau dari sumber getar), padahal dalam kasus ujung bebas, perhitungan posisi perut dan simpul yang benar harus secara mutlak mengacu pada ujung bebas tali sebagai titik referensi utama, karena ujung inilah yang menjadi "cermin" bagi gelombang pantul (Ansyah et al., 2021). Pada ujung bebas, karena gelombang datang dan gelombang pantul memiliki fase yang sama, maka pada titik ujung tersebut selalu terbentuk perut dengan amplitudo maksimum. Kesalahan interpretasi ini mengindikasikan bahwa siswa belum sepenuhnya memahami prinsip dasar pantulan gelombang pada batas medium yang berbeda, serta belum menginternalisasi bahwa posisi relatif terhadap ujung bebas adalah kunci untuk menentukan pola interferensi yang terjadi. Akibatnya, siswa mungkin keliru dalam menggambarkan bentuk gelombang, menentukan letak simpul ke- n , atau menyelesaikan soal-soal yang melibatkan frekuensi resonansi.

Berbagai penelitian di Indonesia dan mancanegara telah mengonfirmasi prevalensi miskonsepsi yang tinggi pada materi gelombang stasioner, yang tidak hanya terjadi pada ranah perhitungan kuantitatif, tetapi juga pada pemahaman konseptual kualitatif. Identifikasi miskonsepsi ini sering dilakukan menggunakan instrumen diagnostik bertingkat seperti *Five-Tier Diagnostic Test*, yang mampu membedakan antara siswa yang paham konsep, tidak paham, dan yang benar-benar memiliki miskonsepsi, sekaligus mengukur keyakinan siswa terhadap jawabannya (Febriyana et al., 2020). Sejumlah peneliti lain juga mengembangkan instrumen seperti *Three-Tier Diagnostic Test* untuk mengidentifikasi miskonsepsi fisika secara lebih efisien (Maharani & Diyana, 2025), (Wahyono et al., 2023). Temuan-temuan dari penelitian-penelitian tersebut secara konsisten menunjukkan bahwa masalah miskonsepsi pada gelombang stasioner masih sangat relevan dan memerlukan perhatian berkelanjutan dari para pendidik, mengingat sifatnya yang resisten dan cenderung bertahan jika tidak diintervensi dengan pendekatan yang tepat.

Menyadari urgensi permasalahan miskonsepsi ini, artikel ini bertujuan untuk melakukan tinjauan literatur yang komprehensif dan terstruktur. Fokus utama dari kajian ini adalah menganalisis secara mendalam profil miskonsepsi siswa pada gelombang stasioner ujung bebas, mengidentifikasi faktor-faktor penyebabnya (baik yang bersumber dari guru, metode pembelajaran, buku teks, maupun dari siswa itu sendiri) serta mengeksplorasi dan membandingkan berbagai strategi penanganan yang telah terbukti efektif berdasarkan penelitian-penelitian terbaru. Diharapkan, hasil kajian ini dapat memberikan panduan praktis dan berbasis bukti bagi para dosen, guru fisika, dan pengembang kurikulum dalam merancang intervensi pembelajaran yang lebih tepat sasaran, sehingga dapat meminimalkan terjadinya miskonsepsi dan meningkatkan pemahaman konseptual siswa secara signifikan. Lebih dari itu, artikel ini juga akan menyoroti secara khusus peran teknologi dan pendekatan pembelajaran inovatif dalam mengatasi tantangan ini. Pemanfaatan simulasi interaktif seperti PhET (*Physics Education Technology*) dan praktikum digital berbasis virtual laboratorium telah banyak diteliti dan terbukti mampu menyediakan visualisasi dinamis yang membantu siswa menghubungkan konsep abstrak dengan representasi konkret, sekaligus memfasilitasi eksplorasi mandiri yang dapat menjembatani kesenjangan antara intuisi dan prinsip fisika (Abdi et al., 2021), (Cahya & Sucahyo, 2021), (Hidayat et al., 2019). Integrasi teknologi ini, jika dirancang dengan pedagogi yang tepat, memiliki potensi besar untuk menjadi katalis perubahan dalam upaya remedial miskonsepsi secara sistematis dan berkelanjutan.

