



Revealing the Overconfidence Misconception in Optics Material: Analysis of Consistency and Confidence Levels of Prospective Physics Teachers

Ramadhan Purbaya*, Riskan Qadar, & Zulkarnaen

Department of Physics Education, Faculty of Teacher Training and Education, Mulawarman University,
Indonesia

*Corresponding author: ramadhanpurbaya11@gmail.com

Abstract: *Misconceptions in optics accompanied by high confidence levels remain a persistent concern, particularly among prospective physics teachers whose conceptual errors may be transferred to future students. This study aimed to analyze the conceptual consistency and confidence levels of Physics Education students in optics material using the Four-Tier Diagnostic Test (FTDT). A quantitative descriptive design was employed involving 37 Physics Education students from a university in East Kalimantan, selected through purposive sampling. The instrument consisted of 50 items covering five subtopics, plane mirrors, concave mirrors, convex mirrors, convex lenses, and concave lenses with a Cronbach's Alpha reliability of 0.865. Data were analyzed using descriptive statistics and Spearman correlation tests applied to 1,850 item-level responses. Results showed that 68% of responses were categorized as Consistent Scientific, 22% as Consistent Misconception, and 10% as Inconsistent, with 87% falling under High Confidence. The concave mirror subtopic recorded the highest misconception rate (35%), with the majority accompanied by high confidence. The Spearman correlation revealed a significant but weak positive relationship between conceptual consistency and confidence level ($r = 0.183$; $p < 0.01$), indicating the presence of overconfidence misconception. These findings provide empirical support that FTDT can serve as one alternative diagnostic instrument for simultaneously identifying students' conceptual consistency and confidence levels in optics material.*

Keywords: *conceptual consistency, confidence level, four-tier diagnostic test, misconceptions, optics*

Mengungkap Overconfidence Misconception pada Materi Optik: Analisis Konsistensi Konseptual dan Tingkat Keyakinan Mahasiswa Calon Guru Fisika

Abstrak: *Miskonsepsi pada materi optik disertai tingkat keyakinan tinggi merupakan permasalahan yang berpotensi berdampak serius ketika dimiliki oleh calon guru fisika. Penelitian ini bertujuan menganalisis konsistensi konseptual dan tingkat keyakinan mahasiswa Pendidikan Fisika pada materi optik menggunakan instrumen Four-Tier Diagnostic Test (FTDT). Desain deskriptif kuantitatif diterapkan terhadap 37 mahasiswa di salah satu universitas di Kalimantan Timur yang dipilih melalui purposive sampling. Instrumen berupa 50 butir soal pada subtopik cermin datar, cermin cekung, cermin cembung, lensa cembung, dan lensa cekung, dengan reliabilitas Cronbach's Alpha sebesar 0,865. Analisis data menggunakan statistik deskriptif dan uji korelasi Spearman terhadap 1.850 respon. Hasil menunjukkan 68% respon tergolong Consistent Scientific, 22% Consistent Misconception, dan 10% Inconsistent, dengan 87% respon berada pada kategori High Confidence. Subtopik cermin cekung mencatat persentase miskonsepsi tertinggi (35%), mayoritas disertai keyakinan tinggi. Uji korelasi Spearman menunjukkan hubungan positif signifikan namun lemah antara konsistensi konseptual dan tingkat keyakinan ($r = 0,183$; $p < 0,01$), mengindikasikan adanya fenomena overconfidence misconception. Temuan ini memberikan dukungan empiris bahwa FTDT dapat digunakan sebagai salah satu alternatif instrumen diagnostik untuk mengidentifikasi konsistensi konseptual dan tingkat keyakinan mahasiswa secara simultan pada materi optik.*

Kata kunci: *four-tier diagnostic test, konsistensi konseptual, miskonsepsi, optik, tingkat keyakinan*

PENDAHULUAN

Pemahaman konsep optik merupakan kompetensi fundamental dalam pendidikan fisika karena konsep-konsep seperti pemantulan, pembiasan, lensa, dan pembentukan bayangan menjadi dasar bagi berbagai teknologi modern, termasuk sistem pencitraan, instrumen optik, dan teknologi fotonik. Bagi mahasiswa Pendidikan Fisika sebagai calon guru, penguasaan konsep optik yang benar dan konsisten memiliki peran strategis karena kesalahan konseptual yang dimiliki berpotensi ditransfer kepada peserta didik dalam praktik pembelajaran di sekolah. Namun demikian, berbagai penelitian menunjukkan bahwa optik merupakan salah satu materi fisika dengan tingkat miskonsepsi yang tinggi, terutama karena sifat konsepnya yang abstrak, tidak intuitif, serta menuntut kemampuan visualisasi dan penalaran spasial yang baik (Kaltakci-Gurel et al., 2017).

Sejumlah studi melaporkan miskonsepsi yang persisten pada berbagai subtopik optik, seperti pembiasan cahaya, pembentukan bayangan pada cermin dan lensa, serta arah rambat sinar (Gurel et al., 2015). Penelitian lain juga melaporkan berbagai miskonsepsi pada konsep cahaya dan bayangan, seperti anggapan bahwa bayangan merupakan objek yang terbentuk ketika cahaya mengenai benda (Utama et al., 2025). Studi klasik menunjukkan bahwa bahkan setelah pembelajaran formal, peserta didik masih mempertahankan pemahaman yang keliru terkait pembentukan bayangan dan arah rambat cahaya, yang mengindikasikan sifat miskonsepsi yang stabil dan sulit diremediasi (Goldberg & McDermott, 1987). Miskonsepsi tersebut tidak hanya ditemukan pada siswa sekolah menengah, tetapi juga pada mahasiswa dan bahkan tenaga profesional yang bekerja di bidang optik (Ozdemir et al., 2020). Temuan serupa juga dilaporkan pada mahasiswa fisika di tingkat perguruan tinggi yang masih menunjukkan miskonsepsi pada berbagai konsep dasar fisika meskipun telah mengikuti perkuliahan formal (Pratama, 2025). Permasalahan ini menjadi semakin kompleks ketika miskonsepsi disertai dengan tingkat keyakinan yang tinggi, karena individu yang yakin terhadap pemahaman yang keliru cenderung lebih resisten terhadap perubahan konseptual dibandingkan individu yang masih ragu terhadap jawabannya (Caleon & Subramaniam, 2010). Penelitian terbaru menunjukkan bahwa pemahaman konseptual dan tingkat keyakinan pada topik optik geometri dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk pencapaian akademik sebelumnya (Kaltakci-Gurel, 2023).

