E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

Pengembangan Tes Diagnostik Two-Tier Untuk Mengidentifikasi Miskonsepsi Mahasiswa Pendidikan Fisika Pada Interpretasi Sinyal Cathode Ray Oscilloscope (CRO)

Artika Zahra[1], Riski Aulia[2], Naswa Kamila Zend[3], Annisa Humaira Mutia[4], Nabila Zahara[5], Habibi Azka Nasution[6]
[1]Universitas Negeri Medan, artzhr.09@gmail.com
[2]Universitas Negeri Medan, riisk.auliaaa@gmail.com
[3]Universitas Negeri Medan, naswazend@gmail.com
[4]Universitas Negeri Medan, annisamutia4253122001@unimed.ac.id
[5]Universitas Negeri Medan, nabilazahara150507@gmail.com
[6]Universitas Negeri Medan, habibiazka@unimed.ac.id

Abstrak

Miskonsepsi mahasiswa dalam menginterpretasikan sinyal Cathode Ray Oscilloscope (CRO) merupakan permasalahan yang kurang mendapat perhatian dalam penelitian pendidikan fisika. Penelitian ini mengembangkan dan memvalidasi instrumen tes diagnostik two-tier guna mengidentifikasi miskonsepsi tersebut secara sistematis. Sebanyak 34 mahasiswa pendidikan fisika yang telah menempuh praktikum gelombang listrik dilibatkan sebagai subjek penelitian melalui pendekatan deskriptif kuantitatif. Instrumen yang dikembangkan terdiri atas delapan butir soal yang masing-masing mencakup satu tier pertanyaan konseptual dan satu tier alasan jawaban, dengan indikator meliputi frekuensi, amplitudo, periode, beda fase, noise sinyal, pengaruh time/div, kerapatan gelombang, dan pengaruh volt/div. Validasi konten dilakukan melalui expert judgment oleh dosen fisika. Hasil analisis memperlihatkan bahwa pemahaman konseptual mahasiswa tergolong sedang, dengan rentang persentase jawaban benar antara 56% sampai 74%. Miskonsepsi paling menonjol terdeteksi pada butir interpretasi noise sinyal dan pengaruh pengaturan volt/div, masing-masing hanya 56%. Pola dominan yang ditemukan menunjukkan bahwa mahasiswa lebih menguasai prosedur operasional CRO dibandingkan pemahaman konseptual yang mendasarinya. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan pembelajaran yang lebih berorientasi pada penguatan pemahaman konseptual melalui simulasi dan representasi visual interaktif.

Kata Kunci: *CRO, miskonsepsi, tes diagnostik two-tier, representasi visual, gelombang listrik, pendidikan fisika.*

Abstract

Student misconceptions in interpreting Cathode Ray Oscilloscope (CRO) signals remain underexplored in physics education research. This study developed and validated a two-tier diagnostic test instrument to systematically identify such misconceptions. A descriptive quantitative approach was applied, involving 34 physics education students who had completed electrical wave practicum sessions. The instrument comprised eight items, each consisting of a conceptual question tier and a reason-selection tier, covering indicators of frequency, amplitude, period, phase difference, signal noise, time/div effect, wave density, and volt/div effect. Content validity was established through expert judgment by physics lecturers. Analysis revealed a moderate level of conceptual understanding, with correct response rates ranging from 56% to 74%. The most pronounced misconceptions were identified in signal noise interpretation and volt/div adjustment analysis, both at 56%. The dominant pattern indicated that students were more proficient in operational CRO procedures than in the underlying conceptual understanding. Instructional approaches that prioritize conceptual reinforcement through interactive simulation and visual representation are therefore strongly recommended.