METODE

Penelitian ini mengadopsi pendekatan tinjauan literatur sistematis (*systematic literature review*) untuk mengidentifikasi, mengevaluasi, dan mensintesis bukti-bukti ilmiah terkait miskonsepsi siswa pada materi gelombang stasioner ujung bebas dan strategi penanganannya. Metode ini memungkinkan peneliti untuk mengumpulkan informasi secara komprehensif dari berbagai sumber terpercaya. Tahapan-tahapan yang dilakukan dalam tinjauan literatur ini adalah sebagai berikut:

Perumusan Pertanyaan Penelitian

Sebelum memulai pencarian literatur, pertanyaan penelitian dirumuskan untuk memandu proses pengumpulan data. Pertanyaan-pertanyaan tersebut meliputi:

1. Bagaimana profil miskonsepsi siswa pada materi gelombang stasioner ujung bebas yang teridentifikasi dalam literatur ilmiah?
2. Apa saja faktor-faktor penyebab miskonsepsi tersebut?
3. Bagaimana strategi penanganan miskonsepsi yang telah diimplementasikan dan terbukti efektif berdasarkan penelitian terbaru?

Strategi Pencarian Literatur

Pencarian literatur dilakukan secara elektronik menggunakan basis data ilmiah seperti *Google Scholar*, portal jurnal nasional terindeks Sinta. Kata kunci yang digunakan dalam kombinasi yang bervariasi untuk memastikan cakupan yang luas meliputi: miskonsepsi gelombang stasioner, gelombang stasioner ujung bebas, pembelajaran fisika, simulasi *PhET*, praktikum digital, diagnostik miskonsepsi, analisis kesalahan fisika, dan strategi remediasi fisika.

Kriteria Inklusi dan Eksklusi

Artikel-artikel yang ditemukan melalui strategi pencarian kemudian disaring berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi:

1. Kriteria Inklusi:

- ✓ Artikel penelitian yang berfokus pada miskonsepsi siswa dalam pembelajaran fisika, khususnya materi gelombang stasioner (ujung bebas atau terikat).
- ✓ Artikel yang membahas penyebab miskonsepsi atau strategi penanganan miskonsepsi.
- ✓ Artikel yang menggunakan metode penelitian kuantitatif, kualitatif, atau campuran.
- ✓ Artikel yang dipublikasikan dalam jurnal terindeks Sinta.
- ✓ Artikel yang ditulis dalam Bahasa Indonesia atau Bahasa Inggris.

2. Kriteria Eksklusi:

- ✓ Artikel yang tidak relevan dengan materi gelombang stasioner atau miskonsepsi dalam fisika.
- ✓ Artikel yang dipublikasikan.
- ✓ Artikel berupa tinjauan literatur tanpa analisis data primer atau sekunder yang mendalam.
- ✓ Artikel yang tidak terindeks Sinta.

Ekstraksi Data dan Analisis

Setelah proses seleksi, data dari artikel-artikel yang memenuhi kriteria inklusi diekstraksi. Data yang diekstraksi meliputi: judul artikel, penulis, tahun publikasi, nama jurnal dan indeks Sinta, tujuan penelitian, metode penelitian, temuan utama terkait profil miskonsepsi, penyebab miskonsepsi, dan strategi penanganan yang diusulkan atau diuji. Data ini kemudian dianalisis secara tematik untuk mengidentifikasi pola, tren, dan kesenjangan dalam literatur. Sintesis dilakukan untuk menyatukan temuan-temuan dari berbagai studi, mengidentifikasi konsensus, dan menyoroti perbedaan pandangan. Penekanan diberikan pada penyajian data secara objektif dan kritis.

HASIL DAN PEMBAHASAN

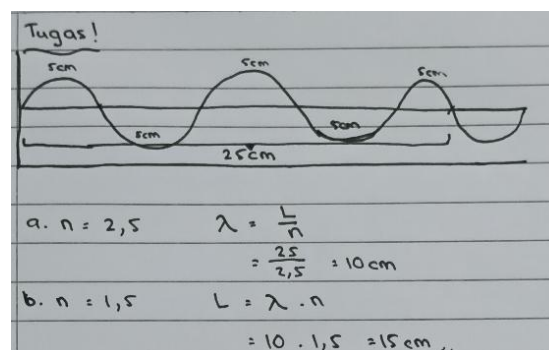
Profil Miskonsepsi Siswa pada Materi Gelombang Stasioner Ujung Bebas