Dalam konteks tersebut, konsistensi konseptual dan tingkat keyakinan merupakan dua dimensi penting yang perlu dianalisis secara bersamaan. Konsistensi konseptual merefleksikan keselarasan antara jawaban dan alasan konseptual yang diberikan, sedangkan tingkat keyakinan mencerminkan akurasi metakognitif individu dalam menilai pemahamannya sendiri. Ketidakkonsistenan atau miskonsepsi yang disertai keyakinan tinggi mengindikasikan adanya permasalahan metakognitif yang tidak dapat terdeteksi secara memadai melalui asesmen konvensional berbasis benar-salah. Namun, efektivitas pengungkapan miskonsepsi dan keyakinan konseptual sangat bergantung pada kualitas asesmen yang digunakan dalam pembelajaran. Beberapa studi melaporkan bahwa kemampuan guru dan calon guru sains dalam merancang asesmen konseptual masih menghadapi berbagai keterbatasan, terutama dalam mengungkap miskonsepsi dan keyakinan konseptual peserta didik (Qadar et al., 2022; Yuberti et al., 2020).

Instrumen diagnostik berbasis multi-tier dikembangkan untuk mengatasi keterbatasan asesmen konvensional tersebut. Salah satu instrumen yang banyak digunakan adalah *Four-Tier Diagnostic Test* (FTDT), yang memungkinkan pengukuran jawaban, alasan konseptual, serta tingkat keyakinan terhadap keduanya secara simultan. Dengan struktur empat tingkat, FTDT mampu mengidentifikasi berbagai kategori pemahaman secara lebih akurat, termasuk pemahaman ilmiah yang konsisten, miskonsepsi yang kuat, miskonsepsi

lemah, serta ketidakpahaman konsep yang disertai ketidakyakinan (Caleon & Subramaniam, 2010; Çelikkanlı & Kızılcık, 2022; Kaltakci-Gurel et al., 2017).

FTDT telah diakui sebagai pendekatan yang efektif dan lebih akurat untuk menangkap tingkat pemahaman konseptual siswa dibandingkan instrumen diagnostik tradisional, karena mampu mencerminkan tidak hanya jawaban benar-salah tetapi juga alasan dan keyakinan responden. Sebuah tinjauan sistematis menunjukkan bahwa teknologi diagnostik berlapis (*tier diagnostic technologies*), termasuk FTDT, menunjukkan validitas dan reliabilitas tinggi dalam mendeteksi miskonsepsi pada berbagai domain ilmu, sehingga membantu penyusunan strategi remedial yang lebih tepat dalam pendidikan sains (Ma et al., 2025). Penelitian yang membandingkan kinerja berbagai instrumen diagnostik menegaskan bahwa alat berlapis memberikan gambaran yang lebih mendalam tentang konsep yang salah dipahami oleh siswa, termasuk perbedaan antara responden yang *tidak tahu* dan yang *percaya tetapi salah*, yang merupakan aspek penting dalam mengidentifikasi miskonsepsi konseptual (Desstya et al., 2025). Studi lain menunjukkan bahwa penerapan tier diagnostic instruments dalam konteks pembelajaran sains dapat meningkatkan akurasi identifikasi miskonsepsi pada responden mahasiswa dan calon guru, sehingga instrumen ini semakin relevan dalam penelitian pembelajaran fisika kontemporer (Resbiantoro et al., 2022).

Berbagai penelitian sebelumnya telah menerapkan FTDT untuk mengidentifikasi miskonsepsi pada beragam topik fisika. Namun, sebagian besar studi tersebut masih berfokus pada pemetaan miskonsepsi atau validasi instrumen, tanpa menganalisis konsistensi konseptual dan tingkat keyakinan secara simultan, khususnya pada mahasiswa Pendidikan Fisika sebagai calon guru. Selain itu, pemetaan penelitian FTDT di Indonesia menunjukkan bahwa topik optik belum banyak dieksplorasi secara mendalam dalam kaitannya dengan dimensi keyakinan konseptual, meskipun optik merupakan salah satu domain dengan miskonsepsi yang paling persisten (Budiyono et al., 2025). Padahal, miskonsepsi yang dimiliki calon guru fisika berpotensi berdampak jangka panjang terhadap kualitas pembelajaran fisika di sekolah (Yuberti et al., 2020).

Miskonsepsi dalam topik optik geometris termasuk salah satu contoh miskonsepsi konseptual yang sering terjadi pada siswa maupun calon guru fisika. Misalnya, kesalahan memahami fungsi cermin, jalur pembentukan bayangan, dan penerapan model sinar telah didokumentasikan secara luas dalam literatur pendidikan fisika (Ceuppens et al., 2018). Calon guru fisika sering menunjukkan kesulitan konseptual yang signifikan terkait fenomena optik yang berdampak pada pembelajaran (Kaltakci-Gurel et al., 2016).

Berdasarkan celah penelitian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis konsistensi konseptual dan tingkat keyakinan mahasiswa Pendidikan Fisika pada materi optik menggunakan *Four-Tier Diagnostic Test* (FTDT). Kontribusi utama penelitian ini adalah pengungkapan fenomena *overconfidence misconception* secara kuantitatif serta identifikasi subtopik optik yang menunjukkan anomali miskonsepsi persisten. Temuan penelitian ini diharapkan dapat memperkaya kajian diagnostik berbasis FTDT serta menjadi dasar pengembangan strategi pembelajaran dan asesmen yang lebih sensitif terhadap aspek konseptual dan metakognitif calon guru fisika.

METODE

Penelitian ini menggunakan desain deskriptif kuantitatif yang bertujuan untuk memetakan konsistensi konseptual, tingkat keyakinan, serta pola miskonsepsi mahasiswa Pendidikan Fisika pada materi optik. Desain ini dipilih karena penelitian tidak dimaksudkan untuk menguji efektivitas suatu intervensi pembelajaran, melainkan untuk

memperoleh gambaran diagnostik awal mengenai pemahaman konseptual dan dimensi metakognitif mahasiswa sebagai calon guru fisika.

Subjek penelitian terdiri atas 37 mahasiswa Program Studi Pendidikan Fisika dari salah satu universitas di Kalimantan Timur yang telah menempuh mata kuliah Optik. Pemilihan subjek dilakukan menggunakan teknik *purposive sampling* dengan pertimbangan bahwa mahasiswa yang telah mempelajari materi optik memiliki pengalaman belajar yang relevan untuk dianalisis pemahaman konseptual dan tingkat keyakinannya. Meskipun jumlah subjek relatif terbatas dan berasal dari satu institusi, penelitian ini berfungsi sebagai studi diagnostik yang berfokus pada pemetaan pola pemahaman dan miskonsepsi, sehingga generalisasi temuan dilakukan secara terbatas dan kontekstual (Sugiyono, 2019).

