

Identifikasi Kemampuan Pemahaman Konsep Siswa SMA Negeri 1 Bati-Bati menggunakan Metode Certainty of Response Index pada Materi Gaya

*Ramona Ariani, Zainuddin, Saiyidah Mahtari

Pendidikan Fisika, FKIP, Universitas Lambung Mangkurat, Banjarmasin, Indonesia

*Corresponding Author e-mail: ramonaariani23@gmail.com

Received: November 2022; Revised: November 2022; Published: January 2023

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi pemahaman konsep gaya di kalangan siswa SMA Negeri 1 Bati-Bati menggunakan metode Certainty of Response Index (CRI). Penelitian ini menggunakan pendekatan survei deskriptif kuantitatif, yang dilaksanakan dari Desember 2020 hingga Juni 2021, melibatkan 65 siswa kelas XI IPA yang dipilih secara acak. Instrumen penelitian terdiri dari 20 soal yang diadaptasi dari Force Concept Inventory, mencakup topik-topik seperti identifikasi gaya, kinematika, serta Hukum I, II, dan III Newton. Hasil penelitian mengungkapkan tingkat miskonsepsi yang signifikan di antara siswa, terutama dalam memahami Hukum III Newton, di mana tingkat miskonsepsi mencapai 91%. Secara keseluruhan, 86,75% siswa menunjukkan adanya miskonsepsi, sementara hanya 3,65% yang menunjukkan pemahaman konsep yang benar. Metode CRI terbukti efektif dalam membedakan antara siswa yang menebak jawaban dan yang yakin dengan pengetahuannya. Penelitian ini menekankan pentingnya intervensi yang tepat dan strategi pengajaran yang efektif untuk mengatasi miskonsepsi ini. Keterbatasan penelitian ini termasuk ukuran sampel yang terbatas pada satu sekolah, yang dapat mempengaruhi generalisasi hasil. Selain itu, penelitian ini tidak melibatkan intervensi untuk memperbaiki miskonsepsi yang teridentifikasi. Penelitian masa depan sebaiknya memperluas ukuran sampel, menyesuaikan instrumen dengan konteks pendidikan lokal, dan memasukkan intervensi eksperimental untuk meningkatkan pemahaman konsep. Temuan ini berkontribusi signifikan pada pengembangan pendidikan fisika, menyediakan dasar untuk memperbaiki metode pengajaran dan mengatasi miskonsepsi siswa.

Kata kunci: Pemahaman konsep, Gaya, Certainty of Response Index (CRI), Miskonsepsi, Hukum Newton

Assessment of Conceptual Understanding Capabilities of High School Students at SMA Negeri 1 Bati-Bati Using the Certainty of Response Index Method in the Context of Force

Abstract

This study aims to identify the conceptual understanding of force among students at SMA Negeri 1 Bati-Bati using the Certainty of Response Index (CRI) method. The research employs a descriptive quantitative survey approach, conducted from December 2020 to June 2021, involving 65 randomly selected students from the 11th grade science program. The research instrument consists of 20 questions adapted from the Force Concept Inventory, covering topics such as force identification, kinematics, and Newton's First, Second, and Third Laws. The findings reveal a significant level of misconceptions among students, particularly in understanding Newton's Third Law, where the misconception rate reached 91%. Overall, 86.75% of students demonstrated misconceptions, while only 3.65% showed correct understanding. The CRI method proved effective in distinguishing between students who guessed the answers and those who were confident in their knowledge. This study underscores the importance of targeted interventions and effective teaching strategies to address these misconceptions. Limitations of this research include the sample size being limited to one school, potentially affecting the generalizability of the results. Additionally, the study did not involve intervention to correct identified misconceptions. Future research should expand the sample size, adapt the instrument to the local educational context, and include experimental interventions to improve conceptual understanding. The findings contribute significantly to the development of physics education, providing a foundation for improving teaching methods and addressing student misconceptions.

Keywords: Conceptual understanding, Force, Certainty of Response Index (CRI), Misconceptions, Newton's Laws

How to Cite: Ariani, R., Zainuddin, Z., & Mahtari, S. (2023). Identifikasi Kemampuan Pemahaman Konsep Siswa SMA Negeri 1 Bati-Bati menggunakan Metode Certainty of Response Index pada Materi Gaya. *Journal of Authentic Research*, 2(1), 1-25. <https://doi.org/10.36312/jar.v2i1.1032>



<https://doi.org/10.36312/jar.v2i1.1032>

Copyright© 2023, Ariani et al.

This is an open-access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) License.



PENDAHULUAN

Pemahaman konsep fisika dalam pendidikan menengah sangat penting bagi siswa untuk memahami fenomena alam dan teknologi. Fisika berfungsi sebagai dasar bagi banyak proses alami dan kemajuan teknologi, sehingga penguasaan yang kuat terhadap subjek ini sangatlah krusial. Penelitian telah menunjukkan bahwa integrasi teknologi inovatif ke dalam pendidikan fisika dapat menyebabkan peningkatan signifikan dalam pemahaman dan penerapan konsep fisika oleh siswa (Järvis et al., 2021). Program pendidikan fisika memainkan peran penting dalam membentuk pengetahuan ilmiah dan keterampilan analitis siswa. Studi telah menekankan pentingnya mengevaluasi dan meningkatkan program pendidikan fisika untuk memastikan siswa memperoleh pemahaman yang komprehensif tentang subjek tersebut. Menggunakan alat seperti simulasi Physics Education Technology (PhET) dapat memberikan pengalaman langsung kepada siswa yang menghubungkan konsep teoritis dengan aplikasi praktis, mendorong pemahaman yang lebih mendalam tentang fenomena fisika (Saudelli et al., 2021).

Pendekatan langsung terhadap pendidikan fisika tidak hanya meningkatkan pemahaman siswa tetapi juga menumbuhkan apresiasi yang lebih dalam terhadap subjek dan aplikasinya di dunia nyata. Lebih jauh, pengembangan teknologi pembelajaran jarak jauh dalam pendidikan fisika membuka peluang untuk memperluas akses ke pendidikan fisika dan mengakomodasi kebutuhan siswa yang beragam (Koryahin et al., 2021). Melalui pemanfaatan teknologi, pendidik dapat menawarkan sumber daya online interaktif dan laboratorium virtual yang memungkinkan siswa untuk menjelajahi konsep fisika dari jarak jauh. Fleksibilitas dalam mode pembelajaran ini memastikan bahwa siswa dapat terlibat dengan pendidikan fisika dengan cara yang sesuai dengan preferensi dan keadaan individual siswa.

Memahami konsep gaya dalam kurikulum fisika sangat penting untuk membentuk pengetahuan ilmiah dan keterampilan analitis siswa. Force Concept Inventory (FCI) adalah alat penting dalam penelitian pendidikan fisika yang digunakan untuk menilai pemahaman siswa tentang prinsip-prinsip dasar fisika (Han et al., 2015). Bersama dengan inventori konsep lain seperti Force and Motion Conceptual Evaluation (FMCE), FCI memainkan peran vital dalam mengevaluasi pemahaman siswa tentang konsep mekanika, menekankan pentingnya gaya dalam pendidikan fisika (Wells et al., 2020). Penelitian telah menunjukkan bahwa konsep gaya bisa menjadi abstrak dan menantang bagi banyak siswa, yang menyebabkan kesalahpahaman umum yang menghambat pembelajaran dan pemahaman siswa tentang fisika klasik (Stavrum et al., 2020).

Hasil penelitian pendahuluan menunjukkan bahwa pemahaman konsep hukum Newton siswa di SMA Negeri 1 Bati-Bati tergolong relatif rendah, dengan persentase pemahaman sebesar 67,8%. Rata-rata persentase pemahaman siswa pada setiap aspek adalah translasi (67,5%), interpretasi (58,33%), dan ekstrapolasi (77,5%). Selain itu, miskonsepsi tertinggi terjadi pada konsep Hukum III Newton, yaitu sebesar 62,5%. Rendahnya pemahaman ini dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti metode pengajaran yang kurang efektif dan kurangnya alat evaluasi yang sesuai. Penelitian telah menyoroti pentingnya faktor-faktor ini dalam menghambat pemahaman siswa terhadap konsep fisika. Sejalan dengan hasil penelitian pendahuluan, studi oleh Rendon et al. (2022) menunjukkan bahwa strategi pengajaran tradisional yang

berpusat pada guru, seperti pengajaran berbasis ceramah, mungkin tidak efektif dalam mengembangkan pemahaman konsep siswa. Hal ini menekankan perlunya metode pengajaran yang lebih berpusat pada siswa dan interaktif yang secara aktif melibatkan siswa dalam proses pembelajaran. Selain itu, penelitian oleh Menka dan Atteh (2022) mengidentifikasi tantangan dalam pendidikan fisika, termasuk alat dan peralatan yang tidak memadai, pekerjaan praktis yang kurang, dan komitmen guru yang rendah, yang dapat menghambat pemahaman konsep gaya dan prinsip fisika lainnya.

Kurangnya alat evaluasi yang sesuai juga dapat berkontribusi pada rendahnya pemahaman konsep fisika di kalangan siswa SMA. Penelitian terdahulu telah menekankan pentingnya mengevaluasi kualitas pengajaran dalam pendidikan fisika menggunakan metode penilaian yang komprehensif dan dinamis (Wang et al., 2024). Tanpa metode evaluasi yang efektif yang mempertimbangkan berbagai faktor yang mempengaruhi dan memberikan umpan balik yang berarti, pendidik mungkin kesulitan mengidentifikasi area di mana siswa menghadapi tantangan dalam memahami konsep fisika, termasuk gaya. Selain itu, integrasi teknologi dalam pendidikan fisika dapat memainkan peran penting dalam meningkatkan pemahaman konsep siswa. Penggunaan alat pengajaran multimedia, teknologi realitas virtual, dan kecerdasan buatan dalam pengajaran fisika dapat menciptakan pengalaman belajar yang menarik dan interaktif yang memenuhi berbagai gaya belajar dan meningkatkan pemahaman siswa terhadap konsep-konsep kompleks seperti gaya. Namun, kurangnya akses atau implementasi yang efektif dari alat-alat teknologi ini dalam pendidikan fisika juga dapat berkontribusi pada rendahnya pemahaman konsep di kalangan siswa SMA.

Peningkatan pemahaman konsep dalam pendidikan fisika melalui metode evaluasi yang lebih efektif, seperti Certainty Response Index (CRI), sangat penting untuk meningkatkan hasil belajar siswa. CRI adalah alat yang berharga yang mengukur tingkat kepercayaan responden saat menjawab pertanyaan, memberikan wawasan tentang pemahaman dan miskonsepsi siswa. Yuberti et al. (2020) telah menggunakan CRI dalam tes diagnostik empat tingkat untuk mengidentifikasi miskonsepsi dalam fisika, menunjukkan efektivitas metode ini dalam menemukan area di mana siswa mungkin kurang memahami. Satu solusi utama untuk meningkatkan pemahaman konsep dalam pendidikan fisika adalah integrasi CRI ke dalam alat evaluasi untuk mengidentifikasi dan mengatasi miskonsepsi siswa secara efektif. Dengan menggabungkan CRI ke dalam tes diagnostik, pendidik dapat memperoleh pemahaman yang lebih dalam tentang tingkat kepercayaan siswa dalam jawaban, memungkinkan intervensi yang ditargetkan untuk memperbaiki miskonsepsi dan meningkatkan pemahaman konsep (Yuberti et al., 2020). Pendekatan penilaian yang dipersonalisasi ini dapat membantu menyesuaikan strategi pengajaran untuk memenuhi kebutuhan spesifik siswa, akhirnya meningkatkan hasil belajar siswa.