Miskonsepsi dalam pembelajaran fisika, khususnya pada materi gelombang stasioner, terus menjadi fokus penelitian karena dampaknya terhadap pemahaman konseptual siswa. Berdasarkan analisis dokumen awal dan tinjauan literatur terbaru, miskonsepsi yang paling menonjol pada gelombang stasioner ujung bebas adalah kekeliruan dalam menentukan letak perut dan simpul. Siswa seringkali secara intuitif mengacu pada titik asal getaran sebagai referensi pengukuran, padahal seharusnya titik ujung bebas tali yang menjadi acuan (Ansyah et al., 2021). Kesalahan ini menunjukkan bahwa pemahaman siswa tentang sifat pantulan gelombang pada ujung bebas, di mana gelombang datang dan gelombang pantul memiliki fase yang sama sehingga selalu terbentuk perut pada ujung tersebut, masih belum kokoh (Maulidina et al., 2024).

“Seutas tali yang panjangnya 75 cm digetarkan harmonik naik turun pada salah satu ujungnya, sedang ujung lainnya bebas bergerak.

- a. Jika perut kelima berjarak 25 cm dari titik asal getaran, berapa panjang gelombang yang terjadi?
- b. Berapa jarak simpul ketiga dari titik asal getaran?”

Jawaban



Gambar 1. Jawaban Pertama

Pada soal ini, terdapat miskonsepsi siswa terhadap menentukan perhitungan letak perut ataupun simpul. Di mana siswa mengatakan bahwa ketika dia mencari letak perut, jarak yang digunakan adalah jarak letak perut dari titik asal getaran. Seperti pada soal diatas, siswa langsung menjawab tanpa memperhatikan terlebih dahulu jarak letak perut yang sebenarnya dihitung dari titik asal getaran atau dari titik ujung bebas. Sehingga ketika pengerjaan soal, jawaban siswa kurang tepat

Gelombang Stasioner

NO Date

1) Diket : $l = 75 \text{ cm}$
 Ditanya : a) $x_{ps} = 25 \text{ cm}$ dari titik asal getaran
 λ ?
 b) x_{ls} ? dari titik asal getaran

Jawab :

a) $\lambda =$
 $x_{ps} = n \left(\frac{1}{2} \lambda \right)$
 $l - x_{ps} = n \left(\frac{1}{2} \lambda \right)$
 $75 - 25 = 4 \left(\frac{1}{2} \lambda \right)$
 $50 = 2 \cdot \lambda$
 $\lambda = \frac{50}{2} = 25 \text{ m} //$

b) $x_{ls} = (2n + 1) \frac{1}{4} \lambda$
 $= (2 \cdot 2 + 1) \frac{1}{4} \cdot 25$
 $= (4 + 1) \frac{1}{4} \cdot 25$
 $= 5 \cdot \frac{1}{4} \cdot 25$
 $= 31,25 \text{ cm dari ujung bebas}$
 $x_{ls} \text{ dari asal getaran}$
 $x_{ls} = l - x_{ps}$
 $31,25 = 75 - x_{ps}$
 $x_{ps} = 75 - 31,25$
 $= 43,75 \text{ cm} //$

Gambar 1. Jawaban Kedua

Untuk menentukan letak perut atau simpul, jarak yang digunakan adalah jarak dari ujung bebas bukan dari ujung asal getaran. Sehingga pada kasus soal ini, harus mencari tau berapa jarak letak perut kelima dari ujung bebas. Analisis kesalahan siswa dalam menyelesaikan soal fisika pada materi getaran dan gelombang, secara tidak langsung mendukung temuan ini (Pratiwi et al., 2022). Meskipun tidak spesifik pada ujung bebas, penelitian tersebut mengindikasikan adanya kesulitan umum dalam interpretasi soal dan aplikasi konsep gelombang. Identifikasi miskonsepsi siswa pada materi gelombang bunyi menggunakan *Four-Tier Diagnostic Test* (Nasyidiah et al., 2020), (Negoro & Karina, 2019) yang menunjukkan bahwa miskonsepsi tidak hanya terbatas pada gelombang mekanik tetapi juga pada jenis gelombang lain yang memiliki karakteristik serupa. Hal ini menggarisbawahi bahwa pola miskonsepsi seringkali bersifat fundamental dan meluas.