Instrumen penelitian berupa FTDT yang dikembangkan untuk materi optik geometri. Instrumen terdiri atas 50 butir soal yang mencakup subtopik cermin datar, cermin cekung, cermin cembung, lensa cembung, dan lensa cekung. Setiap butir soal terdiri atas empat tingkat, yaitu: (1) jawaban pilihan ganda; (2) tingkat keyakinan terhadap jawaban; (3) alasan konseptual, dan; (4) tingkat keyakinan terhadap alasan (Caleon & Subramaniam, 2010; Kaltakci-Gurel et al., 2017). Kelayakan instrumen ditinjau melalui validitas empiris dan reliabilitas internal. Uji validitas butir dilakukan menggunakan korelasi *corrected item-total correlation* terhadap FTDT berdasarkan kesesuaian jawaban dan alasan konseptual mahasiswa dengan kunci jawaban. Hasil validitas menunjukkan nilai koefisien korelasi di atas nilai r_{tabel} pada taraf signifikansi 0,05 sehingga dinyatakan valid. Uji reliabilitas instrumen dilakukan menggunakan koefisien *Cronbach's Alpha* berdasarkan skor pemahaman konseptual mahasiswa, yang diperoleh dari jawaban serta alasan konseptual pada setiap butir FTDT (Azwar, 2021; Fraenkel, 2022). Hasil analisis menunjukkan nilai *Cronbach's Alpha* sebesar 0,865, yang mengindikasikan bahwa instrumen memiliki konsistensi internal yang sangat baik dan layak digunakan sebagai alat asesmen diagnostik.

Pengumpulan data dilakukan dengan memberikan instrumen FTDT kepada seluruh subjek penelitian dalam satu sesi pengukuran. Mahasiswa diminta untuk menjawab setiap butir soal, memilih tingkat keyakinan terhadap jawaban, memberikan alasan konseptual, serta menentukan tingkat keyakinan terhadap alasan yang dipilih. Peneliti menekankan kepada responden agar menjawab sesuai dengan pemahaman masing-masing tanpa tekanan penilaian akademik, sehingga data yang diperoleh merefleksikan kondisi pemahaman konseptual yang autentik.

Data dianalisis melalui beberapa tahap. Pertama, dilakukan analisis konsistensi konseptual dengan membandingkan kesesuaian antara jawaban dan alasan konseptual pada setiap butir soal. Berdasarkan analisis ini, respon mahasiswa diklasifikasikan ke dalam tiga kategori, *Consistent Scientific* (CS) diberikan untuk respons dengan jawaban benar dan alasan konseptual yang benar. *Consistent Misconception* (CM) diberikan untuk respons dengan jawaban salah dan alasan konseptual yang salah, tetapi menunjukkan konsistensi internal dalam pola penalarannya. Sementara itu, *Inconsistent* (CI) mencakup respons yang tidak menunjukkan konsistensi antara jawaban dan alasan, yaitu jawaban benar dengan alasan salah atau jawaban salah dengan alasan benar. Kedua, dilakukan analisis tingkat keyakinan dengan mengelompokkan skor keyakinan ke dalam dua kategori, yaitu *High Confidence* (skor 3–4) dan *Low Confidence* (skor 1–2). Pengelompokan ini mengacu pada pendekatan confidence level yang umum digunakan dalam analisis FTDT. Ketiga, dilakukan tabulasi silang antara kategori konsistensi konseptual dan tingkat keyakinan untuk mengidentifikasi pola pemahaman mahasiswa, termasuk fenomena miskonsepsi yang disertai tingkat keyakinan tinggi. Keempat, untuk mengkaji hubungan antara konsistensi konseptual dan tingkat keyakinan, digunakan uji korelasi Spearman. Analisis

korelasi dilakukan pada level respon butir (*item-level response*), dengan jumlah data sebanyak 1850 respon yang diperoleh dari 37 mahasiswa pada 50 butir soal. Pendekatan ini digunakan untuk mengidentifikasi kecenderungan hubungan antara kedua variabel secara agregat dan diagnostik, bukan untuk generalisasi inferensial pada tingkat individu. Uji korelasi Spearman dipilih karena data berskala ordinal dan tidak mensyaratkan distribusi normal. Seluruh analisis statistik dilakukan menggunakan SPSS.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Konsistensi Konseptual Mahasiswa pada Materi Optik

Analisis konsistensi konseptual dilakukan terhadap seluruh respon mahasiswa pada 50 butir soal FTDT, sehingga diperoleh total 1850 respon (37 mahasiswa \times 50 soal). Hasil analisis menunjukkan bahwa 68% respon mahasiswa berada pada kategori *Consistent Scientific* (CS), 22% pada kategori *Consistent Misconception* (CM), dan 10% pada kategori *Inconsistent* (CI). Seperti yang ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Konsistensi Konseptual Mahasiswa

Kategori	Frekuensi Respon	Persentase (%)
<i>Consistent Scientific</i> (CS)	1259	68
<i>Inconsistent</i> (CI)	177	10
<i>Consistent Misconception</i> (CM)	414	22
Total	1850	100

Dominasi kategori CS mengindikasikan bahwa secara umum mahasiswa Pendidikan Fisika telah memiliki pemahaman konseptual yang relatif baik pada materi optik. Namun demikian, persentase CM yang masih mencapai lebih dari seperlima total respon menunjukkan bahwa miskonsepsi konseptual masih menjadi permasalahan signifikan, khususnya mengingat subjek penelitian merupakan calon guru fisika. Temuan ini sejalan dengan laporan penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa miskonsepsi tetap bertahan pada mahasiswa fisika meskipun telah menempuh pembelajaran formal (Caleon & Subramaniam, 2010; Kaltakci-Gurel et al., 2017).

Konsistensi miskonsepsi yang ditemukan pada mahasiswa calon guru fisika menunjukkan bahwa responden tidak sekadar menebak, melainkan menggunakan model mental alternatif yang koheren namun keliru. Penelitian sebelumnya menegaskan bahwa miskonsepsi semacam ini bersifat sistematis dan memiliki konsistensi internal yang kuat, sehingga sering kali bertahan meskipun individu memiliki tingkat keyakinan yang tinggi terhadap pemahamannya (Palacios et al., 1989).

