ANALISIS MISKONSEPSI SISWA PADA MATERI MOMENTUM DAN IMPULS MENGGUNAKAN INSTRUMEN *FOUR-TIER DIAGNOSTIC TEST* BERBASIS MULTIREPRESENTASI

M. Fadhil Raga Ananda [1*], Maison [2], M. Furqon [3]
[1,2,3]Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jambi. Indonesia
**Corresponding Author:* fadhiljbi168@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis miskonsepsi siswa pada materi momentum dan impuls menggunakan instrumen *Four-Tier Diagnostic Test* berbasis multirepresentasi. Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif dengan sampel sebanyak 100 siswa kelas X SMA Negeri 3 Kota Jambi yang telah mempelajari materi momentum dan impuls. Instrumen penelitian berupa *Four-Tier Diagnostic Test* berbasis multirepresentasi yang terdiri atas empat tingkat respons, yaitu jawaban konsep, tingkat keyakinan terhadap jawaban, alasan pemilihan jawaban, dan tingkat keyakinan terhadap alasan. Data dianalisis dengan mengelompokkan respons siswa ke dalam lima kategori konsepsi, yaitu *Scientific Conception* (SC), *Misconception* (MSC), *Lack of Knowledge* (LK), *False Positive* (FP), dan *False Negative* (FN). Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada representasi makroskopik diperoleh persentase SC sebesar 39%, MSC 30%, LK 21%, FP 6%, dan FN 4%. Sementara itu, pada representasi simbolik diperoleh persentase SC sebesar 28%, MSC 25%, LK 30%, FP 9%, dan FN 8%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa siswa lebih mudah memahami konsep melalui fenomena nyata dibandingkan representasi simbolik. Oleh karena itu, penggunaan *Four-Tier Diagnostic Test* berbasis multirepresentasi dapat mengidentifikasi miskonsepsi siswa secara lebih akurat dan komprehensif.

Kata Kunci: Miskonsepsi, Momentum Impuls, Four-tier Diagnostic Test, Multirepresentasi

ABSTRACT

This study aims to analyze students' misconceptions on momentum and impulse using a multi-representation-based Four-Tier Diagnostic Test instrument. This study uses a quantitative descriptive method with a sample of 100 grade X students of SMA Negeri 3 Jambi City who have studied momentum and impulse materials. The research instrument is a multi-representation-based Four-Tier Diagnostic Test consisting of four levels of response, namely conceptual answers, level of confidence in the answer, reasons for choosing the answer, and level of confidence in the reason. Data were analyzed by grouping student responses into five categories of conception, namely Scientific Conception (SC), Misconception (MSC), Lack of Knowledge (LK), False Positive (FP), and False Negative (FN). The results showed that in macroscopic representations, the percentage of SC was 39%, MSC 30%, LK 21%, FP 6%, and FN 4%. Meanwhile, in symbolic representations, the percentage of SC was 28%, MSC 25%, LK 30%, FP 9%, and FN 8%. These results indicate that students understand concepts more easily through real-world phenomena than through symbolic representations. Therefore, the use of a multi-representation-based Four-Tier Diagnostic Test can identify student misconceptions more accurately and comprehensively.

Keywords: Misconceptions, Momentum Impulse, Four-tier Diagnostic Test, Multirepresentation

PENDAHULUAN

Pendidikan fisika memiliki peran penting dalam membentuk peserta didik yang mampu berpikir ilmiah, logis, dan kritis dalam memahami fenomena alam di sekitarnya. Dalam pembelajaran fisika, pemahaman konsep merupakan aspek fundamental karena menjadi dasar bagi siswa dalam menjelaskan berbagai fenomena fisika serta menerapkan prinsip-prinsip ilmiah dalam kehidupan sehari-hari. Siswa yang memiliki pemahaman konsep yang baik tidak hanya mampu menghafal rumus, tetapi juga mampu menafsirkan makna fisis dari suatu konsep, menghubungkan berbagai prinsip fisika secara terpadu, serta menginterpretasikan hubungan antarvariabel dalam suatu peristiwa fisika (Citra et al., 2020). Oleh karena itu, keberhasilan pembelajaran fisika seharusnya tidak hanya diukur dari kemampuan siswa dalam menyelesaikan soal secara matematis, tetapi juga dari kedalaman pemahaman konsep yang dimiliki siswa (Joy et al., 2023).

Pentingnya pemahaman konsep dalam pembelajaran fisika juga ditegaskan dalam kebijakan pendidikan nasional melalui Kurikulum Merdeka. Dokumen Capaian Pembelajaran (CP) Fisika SMA/MA yang diterbitkan oleh Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan (BSKAP, 2024) menyatakan bahwa peserta didik diharapkan mampu memahami konsep, hukum, dan prinsip fisika serta mengaitkannya dengan fenomena alam dan perkembangan teknologi. Selain itu, peserta didik juga diarahkan untuk mengembangkan kemampuan berpikir ilmiah, bernalar logis, serta menunjukkan sikap ilmiah seperti rasa ingin tahu, ketelitian, dan tanggung jawab terhadap lingkungan. Dengan demikian, pemahaman konsep menjadi landasan penting bagi peserta didik dalam mengomunikasikan gagasan berbasis bukti serta menerapkan prinsip fisika secara kreatif dalam berbagai konteks pembelajaran.

Namun demikian, berbagai penelitian menunjukkan bahwa pemahaman konsep fisika siswa masih relatif rendah dan sering disertai dengan munculnya miskonsepsi. Miskonsepsi merupakan pemahaman yang tidak sesuai dengan konsep ilmiah yang sebenarnya dan sering muncul akibat pengalaman sehari-hari, penafsiran yang keliru terhadap fenomena alam, maupun proses pembelajaran yang kurang tepat (Gurel et al., 2015). Menurut Suparno (2013) miskonsepsi bersifat persisten karena telah terinternalisasi dalam struktur kognitif siswa sehingga sulit diubah melalui pembelajaran konvensional. Selain itu, perubahan konsep dalam pembelajaran sains merupakan proses yang kompleks karena melibatkan restrukturisasi pengetahuan awal siswa (Treagust & Duit, 2008). Jika tidak segera diidentifikasi dan diperbaiki, miskonsepsi dapat menghambat perkembangan pemahaman konseptual siswa serta mempengaruhi pemahaman terhadap konsep fisika yang lebih kompleks. Bahkan, miskonsepsi dapat menyebabkan siswa menolak konsep ilmiah yang benar karena bertentangan dengan pemahaman awal yang telah tertanam dalam pikirannya. Penelitian di Indonesia juga menunjukkan bahwa tingkat miskonsepsi siswa pada berbagai konsep fisika masih tergolong tinggi sehingga memerlukan upaya identifikasi secara sistematis melalui instrumen yang tepat (Amalia et al., 2025; Maison et al., 2020).