Miskonsepsi siswa SMA pada materi gelombang mekanik (Ansyah et al., 2021), menemukan bahwa siswa kesulitan dalam membedakan karakteristik gelombang berjalan dan gelombang stasioner. Mereka seringkali gagal memahami bahwa gelombang berjalan mentransmisikan energi, sementara gelombang stasioner memerangkap energi di antara simpul-simpulnya. Miskonsepsi ini diperparah dengan pemahaman yang keliru tentang amplitudo, di mana siswa cenderung menganggap amplitudo di setiap titik pada gelombang stasioner adalah sama, padahal amplitudo bervariasi dari nol (simpul) hingga maksimum (perut) (Febriyana et al., 2020). Tabel 1 menyajikan rangkuman profil miskonsepsi umum pada materi gelombang stasioner yang diidentifikasi dari literatur terbaru.

Tabel 1: Profil Miskonsepsi Umum pada Materi Gelombang Stasioner

No	Jenis Miskonsepsi	Deskripsi Miskonsepsi	Sumber Miskonsepsi Utama
1	Penentuan Letak Perut/Simpul.	Siswa menghitung jarak perut/simpul dari titik asal getaran, bukan dari ujung bebas.	Kurangnya pemahaman konsep ujung bebas, interpretasi soal yang keliru.
2	Perbedaan Gelombang Berjalan dan Stasioner.	Siswa kesulitan membedakan karakteristik gelombang berjalan (transmisi energi) dan stasioner (energy terperangkap).	Abstraksi konsep yang tinggi, kurangnya visualisasi dinamis.
3	Fase Gelombang Pantul pada Ujung Bebas.	Siswa tidak memahami bahwa pada ujung bebas, gelombang datang dan pantul memiliki fase yang sama.	Kurangnya pemahaman prinsip pantulan gelombang.

No	Jenis Miskonsepsi	Deskripsi Miskonsepsi	Sumber Miskonsepsi Utama
4	Konsep Amplitudo Bervariasi.	Siswa menganggap amplitudo di setiap titik pada gelombang stasioner adalah konstan.	Kurangnya visualisasi variasi amplitudo dari simpul ke perut.
5	Hubungan Panjang Gelombang dan Frekuensi.	Kesulitan dalam mengaitkan panjang gelombang dengan frekuensi dan cepat rambat gelombang pada berbagai kondisi.	Pemahaman matematis yang lemah, kurangnya koneksi konsep.

Penyebab Miskonsepsi

Penyebab miskonsepsi pada materi gelombang stasioner sangat kompleks dan multifaktorial, melibatkan aspek kognitif siswa, karakteristik materi, dan pendekatan pembelajaran. Salah satu penyebab utama adalah pemikiran intuitif siswa (*self thoughts*) yang seringkali tidak selaras dengan konsep ilmiah. Siswa cenderung membangun pemahaman berdasarkan pengalaman sehari-hari atau penalaran yang belum matang, yang kemudian menjadi resisten terhadap perubahan (Febriyana et al., 2020). Tinjauan sistematisnya tentang miskonsepsi fisika (Ekawati et al., 2017), menekankan bahwa pemikiran awal siswa yang tidak tepat dapat menjadi fondasi bagi miskonsepsi yang sulit dihilangkan.

Interpretasi soal yang keliru juga menjadi faktor dominan, seperti yang terlihat pada kasus penentuan letak perut dari titik asal getaran alih-alih dari ujung bebas. Hal ini seringkali diperparah oleh kurangnya kemampuan siswa dalam menganalisis informasi yang diberikan dalam soal dan menghubungkannya dengan konsep fisika yang relevan (Pratiwi et al., 2022). Selain itu, materi gelombang stasioner melibatkan fenomena yang abstrak dan tidak mudah diamati secara langsung tanpa bantuan visualisasi atau eksperimen. Pembelajaran yang terlalu berfokus pada aspek teoritis dan matematis tanpa didukung oleh pengalaman konkret dapat membuat siswa kesulitan menginternalisasi konsep-konsep abstrak (Adam et al., 2023). Rendahnya aktivitas praktikum digital dan ketidakmampuan siswa dalam mengembangkan permasalahan dalam pembelajaran berkontribusi pada kesulitan pemahaman gelombang berjalan dan stasioner (Susanto, 2023).

