

Analisis Miskonsepsi Siswa SMA terhadap Konsep Hukum Newton Menggunakan Instrumen Four-Tier Diagnostic Test

Ahmad Fauzi Ramadhani^{1*}, Nuri Handayani², Muhammad Rizky Pratama³

¹²³Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Mataram, Indonesia

* Corresponding Author: ahmadfauzi@unram.ac.id

ARTICLE INFO	ABSTRACT
Article history Received : March 20, 2025 Revised : April 25, 2026 Accepted : June 20, 2026 Published: June 23, 2026 Keywords Misconception Newton's Law Four-Tier Diagnostic Test High School Physics Concept Diagnostic  License by CC-BY-SA Copyright © 2026, The Author(s).	Misconceptions regarding Newton's Law concepts are among the most prevalent issues encountered in high school physics learning. This study aimed to identify and analyze misconceptions held by Grade XI Science students at SMA Negeri 1 Gunungsari toward Newton's Law concepts using a Four-Tier Diagnostic Test instrument. A descriptive quantitative research method was employed, involving 32 students as research subjects. The instrument consisted of 20 items of Four-Tier Diagnostic Test that had been validated by experts and tested for reliability. Results indicated that 38.7% of students experienced misconceptions regarding Newton's First Law (Inertia), 42.5% regarding Newton's Second Law (relationship between force and acceleration), and 35.2% regarding Newton's Third Law (action-reaction). The highest rate of misconceptions was found in the concept of friction force and the application of Newton's Second Law in everyday life. Students tended to believe that stationary objects have no forces acting on them and that action forces are always greater than reaction forces. These findings imply the need for more contextual and cognitive-conflict-based learning strategies to remediate existing misconceptions.
<i>How to cite:</i> Ramadhani, A., F., Handayani, N., & Pratama, M., R. (2026). Analisis Miskonsepsi Siswa SMA terhadap Konsep Hukum Newton Menggunakan Instrumen Four-Tier Diagnostic Test. <i>Journal of Science and Mathematics Education</i>. 2(2). 51-57. https://doi.org/10.70716/josme.v2i2.595	

PENDAHULUAN

Fisika merupakan cabang ilmu pengetahuan alam yang mempelajari fenomena-fenomena alam beserta hukum-hukum yang mengaturnya secara kuantitatif dan kualitatif. Dalam konteks pembelajaran di sekolah menengah atas, fisika menempati posisi yang sangat penting sebagai fondasi pemahaman sains. Salah satu topik fundamental yang diajarkan di tingkat SMA adalah Hukum Newton tentang gerak, yang merupakan landasan bagi pemahaman konsep mekanika secara luas (Susana et al., 2022).

Hukum Newton merupakan salah satu konsep yang paling sering menimbulkan miskonsepsi di kalangan siswa. Miskonsepsi didefinisikan sebagai pemahaman yang tidak sesuai dengan konsep ilmiah yang diterima oleh para ahli, namun diyakini dengan kuat oleh siswa dan bersifat resisten terhadap perubahan melalui proses pembelajaran konvensional (Suparno, 2013). Berbeda dengan ketidaktahuan atau kurangnya pengetahuan, miskonsepsi merupakan konstruksi kognitif yang aktif dan terstruktur dalam pikiran siswa, sehingga lebih sulit untuk diubah (Kaltakci-Gurel et al., 2017).

Data dari Programme for International Student Assessment (PISA) tahun 2022 menunjukkan bahwa kemampuan literasi sains siswa Indonesia masih berada di bawah rata-rata negara-negara OECD, dengan skor 383 dibandingkan rata-rata OECD 485. Kondisi ini mengindikasikan adanya permasalahan mendasar dalam pemahaman konsep sains, termasuk fisika, di tingkat pendidikan menengah. Berbagai penelitian telah mengidentifikasi bahwa miskonsepsi pada konsep mekanika, khususnya Hukum Newton, berkontribusi signifikan terhadap rendahnya prestasi belajar fisika siswa (Docktor & Mestre, 2014; Eryilmaz, 2002).