Dalam konteks pembelajaran fisika, salah satu materi yang sering menimbulkan miskonsepsi adalah momentum dan impuls. Konsep ini merupakan bagian penting dari mekanika yang menjadi dasar dalam memahami hukum kekekalan momentum serta fenomena tumbukan. Meskipun konsep momentum dan impuls memiliki banyak penerapan dalam kehidupan sehari-hari, berbagai penelitian menunjukkan bahwa siswa masih

mengalami kesulitan dalam memahami hubungan antara gaya, waktu, impuls, dan perubahan momentum (Silitonga et al., 2019; Kaniawati et al., 2021). Beberapa miskonsepsi yang sering ditemukan antara lain anggapan bahwa impuls sama dengan gaya sesaat, kesalahan dalam memahami hubungan antara gaya dan waktu tumbukan, serta ketidakmampuan menghubungkan konsep momentum dengan hukum kekekalan momentum dalam suatu sistem (Mahardika et al., 2020; Paramita & Jauhariyah, 2024). Penelitian lain juga menunjukkan bahwa siswa cenderung hanya menguasai aspek matematis tanpa memahami makna konseptual dari konsep momentum dan impuls (Joy et al., 2023; Setiani et al., 2023).

Berdasarkan hasil observasi awal dan wawancara dengan guru fisika di SMA Negeri 3 Kota Jambi, diketahui bahwa siswa masih mengalami kesulitan dalam memahami konsep momentum dan impuls, terutama pada hubungan antara gaya, impuls, dan perubahan momentum pada peristiwa tumbukan. Guru juga menyatakan bahwa sebagian besar siswa cenderung menghafal rumus tanpa memahami makna fisis dari konsep yang dipelajari. Selain itu, hasil evaluasi pembelajaran menunjukkan bahwa masih banyak siswa yang melakukan kesalahan konseptual ketika menyelesaikan soal berbasis penalaran. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa pemahaman konsep siswa pada materi momentum dan impuls masih belum optimal sehingga diperlukan instrumen diagnostik yang mampu mengidentifikasi miskonsepsi siswa secara lebih mendalam.

Untuk mengidentifikasi bentuk miskonsepsi yang dialami siswa, diperlukan suatu instrumen evaluasi yang mampu mengungkap struktur pengetahuan siswa secara lebih mendalam. Tes diagnostik merupakan salah satu instrumen yang dirancang untuk mengetahui kekuatan dan kelemahan pemahaman siswa terhadap suatu konsep sehingga dapat menjadi dasar bagi guru dalam merancang tindak lanjut pembelajaran yang tepat. Pengembangan instrumen diagnostik bertingkat telah banyak dilakukan untuk meningkatkan akurasi identifikasi miskonsepsi dalam pembelajaran sains (Treagust, 1988; Caleon & Subramaniam, 2010; Istiyono et al., 2023). Bahkan, perkembangan terbaru menunjukkan adanya inovasi instrumen hingga tingkat lima (*five-tier*) yang mampu memberikan informasi lebih detail mengenai pemahaman dan keyakinan siswa (Awwalin & Nugroho, 2024). Berbagai penelitian menunjukkan bahwa instrumen diagnostik bertingkat seperti *two-tier test*, *three-tier test*, maupun *four-tier diagnostic test* lebih efektif dalam mendeteksi miskonsepsi dibandingkan tes pilihan ganda konvensional (Gurel et al., 2015).

Four-tier diagnostic test merupakan pengembangan dari instrumen diagnostik sebelumnya yang terdiri dari empat tingkat respons, yaitu jawaban konsep, tingkat keyakinan terhadap jawaban, alasan pemilihan jawaban, serta tingkat keyakinan terhadap alasan tersebut (Caleon & Subramaniam, 2010; Fariyani, 2015). Struktur ini memungkinkan peneliti memperoleh informasi yang lebih komprehensif mengenai pola berpikir siswa. Dengan adanya tingkat keyakinan pada jawaban dan alasan, instrumen ini dapat membedakan antara siswa yang benar-benar memahami konsep, siswa yang mengalami miskonsepsi, serta siswa yang menjawab secara kebetulan. Penelitian terbaru juga menunjukkan bahwa instrumen *four-tier* berbasis analisis Rasch memiliki validitas dan reliabilitas yang tinggi dalam mengidentifikasi miskonsepsi siswa (Amalia et al., 2025; Istiyono et al., 2023). Oleh karena itu, penggunaan *four-tier diagnostic test* mampu mengidentifikasi miskonsepsi siswa secara lebih akurat dibandingkan tes konvensional (Rusilowati et al., 2024; Hanifah & Ermawati, 2019).

Selain penggunaan instrumen diagnostik yang tepat, pemahaman konsep fisika juga berkaitan erat dengan kemampuan siswa dalam menggunakan berbagai bentuk representasi. Dalam pembelajaran fisika, suatu konsep dapat disajikan melalui berbagai bentuk representasi seperti representasi verbal, matematis, grafik, maupun diagram. Representasi dalam pembelajaran sains umumnya melibatkan tiga tingkat utama, yaitu representasi makroskopik, mikroskopik, dan simbolik. Integrasi ketiga bentuk representasi tersebut memungkinkan siswa memahami konsep fisika secara lebih utuh. Pendekatan multirepresentasi memungkinkan siswa memahami suatu konsep dari berbagai sudut pandang sehingga dapat memperkuat pemahaman konseptual serta membantu mengurangi miskonsepsi (Ainsworth, 2006). Penelitian menunjukkan bahwa penggunaan multirepresentasi dalam pembelajaran maupun instrumen evaluasi mampu meningkatkan kemampuan pemahaman konsep dan memberikan gambaran yang lebih komprehensif terhadap struktur pengetahuan siswa (Khotimah & Fariyani, 2025; Silaen et al., 2019).