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

Keywords: *CRO, misconception, two-tier diagnostic test, visual representation, electrical wave, physics education.*

Corresponding Author:
Artika Zahra

Universitas Negeri Medan, artzhr.09@gmail.com

PENDAHULUAN

Cathode Ray Oscilloscope (CRO) merupakan alat ukur listrik yang banyak digunakan dalam kegiatan praktikum fisika, khususnya pada materi gelombang listrik. Keunggulan CRO terletak pada kemampuannya menampilkan sinyal listrik secara visual dalam domain waktu, sehingga mahasiswa dapat mengamati dan mengukur berbagai besaran gelombang seperti amplitudo, frekuensi, periode, dan beda fase secara langsung. Dalam konteks pendidikan, visualisasi semacam ini berpotensi memperkuat jembatan antara konsep fisika yang bersifat abstrak dengan representasi empiris yang dapat diamati. Ferreira et al. (2025) mengemukakan bahwa inovasi osiloskop berbasis web telah membuka peluang baru dalam pembelajaran fisika jarak jauh yang bersifat interaktif dan mandiri. Sejalan dengan itu, Hamzah et al. (2021) mengembangkan prototipe osiloskop berbasis Arduino sebagai solusi atas keterbatasan peralatan laboratorium konvensional. Hajar et al. (2025) juga membuktikan bahwa laboratorium virtual mampu mendorong motivasi dan pemahaman konsep mahasiswa, terutama pada materi kelistrikan. Akan tetapi, ketersediaan alat dan media yang semakin beragam ini tidak serta merta menjamin bahwa mahasiswa mampu menginterpretasikan tampilan sinyal CRO secara konseptual.

Sejumlah penelitian mengungkap bahwa kemampuan mahasiswa dalam membaca dan memaknai representasi grafik sinyal masih tergolong lemah. Pradana & Supahar (2025) menemukan bahwa defisit kemampuan representasi grafik berdampak signifikan terhadap pemahaman konsep gelombang. Islamiyah et al. (2024) melaporkan temuan serupa, di mana kemampuan berpikir tingkat tinggi mahasiswa pada materi getaran dan gelombang masih jauh dari memadai, terutama pada dimensi analisis dan evaluasi. Maison et al. (2022) menegaskan bahwa lemahnya kemampuan berpikir kritis memperbesar peluang terjadinya miskonsepsi. Dalam konteks penggunaan CRO, tantangan tersebut menjadi berlipat ganda karena mahasiswa harus secara bersamaan mengoperasikan alat, membaca tampilan sinyal yang bersifat dinamis, dan mengasosiasikannya dengan konsep-konsep fisika yang mendasar.

Miskonsepsi dalam pembelajaran fisika dikenal sebagai hambatan kognitif yang persisten dan sukar diintervensi. Guerra-Reyes et al. (2024) menyimpulkan dari kajian sistematisnya bahwa miskonsepsi dalam sains umumnya berakar pada model pembelajaran yang terlalu menekankan algoritma dan penghafalan tanpa membangun pemahaman konseptual yang koheren. Treagust (1988) dalam karyanya yang menjadi tonggak metodologi asesmen diagnostik menegaskan bahwa miskonsepsi bersifat tahan perubahan dan tidak akan terkoreksi tanpa intervensi pedagogis yang tepat sasaran. Pada konteks CRO, miskonsepsi dapat hadir dalam berbagai bentuk, mulai dari salah memahami fungsi kontrol alat, keliru menginterpretasikan tampilan gelombang, hingga gagal mengaitkan pengaturan skala dengan besaran fisis yang sebenarnya.

Pengembangan instrumen asesmen yang mampu mendeteksi miskonsepsi secara presisi telah menjadi perhatian banyak peneliti. Rasyid et al. (2025) mendemonstrasikan bahwa instrumen berbasis Rasch Model untuk materi gelombang mekanik memiliki kualitas psikometri yang tinggi. Zahriah et al. (2025) memvalidasi instrumen diagnostik fisika dasar

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

melalui expert judgment dan memperoleh indeks validitas konten sebesar 97,21%. Pradana & Supahar (2025) juga memperlihatkan bahwa instrumen representasi grafik yang dikembangkan menggunakan model ADDIE terbukti valid dan layak diimplementasikan. Pendekatan two-tier yang dikembangkan Treagust (1988) secara khusus dirancang untuk membedakan tiga kategori mahasiswa: yang benar-benar memahami konsep, yang sekadar menebak, dan yang mengalami miskonsepsi.