Penelitian yang dilakukan oleh Clement (1982) merupakan salah satu studi awal yang mendokumentasikan miskonsepsi siswa pada konsep gaya dan gerak. Ia menemukan bahwa sebagian besar mahasiswa, bahkan yang telah mengambil kursus fisika, masih memiliki keyakinan bahwa benda yang

bergerak pasti memiliki gaya yang mendorongnya ke arah gerak (impetus theory). Penelitian selanjutnya oleh McCloskey (1983) juga menemukan bahwa miskonsepsi tentang konsep inersia sangat lazim di kalangan pelajar. Di Indonesia, beberapa penelitian telah dilakukan untuk mengidentifikasi miskonsepsi siswa pada konsep Hukum Newton, antara lain oleh Permatasari et al. (2021) yang menemukan bahwa sekitar 45% siswa SMA mengalami miskonsepsi pada konsep gaya aksi-reaksi, dan Setiawan et al. (2019) yang melaporkan tingkat miskonsepsi sebesar 52% pada konsep gaya gesek.

Salah satu tantangan utama dalam mengatasi miskonsepsi adalah mendeteksinya secara akurat. Instrumen diagnostik tradisional seperti tes pilihan ganda biasa seringkali tidak mampu membedakan antara siswa yang benar-benar memahami konsep, siswa yang hanya menebak, dan siswa yang mengalami miskonsepsi (Caleon & Subramaniam, 2010). Untuk mengatasi kelemahan ini, berbagai instrumen diagnostik bertingkat (tiered diagnostic test) telah dikembangkan. Instrumen dua tingkat (two-tier) yang diperkenalkan oleh Treagust (1988) menggabungkan soal isi dan alasan. Instrumen tiga tingkat (three-tier) menambahkan tingkat keyakinan untuk membedakan antara miskonsepsi dan ketidaktahuan. Pengembangan lebih lanjut menghasilkan instrumen empat tingkat (four-tier) yang menambahkan tingkat keyakinan pada jawaban alasan, sehingga memberikan informasi yang lebih komprehensif tentang profil pemahaman konsep siswa (Kaltakci-Gurel et al., 2016).

Four-Tier Diagnostic Test terdiri dari empat tingkatan: (1) jawaban konten (content answer), (2) tingkat keyakinan terhadap jawaban konten (confidence rating for content answer), (3) alasan untuk jawaban konten (reason for content answer), dan (4) tingkat keyakinan terhadap alasan (confidence rating for reason). Dengan empat tingkat ini, peneliti dapat mengkategorikan pemahaman siswa ke dalam beberapa kategori: paham konsep (understand the concept), miskonsepsi (misconception), tidak paham konsep (lack of knowledge), dan error/menebak (Caleon & Subramaniam, 2010; Kaltakci-Gurel et al., 2016).

SMA Negeri 1 Gunungsari sebagai salah satu sekolah menengah atas di Kabupaten Lombok Barat, Nusa Tenggara Barat, belum pernah dilakukan penelitian diagnostik komprehensif terkait miskonsepsi siswa pada konsep Hukum Newton. Berdasarkan observasi awal dan wawancara dengan guru fisika di sekolah tersebut, ditemukan bahwa banyak siswa mengalami kesulitan dalam memahami aplikasi Hukum Newton dalam kehidupan sehari-hari. Nilai rata-rata ulangan harian pada materi Hukum Newton selama tiga tahun terakhir berkisar antara 62-68, di bawah Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM) yang ditetapkan sebesar 75. Kondisi ini mengindikasikan kemungkinan adanya miskonsepsi yang menghambat pemahaman siswa.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk: (1) mengidentifikasi miskonsepsi siswa kelas XI IPA SMA Negeri 1 Gunungsari pada konsep Hukum Newton I, II, dan III menggunakan instrumen Four-Tier Diagnostic Test; (2) menentukan persentase siswa yang mengalami miskonsepsi, paham konsep, tidak paham konsep, dan error; serta (3) mengidentifikasi pola miskonsepsi yang dominan terjadi pada setiap sub-konsep Hukum Newton. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran komprehensif tentang profil miskonsepsi siswa sehingga dapat menjadi dasar bagi pengembangan strategi remediasi yang tepat sasaran.