Beberapa penelitian terdahulu telah mengembangkan berbagai instrumen diagnostik untuk mengidentifikasi miskonsepsi siswa. Treagust (1988) mengembangkan *two-tier diagnostic test* yang memungkinkan peneliti mengidentifikasi miskonsepsi melalui kombinasi jawaban dan alasan siswa. Pengembangan lebih lanjut dilakukan melalui *four-tier diagnostic test* yang menambahkan tingkat keyakinan terhadap jawaban dan alasan siswa sehingga mampu meningkatkan akurasi identifikasi miskonsepsi (Caleon & Subramaniam, 2010). Penelitian lain menunjukkan bahwa penggunaan instrumen diagnostik berbasis multirepresentasi mampu mengungkap profil pemahaman siswa secara lebih detail (Silaen et al., 2019). Selain itu, penelitian oleh Paramita & Jauhariyah (2024) dan Rusilowati et al., (2024) menunjukkan bahwa instrumen *four-tier* efektif digunakan untuk menganalisis miskonsepsi pada materi momentum dan impuls.

Meskipun berbagai penelitian telah mengembangkan instrumen diagnostik untuk mengidentifikasi miskonsepsi siswa, sebagian besar penelitian masih memiliki keterbatasan dalam mengintegrasikan pendekatan multirepresentasi secara optimal dalam instrumen yang digunakan. Selain itu, penelitian terkait penggunaan *four-tier diagnostic test* berbasis multirepresentasi pada materi momentum dan impuls masih relatif terbatas, khususnya pada konteks pembelajaran di Indonesia. Penelitian ini berbeda dari penelitian sebelumnya karena mengintegrasikan *four-tier diagnostic test* dengan pendekatan multirepresentasi pada materi momentum dan impuls secara simultan melalui representasi makroskopik dan simbolik. Selain mengidentifikasi jawaban dan alasan siswa, penelitian ini juga menganalisis tingkat keyakinan siswa pada setiap representasi sehingga dapat memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai profil miskonsepsi siswa.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis miskonsepsi siswa pada materi momentum dan impuls menggunakan instrumen *Four-Tier Diagnostic Test* berbasis multirepresentasi. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran mengenai profil miskonsepsi siswa sehingga dapat menjadi dasar bagi guru dalam merancang strategi pembelajaran yang lebih efektif untuk meningkatkan pemahaman konsep dalam pembelajaran fisika.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif yang bertujuan untuk menganalisis miskonsepsi siswa pada materi momentum dan impuls. Metode deskriptif digunakan untuk menggambarkan secara sistematis tingkat pemahaman konsep siswa berdasarkan hasil tes diagnostik yang diberikan. Pendekatan kuantitatif digunakan karena data yang diperoleh berupa skor hasil tes yang kemudian dianalisis untuk menentukan kategori pemahaman konsep siswa.

Subjek penelitian ini adalah siswa kelas X SMA Negeri 3 Kota Jambi yang telah mempelajari materi momentum dan impuls pada tahun ajaran 2025/2026. Penelitian melibatkan tiga kelas dengan jumlah total 100 siswa yang memiliki karakteristik heterogen berdasarkan kemampuan akademik. Teknik pengambilan sampel menggunakan *purposive sampling*. Teknik ini dipilih untuk memastikan bahwa seluruh responden telah memiliki pengalaman belajar terkait konsep momentum dan impuls sehingga memungkinkan identifikasi miskonsepsi secara lebih valid. Selain itu, pemilihan sampel juga mempertimbangkan kesesuaian materi yang telah dipelajari siswa dengan tujuan penelitian.

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Four-Tier Diagnostic Test* berbasis multirepresentasi. Sebelum digunakan dalam penelitian, instrumen terlebih dahulu divalidasi oleh dua validator yang terdiri atas dosen pendidikan fisika untuk menilai aspek isi, konstruksi, dan tampilan. Teknik validasi instrumen menggunakan indeks Aiken's V. Berdasarkan hasil validasi, diperoleh nilai rata-rata Aiken's V sebesar 0,872 dengan kategori validitas tinggi sehingga instrumen dinyatakan layak digunakan dalam penelitian. Instrumen tes terdiri atas sepuluh fenomena berbeda yang berkaitan dengan konsep momentum dan impuls. Setiap fenomena disajikan dalam dua bentuk representasi, yaitu representasi makroskopis dan representasi simbolik. Pada setiap representasi disusun satu butir soal yang terdiri dari empat tingkat respons (*Four-Tier*), yaitu:

1. Tier 1: soal pilihan ganda untuk mengidentifikasi jawaban konseptual siswa.
2. Tier 2: tingkat keyakinan siswa terhadap jawaban yang dipilih.
3. Tier 3: alasan pemilihan jawaban yang juga berbentuk pilihan ganda.
4. Tier 4: tingkat keyakinan siswa terhadap alasan yang dipilih.

Teknik analisis data dalam penelitian ini dilakukan dengan mengelompokkan jawaban siswa berdasarkan jenis representasi yang digunakan. Interpretasi jawaban siswa mengacu pada pengelompokan konsepsi dalam instrumen tes diagnostik bertingkat yang digunakan untuk mengidentifikasi miskonsepsi siswa dalam pembelajaran sains (Gurel et al., 2015). Adapun rincian interpretasi jawaban siswa disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. *Interpretasi Jawaban Four-Tier Diagnostic Test*

Tahap				**Keputusan**
I	**II**	**III**	**IV**	
B	Y	B	Y	SC
B	Y	B	TY	LK
B	TY	B	Y	LK
B	TY	B	TY	LK
B	Y	S	Y	FP

B	Y	S	TY	LK
B	TY	S	Y	LK
B	TY	S	TY	LK
S	Y	B	Y	FN
S	Y	B	TY	LK
S	TY	B	Y	LK
S	TY	B	TY	LK
S	Y	S	Y	MSC
S	Y	S	TY	LK
S	TY	S	Y	LK
S	TY	S	TY	LK

Keterangan:
S = Salah, B = Benar, Y = Yakin, TY = Tidak Yakin
LK = *Lack of Knowledge* (kurang pengetahuan)
SC = *Scientific Conception* (konsep ilmiah)
MSC = *Misconception* (kesalahan konsep)
FN = *False Negative* (kesalahan negatif)
FP = *False Positif* (kesalahan positif)