Analisis lebih lanjut pada tingkat subtopik menunjukkan variasi konsistensi konseptual yang cukup mencolok. Subtopik cermin cekung menunjukkan persentase CS terendah (55%) dan CM tertinggi (35%) dibandingkan subtopik lainnya. Sebaliknya, subtopik cermin datar dan lensa cembung menunjukkan tingkat CS tertinggi (73%). Pola ini mengindikasikan bahwa cermin cekung merupakan subtopik dengan kerentanan konseptual paling tinggi. Seperti yang ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Konsistensi per Subtopik Optik

Subtopik	CS (%)	CI (%)	CM (%)
Cermin Datar	73	8	19
Cermin Cekung	55	9	35
Cermin Cembung	68	14	18
Lensa Cembung	73	8	19
Lensa Cekung	69	11	20

Mengingat jumlah sampel penelitian yang terbatas (37 mahasiswa), analisis konsistensi konseptual diperdalam pada tingkat butir soal untuk memperoleh gambaran miskonsepsi yang lebih substantif. Berdasarkan hasil analisis per subtopik, cermin cekung menunjukkan persentase CM tertinggi, sehingga pembahasan selanjutnya difokuskan pada butir-butir soal yang paling bermasalah pada subtopik tersebut.

Analisis pada tingkat butir menunjukkan bahwa miskonsepsi mahasiswa pada subtopik cermin cekung muncul secara konsisten pada beberapa konsep kunci. Pada item 4 dan 5, yang menguji pemahaman posisi benda terhadap titik fokus dan fungsi cermin cekung dalam aplikasi senter, sebagian mahasiswa meyakini bahwa cermin cekung selalu membentuk bayangan nyata atau diperbesar. Pola alasan yang dipilih menunjukkan bahwa fokus dipahami sebagai titik pembentuk bayangan, bukan sebagai batas perubahan sifat bayangan.

Miskonsepsi serupa juga muncul pada item 39 yang berkaitan dengan penggunaan reflektor pada lampu kendaraan. Mahasiswa cenderung mereduksi fungsi cermin cekung hanya sebagai pembentuk bayangan, tanpa memahami perannya dalam menghasilkan berkas cahaya sejajar. Hal ini mengindikasikan kegagalan mengintegrasikan konsep optik geometris dengan konteks aplikatif.

Item 40 dan 41 menunjukkan tingkat miskonsepsi paling tinggi dan menjadi indikator utama fenomena *overconfidence misconception*. Pada item 40, mahasiswa menunjukkan keyakinan tinggi terhadap jawaban yang menyatakan bahwa sifat bayangan tidak berubah meskipun benda melewati titik fokus. Sementara itu, pada item 41, mahasiswa cenderung menggeneralisasi hubungan perbesaran tanpa mempertimbangkan variasi posisi benda. Tingginya tingkat keyakinan pada jawaban yang keliru menunjukkan bahwa miskonsepsi yang dimiliki bersifat stabil dan resisten terhadap koreksi.

Temuan pada tingkat butir ini memperjelas bahwa tingginya persentase CM yang disertai HC tidak sekadar menunjukkan kesalahan konseptual, tetapi mencerminkan adanya miskonsepsi yang terstruktur dan diyakini kuat oleh mahasiswa. Kondisi ini memperkuat indikasi *overconfidence misconception* pada subtopik cermin cekung sebagaimana ditunjukkan pada analisis hubungan konsistensi konseptual dan tingkat keyakinan.

Tingginya miskonsepsi pada cermin cekung telah banyak dilaporkan dalam literatur sebelumnya dan sering dikaitkan dengan kompleksitas pemrosesan beberapa variabel fisika secara simultan, seperti jarak benda, jarak bayangan, fokus, dan pembesaran (Handayani et al., 2018; Sholikah et al., 2020). Dari perspektif *cognitive load theory*, kondisi ini berpotensi membebani *working memory* mahasiswa sehingga mendorong terbentuknya skema konseptual yang keliru namun konsisten (Sweller, 2011).

Pola miskonsepsi yang ditemukan pada subtopik cermin cekung sejalan dengan temuan penelitian mengenai kompleksitas konseptual pada optika geometris. Studi terdahulu mengungkapkan bahwa mahasiswa calon guru fisika mengalami kesulitan signifikan dalam memahami model sinar (*ray model*), fungsi pengamat dalam proses pembentukan dan observasi bayangan, serta fungsi layar dalam proses pembentukan bayangan baik pada cermin maupun lensa (Kaltakci-Gurel et al., 2017). Kesulitan-kesulitan ini terutama muncul ketika mahasiswa dihadapkan pada konteks cermin cekung dan cembung serta lensa konvergen dan divergen. Selain itu, penelitian menunjukkan bahwa miskonsepsi pada optika geometris tidak bergantung pada gender, tingkat pendidikan, maupun usia siswa, melainkan lebih dipengaruhi oleh model eksplanatori yang keliru dan tidak berubah melalui pembelajaran kurikuler di sekolah. Hal ini mengindikasikan bahwa miskonsepsi pada optika geometris bersifat persisten dan memerlukan strategi pembelajaran yang lebih

deliberatif untuk mengatasinya, khususnya melalui penggunaan diagram sinar yang provokatif dan program pemahaman konseptual yang terstruktur untuk membangkitkan konflik kognitif (Ceuppens et al., 2018; Kaltakci-Gurel et al., 2016).

Menariknya, subtopik cermin cembung menunjukkan persentase kategori CI tertinggi (14%). Hal ini mengindikasikan bahwa permasalahan pada subtopik ini bukan semata-mata miskonsepsi yang mapan, tetapi lebih pada inkonsistensi penalaran konseptual. Fenomena ini relatif jarang dibahas dalam penelitian FTDT sebelumnya dan mengindikasikan adanya pemahaman yang rapuh atau tidak stabil, kemungkinan akibat kurangnya variasi latihan konseptual dan representasional dalam pembelajaran optik (Taqwa et al., 2017).

Tingkat Keyakinan Mahasiswa terhadap Pemahaman Konseptual

Hasil analisis tingkat keyakinan mahasiswa terhadap pemahaman konseptual berdasarkan jawaban yang mereka berikan disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Tingkat Keyakinan Mahasiswa

Kategori	Frekuensi Respon	Persentase (%)
<i>High Confidence (HC)</i>	1613	87
<i>Low Confidence (LC)</i>	237	13
Total	1850	100

Pada Tabel 3, analisis tingkat keyakinan menunjukkan bahwa 87% respon mahasiswa berada pada kategori HC, sedangkan hanya 13% berada pada kategori LC. Dominasi tingkat keyakinan tinggi ini menunjukkan bahwa sebagian besar mahasiswa merasa yakin terhadap jawaban dan alasan yang mereka berikan, terlepas dari benar atau tidaknya pemahaman konseptual tersebut.