Selain itu, CRI dapat digabungkan dengan metode evaluasi lain untuk memberikan analisis yang komprehensif tentang pemahaman konsep siswa. Sadhu et al. (2017) telah menggunakan CRI yang dimodifikasi untuk menganalisis miskonsepsi siswa dalam kimia asam-basa, menunjukkan efektivitas pendekatan ini dalam mengidentifikasi dan mengatasi miskonsepsi pada tingkat kognitif yang berbeda. Dengan menggabungkan CRI dengan wawancara diagnostik, pendidik dapat

memperoleh pemahaman yang lebih mendalam tentang alasan di balik miskonsepsi siswa, memfasilitasi strategi remediiasi yang ditargetkan. Selanjutnya, CRI dapat digunakan bersama dengan pendekatan pengajaran inovatif untuk meningkatkan pemahaman konsep dalam pendidikan fisika. Penelitian Marzuki dan Diknasari (2022) yang berfokus pada analisis miskonsepsi siswa dalam fotosintesis menggunakan CRI, menyoroti pentingnya mengintegrasikan CRI ke dalam penilaian untuk mengukur tingkat kepercayaan siswa dalam pengetahuan yang dimiliki. Dengan menggabungkan CRI ke dalam penilaian yang selaras dengan metode pengajaran yang interaktif dan menarik, pendidik dapat menciptakan lingkungan belajar yang mendukung yang mendorong kejelasan konsep dan secara efektif mengatasi miskonsepsi.

Lebih jauh lagi, CRI dapat menjadi alat yang berharga untuk penilaian formatif, memungkinkan pendidik untuk memantau kemajuan siswa dan memberikan umpan balik tepat waktu untuk mendukung pembelajaran siswa. Firman et al. (2021) telah menggunakan CRI dalam tes pilihan ganda untuk mengidentifikasi miskonsepsi di antara siswa, memungkinkan pendidik untuk melakukan intervensi segera dan memberikan dukungan yang ditargetkan. Dengan menggabungkan CRI ke dalam praktik penilaian formatif, pendidik dapat menciptakan umpan balik yang berkelanjutan yang mendorong pemahaman konsep dan memfasilitasi perbaikan berkelanjutan dalam pengetahuan siswa. Studi terdahulu telah menyoroti efektivitas CRI dalam membedakan antara siswa yang memiliki pemahaman konsep yang kuat, yang kurang paham, dan yang memiliki miskonsepsi (Chanifah et al., 2019; Deanesia et al., 2021). CRI berfungsi sebagai metode untuk mengidentifikasi dan menganalisis miskonsepsi di antara siswa (Marzuki & Diknasari, 2022). Dengan mengukur tingkat kepercayaan atau keyakinan dalam jawaban siswa, CRI dapat membantu pendidik mengidentifikasi area di mana siswa mungkin memiliki miskonsepsi dan memerlukan dukungan tambahan. Pendekatan penilaian yang dipersonalisasi ini memungkinkan pendidik menyesuaikan strategi pengajaran untuk memenuhi kebutuhan spesifik siswa, yang pada akhirnya mendorong pemahaman yang lebih dalam tentang konsep-konsep kompleks.

Certainty of Response Index (CRI) telah banyak digunakan dalam pendidikan fisika untuk mengidentifikasi pemahaman dan miskonsepsi siswa, serta memandu intervensi pengajaran yang tepat. Beberapa studi telah menunjukkan efektivitas CRI dalam konteks ini. Sebagai contoh, Lee et al. (2020) melakukan penelitian menggunakan tes diagnostik empat tingkat dengan CRI untuk mengidentifikasi miskonsepsi dalam fisika. Penelitian ini menyoroti pentingnya memahami konsep fisika dengan akurat untuk menghindari kesulitan dalam memahami topik berikutnya dan dampak pada hasil belajar. Lebih lanjut, Halim et al. (2020) mengeksplorasi dampak modul e-learning dalam mengatasi miskonsepsi pada kursus fisika modern. Dengan menggabungkan CRI ke dalam penilaian yang selaras dengan materi pembelajaran interaktif, studi ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan mengatasi miskonsepsi siswa, mendorong pemahaman yang lebih dalam tentang konsep-konsep fisika. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan CRI dapat membantu mengidentifikasi area di mana siswa mengalami kesulitan dan memerlukan dukungan tambahan.

Penelitian lain oleh Diani et al. (2018) berfokus pada pembelajaran fisika berbasis laboratorium virtual untuk mengatasi miskonsepsi dalam materi fluida. Studi ini

menekankan pentingnya pemahaman yang jelas tentang konsep-konsep dalam pembelajaran fisika dan peran CRI dalam mengidentifikasi serta mengatasi miskonsepsi secara efektif. Angjelina et al. (2021) juga menganalisis miskonsepsi siswa dalam operasi hitung bentuk aljabar menggunakan CRI. Studi ini menunjukkan bagaimana CRI dapat digunakan untuk mengidentifikasi miskonsepsi dan membedakan antara siswa yang memahami konsep, yang memiliki miskonsepsi, dan yang tidak memahami konsep sama sekali. Selain itu, Firman et al. (2021) memanfaatkan CRI dalam mengidentifikasi miskonsepsi siswa menggunakan tes dua tingkat. Studi ini menyoroti pentingnya CRI dalam menilai miskonsepsi siswa dan memandu intervensi pengajaran untuk meningkatkan pemahaman konsep. Namun, meskipun banyak penelitian yang telah menguji efektivitas CRI dalam pendidikan fisika dan ilmu lainnya, tidak banyak yang spesifik pada materi ajar yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu Identifikasi Gaya, Kinematika, dan Hukum I, II, serta III Newton di SMA Negeri 1 Bati-Bati. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran yang lebih rinci tentang pemahaman siswa terhadap konsep gaya dan mengidentifikasi miskonsepsi yang mungkin terjadi, sehingga dapat diambil langkah-langkah intervensi yang tepat untuk meningkatkan pemahaman siswa.

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi tingkat pemahaman konsep gaya siswa di SMA Negeri 1 Bati-Bati menggunakan metode Certainty of Response Index (CRI). Penelitian ini fokus pada materi ajar yang mencakup Identifikasi Gaya, Kinematika, serta Hukum I, II, dan III Newton. Penggunaan CRI untuk memberikan gambaran yang lebih rinci tentang pemahaman siswa terhadap konsep gaya belum pernah dilakukan pada lokasi penelitian ini. Penelitian sebelumnya telah menguji efektivitas dan mengidentifikasi pemahaman konsep siswa dalam pembelajaran fisika dan ilmu lainnya, namun belum ada yang secara spesifik pada materi-materi ajar yang digunakan dalam penelitian ini di SMA Negeri 1 Bati-Bati. Oleh karena itu, penelitian ini menawarkan kebaruan dalam penerapan CRI pada konteks lokal di SMA Negeri 1 Bati-Bati serta analisis mendalam hasil evaluasi. Penelitian ini akan memberikan kontribusi signifikan terhadap pendidikan fisika di kalangan siswa SMA di Indonesia. Huda et al. (2022) menemukan bahwa penggunaan tes diagnostik empat tingkat sangat efektif dalam mengidentifikasi miskonsepsi siswa terkait Hukum Newton. Sahara et al. (2019) juga menemukan bahwa miskonsepsi pada materi Hukum Newton cukup tinggi di kalangan siswa, yang disebabkan oleh berbagai faktor seperti metode pengajaran dan pengalaman sehari-hari. Penelitian ini memberikan kontribusi penting dalam bidang pendidikan fisika, khususnya dalam memahami dan mengatasi miskonsepsi siswa. Hal ini sejalan dengan temuan dari berbagai studi yang menunjukkan pentingnya intervensi yang ditargetkan dan efektif untuk meningkatkan pemahaman konseptual siswa dalam fisika. Studi ini penting untuk meningkatkan strategi pengajaran, mengatasi miskonsepsi, dan mendorong pemahaman yang lebih mendalam tentang konsep fisika di kalangan siswa SMA di Indonesia.

METODE

Pendekatan dan Instrumen Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif dengan metode survei yang melibatkan 65 siswa kelas XI IPA di SMA Negeri 1 Bati-Bati. Instrumen yang digunakan adalah lembar soal tes kemampuan pemahaman konsep yang

diadaptasi dari Force Concept Inventory (FCI). FCI dirancang untuk mengukur pemahaman siswa mengenai konsep gaya dan hukum-hukum Newton, mencakup berbagai konsep pokok seperti identifikasi gaya, kinematika, Hukum I Newton, Hukum II Newton, dan Hukum III Newton, dengan total 20 soal.

Subjek Penelitian

Subjek penelitian dipilih secara acak dari populasi siswa kelas XI IPA di SMA Negeri 1 Bati-Bati. Sebanyak 65 siswa diambil secara acak untuk memastikan representasi yang tepat dari populasi siswa. Penelitian ini dilaksanakan dari bulan Desember 2020 hingga Juni 2021. Instrumen yang digunakan adalah lembar soal yang dibagi berdasarkan topik-topik tertentu, seperti yang tercantum dalam Tabel 1.

Tabel 1. Konsep Pokok Instrumen

Topik	Nomor Soal
Identifikasi Gaya	7, 14, 19, 20
Kinematika	1, 2, 4, 5, 8, 9, 10
Hukum I Newton	6, 17
Hukum II Newton	11, 15, 16
Hukum III Newton	3, 12, 13, 18

Prosedur Penelitian

Proses pengumpulan data dilakukan dengan memberikan lembar soal kepada siswa untuk diisi dalam waktu yang ditentukan. Setiap soal dalam lembar tes mengukur pemahaman siswa tentang konsep-konsep tertentu dalam fisika, terutama yang berkaitan dengan gaya dan hukum Newton. Setelah siswa menyelesaikan tes, jawaban dianalisis menggunakan metode Certainty of Response Index (CRI). Skala CRI terdiri dari 6 kategori, seperti yang dijelaskan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Pengkategorian Tingkat Keyakinan CRI

Skala	Kategori
0	Hanya Menebak
1	Lebih Banyak Menebak
2	Tidak Yakin
3	Yakin
4	Hampir Yakin Tanpa Keraguan
5	Sangat Yakin

Setiap jawaban siswa dianalisis tidak hanya berdasarkan benar atau salah, tetapi juga berdasarkan tingkat keyakinan siswa dalam menjawab setiap soal. Analisis tingkat pemahaman konsep siswa dilakukan dengan menggunakan metode CRI yang mengukur keyakinan siswa dalam menjawab setiap soal. Skala CRI terdiri dari 6 kategori dengan skala terendah 0 yang menunjukkan bahwa siswa hanya menebak jawaban, dan skala tertinggi 5 yang menunjukkan bahwa siswa sangat yakin dengan jawaban yang diberikan. Kategori-kategori ini memungkinkan peneliti untuk mengidentifikasi apakah siswa benar-benar memahami konsep atau hanya menebak jawaban.