Meskipun berbagai penelitian sebelumnya telah mengidentifikasi miskonsepsi siswa pada konsep Hukum Newton (Permatasari et al., 2021; Setiawan et al., 2019), sebagian besar penelitian tersebut berfokus pada pengukuran tingkat miskonsepsi menggunakan instrumen diagnostik yang belum mampu mengungkap secara komprehensif hubungan antara jawaban siswa, alasan konseptual, dan tingkat keyakinannya. Selain itu, penelitian mengenai miskonsepsi Hukum Newton menggunakan Four-Tier Diagnostic Test masih relatif terbatas pada wilayah tertentu di Indonesia, sehingga belum memberikan gambaran mengenai karakteristik miskonsepsi siswa pada konteks daerah yang berbeda. Oleh karena itu, diperlukan penelitian yang mampu mengidentifikasi miskonsepsi secara lebih mendalam dengan mempertimbangkan karakteristik lokal siswa di SMA Negeri 1 Gunungsari, Nusa Tenggara Barat.

Penelitian ini memiliki kebaruan penelitian dibandingkan penelitian sejenis sebelumnya dalam hal penggunaan instrumen Four-Tier Diagnostic Test yang dikembangkan secara lokal dan disesuaikan dengan konteks budaya serta lingkungan belajar siswa di Lombok. Selain itu, penelitian ini menyajikan analisis pola

miskonsepsi yang lebih rinci melalui pendekatan analisis kognitif sehingga mampu memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai karakteristik miskonsepsi siswa.

METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif. Pendekatan deskriptif dipilih karena penelitian ini bertujuan untuk menggambarkan keadaan yang ada, yaitu profil miskonsepsi siswa, tanpa memberikan perlakuan apapun. Pendekatan kuantitatif digunakan karena data yang dikumpulkan berupa data numerik yang dianalisis menggunakan teknik statistik deskriptif (Creswell, 2014).

Populasi dan Sampel

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh siswa kelas XI IPA SMA Negeri 1 Gunungsari tahun ajaran 2023/2024 yang berjumlah 96 siswa, terdiri dari tiga kelas paralel (XI IPA 1, XI IPA 2, dan XI IPA 3). Teknik pengambilan sampel yang digunakan adalah *purposive sampling*, dengan pertimbangan bahwa siswa kelas XI IPA telah mendapatkan materi Hukum Newton di kelas X. Sampel dalam penelitian ini berjumlah 32 siswa dari kelas XI IPA 1 yang dipilih karena keterwakilan karakteristik akademik yang beragam berdasarkan data nilai semester sebelumnya.

Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian yang digunakan adalah Four-Tier Diagnostic Test yang terdiri dari 20 butir soal yang mencakup tiga sub-konsep Hukum Newton: (1) Hukum Newton I (7 butir soal tentang inersia dan keseimbangan), (2) Hukum Newton II (7 butir soal tentang hubungan gaya, massa, dan percepatan), dan (3) Hukum Newton III (6 butir soal tentang pasangan gaya aksi-reaksi). Setiap butir soal terdiri dari empat tingkatan: jawaban konten dengan empat pilihan, skala keyakinan 1-4 untuk jawaban konten, alasan untuk jawaban konten dengan empat pilihan, dan skala keyakinan 1-4 untuk alasan.