Temuan tingkat keyakinan mahasiswa yang relatif tinggi pada beberapa konsep optik tidak serta-merta menunjukkan pemahaman konseptual yang benar. Hal ini mengindikasikan bahwa keyakinan dalam menjawab soal lebih merefleksikan persepsi subjektif mahasiswa terhadap penguasaan materi, bukan akurasi konseptual yang sesungguhnya. Kondisi ini sejalan dengan pandangan bahwa aspek metakognitif, khususnya keyakinan diri, dapat berkembang secara terpisah dari pemahaman konsep ilmiah. Dengan demikian, mahasiswa dapat merasa yakin terhadap jawaban yang diberikan meskipun secara konseptual masih mengandung miskonsepsi, yang menjadi ciri khas fenomena *overconfidence misconception* dalam pembelajaran sains.

Indikasi hubungan yang lemah antara konsistensi konseptual dan tingkat keyakinan ($r=0,183$), semakin menegaskan bahwa keyakinan mahasiswa calon guru fisika tidak memiliki hubungan linear yang kuat dengan ketepatan pemahaman konsep optik. Hasil ini menunjukkan bahwa peningkatan keyakinan tidak selalu diikuti oleh peningkatan konsistensi jawaban yang benar, sehingga keyakinan tinggi justru berpotensi menutupi keberadaan miskonsepsi yang persisten. Dalam konteks pendidikan calon guru, temuan ini memiliki implikasi penting karena *overconfidence* pada konsep dasar fisika dapat berdampak pada proses pembelajaran di kelas di masa depan. Oleh karena itu, hasil penelitian ini menegaskan urgensi penggunaan instrumen diagnostik yang tidak hanya mengukur jawaban benar-salah, tetapi juga tingkat keyakinan, sebagai dasar untuk merancang intervensi pembelajaran yang lebih menekankan kesadaran metakognitif dan koreksi miskonsepsi secara konseptual.

Tingginya tingkat keyakinan ini menjadi temuan penting karena keyakinan yang tidak terkalibrasi dengan akurasi konseptual dapat menjadi penghambat perubahan konsepsi.

Individu yang memiliki keyakinan tinggi terhadap pemahaman yang keliru cenderung kurang terbuka terhadap umpan balik korektif, sehingga miskonsepsi menjadi lebih resisten (Caleon & Subramaniam, 2010).

Hubungan Konsistensi Konseptual dan Tingkat Keyakinan: Fenomena *Overconfidence Misconception*

Untuk mengungkap proporsi mahasiswa pada tiap kategori, perlu dilakukan tabulasi silang antara konsistensi konseptual dan tingkat keyakinan. Tabel 4 menyajikan distribusi silang hubungan antara konsistensi konseptual dengan tingkat keyakinan mahasiswa calon guru.

Tabel 4. Hubungan Konsistensi Konseptual dan Tingkat Keyakinan Mahasiswa pada Materi Optik

	HC (%)	LC (%)	Total (%)
Consistent Scientific (CS)	1145 (62)	114 (6)	1259 (68)
Inconsistent (CI)	128 (7)	49 (3)	177 (10)
Consistent Misconception (CM)	340 (18)	74 (4)	414 (22)
Total	1613 (87)	237 (13)	1850 (100)

Tabulasi silang antara konsistensi konseptual dan tingkat keyakinan mahasiswa pada materi optik mengungkap bahwa sebagian besar mahasiswa memiliki pemahaman konseptual yang benar dan diyakini kuat yakni sebesar 62% respon. Meskipun demikian berdasarkan tabel di atas, sebesar 18% dari seluruh respon berada pada kategori CM dengan HC. Dengan kata lain, sebagian besar dari total respon yang berada pada kategori tersebut memiliki miskonsepsi disertai oleh tingkat keyakinan yang tinggi. Keberadaan kelompok ini menjadi signifikan secara pedagogis karena menunjukkan adanya mahasiswa yang mempertahankan pemahaman konseptual yang keliru dengan tingkat keyakinan yang tinggi. Kondisi inilah yang menjadi fokus pembahasan fenomena *overconfidence misconception* dalam penelitian ini.

Miskonsepsi yang disertai tingkat keyakinan tinggi tersebut tidak bersifat acak, melainkan berkaitan dengan konsep-konsep tertentu pada materi optik. Dalam konteks penelitian ini, fenomena tersebut terutama tercermin pada kesulitan mahasiswa dalam memahami karakteristik pembentukan bayangan pada cermin cekung, khususnya terkait peran titik fokus dan perubahan sifat bayangan. Meskipun jumlahnya tidak dominan, miskonsepsi dengan keyakinan tinggi ini bersifat kritis karena berpotensi terbawa ke dalam praktik pembelajaran ketika mahasiswa berperan sebagai guru di masa mendatang.

Fenomena *overconfidence misconception* yang teridentifikasi dalam penelitian ini memiliki basis neurologis dan kognitif yang kuat. Temuan ini mengindikasikan bahwa *overconfidence* bukan sekadar masalah epistemologis, tetapi juga terkait dengan defisit awareness metakognitif yang dapat menghambat keterampilan self-regulation. Mahasiswa yang *overconfidence* cenderung tidak menyadari defisit mereka dan akibatnya tidak mempersiapkan diri secara memadai, yang pada gilirannya meningkatkan probabilitas performa yang buruk (Morphew, 2021). Studi sebelumnya menunjukkan bahwa keyakinan yang kuat terhadap pemahaman keliru dapat menghambat proses konflik kognitif yang diperlukan untuk terjadinya perubahan konsep (Galili & Hazan, 2000). Dari perspektif pengukuran metakognisi, korelasi rendah antara konsistensi konseptual dan tingkat keyakinan ($r = 0,183$) yang ditemukan dalam penelitian ini konsisten dengan literatur yang menunjukkan bahwa ukuran korelasi sederhana seperti phi dan gamma dapat terkontaminasi oleh bias metakognitif, sehingga tidak sepenuhnya mencerminkan sensitivitas metakognitif yang sesungguhnya (Fleming & Lau, 2014).

Fenomena ini memiliki implikasi pedagogis yang sangat signifikan, khususnya dalam konteks pendidikan calon guru fisika. Miskonsepsi yang disertai keyakinan tinggi berpotensi ditransfer secara langsung kepada peserta didik karena calon guru tidak menyadari adanya kesalahan konseptual dalam pemahamannya sendiri (Yuberti et al., 2020). Temuan ini memperluas hasil penelitian sebelumnya yang mengidentifikasi miskonsepsi menggunakan FTDT, namun belum mengaitkannya secara kuantitatif dengan tingkat keyakinan mahasiswa (Fenditasari et al., 2020).

Sebaliknya, keberadaan kategori CS dengan LC menunjukkan bahwa sebagian mahasiswa memiliki pemahaman yang benar tetapi belum yakin terhadap konsep yang dikuasainya. Kondisi ini mengindikasikan adanya ketidakseimbangan antara kompetensi konseptual dan akurasi metakognitif, yang juga perlu mendapatkan perhatian dalam proses pembelajaran.