Faktor lain yang turut berperan adalah metode pengajaran yang kurang bervariasi atau tidak mampu mengakomodasi gaya belajar siswa yang berbeda. Jika guru hanya mengandalkan metode ceramah, siswa mungkin tidak mendapatkan kesempatan untuk mengeksplorasi konsep secara mandiri atau menguji pemahaman mereka melalui eksperimen (Abdi et al., 2021). Kurangnya penggunaan media pembelajaran yang interaktif dan visual juga dapat memperburuk situasi. Pendekatan pembelajaran yang tidak memfasilitasi visualisasi dan eksplorasi dapat menghambat pembentukan konsep yang benar (Hidayat et al., 2019). Selain itu, bahasa yang kurang tepat atau ambigu dalam buku teks dan penjelasan guru juga dapat memicu miskonsepsi (Asiah & Usmeldi, 2026).

Strategi Penanganan Miskonsepsi

Untuk mengatasi miskonsepsi siswa pada materi gelombang stasioner, diperlukan strategi pembelajaran yang inovatif, terintegrasi, dan berbasis bukti. Berbagai penelitian terbaru telah menunjukkan efektivitas penggunaan media pembelajaran interaktif dan model pembelajaran tertentu:

1. Pemanfaatan Simulasi Interaktif (*PhET*)

Simulasi *PhET* (*Physics Education Technology*) telah terbukti menjadi alat yang sangat efektif dalam memvisualisasikan fenomena gelombang yang abstrak dan mengurangi miskonsepsi. Penggunaan simulasi *PhET* dapat mempermudah praktik dibandingkan praktikum riil (Lia Koryataini et al., 2024), membuat pengguna lebih aktif, dan secara signifikan meningkatkan hasil belajar serta kemampuan berpikir kritis siswa pada materi gelombang berjalan dan stasioner. Simulasi ini memungkinkan siswa untuk memanipulasi variabel seperti frekuensi, amplitudo, dan tegangan tali, serta mengamati secara langsung bagaimana perubahan ini memengaruhi pola gelombang stasioner, termasuk pembentukan perut dan simpul (Cahya & Sucahyo, 2021).

Aplikasi *PhET* efektif dalam meningkatkan hasil belajar kognitif pada materi gelombang berjalan dan gelombang stasioner (Cahya & Sucahyo, 2021). Hal ini menunjukkan bahwa *PhET* tidak hanya membantu visualisasi, tetapi juga berkontribusi pada pemahaman konseptual yang lebih dalam. Selain itu, pembelajaran fisika berbasis media laboratorium virtual *PhET* memiliki dampak positif terhadap hasil belajar siswa kelas XI SMA (Cahya & Sucahyo, 2021). Penggunaan *PhET* juga dapat diintegrasikan dalam pendekatan STEM untuk meningkatkan pemahaman konsep fisika peserta didik (Abdi et al., 2021).

2. Praktikum Digital dan Bahan Ajar Interaktif

Selain simulasi, praktikum digital juga merupakan strategi yang ampuh. Peningkatan pemahaman gelombang berjalan dan stasioner dapat dicapai melalui praktikum digital yang diintegrasikan dengan model *Contextual Teaching and Learning* (CTL) (Susanto, 2023). Model CTL membantu siswa mengaitkan konsep fisika dengan konteks kehidupan nyata, menjadikan pembelajaran lebih bermakna dan relevan. Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) simulasi Wave on String yang dirancang khusus untuk pembelajaran gelombang stasioner di SMA, yang dapat menjadi komponen kunci dalam praktikum digital (Cahya & Sucahyo, 2021).

Pengembangan bahan ajar interaktif juga sangat penting. Lembar Kerja Siswa (LKS) pada materi gelombang berjalan dan gelombang stasioner yang berbantuan laboratorium virtual *Physics Education Technology* (Afan et al.,

2023). LKS semacam ini memandu siswa dalam eksplorasi konsep secara terstruktur, memberikan umpan balik instan, dan mendorong pemikiran kritis (Rachmah & Widiatmono, 2025). Penelitian kepraktisan e-Modul Fisika berbasis *Discovery Learning* berbantuan aplikasi *3D Pageflip Professional* pada materi gelombang berjalan dan gelombang stasioner (Hidayat et al., 2019), menunjukkan potensi bahan ajar digital dalam meningkatkan keterlibatan siswa (Maulidina et al., 2024).