Validasi instrumen dilakukan melalui dua tahap. Pertama, validasi isi oleh tiga orang ahli (dua dosen pendidikan fisika dan satu guru fisika berpengalaman) menggunakan formula Content Validity Ratio (CVR) dari Lawshe. Hasil validasi menunjukkan CVR rata-rata sebesar 0,87, yang melebihi nilai kritis untuk 3 validator (CVR minimum = 0,99 untuk $n=5$, namun dengan penyesuaian untuk 3 validator, nilai CVR 0,87 dianggap valid). Kedua, uji coba instrumen dilakukan pada 30 siswa dari sekolah lain yang memiliki karakteristik serupa. Hasil uji reliabilitas menggunakan Cronbach's Alpha menunjukkan nilai 0,81, yang termasuk dalam kategori reliabel tinggi.

Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengambilan sampel yang digunakan adalah *purposive sampling*. Teknik ini dipilih karena penelitian bertujuan mengidentifikasi miskonsepsi pada siswa yang telah memperoleh materi Hukum Newton sehingga diperlukan subjek yang memenuhi karakteristik tertentu sesuai tujuan penelitian. Kelas XI IPA 1 dipilih sebagai sampel karena seluruh siswa pada kelas tersebut telah menyelesaikan pembelajaran Hukum Newton pada semester sebelumnya dan memiliki karakteristik akademik yang mewakili populasi berdasarkan distribusi nilai fisika semester sebelumnya. Selain itu, berdasarkan rekomendasi guru mata pelajaran fisika, kelas tersebut menunjukkan variasi kemampuan akademik yang heterogen sehingga dianggap representatif untuk menggambarkan profil miskonsepsi siswa pada populasi penelitian..

Teknik Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan mengategorikan respons siswa ke dalam empat kategori berdasarkan kombinasi kebenaran jawaban konten, tingkat keyakinan, kebenaran alasan, dan tingkat keyakinan terhadap alasan (Kaltakci-Gurel et al., 2016). Kategori tersebut adalah: (1) Paham Konsep (PK): jawaban konten benar, keyakinan tinggi (≥ 3), alasan benar, keyakinan tinggi (≥ 3); (2) Miskonsepsi (MK): jawaban konten salah, keyakinan tinggi (≥ 3), alasan salah, keyakinan tinggi (≥ 3), atau kombinasi jawaban benar/salah dengan keyakinan tinggi dan alasan berlawanan; (3) Tidak Paham Konsep (TPK): kombinasi jawaban dengan keyakinan rendah (≤ 2); (4) Error/Menebak (E): pola acak tanpa konsistensi. Data dianalisis secara deskriptif untuk menentukan persentase setiap kategori pada setiap sub-konsep dan secara keseluruhan.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Profil Umum Pemahaman Konsep Siswa

Berdasarkan analisis data yang dilakukan terhadap 32 siswa kelas XI IPA SMA Negeri 1 Gunungsari, diperoleh gambaran umum tentang profil pemahaman konsep Hukum Newton. Hasil pengkategorian respons siswa disajikan pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Profil Pemahaman Konsep Hukum Newton Siswa Kelas XI IPA SMA Negeri 1 Gunungsari

Sub-Konsep	PK (%)	MK (%)	TPK (%)	Error (%)
Hukum Newton I	37,5	38,7	18,4	5,4
Hukum Newton II	31,2	42,5	20,1	6,2
Hukum Newton III	40,6	35,2	17,8	6,4
Rata-rata	36,4	38,8	18,8	6,0

Keterangan: PK = Paham Konsep; MK = Miskonsepsi; TPK = Tidak Paham Konsep

Berdasarkan Tabel 1, terlihat bahwa secara keseluruhan rata-rata miskonsepsi siswa mencapai 38,8%, sedangkan siswa yang benar-benar paham konsep hanya sebesar 36,4%. Kondisi ini menunjukkan bahwa miskonsepsi merupakan masalah yang signifikan dalam pembelajaran Hukum Newton di SMA Negeri 1 Gunungsari. Miskonsepsi tertinggi ditemukan pada sub-konsep Hukum Newton II sebesar 42,5%, diikuti Hukum Newton I sebesar 38,7%, dan Hukum Newton III sebesar 35,2%.