Setelah jawaban siswa dikelompokkan ke dalam masing-masing kategori, data selanjutnya dianalisis dengan menghitung persentase pada setiap kategori menggunakan rumus berikut:

$$P = \frac{s}{Js} \times 100\% \quad (1)$$

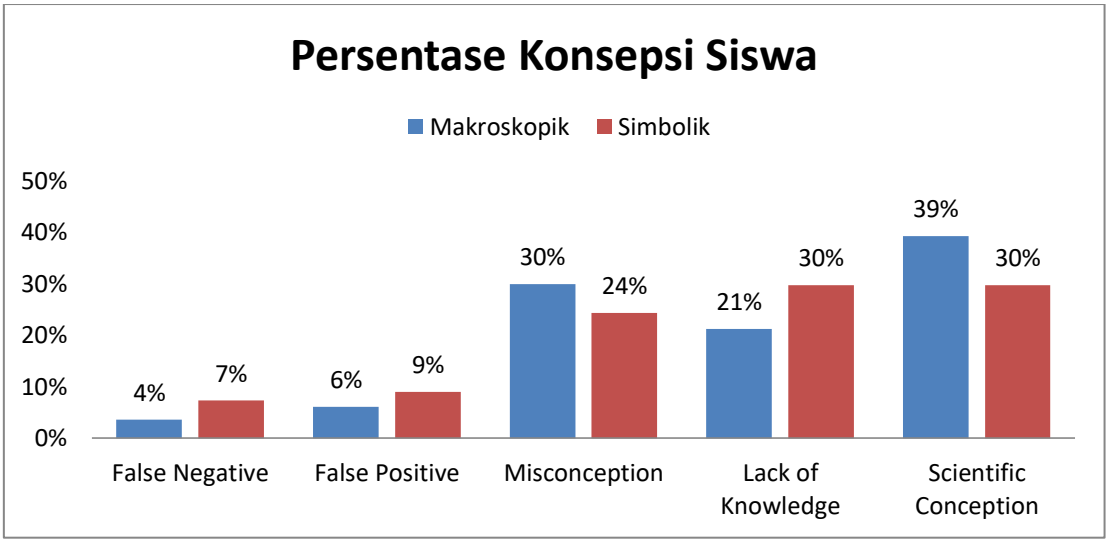
Keterangan:
P = Persentase dalam setiap kategori
S = Jumlah siswa setiap kategori
JS = Jumlah seluruh siswa

Tabel 2. *Kriteria Miskonsepsi Siswa*

Persentase (%)	**Kriteria**
60% ≤ P ≤ 100%	Tinggi
30% ≤ P ≤ 60%	Sedang
0% ≤ P ≤ 30%	Rendah

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian diperoleh dari analisis jawaban siswa terhadap instrumen *Four-Tier Diagnostic Test* berbasis multirepresentasi pada materi momentum dan impuls. Analisis dilakukan dengan mengelompokkan jawaban siswa ke dalam lima kategori konsepsi, yaitu *Scientific Conception* (SC), *Misconception* (MSC), *Lack of Knowledge* (LK), *False Positive* (FP), dan *False Negative* (FN) pada dua bentuk representasi, yaitu representasi makroskopik dan representasi simbolik. Distribusi persentase konsepsi siswa pada kedua representasi tersebut ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. *Persentase konsepsi siswa pada representasi makroskopik dan simbolik*

Berdasarkan Gambar 1 terlihat bahwa tingkat *Scientific Conception* (SC) pada representasi makroskopik sebesar 39%, sedangkan pada representasi simbolik sebesar 30%. Hal ini menunjukkan bahwa siswa lebih mudah memahami konsep momentum dan impuls ketika disajikan dalam bentuk fenomena yang dapat diamati secara langsung dibandingkan dalam bentuk simbol atau persamaan matematis.

Kategori *Misconception* (MSC) menunjukkan persentase yang cukup tinggi, yaitu 30% pada representasi makroskopik dan 24% pada representasi simbolik. Hasil ini menunjukkan bahwa masih terdapat sejumlah besar siswa yang memiliki pemahaman konsep yang tidak sesuai dengan konsep ilmiah. Miskonsepsi yang muncul umumnya berkaitan dengan pemahaman tentang hubungan antara gaya, waktu tumbukan, impuls, dan perubahan momentum.

Pada kategori *Lack of Knowledge* (LK), persentase pada representasi simbolik (30%) lebih tinggi dibandingkan pada representasi makroskopik (21%). Hal ini menunjukkan bahwa siswa cenderung kurang memahami konsep ketika soal disajikan dalam bentuk simbolik atau matematis. Kondisi ini mengindikasikan bahwa sebagian siswa belum mampu menghubungkan persamaan matematis dengan makna fisika dari konsep yang dipelajari.

Selain itu, terdapat kategori *False Positive* (FP) dan *False Negative* (FN) dengan persentase yang relatif kecil. Persentase *False Positive* sebesar 6% pada representasi makroskopik dan 9% pada representasi simbolik menunjukkan bahwa sebagian siswa menjawab benar tetapi memberikan alasan yang tidak tepat. Sementara itu, *False Negative* sebesar 4% pada representasi makroskopik dan 7% pada representasi simbolik menunjukkan bahwa beberapa siswa sebenarnya memiliki pemahaman yang benar tetapi memilih jawaban yang salah.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kemampuan siswa dalam memahami konsep momentum dan impuls sangat dipengaruhi oleh bentuk representasi yang digunakan. Representasi makroskopik yang menampilkan fenomena nyata lebih mudah dipahami oleh siswa karena berkaitan langsung dengan pengalaman sehari-hari. Sebaliknya, representasi simbolik yang melibatkan persamaan matematis menuntut kemampuan abstraksi yang lebih tinggi sehingga lebih sulit dipahami oleh sebagian siswa.

Temuan ini menunjukkan pentingnya penggunaan pendekatan multirepresentasi dalam pembelajaran fisika. Melalui penggunaan berbagai bentuk representasi seperti fenomena nyata, diagram, grafik, dan persamaan matematis, siswa dapat membangun pemahaman konsep yang lebih komprehensif. Dengan demikian, integrasi berbagai representasi dalam proses pembelajaran dapat membantu mengurangi miskonsepsi serta meningkatkan pemahaman konseptual siswa terhadap materi momentum dan impuls.