Analisis Korelasi antara Konsistensi Konseptual dan Tingkat Keyakinan

Hasil uji korelasi Spearman menunjukkan adanya hubungan positif yang signifikan namun lemah antara konsistensi konseptual dan tingkat keyakinan mahasiswa ($r = 0,183$; $p < 0,01$). Nilai korelasi yang rendah ini mengindikasikan bahwa tingkat keyakinan mahasiswa tidak sepenuhnya mencerminkan kualitas pemahaman konseptual yang dimiliki.

Temuan ini menunjukkan adanya disosiasi antara kompetensi konseptual dan akurasi metakognitif mahasiswa. Dengan kata lain, mahasiswa belum sepenuhnya mampu menilai secara tepat apakah pemahaman yang dimilikinya benar atau keliru. Hasil ini sejalan dengan temuan sebelumnya yang menunjukkan bahwa *self-efficacy* atau keyakinan diri tidak selalu berkorelasi kuat dengan capaian konseptual dalam pembelajaran fisika (Hayati et al., 2021).

Secara teoretis, hasil ini memperkuat argumen bahwa asesmen diagnostik berbasis multi-tier tidak cukup hanya mengidentifikasi benar atau salahnya jawaban, tetapi juga perlu mengungkap dimensi keyakinan untuk memperoleh gambaran pemahaman konseptual yang lebih utuh. FTDT, dalam konteks ini, terbukti mampu mengungkap kompleksitas hubungan antara pemahaman konseptual dan keyakinan mahasiswa.

Implikasi Teoritis dan Pedagogis

Temuan penelitian ini memiliki beberapa implikasi penting. Secara teoretis, penelitian ini memperluas kajian FTDT dengan menunjukkan bahwa konsistensi konseptual tidak selalu berbanding lurus dengan tingkat keyakinan mahasiswa. Temuan penelitian ini memperkuat urgensi penggunaan instrumen diagnostik berlapis dalam pembelajaran fisika. Hal ini menunjukkan bahwa FTDT efektif dalam mengidentifikasi miskonsepsi yang tidak dapat terdeteksi melalui tes konvensional, karena mampu memisahkan antara ketidaktahuan konsep dan miskonsepsi yang disertai keyakinan tertentu. Hal ini menegaskan perlunya integrasi analisis metakognitif dalam asesmen diagnostik pemahaman konsep fisika.

Temuan mengenai dominasi miskonsepsi yang disertai tingkat keyakinan tinggi juga dilaporkan dalam penelitian lain pada mahasiswa sains, yang menunjukkan bahwa ketidaksesuaian antara pemahaman konseptual dan keyakinan merupakan permasalahan umum dalam pendidikan tinggi sains (Pasaribu et al., 2023). Hal ini memperkuat argumen bahwa asesmen diagnostik perlu mengintegrasikan dimensi metakognitif secara eksplisit.

Secara pedagogis, temuan ini mengindikasikan bahwa penanganan miskonsepsi perlu dilakukan secara diferensial. Mahasiswa pada kategori CM dengan HC memerlukan intervensi pembelajaran berbasis konflik kognitif yang intensif, sementara mahasiswa

dengan miskonsepsi namun tingkat keyakinan rendah lebih sesuai ditangani melalui rekonstruksi konseptual bertahap dengan dukungan *scaffolding*. Adapun mahasiswa dengan pemahaman benar namun keyakinan rendah memerlukan penguatan melalui umpan balik positif dan validasi konseptual. Pendekatan pembelajaran semacam ini menekankan penciptaan konflik kognitif dan rekonstruksi pemahaman konseptual secara sistematis melalui proses perubahan konsep (Makhrus et al., 2018).

Implikasi pedagogis dari temuan ini sejalan dengan tren penggunaan model perubahan konseptual dalam pembelajaran fisika yang telah dianalisis secara sistematis. Penelitian menunjukkan bahwa model perubahan konseptual efektif diterapkan pada berbagai topik fisika, termasuk optik, mekanika, termodinamika, dan listrik magnet, dengan fokus utama pada peningkatan pemahaman konseptual siswa dan identifikasi miskonsepsi (Wati et al., 2025). Lebih lanjut, penggunaan teknologi digital dalam pembelajaran fisika, termasuk *e-rebuttal texts*, terbukti dapat mengatasi miskonsepsi dengan lebih efektif dibandingkan metode konvensional (Suhandi et al., 2025). Model pembelajaran interaktif berbasis simulasi komputer telah terbukti efektif dalam memfasilitasi perubahan konseptual pada topik fisika yang abstrak (Kaniawati et al., 2021). Hal ini disebabkan oleh kemampuan media digital untuk memvisualisasikan konsep abstrak, menyediakan konflik kognitif yang terstruktur, dan memfasilitasi proses rekonstruksi model mental mahasiswa melalui prediksi, observasi, dan penjelasan ilmiah yang terintegrasi. Meta-analisis terbaru menegaskan bahwa strategi perubahan konseptual terbukti efektif dalam pembelajaran sains ketika dirancang dengan mempertimbangkan karakteristik miskonsepsi yang spesifik (Pacaci et al., 2024). Dalam konteks pembelajaran calon guru fisika, strategi intervensi yang dirancang untuk menangani *overconfidence misconception* perlu mencakup tidak hanya penguatan konseptual, tetapi juga pelatihan kalibrasi metakognitif agar mahasiswa mampu menilai secara akurat tingkat pemahaman mereka sendiri (Lichtenberger et al., 2025). Pengembangan lebih lanjut dapat mengintegrasikan model pembelajaran kolaboratif dan diskusi kelompok untuk memfasilitasi proses refleksi metakognitif yang lebih mendalam.

SIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa secara umum mahasiswa Pendidikan Fisika telah memiliki konsistensi konseptual yang cukup baik pada materi optik, ditunjukkan oleh dominasi kategori CS. Namun demikian, masih ditemukan proporsi miskonsepsi yang signifikan, terutama pada subtopik cermin cekung, yang mengindikasikan adanya kerentanan konseptual yang persisten meskipun mahasiswa telah menempuh pembelajaran formal optik. Tingkat keyakinan mahasiswa didominasi oleh kategori HC, termasuk pada respon yang tergolong miskonsepsi. Temuan ini mengungkap adanya fenomena *overconfidence misconception*, yaitu kondisi ketika mahasiswa memiliki pemahaman konseptual yang keliru namun disertai tingkat keyakinan yang tinggi. Fenomena ini menjadi temuan krusial mengingat subjek penelitian merupakan calon guru fisika yang berpotensi mentransfer miskonsepsi tersebut dalam praktik pembelajaran di sekolah. Hasil uji korelasi Spearman menunjukkan adanya hubungan positif yang signifikan namun lemah antara konsistensi konseptual dan tingkat keyakinan mahasiswa. Temuan ini mengindikasikan bahwa tingkat keyakinan tidak selalu mencerminkan akurasi pemahaman konseptual, sehingga analisis pemahaman konsep yang hanya didasarkan pada jawaban benar-salah berpotensi menghasilkan interpretasi yang tidak utuh. Secara keseluruhan, penelitian ini memberikan dukungan empiris bahwa FTDT dapat digunakan sebagai salah satu alternatif instrumen diagnostik untuk mengidentifikasi konsistensi konseptual dan tingkat keyakinan mahasiswa secara simultan pada materi optik. Kontribusi utama