Untuk mengetahui tingkat pemahaman konsep dan adanya miskonsepsi, jawaban siswa dikategorikan berdasarkan Tabel 3. Berdasarkan Tabel 3, jawaban benar dengan CRI tinggi menunjukkan pemahaman konsep, sementara jawaban salah

dengan CRI tinggi menunjukkan adanya miskonsepsi. Jawaban benar dengan CRI rendah menunjukkan bahwa siswa menebak jawaban, dan jawaban salah dengan CRI rendah menunjukkan bahwa siswa tidak tahu konsep.

Tabel 3. Kategori Pemahaman Konsep Berdasarkan CRI

Kategori Jawaban	CRI Rendah < 2.5	CRI Tinggi > 2.5
Benar	Menebak	Paham Konsep
Salah	Tidak Tahu Konsep	Miskonsepsi

Analisis Data

Analisis statistik dalam penelitian ini dilakukan untuk mengidentifikasi dan mengukur tingkat pemahaman konsep serta miskonsepsi siswa. Data dari hasil tes dianalisis menggunakan teknik CRI untuk menentukan tingkat keyakinan siswa pada setiap jawaban. CRI memberikan wawasan mengenai apakah siswa benar-benar memahami konsep atau hanya menebak jawabannya. Data yang diperoleh dari tes CRI kemudian diolah dan dianalisis secara deskriptif kuantitatif untuk memberikan gambaran tentang distribusi pemahaman dan miskonsepsi di antara siswa. Hasil analisis ini digunakan untuk mengidentifikasi area-area spesifik di mana siswa mengalami kesulitan, serta untuk merancang intervensi pengajaran yang lebih efektif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tingkat pemahaman konsep siswa di SMA Negeri 1 Bati-Bati secara umum

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan di SMA Negeri 1 Bati-Bati, ditemukan bahwa tingkat pemahaman konsep gaya siswa secara umum masih tergolong rendah. Dari data yang diperoleh, persentase rata-rata miskonsepsi siswa adalah sebesar 86,75%, yang termasuk dalam kategori penilaian sangat tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa sebagian besar siswa memiliki pemahaman yang keliru tentang konsep gaya dan Hukum Newton.

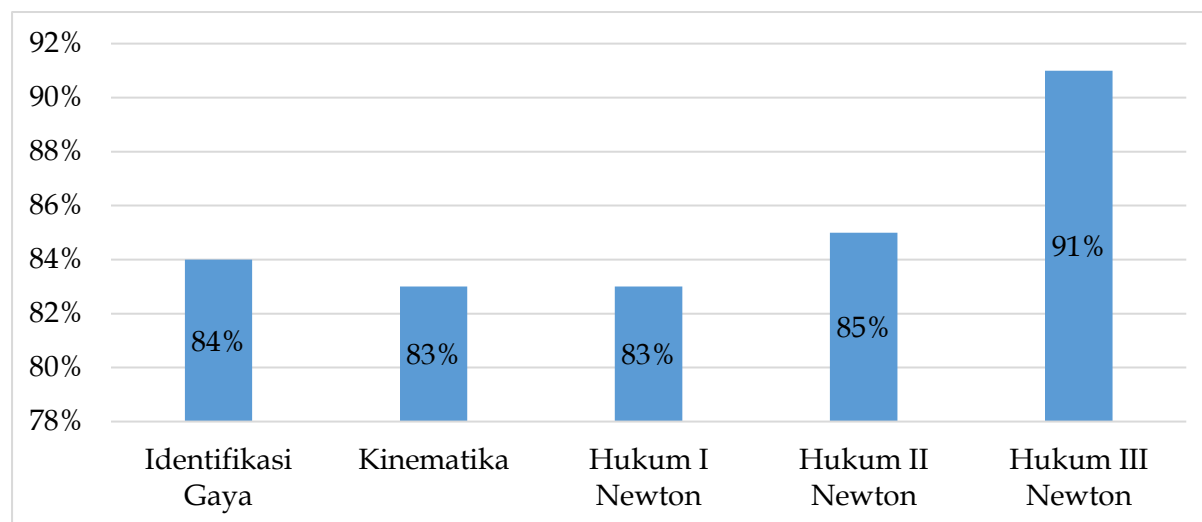
Rincian hasil ini dapat dilihat pada Gambar 1 dan Tabel 4. Gambar 1 memperlihatkan distribusi pemahaman dan miskonsepsi siswa mengenai konsep gaya, sedangkan Tabel 4 merinci persentase miskonsepsi siswa untuk setiap konsep yang diuji. Hasil ini menekankan perlunya intervensi yang lebih efektif dalam pengajaran fisika untuk memperbaiki miskonsepsi dan meningkatkan pemahaman siswa terhadap konsep-konsep dasar fisika.

Tabel 4. Capaian Rata-rata pada Tiap Kategori

Pemahaman Konsep	Persentase	Kategori Penilaian
Paham Konsep	3.65%	Rendah
Paham Konsep-Kurang Yakin	0.55%	Rendah
Tidak Tahu Konsep	9.50%	Rendah
Miskonsepsi	86.75%	Sangat Tinggi

Gambar 1 menunjukkan bahwa miskonsepsi paling banyak terjadi pada konsep Hukum III Newton, dengan persentase sebesar 91%. Miskonsepsi pada konsep lainnya juga cukup tinggi, yaitu 84% pada identifikasi gaya, 83% pada kinematika, 83% pada Hukum I Newton, dan 85% pada Hukum II Newton. Tabel 4 menguraikan

bahwa hanya 3,65% siswa yang benar-benar memahami konsep gaya, sedangkan 0,55% siswa paham konsep tetapi kurang yakin. Sebanyak 9,50% siswa tidak tahu konsep, dan mayoritas siswa, yaitu 86,75%, mengalami miskonsepsi.



Gambar 1. Persentase Rata-rata Miskonsepsi Tiap Konsep Pokok

Penelitian ini sejalan dengan studi-studi sebelumnya yang menunjukkan tingginya tingkat miskonsepsi di kalangan siswa dalam memahami konsep fisika. Misalnya, Kusumawati et al. (2022) mengidentifikasi miskonsepsi di antara calon guru fisika mengenai interferensi menggunakan CRI, menemukan variasi dalam tingkat pemahaman konsep di kalangan mahasiswa. Dirman et al. (2022) juga menemukan bahwa tes diagnostik empat dan lima tingkat efektif dalam mengidentifikasi pemahaman konsep fisika, menekankan pentingnya format penilaian yang beragam untuk memahami tingkat pemahaman siswa. Studi oleh Wartono et al. (2018) menggunakan strategi konflik kognitif dan praktikum simulasi untuk mengatasi miskonsepsi siswa tentang topik cahaya dalam fisika, menunjukkan kebutuhan akan strategi pengajaran inovatif untuk meningkatkan pemahaman konseptual siswa. Temuan ini relevan dengan penelitian kami yang menunjukkan bahwa intervensi yang ditargetkan dan penggunaan alat penilaian seperti CRI dapat membantu mengidentifikasi dan mengatasi miskonsepsi siswa secara efektif.

Selain itu, Terrell et al. (2021) menyoroiti efektivitas kegiatan yang ditargetkan dalam mengurangi miskonsepsi terkait fungsi enzim pada mahasiswa biokimia. Penelitian tersebut mendukung temuan kami bahwa intervensi yang spesifik dan terfokus dapat meningkatkan pemahaman konsep. Nelson et al. (2017) menemukan bahwa pengetahuan sebelumnya dan persepsi sensorik memainkan peran penting dalam memperkuat miskonsepsi tentang semikonduktor, menggarisbawahi pentingnya menangani miskonsepsi ini dalam pendidikan fisika.

Temuan ini menunjukkan pentingnya penilaian yang komprehensif dan intervensi yang ditargetkan untuk mengatasi miskonsepsi dalam pembelajaran fisika di tingkat sekolah menengah. Menggunakan metode Certainty of Response Index (CRI) telah terbukti efektif dalam mengidentifikasi miskonsepsi dan pemahaman siswa, memungkinkan pendidik untuk merancang strategi pengajaran yang lebih efektif.

Implikasi praktis dari penelitian ini adalah bahwa guru dapat menggunakan hasil dari penilaian CRI untuk mengembangkan materi pembelajaran yang lebih sesuai dan intervensi yang spesifik untuk mengatasi area-area di mana siswa mengalami kesulitan. Misalnya, visualisasi konsep menggunakan representasi visual dan simulasi, seperti yang disarankan oleh Vidak et al. (2020), dapat membantu siswa memahami konsep-konsep yang kompleks dalam fisika dengan lebih baik.

Selain itu, pendekatan pembelajaran campuran yang diusulkan oleh Setyaningrum (2018) dapat diterapkan untuk meningkatkan pemahaman konseptual siswa. Pendekatan ini memungkinkan penggunaan berbagai metode pengajaran yang interaktif dan menarik, yang dapat meningkatkan keterlibatan dan pemahaman siswa.

Pentingnya memahami konsep gaya dengan benar tidak hanya terbatas pada keberhasilan akademis tetapi juga aplikasi praktis dalam kehidupan sehari-hari dan berbagai bidang ilmu pengetahuan dan teknologi. Oleh karena itu, penelitian ini memberikan kontribusi penting dalam meningkatkan kualitas pendidikan fisika di SMA Negeri 1 Bati-Bati dan dapat dijadikan acuan untuk studi lebih lanjut di berbagai konteks pendidikan lainnya.

Miskonsepsi Siswa pada Konsep Pokok Identifikasi Gaya

Hasil penelitian menunjukkan bahwa siswa di SMA Negeri 1 Bati-Bati mengalami banyak miskonsepsi pada konsep pokok identifikasi gaya. Berdasarkan Tabel 5, beberapa miskonsepsi yang dominan pada konsep ini dapat diidentifikasi melalui butir-butir soal yang telah dianalisis. Contohnya, pada soal nomor 7, 66,2% siswa salah menjawab bahwa gaya utama yang bekerja pada benda setelah menerima tendangan adalah gaya tarik ke bawah oleh gravitasi, gaya ke atas yang diberikan oleh permukaan, dan gaya horizontal ke arah tendangan. Ini menunjukkan bahwa siswa masih keliru dalam memahami interaksi gaya setelah benda terlepas dari tendangan. Pada soal nomor 14, sebagian besar siswa (69,5%) memberikan jawaban yang salah tentang gaya-gaya yang bekerja saat seorang anak menggantungkan tali, dengan banyak siswa hanya mampu menjelaskan konsep fisiknya dengan kurang baik. Begitu pula pada soal nomor 19 dan 20, persentase miskonsepsi mencapai 60% dan 83,8% masing-masing, di mana siswa salah mengidentifikasi gaya-gaya yang bekerja pada benda yang diam dan bola tenis yang melayang di udara setelah terlepas dari raket.