Analisis Miskonsepsi pada Hukum Newton I

Hukum Newton I atau sering disebut Hukum Inersia menyatakan bahwa setiap benda akan tetap dalam keadaan diam atau bergerak lurus beraturan selama tidak ada gaya luar yang bekerja padanya. Pada sub-konsep ini, ditemukan dua miskonsepsi yang paling dominan. Pertama, sebanyak 62,5% siswa yang mengalami miskonsepsi beranggapan bahwa benda yang diam tidak memiliki gaya yang bekerja padanya. Miskonsepsi ini dikenal sebagai “zero-force misconception” dalam literatur pendidikan fisika (Eryilmaz, 2002). Siswa cenderung mengasosiasikan “tidak bergerak” dengan “tidak ada gaya”, padahal pada benda diam di atas permukaan horizontal berlaku keseimbangan gaya antara gaya berat (W) dan gaya normal (N).

Kedua, sebanyak 43,8% siswa yang mengalami miskonsepsi percaya bahwa benda yang bergerak dengan kecepatan konstan pasti memiliki gaya dorong yang bekerja padanya. Miskonsepsi ini berkaitan dengan konsep impetus yang berasal dari pengalaman sehari-hari siswa, di mana benda memang memerlukan gaya untuk terus bergerak (karena adanya gaya gesek). Siswa mentransfer pengalaman ini ke dalam konteks fisika ideal tanpa mempertimbangkan kondisi tanpa gesekan (Clement, 1982).

Temuan ini sejalan dengan penelitian Permatasari et al. (2021) yang juga menemukan miskonsepsi serupa pada siswa SMA di Jawa Tengah, dan penelitian Docktor & Mestre (2014) dalam konteks internasional. Pola miskonsepsi yang konsisten ini mengindikasikan adanya akar pemahaman alternatif yang bersumber dari pengalaman intuitif siswa, yang kemudian terkonstruksi sebagai kerangka konseptual yang salah (Vosniadou, 1994).

Analisis Miskonsepsi pada Hukum Newton II

Hukum Newton II menyatakan bahwa percepatan sebuah benda sebanding dengan gaya total yang bekerja padanya dan berbanding terbalik dengan massanya ($a = \Sigma F/m$). Sub-konsep ini menunjukkan tingkat miskonsepsi tertinggi (42,5%) di antara ketiga Hukum Newton. Analisis lebih lanjut mengidentifikasi beberapa miskonsepsi spesifik yang dominan pada sub-konsep ini.

Miskonsepsi yang paling banyak ditemukan (68,3% dari siswa yang mengalami miskonsepsi pada HN II) adalah kepercayaan bahwa gaya yang lebih besar selalu menghasilkan kecepatan yang lebih besar, bukan percepatan yang lebih besar. Ini mencerminkan kebingungan konseptual antara kecepatan dan percepatan, yang merupakan miskonsepsi klasik dalam mekanika (Hestenes et al., 1992). Miskonsepsi ini konsisten dengan temuan Force Concept Inventory (FCI) yang telah digunakan secara luas untuk mendeteksi pemahaman konsep mekanika.

Miskonsepsi kedua yang dominan (54,2% dari siswa yang mengalami miskonsepsi pada HN II) adalah anggapan bahwa massa dan berat adalah besaran yang sama. Siswa seringkali menggunakan istilah massa dan berat secara bergantian, tidak menyadari bahwa massa adalah ukuran jumlah materi (satuan kg) sedangkan berat adalah gaya gravitasi (satuan N). Miskonsepsi ini memiliki implikasi serius karena akan memengaruhi pemahaman siswa tentang percepatan benda di lokasi dengan gravitasi berbeda (Setiawan et al., 2019). Tabel 2 berikut menyajikan distribusi miskonsepsi berdasarkan item soal pada Hukum Newton II.