1. Deskripsi Miskonsepsi Siswa Berdasarkan Representasi Makroskopik

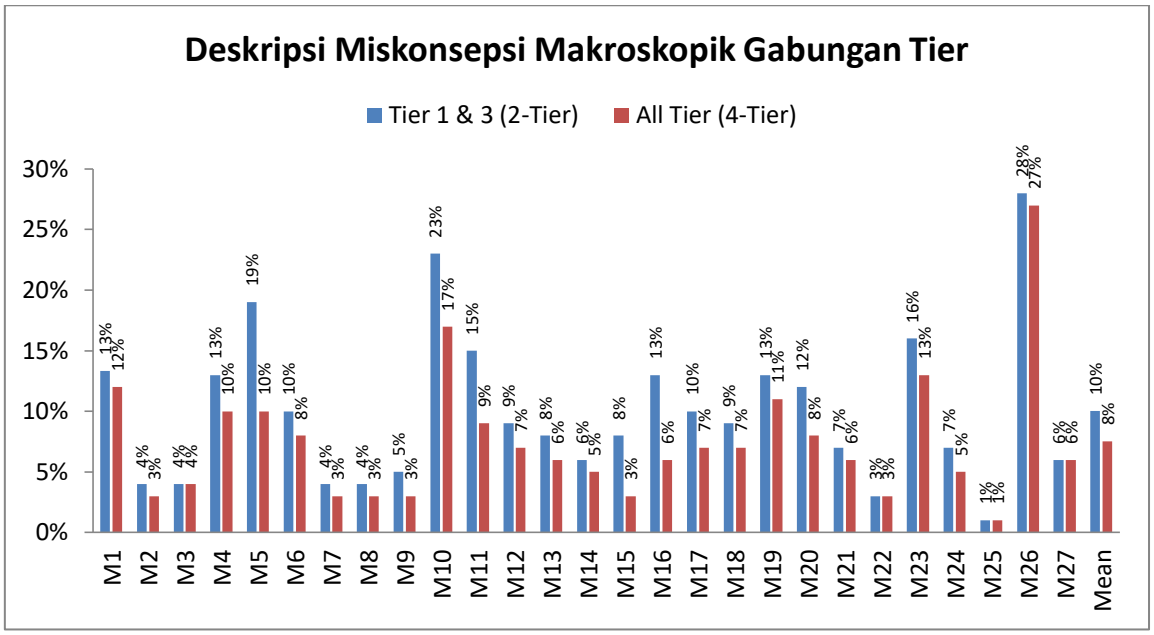
Analisis miskonsepsi siswa pada representasi makroskopik dilakukan dengan memberikan skor berdasarkan deskripsi miskonsepsi yang tercantum pada Tabel 3.

Tabel 3. *Deskripsi Miskonsepsi Representasi Makroskopik*

Kode	Deskripsi Miskonsepsi
M1	Momentum hanya bergantung pada massa, kecepatan tidak berpengaruh
M2	Gaya pukul yang diberi pada benda diam dapat mengurangi momentum
M3	Benda bergerak dapat memiliki momentum nol
M4	Momentum total bertambah karena kecepatan sesudah tumbukan lebih besar
M5	Momentum berkurang karena benda saling menekan saat tumbukan
M6	Momentum hilang ketika energi berubah menjadi panas
M7	Benda yang telah berhenti masih memiliki sisa momentum
M8	Gaya yang berlawanan arah gerak dapat menambah momentum
M9	Gerakan menurunkan tangan saat menangkap telur dapat memperbesar gaya, sehingga telur tidak pecah
M10	Telur tidak pecah dijelaskan karena menjadi lebih ringan, bukan karena gaya rata-rata mengecil
M11	Telur tidak pecah karena momentum berkurang lebih cepat
M12	Di titik tertinggi bola yang dilempar vertikal, momentum tetap karena gravitasi
M13	Di titik tertinggi bola yang dilempar vertikal, momentum berkurang karena ada gravitasi, tetapi tidak habis
M14	Di titik tertinggi bola yang dilempar vertikal, momentum bertambah karena adanya perubahan gerak
M15	Momentum pada puncak parabola nol
M16	Momentum hanya ada komponen vertikal pada puncak parabola karena adanya gravitasi
M17	Momentum pada puncak parabola tetap karena energi mekanik konstan
M18	Benda yang berada pada arus sungai sama maka momentum sama
M19	Momentum hanya bergantung pada kecepatan, massa tidak berpengaruh
M20	Efek tumbukan ditentukan luas bidang kontak
M21	Efek tumbukan dijelaskan dengan konsep energi, bukan momentum
M22	Efek tumbukan dipengaruhi oleh bentuk benda
M23	Efek tumbukan hanya dilihat dari gaya dorong
M24	Efek tumbukan hanya dilihat dari lamanya kontak
M25	Gaya tumbukan berbeda karena perubahan momentum berbeda akibat jenis permukaan.

M26	Permukaan yang lebih keras selalu menghasilkan gaya lebih besar karena reaksi materialnya
M27	Bola yang memantul lebih tinggi memiliki energi kinetik awal lebih besar sehingga gaya tumbukannya lebih besar

Analisis lebih lanjut dilakukan untuk mengidentifikasi jenis miskonsepsi yang dialami siswa pada setiap fenomena dalam representasi makroskopik. Hasil analisis ditunjukkan pada Gambar 2, yang memperlihatkan persentase setiap miskonsepsi dari M1 hingga M27 berdasarkan analisis Tier 1 & 3 (*2-Tier*) dan seluruh tier (*4-Tier*).



Gambar 2. *Persentase Deskripsi Miskonsepsi Berdasarkan Representasi Makroskopik*

Berdasarkan hasil analisis, rata-rata miskonsepsi pada representasi makroskopik sebesar 10% pada analisis *2-Tier* dan 8% pada analisis *4-Tier*. Hal ini menunjukkan bahwa ketika tingkat keyakinan siswa turut dipertimbangkan dalam analisis *Four-Tier*, persentase miskonsepsi cenderung menurun karena sebagian siswa yang menjawab salah ternyata memiliki tingkat keyakinan yang rendah sehingga dikategorikan sebagai *lack of knowledge* (LK).