Penelitian ini konsisten dengan berbagai studi sebelumnya yang menyoroti tingginya tingkat miskonsepsi di kalangan siswa dalam memahami konsep fisika. Misalnya, Mufit (2022) menemukan bahwa mahasiswa tahun pertama dan guru fisika sering mengalami miskonsepsi terkait Hukum Newton, termasuk pemahaman yang salah tentang pasangan gaya dan penerapan Hukum Ketiga Newton. Septiyani dan Nanto (2021) juga menemukan berbagai miskonsepsi dalam pembelajaran fisika, khususnya pada konsep panas dan suhu, yang menunjukkan bahwa siswa sering mengalami miskonsepsi di berbagai sub-konsep fisika. Dirman et al. (2022) menyoroti pentingnya tes diagnostik dalam mengidentifikasi pemahaman konsep fisika dan dampak miskonsepsi terhadap pembelajaran fisika selanjutnya. Temuan ini sejalan dengan penelitian kami yang menunjukkan bahwa miskonsepsi dapat menghambat pemahaman siswa terhadap konsep-konsep fisika dasar. Sarini dan Selamat (2022) menekankan pentingnya mengatasi miskonsepsi dalam materi statika fluida untuk meningkatkan pemahaman konseptual siswa. Azizah et al. (2022) juga menunjukkan

adanya tingkat miskonsepsi yang moderat di kalangan mahasiswa pada konsep astronomi, menggarisbawahi perlunya pendekatan diagnostik yang tepat untuk mengidentifikasi dan mengatasi miskonsepsi. Penelitian oleh Kaniawati et al. (2021) menunjukkan bahwa model pembelajaran Interaktif Konseptual Instruksional (ICI) efektif dalam mengatasi miskonsepsi siswa tentang gaya dan getaran, yang menekankan perlunya intervensi pengajaran untuk mempromosikan perubahan konseptual.

Temuan ini menunjukkan bahwa miskonsepsi pada konsep gaya masih sangat tinggi di kalangan siswa SMA Negeri 1 Bati-Bati. Miskonsepsi ini tidak hanya menghambat pemahaman siswa terhadap konsep fisika dasar, tetapi juga dapat berdampak negatif pada pembelajaran konsep-konsep fisika lanjutan. Oleh karena itu, penting bagi pendidik untuk mengembangkan strategi pengajaran yang efektif untuk mengatasi miskonsepsi ini. Secara ilmiah, temuan ini menegaskan pentingnya menggunakan alat diagnostik seperti CRI untuk mendapatkan gambaran yang lebih jelas tentang pemahaman siswa dan mengidentifikasi miskonsepsi secara tepat. Dengan demikian, pendidik dapat mengembangkan intervensi pengajaran yang lebih efektif yang tidak hanya fokus pada transfer pengetahuan, tetapi juga pada koreksi miskonsepsi dan penguatan pemahaman konseptual.

Tabel 5. Rekapitulasi Miskonsepsi pada Konsep Pokok Identifikasi Gaya

Butir Soal	Uraian
7	<ul style="list-style-type: none"> Soal nomor 7 menjelaskan tentang gaya utama yang bekerja pada benda ketika menerima tendangan. Dari jawaban yang diberikan siswa, sebanyak 66,2% siswa memilih opsi jawaban c yang menyatakan bahwa gaya utama yang bekerja pada keping tersebut setelah menerima tendangan adalah gaya tarik ke bawah oleh gravitasi, gaya ke atas yang diberikan oleh permukaan, dan gaya horizontal ke arah tendangan. Hal ini tentu saja bertentangan dengan konsep fisika yang ada. Gaya pada hakikatnya adalah interaksi antara dua benda atau lebih. Pada saat keping tersebut telah terlepas dari tendangan, maka tidak ada lagi interaksi antara keping hoki tersebut dengan kaki penendang, sehingga gaya horizontal yang diberikan oleh tendangan tidak bekerja lagi pada keping hoki tersebut. Pada saat keping hoki telah terlepas dari kaki penendang, maka keping tersebut berinteraksi dengan bumi dan permukaan lantai, sehingga gaya utama yang bekerja pada keping hoki tersebut adalah gaya gravitasi dan gaya normal.
14	<ul style="list-style-type: none"> Soal nomor 14 menjelaskan tentang gaya-gaya yang berlaku saat seorang anak mengayunkan tali. Dari jawaban yang diberikan siswa kebanyakan siswa memilih opsi jawaban b. Hal ini memang benar namun hanya sedikit siswa yang bisa menjelaskan konsep fisiknya dengan baik. Kebanyakan dari jawaban siswa hanya mengarang bahkan ada yang hanya mengosongkan jawabannya. Pada saat anak tersebut berada di posisi A, maka ada interaksi antara anak tersebut dengan bumi yang menyebabkan adanya gaya gravitasi bumi yang bekerja pada anak tersebut. Selain itu, terdapat juga interaksi antara anak laki-laki tersebut dengan tali yang

	tergantung sehingga menyebabkan adanya gaya tegangan tali yang mengarah dari A (posisi anak laki-laki) ke O (poros tali).
19	<ul style="list-style-type: none"> • Soal nomor 19 menjelaskan tentang gaya-gaya yang bekerja pada benda yang diam. Dari jawaban yang telah diberikah oleh siswa terdapat sebanyak 60% siswa memilih opsi jawaban a. Hal ini memang benar namun hanya sedikit siswa yang mampu menjelaskan konsep fisiknya secara detail. Selain itu sebanyak 23.1% siswa memilih opsi jawaban e yang menyatakan bahwa tidak ada gay yang bekerja pada benda tersebut karna bendanya hanya diam saja. Namun hal ini tidak sesuai dengan konsep fisika yang ada. Gaya merupakan suatu tarikan atau dorongan yang bekerja pada benda akibat hasil interaksi dengan benda lain. Pada soal nomor 19 kursi yang diam dapat dianggap sebagai sebuah sistem sehingga dapat dikatakan bahwa kursi tersebut berinteraksi dengan lantai dan bumi sehingga pada kasus kursi yang diam dilantai akan bekerja gaya gravitasi sebagai interaksi kursi dengan bumi dan gaya normal sebagai interaksi kursi dengan lantai.
20	<ul style="list-style-type: none"> • Soal nomor 20 menjelaskan tentang gaya-gaya yang bekerja pada bola tenis saat melayang di udara. Dari jawaban yang diberikan oleh siswa, sebagian besar siswa memilih opsi pilihan e yang menyatakan bahwa gaya-gaya yang bekerja pada bola tenis setelah terlepas dari pukulan dan sebelum menyentuh lantai adalah gaya gravitasi, gaya yang diberikan oleh pukulan, serta gaya gesek udara. Hal ini tentu tidak sesuai dengan konsep fisika yang ada. Setelah bola tersebut terlepas dari raket, maka bola tenis itu akan melintas di udara menuju pada raket lawan, di saat bola tenis dalam perjalanannya menuju wilayah lawan, bola tenis tersebut berinteraksi dengan bumi sehingga pada bola tenis tersebut akan bekerja gaya gravitasi yang merupakan gaya tarik bumi. Selain berinteraksi dengan bumi, ketika bola tenis tersebut bergerak di udara, permukaan benda tersebut akan bersentuhan dengan udara sehingga terjadi gesekan antara bola tenis dengan udara. Jadi dapat disimpulkan bahwa ketika bola tenis tersebut terlepas dari raket dan sebelum menyentuh tanah, gaya yang bekerja pada raket tersebut adalah gaya garvitasi dan gaya gesek udara.

Miskonsepsi pada Konsep Pokok Kinematika

Penelitian ini menemukan bahwa siswa di SMA Negeri 1 Bati-Bati mengalami miskonsepsi yang signifikan pada konsep kinematika. Berdasarkan Tabel 6, beberapa miskonsepsi utama dapat diidentifikasi dari jawaban siswa terhadap soal-soal yang diberikan. Misalnya, pada soal nomor 1, 61,5% siswa salah menjawab bahwa bola berat akan mencapai permukaan tanah lebih cepat dibandingkan bola ringan, menunjukkan kesalahpahaman tentang pengaruh massa terhadap waktu jatuh bebas di bawah gravitasi.

Pada soal nomor 2, sebanyak 75,4% siswa salah menjawab bahwa batu besar akan jatuh lebih cepat dibandingkan batu kecil karena tarikan gravitasi bumi yang lebih besar. Ini menandakan kesalahpahaman tentang prinsip kecepatan terminal dan

percepatan gravitasi yang konstan. Soal nomor 4 menunjukkan bahwa 60% siswa memiliki miskonsepsi tentang arah gerak keping hoki setelah ditendang, dengan banyak yang berpikir bahwa gaya yang diberikan setelah tendangan tetap bekerja pada benda, padahal seharusnya benda bergerak karena gaya awal.

Selain itu, soal nomor 5 menunjukkan bahwa 54,7% siswa salah menjawab tentang kecepatan keping hoki setelah menerima tendangan. Siswa beranggapan bahwa kecepatan awal adalah jumlah dari dua komponen kecepatan, menunjukkan miskonsepsi tentang vektor kecepatan. Pada soal nomor 8, 84,6% siswa tidak bisa menjelaskan lintasan bola yang ditembakkan dengan benar, menunjukkan miskonsepsi tentang gaya gravitasi dan gerak parabola.

Temuan ini konsisten dengan studi-studi sebelumnya yang menunjukkan tingginya tingkat miskonsepsi di kalangan siswa dalam memahami konsep fisika. Achor et al. (2022) menemukan bahwa siswa mengembangkan miskonsepsi setelah pembelajaran formal di sekolah menengah, menunjukkan tantangan umum dalam memahami konsep fisika. Hidaayatullaah (2022) juga melaporkan bahwa siswa mengalami miskonsepsi dalam materi fisika, termasuk konsep listrik dan interaksi muatan listrik, menegaskan prevalensi miskonsepsi dalam pembelajaran fisika. Temuan ini menunjukkan bahwa miskonsepsi pada konsep kinematika masih sangat tinggi di kalangan siswa SMA Negeri 1 Bati-Bati. Miskonsepsi ini tidak hanya menghambat pemahaman siswa terhadap konsep fisika dasar, tetapi juga dapat berdampak negatif pada pembelajaran konsep-konsep fisika lanjutan. Oleh karena itu, penting bagi pendidik untuk mengembangkan strategi pengajaran yang efektif untuk mengatasi miskonsepsi ini.