3. Model Pembelajaran Inovatif dan Diagnostik Miskonsepsi

Penerapan model pembelajaran inovatif yang secara eksplisit menargetkan miskonsepsi juga krusial. Model *Guided Discovery Learning* berbantuan media simulasi PhET terbukti berpengaruh positif terhadap pemahaman konsep fisika siswa (Nasyidiah et al., 2020). Dalam model ini, siswa dibimbing untuk menemukan konsep-konsep sendiri melalui serangkaian kegiatan eksplorasi, yang dapat mengurangi kemungkinan terbentuknya miskonsepsi. Efektivitas model POE2WE (*Predict, Observe, Explain, Elaborate, Evaluate*) dalam meningkatkan pemahaman konsep fisika materi gelombang berjalan dan gelombang stasioner (Adam et al., 2023).

Identifikasi dini miskonsepsi menggunakan instrumen diagnostik yang valid dan reliabel adalah langkah pertama yang tidak boleh diabaikan. Pengembangan instrumen seperti *Three-Tier Diagnostic Test* (Maharani & Diyana, 2025) sangat penting untuk secara akurat mendiagnosis miskonsepsi spesifik yang dimiliki siswa. Dengan mengetahui jenis dan penyebab miskonsepsi, guru dapat merancang intervensi yang lebih tepat sasaran. Selain itu, pendekatan STEM yang diimplementasikan (Sumaya et al., 2021) juga dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa pada materi gelombang, yang secara tidak langsung membantu mengurangi miskonsepsi dengan mendorong pemahaman yang lebih mendalam.

Secara keseluruhan, strategi penanganan miskonsepsi harus bersifat holistik dan melibatkan beberapa komponen kunci:

1. **Identifikasi Miskonsepsi yang Akurat:** Menggunakan instrumen diagnostik multi-tier untuk mengungkap miskonsepsi spesifik dan penyebabnya (Maharani & Diyana, 2025), (Negoro & Karina, 2019).
2. **Visualisasi Konsep Abstrak:** Memanfaatkan simulasi interaktif (misalnya *PhET*) dan praktikum digital untuk membantu siswa memvisualisasikan fenomena gelombang secara dinamis dan konkret (Lia Koryataini et al., 2024), (Susanto, 2023), (Abdi et al., 2021), (Cahya & Sucahyo, 2021), (Sumaya et al., 2021), (Rachmah & Widiatmono, 2025), (Afan et al., 2023).
3. **Pembelajaran Berbasis Konteks dan Eksplorasi:** Mengaitkan konsep fisika dengan pengalaman sehari-hari siswa melalui model pembelajaran seperti CTL dan *Guided Discovery Learning*, serta mendorong eksplorasi mandiri (Susanto, 2023), (Negoro & Karina, 2019).
4. **Pengembangan Bahan Ajar Interaktif dan Adaptif:** Menyediakan modul, LKS, atau e-modul yang memandu siswa dalam eksplorasi konsep, memberikan umpan balik, dan mengakomodasi gaya belajar yang berbeda (Cahya & Sucahyo, 2021), (Afan et al., 2023), (Hidayat et al., 2019).
5. **Diskusi, Refleksi, dan Remediasi:** Mendorong siswa untuk mendiskusikan pemahaman mereka, merefleksikan kesalahan, dan memberikan kesempatan remediasi yang terarah untuk mengkonstruksi ulang pemahaman yang benar (Abdi et al., 2021).

Kombinasi strategi ini akan menciptakan lingkungan belajar yang lebih efektif, di mana siswa tidak hanya menghafal rumus tetapi juga membangun pemahaman konseptual yang kuat dan tahan terhadap miskonsepsi. Dengan demikian, kualitas pendidikan fisika dapat ditingkatkan, dan siswa dapat mengembangkan kemampuan pemecahan masalah yang esensial.