Meskipun demikian, Mutmainna et al. (2018) menemukan bahwa para pendidik masih menghadapi kendala nyata dalam menerapkan asesmen diagnostik untuk pemetaan miskonsepsi mahasiswa. Implikasinya, miskonsepsi yang sebenarnya sudah tertanam sejak awal pembelajaran kerap luput terdeteksi dan terbawa ke tahap belajar selanjutnya. Di sisi lain, sebagian besar literatur yang ada masih berfokus pada pengembangan media dan alat praktikum ketimbang pemetaan miskonsepsi pada penggunaan CRO secara khusus. Kesenjangan inilah yang melatarbelakangi pentingnya penelitian ini.

Berdasarkan analisis kebutuhan tersebut, penelitian ini dirancang untuk mengembangkan instrumen tes diagnostik two-tier yang berfokus pada identifikasi miskonsepsi mahasiswa pendidikan fisika dalam menginterpretasikan sinyal CRO. Manfaat praktis yang diharapkan adalah tersedianya data miskonsepsi yang dapat digunakan dosen sebagai pijakan dalam merancang strategi pembelajaran yang lebih tepat sasaran. Secara teoritis, penelitian ini diharapkan berkontribusi pada pengembangan asesmen diagnostik fisika, khususnya untuk topik yang menuntut integrasi pemahaman konseptual, kemampuan representasi visual, dan kecakapan interpretasi sinyal secara bersamaan.

METODE

Penelitian ini dijalankan dengan pendekatan deskriptif kuantitatif yang bertujuan memetakan kondisi aktual miskonsepsi mahasiswa pendidikan fisika pada topik Cathode Ray Oscilloscope (CRO) tanpa memberikan perlakuan eksperimen. Pemilihan pendekatan ini didasarkan pada kebutuhan untuk memperoleh gambaran yang sistematis dan terukur mengenai pola miskonsepsi yang ada. Guerra-Reyes et al. (2024) menguraikan bahwa paradigma deskriptif kuantitatif tepat digunakan dalam studi miskonsepsi karena mampu mengekspos pola kesalahan konsep yang berulang dalam populasi sasaran. Fokus utama penelitian terletak pada kapasitas mahasiswa dalam mengoperasikan CRO, memaknai tampilan sinyal, dan membangun keterkaitan antara representasi visual gelombang dengan prinsip fisika yang relevan.

Subjek Penelitian

Penelitian melibatkan 34 mahasiswa pendidikan fisika yang telah menuntaskan mata kuliah atau praktikum yang mencakup materi gelombang listrik dan penggunaan CRO. Pemilihan subjek menggunakan teknik purposive sampling dengan kriteria utama berupa pengalaman langsung dalam mengoperasikan osiloskop, baik dalam konteks fisika dasar maupun elektronika. Justifikasi atas pilihan ini merujuk pada Ferreira et al. (2025) yang menunjukkan bahwa riwayat keterpaparan mahasiswa terhadap osiloskop memengaruhi kapasitas mereka dalam memproses representasi visual sinyal listrik.

Instrumen Penelitian

Instrumen yang dikembangkan berupa tes diagnostik two-tier yang terdiri atas delapan butir soal. Setiap butir memuat dua komponen: tier pertama berisi pertanyaan pilihan ganda berbasis konsep, sedangkan tier kedua menawarkan pilihan alasan yang mencerminkan berbagai tingkat pemahaman maupun bentuk miskonsepsi. Kedelapan butir soal mencakup indikator: (1) penentuan frekuensi sinyal, (2) pengukuran amplitudo gelombang, (3) perhitungan periode gelombang, (4) analisis beda fase, (5) interpretasi noise sinyal, (6) pengaruh pengaturan time/div, (7) keterkaitan frekuensi dengan kerapatan tampilan gelombang, dan (8) pengaruh pengaturan volt/div. Desain two-tier dipilih karena

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

secara konseptual mampu memisahkan pemahaman ilmiah yang autentik dari jawaban yang dilandasi hafalan prosedur atau tebakan semata (Treagust, 1988). Kisi-kisi instrumen disajikan pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Kisi-kisi Instrumen Tes Diagnostik Two-Tier Materi CRO.