Tabel 6. Rekapitulasi Jawaban Miskonsepsi siswa pada Konsep Pokok Kinematika

Butir Soal	Uraian
1	Soal nomor 1 menanyakan mengenai waktu yang dibutuhkan oleh dua buah bola yang memiliki diameter sama tetapi bola yang satu memiliki massa dua kali lipat daripada bola yang lainnya. Pada butir soal ini sebanyak 55 orang peserta didik mengalami miskonsepsi dimana kebanyakan mereka memilih opsi jawaban a dengan persentase sebesar 61,5%, yang menyatakan bahwa bola berat akan mencapai permukaan tanah dengan waktu yang lebih cepat dibandingkan dengan bola yang lebih ringan. Para peserta didik tersebut meyakini bahwa massa akan berpengaruh terhadap waktu yang diperlukan oleh kedua bola tersebut untuk mencapai tanah. Hal ini tentu bertentangan dengan konsep fisika yang ada, yang mana menyatakan bahwa komponen-komponen yang mempengaruhi waktu jatuhnya benda untuk mencapai permukaan bumi adalah ketinggian dan percepatan gravitasi, yaitu sesuai dengan persamaan $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$, sehingga kedua bola pada soal tersebut jatuh dalam waktu yang sama meskipun berbeda massa.
2	Soal nomor 2 menanyakan mengenai pemahaman konsep gravitasi pada batu yang jatuh bebas. Dari jawaban yang diberikan siswa, sebanyak 75,4% siswa memilih opsi jawaban b yang menyatakan bahwa batu tersebut akan jatuh semakin cepat akibat dari tarikan gravitasi bumi yang semakin kuat ketika batu semakin mendekat dengan permukaan bumi. Dari jawaban

- yang diberikan oleh siswa kebanyakan dari mereka meyakini bahwa semakin dekat dengan permukaan bumi percepatan gravitasi akan semakin besar. Hal ini tentu bertolak belakang dengan konsep fisika yang ada karena percepatan gravitasi cenderung konstan di seluruh permukaan bumi.
- 4 Soal nomor 4 menjelaskan tentang arah gerak keping hoki yang melintas mendatar pada lantai tanpa gesekan setelah diberikan tendangan menuju arah yang berbeda. Dari jawaban yang diberikan oleh siswa, kebanyakan siswa yaitu sebanyak 60% siswa memilih opsi jawaban b yang menyatakan bahwa arah gerak keping hoki tersebut setelah diberikan gaya oleh tendangan adalah lurus ke depan. Hal ini tentu tidak sesuai dengan konsep fisika yang ada. Arah gerak keping hoki ketika ditendang adalah sama dengan penjumlahan vektor dari arah datangnya bola dengan arah dari tendangan yaitu seperti pada gambar B, sesuai dengan penjumlahan vektor dari arah datangnya keping dengan arah dari tendangan yang diberikan.
- 5 Soal nomor 5 menjelaskan tentang kecepatan keping hoki pada soal nomor 4 setelah menerima tendangan. Dari jawaban yang diberikan siswa, kebanyakan siswa memilih opsi jawaban a yaitu sebanyak 54.7% yang menyatakan bahwa kecepatan keping hoki tersebut adalah sama dengan kecepatan awalnya, adapula siswa yang memilih opsi jawaban b dengan persentase sebesar 28.1% siswa yang menyatakan bahwa kecepatan keping hoki setelah menerima tendangan adalah sebesar v_k atau kecepatan akhir. Hal ini tentu tidak sesuai dengan konsep fisika yang ada. Kecepatan keping hoki setelah menerima tendangan adalah lebih besar daripada salah satu kecepatan (v_0) atau (v_k), tetapi kurang dari jumlah aritmatika dari kedua kecepatan ini. Setelah menerima tendangan kecepatan keping akan meningkat dari sebelumnya, namun tidak lebih dari penjumlahan aritmatika kedua kecepatan v_0 dan v_k .
- 8 Soal nomor 8 menjelaskan tentang jalur lintasan yang akan terbentuk dari bola yang ditembakkan dengan meriam. Dari jawaban yang diberikan siswa, sebanyak 84.6% siswa memilih opsi jawaban b. Hal itu benar namun tidak ada siswa yang mampu menjelaskan secara detail alasan dari jawaban tersebut. Ada kemungkinan siswa hanya menduga-duga. Pada soal, arah tembakan dari meriam membentuk sudut elevasi 180° terhadap permukaan bidang datar. Hal itu menyebabkan bola yang ditembakkan mengarah ke depan sesuai dengan arah tembakan dan membentuk lintasan setengah parabola. Gaya awal yang diberikan oleh meriam akan menjadi pemicu Bergeraknya bola tersebut yang kemudian setelah bola berada di udara maka akan terjadi interaksi antar bola dengan bumi yang menyebabkan adanya gaya gravitasi yang bekerja pada bola. Gaya gravitasi bola selalu konstan tergantung pada massa bola.
- 9 Soal nomor 9 menjelaskan tentang gaya-gaya yang bekerja pada bola yang dilempar vertikal ke atas. Dari jawaban yang diberikan siswa, sebanyak 67.2% siswa memilih opsi jawaban b yang menyatakan bahwa gaya-gaya yang bekerja pada saat bola tersebut belum menyentuh tanah adalah gaya ke atas yang terus menurun sejak bola terlepas dari tangan anak laki-laki itu hingga mencapai titik tertingginya; ketika bola turun ada gaya gravitasi yang terus meningkat saat benda semakin dekat ke bumi. Kebanyakan

- siswa meyakini bahwa gaya ke atas yang diberikan oleh lemparan masih bekerja pada bola, padahal ketika bola telah terlepas dari tangan pelempar maka bola tersebut tidak berinteraksi dengan tangan lagi sehingga gaya oleh lemparan sudah tidak ada. Jadi gaya yang bekerja pada bola tersebut adalah gaya gravitasi karena sebelum menyentuh permukaan tanah bola tersebut hanya berinteraksi dengan bumi saja, dan percepatan bumi selalu konstan disetiap permukaan bumi.
- 10 Soal nomor 10 menjelaskan tentang lintasan yang dibentuk oleh bola bowling yang terjatuh dari ruang kargo pesawat. Dari jawaban yang diberikan siswa, terdapat sebanyak 36.9% siswa memilih opsi jawaban a, 43.1% siswa memilih opsi jawaban b, 18,5% siswa memilih opsi jawaban d, 1.5% siswa memilih opsi jawaban e. Bola bowling yang terjatuh dari ruang kargo sebuah pesawat merupakan salah satu contoh fenomena gabungan antara gerak lurus beraturan (GLB) dengan gerak lurus berubah beraturan (GLBB) layaknya gerak parabola. Gerak lurus beraturan berlaku untuk arah gerak yang sejajar sumbu x atau ke arah horizontal karena tidak ada gaya yang mempengaruhi gerak benda pada sumbu x . Sedangkan gerak lurus berubah beraturan berlaku untuk gerakan vertikal atau searah dengan sumbu Y karena adanya gaya gravitasi yang mempengaruhi gerakan bola bowling tersebut. Berdasarkan fenomena tersebut maka lintasan gerak bola bowling akan membentuk suatu lintasan parabola. Sebagian besar siswa meyakini bahwa lintasan bola bowling tersebut akan lurus ke bawah, adapula siswa yang menganggap lintasan bola bowling itu akan melengkung karena adanya gaya gesek udara dan pengaruh kecepatan angin.

Miskonsepsi pada Konsep Pokok Hukum I Newton

Penelitian ini mengungkapkan bahwa siswa di SMA Negeri 1 Bati-Bati memiliki banyak miskonsepsi mengenai Hukum I Newton. Berdasarkan Tabel 7, miskonsepsi ini terlihat dari jawaban siswa terhadap soal-soal yang diberikan. Misalnya, pada soal nomor 6, sebanyak 40% siswa salah menjawab bahwa kecepatan keping hoki setelah menerima tendangan akan konstan untuk sementara waktu dan kemudian menurun secara bertahap. Kesalahan ini menunjukkan bahwa siswa belum memahami prinsip dasar bahwa tanpa gaya yang bekerja padanya, benda akan mempertahankan kecepatan konstan sesuai dengan Hukum I Newton.

Pada soal nomor 17, sebanyak 67,7% siswa salah menjawab bahwa gaya gesek berhenti bekerja setelah wanita berhenti mendorong kotak. Siswa beranggapan bahwa gaya hanya bekerja saat ada kontak langsung dan tidak mempertimbangkan bahwa gaya gesek tetap ada selama benda bergerak di permukaan. Hal ini menunjukkan bahwa siswa belum sepenuhnya memahami interaksi gaya gesek dan gerak benda sesuai dengan Hukum I Newton.

Temuan ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menunjukkan adanya miskonsepsi signifikan pada siswa tentang Hukum Newton. Addido et al. (2022) menemukan bahwa siswa sering kali keliru mengklaim bahwa benda bergerak memiliki gaya kontinu yang bekerja padanya, meskipun telah diajarkan tentang Hukum I Newton. Alatas et al. (2021) juga mengidentifikasi miskonsepsi siswa pada konsep Hukum Newton menggunakan tes isomorfik, termasuk miskonsepsi tentang inersia dan Hukum III Newton, menyoroti prevalensi miskonsepsi dalam memahami

Hukum Newton. Di sisi lain, Ardiyati et al. (2020) menunjukkan adanya variasi miskonsepsi fisika, terutama dalam analisis gaya pada bidang miring, yang mungkin berbeda dari miskonsepsi terkait Hukum Newton.

Hasil dari penilaian CRI dapat digunakan oleh guru untuk merancang materi pembelajaran yang lebih sesuai dan intervensi yang spesifik untuk mengatasi area-area di mana siswa mengalami kesulitan. Misalnya, penggunaan konsep peta berbasis komputer yang dikombinasikan dengan Google Classroom (Aşıksoy, 2019), dapat membantu siswa mengurangi miskonsepsi dan meningkatkan keterampilan pemecahan masalah dalam pembelajaran berbasis teknologi.

Temuan ini juga mendukung penelitian oleh Suprpto (2020) yang melakukan tinjauan ontologis untuk memahami jenis dan penyebab miskonsepsi siswa dalam sains. Penelitian ini bertujuan untuk memfasilitasi guru dalam menemukan solusi untuk mengajar konsep sains secara efektif. Dengan demikian, penggunaan CRI dan strategi pengajaran yang didasarkan pada pemahaman mendalam tentang miskonsepsi siswa dapat membantu dalam mengatasi tantangan ini.

Tabel 7. Rekapitulasi Miskonsepsi Siswa pada Konsep Pokok Hukum I Newton

Butir Soal	Uraian
6	<ul style="list-style-type: none"> Soal nomor 6 menjelaskan tentang kecepatan keping hoki setelah menerima tendangan. Dari jawaban yang diberikan oleh siswa, sebanyak 40% siswa memilih opsi jawaban e yang menyatakan bahwa kecepatan keping hoki tersebut konstan untuk sementara waktu dan menurun setelahnya. Kebanyakan siswa kurang teliti dalam membaca soal dan masih terkecoh dengan adanya gaya gesek antar permukaan lantai dengan keping hoki yang bisa memperlambat kecepatan keping hoki tersebut. Pemberian gaya pada suatu benda dapat menyebabkan terjadinya beberapa hal, salah satunya yaitu terjadinya perubahan kecepatan. Setelah menerima tendangan, kecepatan keping tentu saja akan meningkat dengan kecepatan akhir sebesar v_k yang kemudian kecepatannya akan tetap konstan karena tidak adanya gaya gesek yang dapat menghentikan kecepatan keping. Gaya gesek merupakan gaya yang bekerja antara dua permukaan benda yang saling bersentuhan, arahnya berlawanan dengan arah gerak benda. Dalam hubungannya dengan gerak benda, gaya gesek merupakan gaya yang menahan gerakan benda sehingga dapat menyebabkan benda berhenti bergerak. Gaya gesek bisa terjadi di semua zat, baik itu zat padat, cair, dan gas. Gaya gesek antara dua zat padat disebut gaya gesek statis/kinetis, sedangkan gaya gesek antara benda padat dan cairan serta gas disebut gaya Stokes.
17	<ul style="list-style-type: none"> Soal nomor 17 menjelaskan tentang gerak kotak pada soal nomor 15 jika wanita tersebut berhenti memberikan gaya. Dari jawaban yang diberikan oleh siswa, sebanyak 67.7% siswa memilih opsi jawaban a. Mereka meyakini bahwa ketika gaya dihentikan maka kotak tersebut juga akan otomatis berhenti. Hal ini tidak berseuaian dengan konsep fisika yang ada. Pemberian gaya pada kotak menyebabkan kotak dapat bergerak, namun pada saat wanita

tersebut menghentikan gaya dorongan yang dia berikan pada kotak, jika sesuai dengan hukum I newton yang menyatakan bahwa setiap benda cenderung akan tetap mempertahankan posisi geraknya jika tidak ada gaya luar yang bekerja padanya, namun karena adanya gaya gesek maka kecepatan kotak tersebut akan melambat akibat dari adanya gaya gesek yang arahnya berlawanan dengan arah gerak benda sehingga menyebabkan kecepatan kotak semakin berkurang hingga berhenti.