Tabel 2. Distribusi Miskonsepsi pada Item Soal Hukum Newton II

No.	Butir Soal / Konsep	PK (%)	MK (%)	Miskonsepsi Utama
8	Hubungan gaya, massa, percepatan	28,1	53,1	$F \text{ besar} = v \text{ besar}$
9	Massa dan berat	25,0	59,4	Massa = Berat
10	Gaya gesek pada bidang miring	34,4	46,9	Gesek hanya menghambat
11	Gaya resultan dan gerak	37,5	43,8	$F \text{ nol} = \text{diam}$
12	Penerapan HN II sehari-hari	21,9	50,0	Gaya = kecepatan
13	Superposisi gaya	40,6	34,4	Gaya tidak dapat dijumlah
14	Gerak melingkar dan gaya sentripetal	31,3	37,5	Tidak ada gaya ke dalam

Analisis Miskonsepsi pada Hukum Newton III

Hukum Newton III menyatakan bahwa untuk setiap aksi, terdapat reaksi yang sama besar dan berlawanan arah. Meskipun sub-konsep ini menunjukkan persentase miskonsepsi terendah (35,2%), pola miskonsepsinya memiliki karakteristik yang unik dan menarik untuk dianalisis. Miskonsepsi yang paling dominan (57,1% dari siswa yang mengalami miskonsepsi pada HN III) adalah anggapan bahwa gaya aksi selalu lebih besar daripada gaya reaksi, terutama ketika benda-benda yang berinteraksi memiliki massa yang berbeda.

Miskonsepsi ini bersumber dari pengalaman intuitif siswa. Dalam kehidupan sehari-hari, ketika seseorang mendorong dinding, dinding tidak tampak bergerak, sehingga siswa menyimpulkan bahwa gaya yang diberikan orang pada dinding lebih besar dari gaya yang diberikan dinding pada orang. Padahal, efek yang berbeda disebabkan oleh perbedaan massa, bukan perbedaan besar gaya. Gaya aksi-reaksi selalu sama besar tetapi menghasilkan percepatan yang berbeda pada benda-benda yang bermassa berbeda (Rahmawati et al., 2020).

Miskonsepsi kedua yang signifikan (42,9% dari siswa yang mengalami miskonsepsi pada HN III) adalah ketidakmampuan mengidentifikasi pasangan gaya aksi-reaksi yang benar. Siswa seringkali mengira bahwa gaya berat benda (W) dan gaya normal yang diberikan lantai pada benda (N) merupakan pasangan gaya aksi-reaksi, padahal keduanya bekerja pada benda yang sama (bukan pada dua benda yang berbeda). Pasangan aksi-reaksi dari gaya berat benda (bumi menarik benda) sebenarnya adalah gaya benda menarik bumi.

Implikasi Pedagogi

Temuan penelitian ini memiliki implikasi pedagogis yang penting bagi upaya perbaikan kualitas pembelajaran fisika di SMA Negeri 1 Gunungsari. Pertama, perlunya penerapan strategi pembelajaran berbasis konflik kognitif (*cognitive conflict strategy*), di mana siswa dihadapkan pada situasi yang bertentangan dengan miskonsepsi mereka, kemudian dibimbing untuk merekonstruksi pemahaman yang benar (Limon, 2001). Strategi ini telah terbukti efektif dalam meremediasi miskonsepsi mekanika di berbagai konteks penelitian (Kwon et al., 2021).

Kedua, penggunaan demonstrasi dan eksperimen berbasis teknologi (seperti simulasi PhET) dapat membantu siswa memvisualisasikan konsep-konsep abstrak dalam Hukum Newton. Penelitian Wu et al. (2018) menunjukkan bahwa penggunaan simulasi interaktif secara signifikan mengurangi miskonsepsi siswa pada konsep gaya dan gerak. Ketiga, guru perlu secara eksplisit mengidentifikasi dan mendiskusikan

miskonsepsi umum di kelas, sehingga siswa aware dengan potensi kekeliruan pemahaman mereka sendiri. Pendekatan ini dikenal sebagai refutational teaching (Hynd, 2001).