KESIMPULAN

Miskonsepsi siswa pada materi gelombang stasioner, khususnya pada kasus ujung bebas, merupakan tantangan signifikan dalam pembelajaran fisika yang memerlukan perhatian serius. Miskonsepsi utama yang teridentifikasi secara konsisten dalam literatur terbaru adalah kesalahan dalam menentukan letak perut dan simpul dari titik asal getaran, padahal seharusnya dihitung dari ujung bebas tali. Selain itu, siswa juga seringkali kesulitan membedakan karakteristik gelombang berjalan dan stasioner, serta memahami konsep amplitudo yang bervariasi pada gelombang stasioner. Penyebab miskonsepsi ini bersifat multifaktorial, meliputi pemikiran intuitif siswa (*self thoughts*) yang tidak selaras dengan konsep ilmiah, interpretasi soal yang keliru, kurangnya pengalaman praktis dan visualisasi fenomena abstrak, serta metode pengajaran yang kurang bervariasi. Faktor-faktor ini secara kolektif menghambat pembentukan pemahaman konseptual yang akurat dan mendalam. Dengan mengimplementasikan kombinasi strategi ini, diharapkan miskonsepsi siswa pada materi gelombang stasioner dapat diminimalkan, sehingga meningkatkan pemahaman konseptual, kemampuan berpikir kritis, dan hasil belajar fisika secara keseluruhan. Penelitian lanjutan dapat berfokus pada efektivitas jangka panjang dari intervensi ini dan adaptasinya pada konteks pembelajaran yang berbeda.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Kaprodi Pendidikan Fisika FKIP UIM, Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan UIM, Rektor Universitas Islam Madura atas dukungan fasilitas dan bimbingan akademik selama penelitian ini berlangsung, serta kepada seluruh pihak yang telah memberikan masukan konstruktif dalam penyusunan artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdi, M. U., Mustafa, M., & Tenri, Andi Ulfa. (2021). Penerapan Pendekatan STEM Berbasis Simulasi PhET Untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Fisika Peserta Didik. *Jurnal IPA & Pembelajaran IPA*, 5(3), 209–218. <https://doi.org/10.24815/jipi.v5i3.21774>
- Adam, N., Rahman, M. H., Nana, N., Saprudin, S., & Yusuf, D. S. A. (2023). Analisis Respon Guru Dan Siswa Terhadap Pengembangan Bahan Ajar Fisika Berbasis Model POE2WE Berbantuan Google Site. *EDUKASI*, 21(3), 579–591. <https://doi.org/10.33387/j.edu.v21i3.6828>
- Afan, R. A., Gumay, O. P. U., & Lovisia, E. (2023). Kepraktisan e-Modul Fisika Berbasis Discovery Learning Berbantuan Aplikasi 3D Pageflip Professional pada Materi Gelombang Berjalan dan Gelombang Stasioner. *JPF (Jurnal Pendidikan Fisika) Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar*, 11(2), 260–270. <https://doi.org/10.24252/jpf.v11i2.38639>
- Amiruddin, M. Z. B., Samsudin, A., Suhandi, A., Kaniawati, I., Aminudin, A. H., Coştu, B., Suliyannah, S., Sunarti, T., Irfan, A. E. B. M., & Purwanto, M. G. (2024). A Literature Review on Conceptual Change: How Does it Contribute to Science Education? *International Journal of Current Educational Research*, 3(1), 29–42. <https://doi.org/10.53621/ijocer.v3i1.267>
- Ansyah, T. A., Kusairi, S., Supriana, E., & Ibad, M. I. (2021). Profil Miskonsepsi Siswa SMA pada Materi Gelombang Mekanik. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, dan Pengembangan*, 6(10), 1551–1557. <https://doi.org/10.17977/jptpp.v6i10.15049>
- Asiah, S., & Usmeldi, U. (2026). Meta Analisis Pengaruh Pembelajaran Fisika Berbasis STEM terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Siswa. *RIGGS: Journal of Artificial Intelligence and Digital Business*, 5(1), 6336–6343. <https://doi.org/10.31004/riggs.v5i1.6961>