Miskonsepsi pada Konsep Pokok Hukum II Newton

Penelitian ini mengungkapkan bahwa siswa di SMA Negeri 1 Bati-Bati memiliki banyak miskonsepsi mengenai Hukum II Newton. Berdasarkan Tabel 8, beberapa miskonsepsi utama dapat diidentifikasi dari jawaban siswa terhadap soal-soal yang diberikan. Misalnya, pada soal nomor 11, sebanyak 61,5% siswa salah menjawab tentang gaya kontak antara dua benda yang bersentuhan, dengan banyak siswa beranggapan bahwa untuk mendorong truk, gaya yang diberikan oleh mobil ke truk harus lebih besar daripada gaya yang diberikan oleh truk ke mobil. Hal ini menunjukkan bahwa siswa belum memahami konsep aksi-reaksi dengan baik sesuai dengan Hukum II Newton.

Pada soal nomor 16, sebanyak 67,7% siswa salah menjawab bahwa ketika gaya yang diberikan oleh wanita menjadi dua kali lipat lebih besar, kecepatan kotak juga menjadi dua kali lipat lebih cepat. Kesalahan ini menunjukkan bahwa siswa belum memahami bahwa percepatan sebuah benda bergantung pada gaya total yang bekerja padanya dan massa benda tersebut, bukan hanya besarnya gaya.

Temuan ini konsisten dengan berbagai penelitian sebelumnya yang menunjukkan tingginya tingkat miskonsepsi di kalangan siswa dalam memahami Hukum Newton. Huda et al. (2022) dalam penelitiannya tentang miskonsepsi siswa menggunakan tes diagnostik empat tingkat digital menemukan bahwa siswa sering kali memiliki miskonsepsi terkait penerapan Hukum Newton. Studi oleh Achor et al. (2022) menyoroti bahwa siswa mengembangkan miskonsepsi setelah pembelajaran formal di sekolah menengah atas, menekankan pentingnya menangani miskonsepsi untuk meningkatkan hasil belajar. Septiyani dan Nanto (2021) menemukan bahwa miskonsepsi sering terjadi dalam pembelajaran fisika, khususnya pada konsep panas dan suhu, menunjukkan bahwa siswa mengalami berbagai miskonsepsi di berbagai sub-konsep fisika.

Namun, beberapa penelitian menunjukkan hasil yang sedikit berbeda terkait dengan jenis miskonsepsi yang dihadapi siswa. Suryadi et al. (2020) membandingkan miskonsepsi siswa sekolah menengah dan calon guru fisika tentang rangkaian listrik sederhana, mengungkapkan perbedaan dalam miskonsepsi antara kedua kelompok tersebut. Mufit dan Syamsidar (2022) menemukan bahwa mahasiswa tahun pertama sering menganggap belajar fisika sulit karena keterkaitannya dengan persamaan atau rumus, yang mungkin berbeda dari miskonsepsi terkait Hukum Newton.

Temuan ini menunjukkan bahwa miskonsepsi tentang Hukum II Newton masih sangat tinggi di kalangan siswa SMA Negeri 1 Bati-Bati. Miskonsepsi ini tidak hanya menghambat pemahaman siswa terhadap konsep-konsep fisika dasar, tetapi juga dapat berdampak negatif pada pembelajaran konsep fisika lanjutan. Oleh karena itu, penting bagi pendidik untuk mengembangkan strategi pengajaran yang efektif untuk mengatasi miskonsepsi ini.

Tabel 8. Rekapitulasi Miskonsepsi siswa pada Konsep Pokok Hukum II Newton

Butir Soal	Uraian
11	<p>• Soal nomor 11 menjelaskan tentang gaya kontak yang terjadi antara dua buah benda yang bersentuhan. Dari jawaban yang diberikan siswa terdapat sebanyak 61.5% siswa memilih opsi jawaban c, 20% siswa memilih opsi jawaban a, 6,2% siswa memilih opsi jawaban b, 9.2% siswa memilih opsi jawaban d, dan 3,1 siswa memilih opsi jawaban e. Kebanyakan siswa meyakini bahwa untuk mendorong truk, gaya yang diberikan oleh mobil ke truk harus lebih besar daripada gaya yang diberikan oleh truk ke mobil. Hal ini tentu tidak sesuai dengan konsep fisika yang ada. Saat mobil mendorong truk, maka terjadi gaya kontak antara mobil dengan truk. Gaya kontak tersebut merupakan contoh dari Hukum III Newton yang menyatakan bahwa $F_{aksi} = -F_{reaksi}$, dengan besar gaya sama dan berlawanan arah. Berdasarkan diagram bebas di atas, gaya F_{12} dan F_{21} merupakan pasangan gaya aksi-reaksi sehingga besar $F_{12} = F_{21}$ tetapi dengan arah yang berlawanan. Gaya F_{12} bekerja pada benda 2 (truk) dan gaya F_{21} bekerja pada benda 1 (mobil).</p> <p>Ketika mobil memberikan gaya dorong pada truk maka juga sesuai dengan Hukum II Newton sebagai berikut:</p> <p>Resultan gaya pada sumbu Y</p> <p>Untuk mobil:</p> $\Sigma F_Y = ma$ $N_1 - w_1 = m_1a$ <p>Karena tidak ada gerak dalam sumbu-Y, maka $a = 0$ sehingga</p> $N_1 - w_1 = 0$ $N_1 = w_1$ $N_1 = m_1g \dots\dots\dots (1)$ <p>Untuk truk</p> $\Sigma F_Y = ma$ $N_2 - w_2 = m_2a$ <p>Karena tidak ada gerak dalam sumbu-Y, maka $a = 0$ sehingga</p> $N_2 - w_2 = 0$ $N_2 = w_2$ $N_2 = m_2g \dots\dots\dots (2)$ <p>Resultan gaya pada sumbu-X</p> <p>Untuk mobil</p> $\Sigma F_X = ma$ $F - F_{21} = m_1a \dots\dots\dots (3)$ <p>Untuk truk</p> $\Sigma F_X = ma$ $F_{12} = m_2a \dots\dots\dots (4)$ <p>Karena $F_{12} = F_{21}$ maka persamaan (3) di atas dapat kita tulis ulang sebagai berikut.</p> $F - F_{21} = m_1a$ $F - m_2a = m_1a$

$$F = m_1 a + m_2 a$$

$$F = a(m_1 + m_2)$$

$$a = F / (m_1 + m_2) \dots\dots\dots (5)$$

Dengan demikian, rumus percepatan pada gerak dua benda yang saling bersentuhan di bidang datar licin adalah sebagai berikut.

$$a = \frac{F}{m_1 + m_2}$$

Dari rumus percepatan tersebut, kita dapat menentukan persamaan gaya interaksi atau gaya kontak antara benda 1 dan benda 2 sebagai berikut.

$$F_{12} = m_2 a$$

$$F_{12} = m_2 \{ F / (m_1 + m_2) \}$$

$$F_{12} = \{ m_2 / (m_1 + m_2) \} F \dots\dots\dots (6)$$

Karena $F_{12} = F_{21}$ maka rumus gaya kontak gaya interaksi antara benda 1 dan benda 2 adalah sebagai berikut.

$$F_{12} = F_{21} = \frac{m_2}{m_1 + m_2} F$$

- 16
- Soal nomor 16 menjelaskan mengenai perubahan kecepatan kotak pada soal nomor 15 ketika gaya yang diberikan oleh wanita menjadi dua kali lebih besar. Dari jawaban yang diberikan oleh siswa, sebagian besar siswa meyakini bahwa ketika gaya yang diberikan menjadi dua kali lebih besar maka kecepatan kotak tersebut akan menjadi dua kali lebih cepat pula. Hal ini tidak bersesuaian dengan konsep fisika yang ada. Akibat dari diberikannya gaya pada benda salah satunya adalah mengalami perubahan kecepatan. Semakin besar gaya yang dibeikan pada suatu benda maka kecepatannya juga akan semakin besar. Pemberian gaya sesaat yang lebih besar yaitu dua kali lipat daripada sebelumnya dapat menyebabkan kecepatan kotak tersebut akan terus meningkat.

Miskonsepsi pada Konsep Pokok Hukum III Newton

Penelitian ini mengungkapkan bahwa siswa di SMA Negeri 1 Bati-Bati mengalami banyak miskonsepsi mengenai Hukum III Newton. Berdasarkan Tabel 9, beberapa miskonsepsi utama dapat diidentifikasi dari jawaban siswa terhadap soal-soal yang diberikan. Misalnya, pada soal nomor 3, mayoritas siswa beranggapan bahwa gaya yang diberikan oleh truk pada mobil lebih besar daripada gaya yang diberikan oleh mobil kepada truk. Hal ini menunjukkan bahwa siswa belum memahami prinsip aksi-reaksi di mana kedua gaya memiliki besar yang sama tetapi berlawanan arah.

Pada soal nomor 12, sebanyak 61,5% siswa salah menjawab tentang gaya yang bekerja pada dua benda yang saling bersentuhan. Siswa beranggapan bahwa gaya kontak antara mobil dan truk akan lebih besar jika mobil memberikan gaya lebih besar, yang menunjukkan miskonsepsi tentang hukum aksi-reaksi. Selain itu, pada soal nomor 13, banyak siswa yang salah paham bahwa mengangkat lift memerlukan gaya yang lebih besar dibandingkan dengan gaya gravitasi bumi, padahal seharusnya gaya yang diperlukan adalah gaya total yang berlawanan dengan berat lift.

Temuan ini konsisten dengan berbagai penelitian sebelumnya yang menunjukkan adanya miskonsepsi signifikan pada siswa tentang Hukum Newton, khususnya Hukum III Newton (Alatas et al., 2021; Huda et al., 2022; Mufit & Syamsidar, 2022). Selain itu kerja kelompok dapat membantu mengurangi miskonsepsi pada siswa kelas 9 tentang Hukum Newton (Ergin, 2016), menunjukkan bahwa miskonsepsi umum dalam fisika terkait dengan energi, gerak, impuls, listrik, panas, suhu, dan gaya.