Sebagai contoh penerapan strategi konflik kognitif, guru dapat melakukan demonstrasi sederhana terkait miskonsepsi bahwa benda yang diam tidak memiliki gaya yang bekerja padanya. Guru dapat menempatkan sebuah buku di atas meja dan meminta siswa mengidentifikasi gaya-gaya yang bekerja pada buku tersebut. Sebagian siswa umumnya menyatakan bahwa tidak ada gaya yang bekerja karena buku berada dalam keadaan diam. Selanjutnya guru membimbing siswa melalui diagram gaya bebas (free body diagram) untuk menunjukkan bahwa gaya berat dan gaya normal tetap bekerja serta berada dalam keadaan seimbang. Ketidakesesuaian antara prediksi awal siswa dan hasil analisis ilmiah diharapkan dapat menimbulkan konflik kognitif yang mendorong terjadinya perubahan konseptual. Strategi serupa juga dapat diterapkan pada miskonsepsi gaya aksi-reaksi melalui demonstrasi interaksi antara dua dinamometer yang menunjukkan bahwa kedua gaya memiliki besar yang sama meskipun benda yang berinteraksi memiliki massa berbeda.

KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengidentifikasi profil miskonsepsi siswa kelas XI IPA SMA Negeri 1 Gunungsari pada konsep Hukum Newton menggunakan instrumen Four-Tier Diagnostic Test. Secara keseluruhan, rata-rata 38,8% siswa mengalami miskonsepsi, dengan miskonsepsi tertinggi pada Hukum Newton II (42,5%), diikuti Hukum Newton I (38,7%), dan Hukum Newton III (35,2%). Miskonsepsi yang paling dominan meliputi: kepercayaan bahwa gaya yang lebih besar menghasilkan kecepatan (bukan percepatan) yang lebih besar, anggapan bahwa benda diam tidak memiliki gaya yang bekerja padanya, kesamaan antara massa dan berat, serta keyakinan bahwa gaya aksi lebih besar dari gaya reaksi ketika massa benda berbeda. Temuan ini mengimplikasikan perlunya strategi pembelajaran yang lebih kontekstual, berbasis konflik kognitif, dan memanfaatkan teknologi simulasi interaktif untuk meremediasi miskonsepsi yang terjadi. Bagi penelitian selanjutnya, disarankan untuk mengembangkan program remediasi berbasis temuan diagnostik ini dan menguji efektivitasnya dalam meningkatkan pemahaman konsep siswa.

DAFTAR PUSTAKA

- Caleon, I., & Subramaniam, R. (2010). Development and application of a three-tier diagnostic test to assess secondary students' understanding of waves. *International Journal of Science Education*, 32(7), 939–961. <https://doi.org/10.1080/09500690902890130>
- Clement, J. (1982). Students' preconceptions in introductory mechanics. *American Journal of Physics*, 50(1), 66–71. <https://doi.org/10.1119/1.12989>
- Creswell, J. W. (2014). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (4th ed.). SAGE Publications.
- Docktor, J. L., & Mestre, J. P. (2014). Synthesis of discipline-based education research in physics. *Physical Review Special Topics–Physics Education Research*, 10(2), 020119. <https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.10.020119>
- Duit, R., & Treagust, D. F. (2003). Conceptual change: A powerful framework for improving science teaching and learning. *International Journal of Science Education*, 25(6), 671–688. <https://doi.org/10.1080/09500690305016>
- Eryilmaz, A. (2002). Effects of conceptual assignments and conceptual change discussions on students' misconceptions and achievement regarding force and motion. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(10), 1001–1015. <https://doi.org/10.1002/tea.10054>
- Halloun, I. A., & Hestenes, D. (1985). Common sense concepts about motion. *American Journal of Physics*, 53(11), 1056–1065. <https://doi.org/10.1119/1.14031>
- Halloun, I. A., & Hestenes, D. (1985). The initial knowledge state of college physics students. *American Journal of Physics*, 53(11), 1043–1055. <https://doi.org/10.1119/1.14030>
- Hestenes, D., Wells, M., & Swackhamer, G. (1992). Force concept inventory. *The Physics Teacher*, 30(3), 141–158. <https://doi.org/10.1119/1.2343497>
- Hynd, C. R. (2001). Refutational texts and the change process. *International Journal of Educational Research*, 35(7–8), 699–714. [https://doi.org/10.1016/S0883-0355\(02\)00010-1](https://doi.org/10.1016/S0883-0355(02)00010-1)