- Cahya, R. E., & Sucahyo, I. (2021). Pengembangan LKPD Simulasi Wave on String untuk Pembelajaran Gelombang Stasioner di SMA. *PENDIPA Journal of Science Education*, 5(3), 366–371. <https://doi.org/10.33369/pendipa.5.3.366-371>
- Ekawati, F., Handhika, J., & Huriawati, F. (2017). Profil Kesalahan Siswa dalam Menyelesaikan Soal Getaran dan Gelombang Berbasis HOTS (Higher Order Thinking Skill). *Prosiding SNFA (Seminar Nasional Fisika dan Aplikasinya)*, 2, 293. <https://doi.org/10.20961/prosidingsnfa.v2i0.16416>
- Febriyana, S. A., Liliawati, W., & Kaniawati, I. (2020). IDENTIFIKASI MISKONSEPSI DAN PENYEBABNYA PADA MATERI GELOMBANG STASIONER KELAS XI MENGGUNAKAN FIVE-TIER DIAGNOSTIC TEST. *KONSTAN - JURNAL FISIKA DAN PENDIDIKAN FISIKA*, 5(2), 42–51. <https://doi.org/10.20414/konstan.v5i2.53>
- Hidayat, R., Hakim, L., & Lia, L. (2019). Pengaruh Model Guided Discovery Learning Berbantuan Media Simulasi PhET Terhadap Pemahaman Konsep Fisika Siswa. *Berkala Ilmiah Pendidikan Fisika*, 7(2), 97. <https://doi.org/10.20527/bipf.v7i2.5900>
- Lia Koryatani, Maimon Sumo, Lutfiyatul Minnah, Sunariatus Solehah, & Anni Rop Atun Khoiroh. (2024). Analisis Penggunaan Media Pembelajaran PhET pada Materi Gelombang Berjalan dan Stasioner: A Review Literatur. *Mutiara: Jurnal Ilmiah Multidisiplin Indonesia*, 2(3), 120–138. <https://doi.org/10.61404/jimi.v2i3.256>
- Maharani, L. A., & Diyana, T. N. (2025). IDENTIFIKASI MISKONSEPSI FISIKA MELALUI THREE-TIER DIAGNOSTIC TEST: SEBUAH KAJIAN LITERATUR. *OPTIKA: Jurnal Pendidikan Fisika*, 9(2), 198–216.
- Maulidina, L., Suana, W., & Ertikanto, C. (2024). Peningkatan Kemampuan Interpretasi Grafik Peserta Didik melalui Aplikasi Physics Toolbox Sensor Suite pada Pembelajaran Gerak Harmonik Sederhana. *JIPFRI (Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika dan Riset Ilmiah)*, 8(2), 67–74. <https://doi.org/10.30599/jipfri.v8i2.3308>
- Nasyidiah, F. I., Siahaan, P., & Sasmita, D. (2020). PENGEMBANGAN INSTRUMEN FOUR-TIER DIAGNOSTIC TEST UNTUK MENDETEKSI MISKONSEPSI SISWA KELAS X PADA MATERI IMPULS. *WaPFI (Wahana Pendidikan Fisika)*, 5(2), 31–40. <https://doi.org/10.17509/wapfi.v5i2.27156>
- Negoro, R. A., & Karina, V. (2019). DEVELOPMENT OF A FOUR-TIER DIAGNOSTIC TEST FOR MISCONCEPTION OF OSCILLATION AND WAVES. *Jurnal Penelitian & Pengembangan Pendidikan Fisika*, 5(2), 69–76. <https://doi.org/10.21009/1.05201>
- Pratiwi, E. D., Hutahaean, S. D., Bustan, A., & Dinata, P. A. C. (2022). ANALISIS KESULITAN SISWA DALAM MENYELESAIKAN SOAL PADA MATERI GETARAN DAN GELOMBANG DI KELAS VIII MTs NEGERI 1 PALANGKA RAYA. *Journal of Banua Science Education*, 2(2), 85–92. <https://doi.org/10.20527/jbse.v2i2.101>
- Rachmah, D. N., & Widiatmono, R. (2025). Developing E-LKPD based on Creative Problem Solving to Enhance Higher Order Thinking Skills and Learner Autonomy in Topics Related to Progressive and Standing Waves. *JIPF (Jurnal Ilmu Pendidikan Fisika)*, 10(2), 273. <https://doi.org/10.26737/jipf.v10i2.6237>
- Sumaya, A., Israwaty, I., & Ilmi, N. (2021). Penerapan Pendekatan STEM untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Sekolah Dasar Di Kabupaten Pinrang. *PINISI JOURNAL OF EDUCATION*, 1(2).

- Susanto, E. P. (2023). PENINGKATAN PEMAHAMAN GELOMBANG BERJALAN DAN STASIONER MELALUI PRAKTIKUM DIGITAL DENGAN MODEL CTL DI SMAN 1 BUMIAYU. *DIALEKTIKA Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan*, 7(2).
- Wahyono, U., Hermanto, I. M., Nurhayati, N., Samatowa, L., Mohamad, W. M., & Maharani, N. L. S. (2023). PENGEMBANGAN TES DIAGNOSTIK UNTUK MENGIDENTIFIKASI PEMAHAMAN KONSEP SISWA SMA PADA POKOK BAHASAN GELOMBANG BUNYI. *Jambura Physics Journal*, 5(1), 67–79. <https://doi.org/10.34312/jpj.v5i1.19294>