Namun, beberapa penelitian menunjukkan hasil yang sedikit berbeda terkait dengan jenis miskonsepsi yang dihadapi siswa. Calon guru fisika di Yordania ditemukan memiliki miskonsepsi tentang gaya dan gerak (Al-Rsa'i et al., 2020), menunjukkan bahwa miskonsepsi ini tidak terbatas pada siswa sekolah menengah tetapi juga pada calon guru. Miskonsepsi siswa juga terdeteksi dalam konsep gerak harmonik sederhana menggunakan instrumen tes diagnostik empat tingkat (Tumanggor et al., 2020), menunjukkan bahwa ada hambatan dalam belajar fisika termasuk miskonsepsi tentang gaya pemulih dan korelasi operasional matematis dengan gerak nyata.

Temuan ini menunjukkan bahwa miskonsepsi tentang Hukum III Newton masih sangat tinggi di kalangan siswa SMA Negeri 1 Bati-Bati. Miskonsepsi ini dapat menghambat pemahaman siswa terhadap konsep-konsep fisika dasar dan berdampak negatif pada pembelajaran konsep fisika lanjutan. Oleh karena itu, penting bagi pendidik untuk mengembangkan strategi pengajaran yang efektif untuk mengatasi miskonsepsi.

Dari perspektif praktis, hasil penelitian ini memberikan dasar bagi pengembangan kurikulum yang lebih responsif terhadap kebutuhan belajar siswa. Intervensi yang spesifik dan berbasis data dapat diterapkan untuk meningkatkan kualitas pendidikan fisika di SMA Negeri 1 Bati-Bati, serta memberikan panduan bagi pendidik di sekolah-sekolah lain yang menghadapi tantangan serupa. Penelitian ini juga membuka jalan bagi studi lanjutan yang lebih mendalam tentang efektivitas berbagai metode pengajaran dalam mengatasi miskonsepsi dan meningkatkan pemahaman konsep di berbagai konteks pendidikan.

Tabel 9. Rekapitulasi Miskonsepsi siswa pada Konsep Pokok Hukum III Newton

Butir Soal	Uraian
3	<ul style="list-style-type: none"> Soal nomor 3 menjelaskan mengenai gaya kontak yang terjadi pada dua benda yang saling bertabrakan. Dari jawaban yang diberikan siswa, kebanyakan dari mereka meyakini bahwa benda yang memiliki massa lebih berat akan memberikan gaya yang lebih besar juga kepada benda lainnya. Hal ini dapat terlihat dari kebanyakan siswa yang memilih opsi jawaban a yang menyatakan bahwa gaya yang diberikan oleh truk pada mobil lebih besar daripada gaya yang diberikan oleh mobil kepada truk. Hal ini tentu bertolak belakang dengan konsep fisika yang ada. Ketika truk dan mobil bertabrakan maka akan terjadi adanya gaya kontak diantara keduanya, hal ini merupakan contoh fenomena Hukum III Newton yang menyatakan bahwa $F_{aksi} = -F_{reaksi}$. Tanda (-) pada persamaan tersebut menandakan bahwa kedua gaya memiliki arah yang saling berlawanan. Dua buah gaya yang merupakan pasangan gaya aksi-

	reaksi ini memiliki sifat: Sama besar, berlawanan arah, dan bekerja pada dua objek yang berbeda. Sehingga dapat disimpulkan bahwa gaya yang diberikan oleh truk pada mobil adalah sama dengan gaya yang diberikan oleh mobil kepada truk, hanya arahnya saja yang berlawanan.
12	<ul style="list-style-type: none"> • Soal nomor 12 menjelaskan tentang gaya yang bekerja pada dua benda yang saling bersentuhan pada soal sebelumnya saat mobil sudah mencapai kecepatan konstan. Dari jawaban yang diberikan siswa, opsi pilihan jawaban a paling banyak dipilih. Rata-rata jawaban siswa ini memang benar namun banyak dari siswa-siswa tersebut yang tidak bias menjelaskan konsep fisiknya dengan benar. Hal ini menyebabkan siswa tidak bias dikatakan memahami konsep dengan baik. Ketika mobil mendorong truk maka akan terjadi gaya kontak antara mobil dengan truk yang besarnya sama tetapi berlawanan arah bersesuaian dengan Hukum III Newton. Hal ini berarti bahwa gaya yang diberikan oleh mobil pada truk sama dengan gaya yang diberikan oleh truk pada mobil.
13	<ul style="list-style-type: none"> • Soal nomor 13 menjelaskan tentang gaya-gaya yang bekerja pada lift yang sedang diangkat dengan kecepatan konstan menggunakan kabel baja. Dari jawaban yang telah diberikan siswa, kebanyakan dari siswa meyakini bahwa untuk mengangkat lift ke atas memerlukan gaya yang garus lebih besar daripada gaya gravitasi bumi. Hal ini tentu tidak sesuai dengan konsep fisika yang ada. Untuk menarik lift ke atas dengan kecepatan konstan diperlukan gaya tarik ke atas yang sama dengan gaya gravitasi. Kedua gaya tersebut membentuk gaya aksi-reaksi seperti yang tertuang pada hukum ketiga newton.
15	<ul style="list-style-type: none"> • Soal nomor 15 menjelaskan tentang gaya kontak antara seorang wanita dengan kotak yang didorongnya. Dari jawaban yang diberikan oleh siswa sebagian besar siswa meyakini bahwa gaya mendatar yang diberikan oleh wanita tersebut haruslah lebih besar daripada berat kotak agar kotaknya bias terdorong. Hal ini tentu tidak sesuai dengan konsep fisika yang ada. Ketika wanita tersebut mendorong kotak, maka terjadi gaya kontak antara wanita tersebut dengan kotak. Gaya kontak merupakan salah satu contoh fenomena Hukum III Newton yang berarti gaya kontak yang diberikan oleh wanita tersebut kepada kotak adalah sama dengan gaya total yang menahan kotak. Sebanyak 29.2% siswa benar memilih opsi jawaban c, namun tidak semua bias menjelaskan konsep fisiknya dengan baik.
18	<ul style="list-style-type: none"> • Soal nomor 18 menjelaskan tentang gaya kontak yang terjadi pada dua orang siswa yang sedang berhadapan. Dari jawaban yang telah diberikan oleh siswa, sebagian besar siswa meyakini bahwa gaya yang diberikan siswa a dengan massa 95kg ke siswa b yang memiliki massa 77kg lebih besar daripada gaya yang diberikan oleh siswa b kepada siswa a. mereka meyakini bahwa semakin besar massa yang dimiliki benda maka akan semakin besar pula gayanya. Hal ini tidak bersesuaian dengan konsep fisika yang ada. Ketika siswa A mendorong siswa B maka ada gaya interaksi antara kedua siswa

tersebut. Gaya yang diberikan oleh siswa A kepada siswa B adalah sama dengan gaya yang diberikan oleh siswa B kepada siswa A. Hal ini bersesuaian dengan Hukum III Newton yang merupakan hukum aksi reaksi.

KESIMPULAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi tingkat pemahaman konsep gaya siswa di SMA Negeri 1 Bati-Bati menggunakan metode Certainty of Response Index (CRI). Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat tingkat miskonsepsi yang signifikan di antara siswa pada berbagai konsep gaya dan hukum Newton. Dari 65 siswa yang diuji, banyak yang menunjukkan pemahaman yang salah tentang konsep-konsep dasar seperti Hukum I, II, dan III Newton serta kinematika.

Data kuantitatif yang diperoleh menunjukkan persentase miskonsepsi yang tinggi di berbagai konsep. Misalnya, persentase miskonsepsi pada Hukum III Newton mencapai 91%, sementara pada konsep kinematika mencapai 84,6%. Selain itu, 61,5% siswa salah memahami konsep aksi-reaksi pada Hukum II Newton. Persentase miskonsepsi lainnya meliputi 67,7% pada konsep percepatan dalam Hukum II Newton dan 61,5% pada konsep gaya kontak pada Hukum III Newton. Temuan ini menunjukkan bahwa siswa belum memahami sepenuhnya prinsip-prinsip aksi-reaksi, percepatan, dan gaya dalam hukum Newton.

REKOMENDASI

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan. Pertama, penelitian ini hanya melibatkan 65 siswa dari satu sekolah, sehingga hasilnya tidak dapat digeneralisasikan ke populasi yang lebih luas. Kedua, penggunaan instrumen tes yang diadaptasi dari Force Concept Inventory mungkin belum sepenuhnya sesuai dengan konteks pembelajaran di Indonesia, sehingga diperlukan penyesuaian lebih lanjut untuk memastikan validitas dan reliabilitas instrumen. Selain itu, penelitian ini hanya menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif tanpa adanya eksperimen atau intervensi untuk mengatasi miskonsepsi yang teridentifikasi.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menunjukkan perlunya pengembangan strategi pengajaran yang lebih efektif untuk mengatasi miskonsepsi siswa tentang konsep gaya dan hukum Newton. Intervensi yang spesifik dan berbasis data, seperti penggunaan CRI dan bahan ajar berbasis keterampilan metakognitif, dapat membantu meningkatkan pemahaman konseptual siswa dan mengurangi tingkat miskonsepsi yang signifikan ini. Penelitian lanjutan dengan sampel yang lebih besar dan pendekatan yang lebih komprehensif diperlukan untuk memperluas temuan ini dan meningkatkan kualitas pendidikan fisika di berbagai konteks pendidikan.

REFERENSI

- Achor, E. E., Ellah, B. O., & Omega, J. O. (2022). Misconceptions and Difficult Concepts as Determinant of Students' Academic Engagement and Retention in Physics. *Jurnal VARIDIKA*, 1(1), 42–52. <https://doi.org/10.23917/varidika.v1i1.17660>
- Addido, J., Burrows, A. C., & Slater, T. F. (2022). Addressing pre-service teachers' misconceptions and promoting conceptual understanding through the conceptual change model. *Problems of Education in the 21st Century*, 80(4), 499–515. <https://doi.org/10.33225/pec/22.80.499>