penelitian ini adalah penyediaan bukti empiris mengenai fenomena *overconfidence misconception* pada konteks pendidikan calon guru fisika serta identifikasi subtopik optik yang memerlukan perhatian prioritas dalam pembelajaran. Temuan ini merekomendasikan perlunya strategi pembelajaran dan asesmen yang tidak hanya menargetkan perbaikan konsepsi, tetapi juga kalibrasi tingkat keyakinan mahasiswa terhadap pemahamannya sendiri.

Pada penelitian ini terdapat keterbatasan yang perlu diakui. Pertama, jumlah subjek yang relatif terbatas (37 mahasiswa) dari satu institusi membatasi generalisasi temuan secara lebih luas. Kedua, analisis korelasi yang dilakukan pada level respon butir (*item-level response*) bersifat agregat dan tidak dapat diinterpretasikan sebagai korelasi pada tingkat individu mahasiswa. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan agar melibatkan sampel yang lebih besar dan beragam dari beberapa institusi guna meningkatkan keterwakilan temuan. Selain itu, integrasi metode kualitatif seperti wawancara berbasis *think-aloud* dapat dilakukan untuk mengeksplorasi sumber dan struktur miskonsepsi secara lebih mendalam. Lebih lanjut, perancangan dan pengujian intervensi pembelajaran berbasis konflik kognitif yang secara spesifik menargetkan *overconfidence misconception* pada subtopik cermin cekung direkomendasikan sebagai tindak lanjut dari temuan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Azwar, S. (2021). *Reliabilitas dan Validitas*. Pustaka Pelajar.
- Budiyono, A., Mulyadi, S. A., Wildani, A., Pertiwi, N. A. S., & Alatas, F. (2025). Mapping the Evolution of Tiered Diagnostic Instruments for Identifying Students' Misconceptions in Physics: A Systematic Review of Indonesian Research (2015–2025). *Jurnal Pendidikan Fisika*, 13(2), 225–242. <https://doi.org/10.26618/jpf.v13i2.17879>
- Caleon, I. S., & Subramaniam, R. (2010). Do Students Know What They Know and What They Don't Know? Using a Four-Tier Diagnostic Test to Assess the Nature of Students' Alternative Conceptions. *Research in Science Education*, 40(3), 313–337. <https://doi.org/10.1007/s11165-009-9122-4>
- Caleon, I., & Subramaniam, R. (2010). Development and Application of a Three-Tier Diagnostic Test to Assess Secondary Students' Understanding of Waves. *International Journal of Science Education*, 32(7), 939–961. <https://doi.org/10.1080/09500690902890130>
- Çelikkanlı, N. Ö., & Kızılcık, H. Ş. (2022). A Review of Studies About Four-Tier Diagnostic Tests in Physics Education. *Journal of Turkish Science Education*, 19(4), 1291–1311. <https://doi.org/10.36681/tused.2022.175>
- Ceuppens, S., Deprez, J., Dehaene, W., & De Cock, M. (2018). Tackling Misconceptions in Geometrical Optics. *Physics Education*, 53(4), 045020. <https://doi.org/10.1088/1361-6552/aac604>
- Desstya, A., Sayekti, I. C., Abduh, M., & Sukartono, S. (2025). Development of A Four-Tier Diagnostic Test for Misconceptions in Natural Science of Primary School Pupils. *Journal of Turkish Science Education*, 22(2), 338–353. <https://doi.org/10.36681/tused.2025.017>
- Fenditasari, K., Jumadi, Istiyono, E., & Hendra. (2020). Identification of Misconceptions on Heat and Temperature Among Physics Education Students Using Four-Tier Diagnostic Test. *Journal of Physics: Conference Series*, 1470(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1470/1/012055>

- Fleming, S. M., & Lau, H. C. (2014). How to Measure Metacognition. *Frontiers in Human Neuroscience*, 8, 443. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2014.00443>
- Fraenkel, J. R., Wallen, N. E., & Hyun, H. H. (2022). *How to Design and Evaluate Research in Education*. McGraw-Hill Education.
- Galili, I., & Hazan, A. (2000). Learners' Knowledge in Optics: Interpretation, Structure and Analysis. *International Journal of Science Education*, 22(1), 57–88. <https://doi.org/10.1080/095006900290000>
- Goldberg, F. M., & McDermott, L. C. (1987). An Investigation of Student Understanding of The Real Image Formed by A Converging Lens or Concave Mirror. *American Journal of Physics*, 55(2), 108–119. <https://doi.org/10.1119/1.15254>
- Gurel, D. K., Eryilmaz, A., & McDermott, L. C. (2015). A Review and Comparison of Diagnostic Instruments to Identify Students' Misconceptions in Science. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 11(5), 989–1008. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2015.1369a>
- Handayani, S. L., Rukmana, D. (2018). Perbandingan Miskonsepsi Mahasiswa Pgsd Uhamka Materi Optik Geometri. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 5(1), 44–56. <https://jurnal.unissula.ac.id/index.php/pendas/article/view/2727>
- Hayati, N., Junus, M., Riskan Qadar, (2021). Studi Analisis Hubungan Self-Efficacy Dengan Hasil Belajar. *Jurnal Literasi Pendidikan Fisika (JLPPF)*, 2(1), 83–91. <http://jurnal.fkip.unmul.ac.id/index.php/JLPPF>
- Kaltakci-Gurel, D. (2023). Exploring Pre-Service Teachers' Conceptual Understanding and Confidence in Geometrical Optics: A Focus on Gender and Prior Course Achievement. *Education Sciences*, 13(5), 452. <https://doi.org/10.3390/educsci13050452>
- Kaltakci-Gurel, D., Eryilmaz, A., & McDermott, L. C. (2016). Identifying Pre-Service Physics Teachers' Misconceptions and Conceptual Difficulties About Geometrical Optics. *European Journal of Physics*, 37(4), 045705. <https://doi.org/10.1088/0143-0807/37/4/045705>
- Kaltakci-Gurel, D., Eryilmaz, A., & McDermott, L. C. (2017). Development and Application of A Four-Tier Test to Assess Pre-Service Physics Teachers' Misconceptions About Geometrical Optics. *Research in Science & Technological Education*, 35(2), 238–260. <https://doi.org/10.1080/02635143.2017.1310094>
- Kaniawati, I., Maulidina, W. N., Novia, H., Suyana, I., Samsudin, A., Aminudin, A. H., & Suhendi, E. (2021). Implementation of Interactive Conceptual Instruction (ICI) Learning Model Assisted by Computer Simulation: Impact of Students' Conceptual Changes on Force and Vibration. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (IJET)*, 16(22), 167–188. <https://doi.org/10.3991/ijet.v16i22.25465>
- Lichtenberger, A., Hofer, S. I., Stern, E., & Vaterlaus, A. (2025). Enhanced Conceptual Understanding Through Formative Assessment: Results of a Randomized Controlled Intervention Study in Physics Classes. *Educational Assessment, Evaluation and Accountability*, 37(1), 5–33. <https://doi.org/10.1007/s11092-024-09445-6>
- Ma, H., Yang, H., Li, C., Ma, S., & Li, G. (2025). The Effectiveness and Sustainability of Tier Diagnostic Technologies for Misconception Detection in Science Education: A Systematic Review. *Sustainability*, 17(7), 3145. <https://doi.org/10.3390/su17073145>
- Makhrus, M., Widodo, W., & Agustini, R. (2018). Efektifitas Model Pembelajaran CCM-CCA untuk Memfasilitasi Perubahan Konsep Gaya pada Mahasiswa. *Jurnal*