Miskonsepsi dengan persentase tertinggi ditemukan pada M26, yaitu sebesar 28% pada analisis *2-Tier* dan 27% pada analisis *4-Tier*. Miskonsepsi ini berkaitan dengan anggapan bahwa permukaan yang lebih keras selalu menghasilkan gaya tumbukan yang lebih besar karena reaksi materialnya. Hal ini menunjukkan bahwa sebagian siswa menafsirkan fenomena tumbukan hanya berdasarkan sifat material benda tanpa mempertimbangkan konsep perubahan momentum dan waktu kontak.

Selain itu, miskonsepsi yang cukup tinggi juga ditemukan pada M10, dengan persentase 23% pada analisis *2-Tier* dan 17% pada analisis *4-Tier*. Miskonsepsi ini berkaitan dengan fenomena penangkapan telur, di mana siswa beranggapan bahwa telur tidak pecah karena terasa lebih ringan, bukan karena gaya rata-rata yang bekerja menjadi lebih kecil akibat waktu kontak yang lebih lama.

Miskonsepsi lain yang relatif tinggi ditemukan pada M5 (19% dan 10%), yang menunjukkan bahwa sebagian siswa beranggapan bahwa momentum dapat berkurang karena benda saling menekan saat tumbukan. Pemahaman ini menunjukkan bahwa siswa belum sepenuhnya memahami prinsip kekekalan momentum dalam sistem tertutup.

Beberapa miskonsepsi lainnya memiliki persentase yang relatif lebih rendah, seperti M25 yang hanya sekitar 1%, yang menunjukkan bahwa hanya sebagian kecil siswa yang mengalami kesalahan konsep pada fenomena tersebut.

Secara umum, hasil ini menunjukkan bahwa pada representasi makroskopik, miskonsepsi siswa masih cukup beragam dan berkaitan dengan kesulitan dalam menghubungkan fenomena nyata dengan konsep momentum dan impuls secara ilmiah.

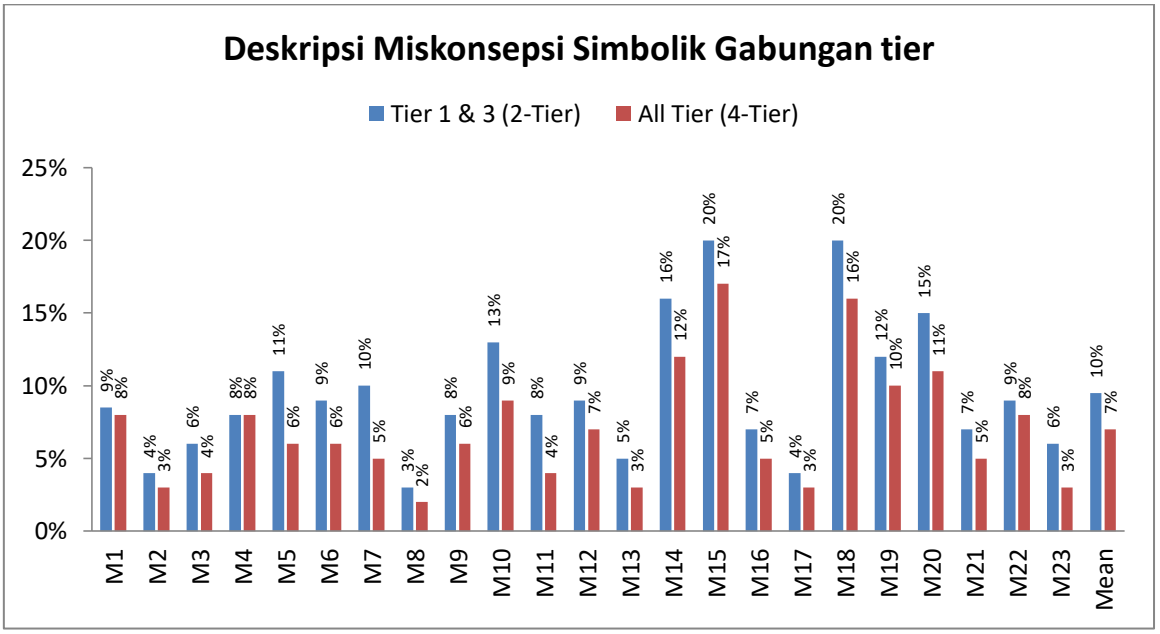
2. Deskripsi Miskonsepsi Siswa Berdasarkan Representasi Simbolik

Analisis miskonsepsi siswa pada representasi simbolik dilakukan dengan memberikan skor berdasarkan deskripsi miskonsepsi yang tercantum pada Tabel 4.

Tabel 4. *Deskripsi Miskonsepsi Representasi Simbolik*

Kode	Deskripsi Miskonsepsi
M1	Momentum hanya bergantung pada massa, kecepatan tidak berpengaruh
M2	Gaya yang diberi pada benda diam dapat mengurangi momentum
M3	Benda bergerak dapat memiliki momentum nol
M4	Tumbukan menghasilkan gaya tambahan yang menambah momentum total
M5	Momentum hilang ketika energi berubah menjadi panas
M6	Momentum dipahami dapat berpindah sepenuhnya dari satu benda ke benda lain pada tumbukan tidak elasitis sempurna
M7	Gaya yang berlawanan arah gerak dapat menambah momentum
M8	Perubahan momentum dapat terjadi seketika tanpa proses impuls
M9	Hubungan gaya rata-rata dan waktu tumbukan berbanding lurus
M10	Gaya tumbukan sama besar dengan berat telur
M11	Gaya rata-rata terutama dipengaruhi massa
M12	Bola yang dilempar vertikal ke atas lalu jatuh kembali memiliki momentum konstan karena gaya gravitasi konstan
M13	Bola yang dilempar vertikal ke atas lalu jatuh kembali tidak memiliki momentum karena momentum hanya ada karena gerak horizontal
M14	Bola yang dilempar vertikal ke atas lalu jatuh kembali karena gravitasi, memiliki perubahan nilai momentum tetapi arahnya tetap keatas
M15	Momentum pada puncak parabola tetap karena energi mekanik konstan
M16	Momentum pada puncak parabola nol
M17	Momentum hanya ada komponen vertikal pada puncak parabola karena gravitasi
M18	Momentum hanya bergantung pada kecepatan, massa tidak berpengaruh
M19	Arus sama maka momentum sama
M20	Massa berbanding terbalik dengan momentum
M21	Kecepatan berbanding terbalik dengan momentum
M22	Waktu kontak lebih lama maka gaya semakin besar
M23	Gaya tumbukan hanya bergantung pada massa benda

Hasil analisis miskonsepsi pada representasi simbolik ditunjukkan pada Gambar 3, yang menggambarkan persentase miskonsepsi dari S1 hingga S23 berdasarkan analisis *2-Tier* dan *4-Tier*.