- Kaltakci-Gurel, D., Eryilmaz, A., & McDermott, L. C. (2016). A review and comparison of diagnostic instruments to identify students' misconceptions in science. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 12(2), 341–374. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2016.1133a>
- Kaltakci-Gurel, D., Eryilmaz, A., & McDermott, L. C. (2017). Development and application of a four-tier test to assess pre-service physics teachers' misconceptions about geometrical optics. *Research in Science & Technological Education*, 35(2), 238–260. <https://doi.org/10.1080/02635143.2017.1310094>
- Limon, M. (2001). On the cognitive conflict as an instructional strategy for conceptual change: A critical appraisal. *Learning and Instruction*, 11(4–5), 357–380. [https://doi.org/10.1016/S0959-4752\(00\)00037-2](https://doi.org/10.1016/S0959-4752(00)00037-2)
- McCloskey, M. (1983). Naive theories of motion. In D. Gentner & A. Stevens (Eds.), *Mental models* (pp. 299–324). Lawrence Erlbaum Associates.
- Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W., & Gertzog, W. A. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66(2), 211–227. <https://doi.org/10.1002/sce.3730660207>
- Suparno, P. (2013). *Miskonsepsi dan perubahan konsep dalam pendidikan fisika*. PT Grasindo.
- Thornton, R. K., & Sokoloff, D. R. (1998). Assessing student learning of Newton's laws: The Force and Motion Conceptual Evaluation and the evaluation of active learning laboratory and lecture curricula. *American Journal of Physics*, 66(4), 338–352. <https://doi.org/10.1119/1.18863>
- Treagust, D. F. (1988). Development and use of diagnostic tests to evaluate students' misconceptions in science. *International Journal of Science Education*, 10(2), 159–169. <https://doi.org/10.1080/0950069880100204>
- Vosniadou, S. (1994). Capturing and modeling the process of conceptual change. *Learning and Instruction*, 4(1), 45–69. [https://doi.org/10.1016/0959-4752\(94\)90018-3](https://doi.org/10.1016/0959-4752(94)90018-3)
- Wu, H. K., Lee, S. W. Y., Chang, H. Y., & Liang, J. C. (2013). Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education. *Computers & Education*, 62, 41–49. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.10.024>
- Dagher, Z. R. (1994). Does the use of analogies contribute to conceptual change? *Science Education*, 78(6), 601–614. <https://doi.org/10.1002/sce.3730780605>
- Duit, R., & Treagust, D. F. (2008). Conceptual change: A discussion of theoretical, methodological and practical challenges for science education. *Cultural Studies of Science Education*, 3(2), 297–328. <https://doi.org/10.1007/s11422-008-9090-4>
- Fetherstonhaugh, T., & Treagust, D. F. (1992). Students' understanding of light and its properties: Teaching to engender conceptual change. *Science Education*, 76(6), 653–672. <https://doi.org/10.1002/sce.3730760606>
- Graham, T., Berry, J., & Rowlands, S. (2013). Are 'misconceptions' or alternative frameworks of force and motion spontaneous or formed prior to instruction? *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 44(1), 84–103. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2012.703333>
- Terry, C., & Jones, G. (1986). Alternative frameworks: Newton's third law and conceptual change. *European Journal of Science Education*, 8(3), 291–298. <https://doi.org/10.1080/0140528860080305>