- Pendidikan Fisika dan Teknologi*, 4(2), 253–261.
<https://doi.org/10.29303/jpft.v4i2.810>
- Morphew, J. W. (2021). Changes in Metacognitive Monitoring Accuracy in an Introductory Physics Course. *Metacognition and Learning*, 16(1), 89–111.
<https://doi.org/10.1007/s11409-020-09239-3>
- Ozdemir, E., Coramik, M., & Urek, H. (2020). Determination of Conceptual Understanding Levels Related to Optics Concepts: The Case of Opticianry. *International Journal of Education in Mathematics*, 8(1), 53–64. <https://doi.org/10.46328/ijemst.v8i1.728>
- Pacaci, C., Ustun, U., & Ozdemir, O. F. (2024). Effectiveness of Conceptual Change Strategies in Science Education: A Meta-Analysis. *Journal of Research in Science Teaching*, 61(6), 1263–1325. <https://doi.org/10.1002/tea.21887>
- Palacios, F. J. P., Cazorla, F. N., & Madrid, A. C. (1989). Misconceptions on Geometric Optics and Their Association With Relevant Educational Variables. *International Journal of Science Education*, 11(3), 273–286.
<https://doi.org/10.1080/0950069890110304>
- Pasaribu, M., Nurjannah, N., & Miftah, M. (2023). Misconception Level Analysis of Prospective Physics Teacher Students in Geometric Optic Using Multiple-Misconception Revealing Test. *International Journal of Research and Innovation in Social Science*, 7(7), 702–720. <https://doi.org/10.47772/IJRIS.2023.70755>
- Pratama, D. (2025). A Reduction in Undergraduate Misconceptions on AC Circuits through Interactive Simulations. *Kasuari: Physics Education Journal (KPEJ)*, 8(1), 272–284. <https://doi.org/https://doi.org/10.37891/kpej.v8i1.947>
- Qadar, R., Haryanto, Z., Subagiyo, L., Junus, M., & Syam, M. (2022). Indonesian Science Teachers' Ability to Design Scientific Literacy Test. *International Journal of STEM Education for Sustainability*, 2(1), 133–139. <https://doi.org/10.53889/ijses.v2i1.52>
- Resbiantoro, G., Setiani, R., & Dwikoranto. (2022). A Review of Misconception in Physics: The Diagnosis, Causes, and Remediation. *Journal of Turkish Science Education*, 19(2), 403–427. <https://doi.org/10.36681/tused.2022.128>
- Sholikah, A., Febriyanti, D. S., & Kurniawan, B. R. (2020). Analisis Miskonsepsi Mahasiswa Calon Guru Fisika Menggunakan Quizziz Pada Pokok Bahasan Optika Geometri. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika*, 11(1), 27–36.
<https://doi.org/10.26877/jp2f.v11i1.4152>
- Sugiyono. (2019). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.
- Suhandi, A., Samsudin, A., Fratiwi, N. J., Nurdini, N., Feranie, S., Purwanto, M. G., Linuwih, S., & Coştu, B. (2025). Altering Misconceptions: How E-Rebuttal Texts on Newton's Laws Reconstructs Students' Mental Models. *Frontiers in Education*, 10. <https://doi.org/10.3389/educ.2025.1472385>
- Sukariasih, L., Yuris, M. (2024). Identifikasi Miskonsepsi Siswa Kelas XI pada Konsep Fluida Statis dengan Menggunakan Four-Tier Diagnostic Test di SMA Negeri 2 Kendari. *Jurnal Penelitian Pendidikan Fisika*, 9(3), 159–166.
<https://doi.org/10.36709/jipfi.v9i3.131>
- Sweller, J. (2011). Cognitive Load Theory. In J. L. Plass, R. Moreno, & R. Brünken (Eds.), *Cognitive Load Theory* (pp. 37–76). Cambridge University Press.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-387691-1.00002-8>
- Taqwa, M. R. A., Hidayat, A., Sutopo, S. (2017). Konsistensi Pemahaman Konsep Kecepatan dalam Berbagai Representasi. *Jurnal Riset dan Kajian Pendidikan Fisika*, 4(1), 31–39. <https://doi.org/10.12928/Jrkpf.V4i1.6469>
- Utama, R., Mustava, O., Toifur, M., & Farah Dina, D. (2025). Exploring Misconceptions of Light and Shadow Formation among Senior High School Students: A Qualitative

Study in Physics Education. *Kasuari: Physics Education Journal (KPEJ)*, 8(2), 370–379. <https://doi.org/10.37891/kpej.v8i2.1028>

- Wati, E., Samsudin, A., Saepuzaman, D., & Sozbilir, M. (2025). Trend of Applying the Conceptual Change Model in Physics Learning: Systematic Literature Review. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika Al-Biruni*, 14(1), 131–143. <https://doi.org/10.24042/jipfalbiruni.v14i1.26130>
- Yuberti, Y., Suryani, Y., & Kurniawati, I. (2020). Four-Tier Diagnostic Test with Certainty of Response Index to Identify Misconception in Physics. *Indonesian Journal of Science and Mathematics Education*, 3(2), 245–253. <https://doi.org/10.24042/ijsme.v3i2.6061>