Gambar 3. *Persentase Deskripsi Miskonsepsi Berdasarkan Representasi Simbolik*

Berdasarkan hasil analisis, rata-rata miskonsepsi pada representasi simbolik sebesar 10% pada analisis *2-Tier* dan 7% pada analisis *4-Tier*. Penurunan persentase pada analisis *Four-Tier* menunjukkan bahwa instrumen *Four-Tier* mampu memberikan identifikasi miskonsepsi yang lebih akurat karena mempertimbangkan tingkat keyakinan siswa terhadap jawaban dan alasan yang dipilih.

Miskonsepsi dengan persentase tertinggi ditemukan pada S15, yaitu sebesar 20% pada analisis *2-Tier* dan 17% pada analisis *4-Tier*. Miskonsepsi ini berkaitan dengan anggapan bahwa momentum pada puncak parabola tetap karena energi mekanik konstan. Hal ini menunjukkan bahwa sebagian siswa keliru dalam menghubungkan konsep kekekalan energi dengan momentum.

Miskonsepsi yang cukup tinggi juga ditemukan pada S18, dengan persentase 20% pada analisis *2-Tier* dan 16% pada analisis *4-Tier*, yang menunjukkan bahwa sebagian siswa beranggapan bahwa momentum hanya bergantung pada kecepatan tanpa mempertimbangkan massa.

Selain itu, miskonsepsi pada S20 (15% dan 11%) menunjukkan bahwa sebagian siswa beranggapan bahwa efek tumbukan hanya dipengaruhi oleh massa benda, sedangkan variabel lain seperti perubahan kecepatan dan waktu kontak tidak dipertimbangkan. Beberapa miskonsepsi lainnya memiliki persentase yang lebih rendah, seperti S2 dan S23, yang menunjukkan bahwa hanya sebagian kecil siswa yang mengalami kesalahan konsep pada fenomena tersebut.

Secara umum, hasil ini menunjukkan bahwa pada representasi simbolik, miskonsepsi siswa banyak berkaitan dengan kesalahan dalam menafsirkan hubungan matematis antara besaran-besaran fisika seperti massa, kecepatan, momentum, dan impuls.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemahaman konsep siswa terhadap materi momentum dan impuls masih bervariasi dan dipengaruhi oleh bentuk representasi yang digunakan dalam soal. Persentase *Scientific Conception* (SC) yang lebih tinggi pada representasi makroskopik menunjukkan bahwa siswa lebih mudah memahami konsep ketika disajikan melalui fenomena nyata yang dapat diamati secara langsung. Hal ini sejalan dengan penelitian yang menyatakan bahwa representasi yang berkaitan dengan pengalaman nyata dapat membantu siswa membangun pemahaman konseptual secara lebih bermakna (Ainsworth, 2006).

Di sisi lain, persentase miskonsepsi yang masih cukup tinggi menunjukkan bahwa sebagian siswa belum mampu menghubungkan konsep momentum dan impuls dengan benar, khususnya dalam memahami hubungan antara gaya, waktu tumbukan, dan perubahan momentum. Kesulitan ini juga ditemukan pada berbagai penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa konsep momentum dan impuls sering menimbulkan miskonsepsi karena melibatkan hubungan beberapa besaran fisika secara simultan (Silitonga et al., 2019).

Penggunaan *Four-Tier Diagnostic Test* dalam penelitian ini juga memberikan informasi yang lebih komprehensif mengenai struktur pemahaman siswa. Dengan adanya tingkat keyakinan pada jawaban dan alasan, instrumen ini mampu membedakan antara siswa yang benar-benar memahami konsep dengan siswa yang mengalami miskonsepsi atau hanya kurang yakin terhadap jawabannya. Hal ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa tes diagnostik bertingkat mampu mengidentifikasi miskonsepsi siswa secara lebih akurat dibandingkan tes pilihan ganda konvensional (Caleon & Subramaniam, 2010).

Temuan ini menunjukkan bahwa penggunaan pendekatan multirepresentasi dalam pembelajaran fisika penting untuk membantu siswa menghubungkan fenomena nyata dengan representasi matematis sehingga pemahaman konsep menjadi lebih komprehensif dan miskonsepsi dapat diminimalkan.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa pemahaman konsep siswa pada materi momentum dan impuls masih bervariasi dan dipengaruhi oleh bentuk representasi yang digunakan. Persentase *Scientific Conception* (SC) lebih tinggi pada representasi makroskopik dibandingkan representasi simbolik, yang menunjukkan bahwa siswa lebih mudah memahami konsep ketika disajikan melalui fenomena yang dapat diamati secara langsung. Meskipun demikian, persentase miskonsepsi siswa masih tergolong cukup tinggi pada kedua representasi, terutama berkaitan dengan hubungan antara gaya, impuls, waktu tumbukan, dan perubahan momentum. Penggunaan *Four-Tier Diagnostic Test* berbasis multirepresentasi terbukti mampu mengidentifikasi secara lebih rinci tingkat pemahaman dan miskonsepsi siswa karena mempertimbangkan jawaban, alasan, serta tingkat keyakinan siswa. Oleh karena itu, penerapan pendekatan multirepresentasi dalam pembelajaran fisika disarankan untuk membantu siswa membangun pemahaman konsep yang lebih komprehensif serta mengurangi terjadinya miskonsepsi pada materi momentum dan impuls.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada SMAN 3 Kota Jambi atas fasilitas serta dukungan yang diberikan selama proses pelaksanaan penelitian. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Bapak Prof. Drs. Maison, M.Si., Ph.D. dan Bapak M. Furqon, M.Pd. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, bimbingan, serta kontribusi pemikiran yang sangat berarti dalam penyempurnaan penelitian ini. Selain itu, penulis juga mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah memberikan bantuan dan dukungan, baik secara langsung maupun tidak langsung, sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik. Diharapkan hasil penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi masyarakat serta berkontribusi terhadap pengembangan ilmu pengetahuan.