- Alatas, F., Ilhamiah, S., & Suryadi, A. (2021). Identification Of Students' Misconceptions Using Isomorphic Test: The Case Of Newton's Law Of Motion. *EDUSAINS*, 13(2), 174–184. <https://doi.org/10.15408/es.v13i2.23967>
- Al-Rsa'i, M. S., Khoshman, J. M., & Tayeh, K. A. (2020). Jordanian Pre-Service Physics Teacher's Misconceptions about Force and Motion. *Journal of Turkish Science Education*, 17(4), Article 4.
- Angelina, G., Hidayat, E., & Muslim, S. R. (2021). Analysis of Student Misconceptions in Working on Algebraic Form Counting Operations Using Certainty of Response Index. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 22(1), 52–66. <https://doi.org/10.23960/jpmipa/v22i1.pp52-66>
- Ardiyati, T. K., Suparno, S., Eveline, E., & Dasilva, B. E. (2020). Development of Android-Based IPMLM with Scaffolding Learning Approach in Newton's Law of Motion Material to Increase HOTS. *JPI (Jurnal Pendidikan Indonesia)*, 9(3), 368. <https://doi.org/10.23887/jpi-undiksha.v9i3.20896>
- Aşıksoy, G. (2019). Computer-Based Concept Mapping as a Method for Enhancing the Effectiveness of Concept Learning in Technology-Enhanced Learning. *Sustainability*, 11(4), 1005. <https://doi.org/10.3390/su11041005>
- Azizah, S. N., Akhsan, H., Muslim, M., & Ariska, M. (2022). Analysis of college students misconceptions in astronomy using four-tier test. *Journal of Physics: Conference Series*, 2165(1), 012004. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2165/1/012004>
- Chanifah, S., Mulyatun, M., & Lathifa, U. (2019). Investigation Of Preservice Teachers' Conceptual Understanding In Stoichiometry Using Modified Certainty Of Response Index (CRI). *Unnes Science Education Journal*, 8(2), Article 2. <https://doi.org/10.15294/usej.v8i2.23278>
- Deanesia, D., Wulandari, S., & Zulfarina, Z. (2021). Analysis of the Misconceptions of Class XII High School Students in Pekanbaru by Using the Certainty of Response Index (CRI). *Journal of Educational Sciences*, 5(3), Article 3. <https://doi.org/10.31258/jes.5.3.p.439-447>
- Diani, R., Latifah, S., Anggraeni, Y. M., & Fujiani, D. (2018). Physics Learning Based on Virtual Laboratory to Remediate Misconception in Fluid Material. *Tadris: Jurnal Keguruan Dan Ilmu Tarbiyah*, 3(2), Article 2. <https://doi.org/10.24042/tadris.v3i2.3321>
- Dirman, H. M., Mufit, F., & Festiyed, F. (2022). Review and Comparison of Four-Tier Multiple Choice and Five-Tier Multiple Choice Diagnostic Tests to Identify Mastery of Physics Concepts. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 8(1), 1–12. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v8i1.838>
- Ergin, S. (2016). The Effect of Group Work on Misconceptions of 9th Grade Students about Newton's Laws. *Journal of Education and Training Studies*, 4(6), 127–136. <https://doi.org/10.11114/jets.v4i6.1390>
- Firman, H. F., Ratnasari, J., & Windyariani, S. (2021). Identifikasi Miskonsepsi Peserta Didik Menggunakan Two-Tier Test Berbantuan Certainty Of Response Index. *BIODIK*, 7(2), Article 2. <https://doi.org/10.22437/bio.v7i2.12812>
- Halim, A., Soewarno, S., Elmi, E., Zainuddin, Z., Huda, I., & Irwandi, I. (2020). The Impact of the E-Learning Module on Remediation of Misconceptions in Modern Physics Courses. *Jurnal Penelitian & Pengembangan Pendidikan Fisika*, 6(2), Article 2. <https://doi.org/10.21009/1.06207>

- Han, J., Bao, L., Chen, L., Cai, T., Pi, Y., Zhou, S., Tu, Y., & Koenig, K. (2015). Dividing the Force Concept Inventory into two equivalent half-length tests. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, 11(1), 010112. <https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.11.010112>
- Hidaayatullaah, H. N. (2022). *The Science Literacy Profile Based on Madrasah Students' Misconceptions on Science Concepts: International Conference on Madrasah Reform 2021 (ICMR 2021)*, Surabaya, Indonesia. <https://doi.org/10.2991/assehr.k.220104.017>
- Huda, C., Ma'ani, A. L., & Kaltsum, U. (2022). Analysis of Student Misconceptions Using Digital Four-Tier Diagnostics Test on Newton's Law. *Physics Education Research Journal*, 4(1), 17–22. <https://doi.org/10.21580/perj.2022.4.1.8631>
- Järvis, M., Tambovceva, T., & Virovere, A. (2021). Scientific innovations and advanced technologies in higher education. *Futurity Education*, 1(1), Article 1. <https://doi.org/10.57125/FED.2022.10.11.2>
- 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>
- Koryahin, V., Mykytyuk, Z., Turchyn, Y., Blavt, O., Prystynskyi, V., & Stadnyk, V. (2021). Integration of Information Systems in the Control of Heart Rate in the Process of Physical Education. *Physical Education Theory and Methodology*, 21(1), 5–11. <https://doi.org/10.17309/tmfv.2021.1.01>
- Kusumawati, A. E., Anggraini, W., & Setiaji, B. (2022). Analysis of Prospective Physics Teacher's Misconceptions on Interference Material using Certainty of Response Index (CRI). *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Teknologi*, 8(1), 116–126. <https://doi.org/10.29303/jpft.v8i1.3679>
- Lee, M.-H., Liang, J.-C., Wu, Y.-T., Chiou, G.-L., Hsu, C.-Y., Wang, C.-Y., Lin, J.-W., & Tsai, C.-C. (2020). High School Students' Conceptions of Science Laboratory Learning, Perceptions of the Science Laboratory Environment, and Academic Self-Efficacy in Science Learning. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 18(1), 1–18. <https://doi.org/10.1007/s10763-019-09951-w>
- Marzuki, M., & Diknasari, M. (2022). Misconceptions: An Analysis of Certainty of Response Index (CRI) on Photosynthesis Materials for Junior High School Students. *Biosfer: Jurnal Tadris Biologi*, 13(1), Article 1. <https://doi.org/10.24042/biosfer.v13i1.12480>
- Menka, C. A., & Atteh, E. (2022). Assessing the Perception of Pre-Service Teachers on Teaching and Learning of Agriculture in Colleges of Education in Ghana. *Asian Journal of Advances in Agricultural Research*, 35–44. <https://doi.org/10.9734/ajaar/2022/v19i130239>
- Mufit, F., Asrizal, A., Puspitasari, R., & Annisa N, A. (2022). Cognitive Conflict-Based E-Book with Real Experiment Video Analysis Integration to Enhance Conceptual Understanding of Motion Kinematics. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 11(4), 626–639. <https://doi.org/10.15294/jpii.v11i4.39333>
- Mufit, F., & Syamsidar, S. (2022). Development of Four-Tier Multiple Choice Test Instrument to Identify Students' Concept Understanding of Newton's Law

- Material. *JIPF (Jurnal Ilmu Pendidikan Fisika)*, 7(2), 134–144. <https://doi.org/10.26737/jipf.v7i2.2369>
- Nelson, K. G., McKenna, A. F., Brem, S. K., Hilpert, J., Husman, J., & Pettinato, E. (2017). Students' Misconceptions about Semiconductors and Use of Knowledge in Simulations. *Journal of Engineering Education*, 106(2), 218–244. <https://doi.org/10.1002/jee.20163>
- Rendon, J. D. L., Doloretos, N. L., Capilitan, L. B., Dumaan, D. L., Mamada, M. J. D., & Mercado, J. C. (2022). Alternative Teaching Methods in Electricity and Magnetism. *International Journal of Multidisciplinary: Applied Business and Education Research*, 3(8), 1600–1606. <https://doi.org/10.11594/ijmaber.03.08.23>
- Sadhu, S., Tima, M. T., Cahyani, V. P., Laka, A. F., Annisa, D., & Fahriyah, A. R. (2017). Analysis of acid-base misconceptions using modified certainty of response index (CRI) and diagnostic interview for different student levels cognitive. *International Journal of Science and Applied Science: Conference Series*, 1(2), Article 2. <https://doi.org/10.20961/ijscascs.v1i2.5126>
- Sahara, Y., Erniwati, E., & Sahara, L. (2019). Diagnosis Miskonsepsi Terhadap Konsep Hukum Newton dan Penerapannya pada Peserta Didik: Four-Tier Diagnostic Test. *Jurnal Penelitian Pendidikan Fisika*, 4(1), Article 1.
- Sarini, P., & Selamat, K. (2022). Miskonsepsi Siswa Pada Materi Fluida Statis Dan Model Pembelajaran Predict-Observe-Explain Sebagai Alternatif Meremediasi Miskonsepsi. *Jurnal IPA Terpadu*, 6(1), 109–119. <https://doi.org/10.35580/ipaterpadu.v5i2.31289>
- Saudelli, M. G., Kleiv, R., Davies, J., Jungmark, M., & Mueller, R. (2021). PhET Simulations in Undergraduate Physics: Constructivist Learning Theory in Practice. *Brock Education Journal*, 31(1). <https://doi.org/10.26522/brocked.v31i1.899>
- Septiyani, E., & Nanto, D. (2021). Four-Tier Diagnostic Test Assisted Website for Identifies Misconceptions Heat and Temperature. *Jurnal Penelitian & Pengembangan Pendidikan Fisika*, 7(1), Article 1. <https://doi.org/10.21009/1.07104>
- Setyaningrum, W. (2018). Blended Learning: Does it help students in understanding mathematical concepts? *Jurnal Riset Pendidikan Matematika*, 5(2), Article 2. <https://doi.org/10.21831/jrpm.v5i2.21428>
- Stavrum, L. R., Bungum, B., & Persson, J. R. (2020). "Never at rest": Developing a conceptual framework for descriptions of 'force' in physics textbooks. *Nordic Studies in Science Education*, 16(2), 183–198. <https://doi.org/10.5617/nordina.7857>
- Suprpto, N. (2020). Do We Experience Misconceptions?: An Ontological Review of Misconceptions in Science. *Studies in Philosophy of Science and Education*, 1(2), 50–55. <https://doi.org/10.46627/sipose.v1i2.24>
- Suryadi, A., Kusairi, S., & Husna, D. A. (2020). Comparative Study of Secondary School Students' and Pre-Service Teachers' Misconception about Simple Electric Circuit. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 16(2), 111–121. <https://doi.org/10.15294/jpfi.v16i2.21909>
- Terrell, C. R., Ekstrom, T., Nguyen, B., & Nickodem, K. (2021). Aiming for the Bullseye: Targeted activities decrease misconceptions related to enzyme function for

- undergraduate biochemistry students. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 49(6), 904–916. <https://doi.org/10.1002/bmb.21575>
- Tumanggor, A. M. R., Supahar, S., Ringo, E. S., & Harliadi, M. D. (2020). Detecting Students' Misconception in Simple Harmonic Motion Concepts Using Four-Tier Diagnostic Test Instruments. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika Al-Biruni*, 9(1), 21–31. <https://doi.org/10.24042/jipfalbiruni.v9i1.4571>
- Vidak, A., Dananić, V., & Mešić, V. (2020). Learning about wave optics: The effects of combining external visualizations with extreme case reasoning. *Revista Mexicana de Física E*, 17(2 Jul-Dec), 215–225. <https://doi.org/10.31349/RevMexFisE.17.215>
- Wang, X.-W., Zhang, Y.-C., & Du, Q. (2024). Research into the impact of an imbalanced teaching-academic research evaluation system on the quality of higher education: Based on the mediation effect of the sense of belonging to a university. *Frontiers in Education*, 9. <https://doi.org/10.3389/feduc.2024.1348452>
- Wartono, W., Batlolona, J. R., & Putirulan, A. (2018). Cognitive Conflict Strategy and Simulation Practicum to Overcome Student Misconception on Light Topics. *Journal of Education and Learning (EduLearn)*, 12(4), Article 4. <https://doi.org/10.11591/edulearn.v12i4.10433>
- Wells, J., Henderson, R., Traxler, A., Miller, P., & Stewart, J. (2020). Exploring the structure of misconceptions in the Force and Motion Conceptual Evaluation with modified module analysis. *Physical Review Physics Education Research*, 16(1), 010121. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.16.010121>
- 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), Article 2. <https://doi.org/10.24042/ijsme.v3i2.6061>