DAFTAR PUSTAKA

Ainsworth, S. (2006). DeFT: A conceptual framework for considering learning with multiple representations. *Learning and Instruction*, *16*(3), 183–198. https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2006.03.001

Amalia, S. A., Sulisworo, D., Fratiwi, N. J., Novia, H., Samsudin, A., Nasbey, H., Wibowo, F. C., & Sozbilir, M. (2025). INFORMI : A Rasch-Validated Four-Tier Instrument to Diagnose Students ' Conceptions of Momentum and Impulse. *Journal Of Science Learning*, *8*(December). https://doi.org/10.17509/jsl.v8i4.87805

Awwalin, U. B., & Nugroho, D. E. (2024). Identifikasi miskonsepsi siswa menggunakan tes diagnostik five-tier pada materi larutan penyangga. *Science Education and Development Journal Archives*, *2*(1), 20–29. https://doi.org/10.59923/sendja.v2i1.79

BSKAP. (2024). *Capaian Pembelajaran Fisika SMA/MA Kurikulum Merdeka (Revisi 2024)*. Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia.

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

Citra, C., Distrik, I. W., & Herlina, K. (2020). The Practicality and Effectiveness of Multiple Representations Based Teaching Material to Improve Student's Self-Efficacy and Ability of Physics Problem Solving. *Journal of Physics: Conference Series*, *1467*(1). https://doi.org/10.1088/1742-6596/1467/1/012029

Fariyani, Q., Rusilowati, A., & Sugianto. (2015). Pengembangan Four-Tier Diagnostic Test Untuk Mengungkap Miskonsepsi Fisika Siswa Sma Kelas X. *Journal of Innovative Science Education*, *4*(2), 41–49.

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

Hanifah, L., & Ermawati, F. U. (2019). The Validity and Reliability of Four-Tier Format Misconception Diagnostic Test Instrument for Momentum and Impulse Concepts. *Inovasi Pendidikan Fisika*, *08*(02), 575–578. https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/inovasi-pendidikan-fisika/article/view/27566

Istiyono, E., Dwandaru, W. S. B., Fenditasari, K., Ayub, Ma. R. S. S. N., & Saepuzaman, D. (2023). The Development of a Four-Tier Diagnostic Test Based on Modern Test Theory in Physics Education. *European Journal of Educational Research*, *5*(2), 61–72.

Joy, E., She, T., & McCrory, A. (2023). Identify Students' Conceptual Understanding of Momentum Material. *Journal Evaluation in Education (JEE)*, *4*(4), 151–155.

https://doi.org/10.37251/jee.v4i4.787
Kaniawati, I., Danawan, A., Suyana, I., Samsudin, A., & Suhendi, E. (2021). Implementation of Interactive Conceptual Instruction (ICI) With Computer Simulation: Impact of Students' Misconceptions on Momentum and Impulse Material. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika Al-Biruni*, *10*(1), 1. https://doi.org/10.24042/jipfalbiruni.v10i1.8375
Khotimah, K., & Fariyani, Q. (2025). Development of a Physics Assessment Instrument to Measure High School Students Multirepresentation Skills in Momentum and Impulse. *Impulse: Journal of Research and Innovation in Physics Education*, *5*(1), 49–61. https://doi.org/10.14421/impulse.2025.51-04
Mahardika, I. K., Anggraini, Z., Doyan, A., & Sugiartana, I. W. (2020). Approach to Representation of CRI Integrated Mathematics and Verbal (R-MV) to Analyze Misconception of Momentum and Impuls Materials. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, *6*(2), 232–237. https://doi.org/10.29303/jppipa.v6i2.437
Maison, M., Lestari, N., & Widaningtyas, A. (2020). Identifikasi Miskonsepsi Siswa Pada Materi Usaha Dan Energi. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, *6*(1), 32–39. https://doi.org/10.29303/jppipa.v6i1.314
Paramita, U. V., & Jauhariyah, M. N. R. (2024). Identifying Student Misconceptions on Momentum and Impulse Using Four-Tier Diagnostic Test Instrument with CRI. *Jurnal Pijar Mipa*, *19*(1), 75–82. https://doi.org/10.29303/jpm.v19i1.6086
Rusilowati, A., Darsono, T., Sekarningtias, F. O., & Fariyani, Q. (2024). Development of A Four-Tier E-Diagnostic Test on The Topic of Momentum to Measure and Reduce Student Misconception. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, *20*(2), 173–187. https://doi.org/10.15294/jpfi.v20i2.1297
Setiani, A., Firmansyah, D., & Ramadhani, C. I. (2023). Analysis of Momentum and Impulse Misconceptions of College Students Using Four-Tier Diagnostic Tests. *International Journal of Education and Teaching Zone*, *2*(3), 349–359. https://doi.org/10.57092/ijetz.v2i3.146
Silaen, S. S., Sudjito, D. N., & Sudarmi, M. (2019). Pengembangan Tes Diagnostik Multi Representasi Eksternal (MRE) untuk Mengetahui Profil Kemampuan Representasi Konsep. *Publikasi Pendidikan*, *9*(2), 98. https://doi.org/10.26858/publikan.v9i2.8477
Silitonga, H. T. M., Djudin, T., Oktavianty, E., & Rooshardini. (2019). The implementation of integrated remediation with conceptual interactive learning on momentum and impulse in senior high school. *Journal of Physics: Conference Series*, *1171*(1). https://doi.org/10.1088/1742-6596/1171/1/012053
Suparno, P. (2013). *Miskonsepsi dan perubahan konsep dalam pendidikan fisika*. Grasindo.
Treagust, D. F. (1988). Development and use of diagnostic tests to evaluate students' misconceptions in science. In *International Journal of Science Education* (Vol. 10, Issue 2). https://doi.org/10.1080/0950069880100204
Treagust, D. F., & Duit, R. (2008). Conceptual change: A discussion of theoretical, methodological and practical challenges for science education. *Cultural Studies of Science Education*, *3*(2), 297–328.