No.	Indikator CRO	Konsep yang Diukur	Miskonsepsi Potensial
1	Menentukan frekuensi sinyal	Hubungan periode-frekuensi (f = 1/T)	Menghitung frekuensi langsung dari jumlah divisi tanpa menghitung periode terlebih dahulu
2	Menentukan amplitudo gelombang	Volt/div × jumlah divisi vertikal	Membagi jumlah divisi dengan nilai volt/div
3	Menentukan periode gelombang	Time/div × jumlah divisi horizontal	Mencampur aduk rumus volt/div ke dalam perhitungan time/div
4	Menentukan beda fase dua sinyal	Rasio pergeseran horizontal terhadap satu periode penuh	Menganggap beda fase ditentukan oleh perbedaan amplitudo
5	Menginterpretasikan noise sinyal	Noise sebagai interferensi eksternal, bukan bagian sinyal utama	Menganggap noise merupakan komponen utama dari sinyal gelombang
6	Menganalisis pengaruh time/div	Time/div hanya mengatur skala tampilan, bukan nilai frekuensi	Menganggap time/div berbanding lurus dengan frekuensi sinyal
7	Menghubungkan kerapatan gelombang dengan frekuensi	Frekuensi menentukan jumlah gelombang per satuan waktu	Menganggap amplitudo atau tegangan menentukan kerapatan tampilan
8	Menganalisis pengaruh volt/div	Volt/div hanya mengatur skala vertikal tampilan	Menganggap volt/div mengubah nilai amplitudo sebenarnya

Prosedur pengembangan instrumen mengadaptasi tahapan dari Treagust (1988), yang meliputi: (1) penyusunan kisi-kisi berbasis indikator konsep utama CRO; (2) penulisan butir soal sesuai indikator; (3) konstruksi pilihan alasan berdasarkan miskonsepsi yang terdokumentasi dalam literatur; (4) validasi konten oleh pakar fisika melalui expert judgment; dan (5) revisi instrumen berdasarkan umpan balik validator. Proses ini selaras dengan prosedur yang dikuatkan oleh Zahriah et al. (2025), yang menekankan bahwa instrumen diagnostik fisika wajib melewati tahap penilaian validitas konten sebelum digunakan untuk pengumpulan data.

Prosedur Pengumpulan Data

Instrumen disebarkan kepada mahasiswa melalui kanal digital maupun secara tatap muka selama sesi praktikum berlangsung. Setiap mahasiswa mengerjakan soal secara mandiri tanpa akses terhadap referensi eksternal, dengan tujuan memperoleh data yang benar-benar mencerminkan pemahaman personal masing-masing. Data yang dikumpulkan mencakup respons tier pertama dan tier kedua untuk setiap butir soal. Mutmainna et al. (2018) menekankan bahwa modus pengumpulan data seperti ini penting untuk mengungkap miskonsepsi yang tersembunyi di balik jawaban benar yang diberikan dengan alasan yang keliru.

Teknik Analisis Data

Data dianalisis secara deskriptif kuantitatif dengan menghitung proporsi jawaban benar pada setiap indikator. Mahasiswa dikategorikan memiliki pemahaman konseptual yang benar apabila tier pertama dan tier kedua keduanya dijawab dengan tepat. Kombinasi tier pertama benar disertai tier kedua salah dikategorikan sebagai miskonsepsi atau

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

pemahaman parsial. Hasil analisis kuantitatif ditampilkan dalam format tabel dan persentase. Respons alasan pada tier kedua juga dikaji secara kualitatif guna mengidentifikasi pola miskonsepsi yang dominan di masing-masing indikator. Guerra-Reyes et al. (2024) menyatakan bahwa penelusuran pola semacam ini esensial untuk melacak akar penyebab kesalahan konsep dalam pembelajaran sains.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tingkat Pemahaman Mahasiswa terhadap CRO

Sebanyak 34 mahasiswa pendidikan fisika yang telah mengikuti praktikum gelombang listrik berbasis CRO dilibatkan dalam penelitian ini. Kedelapan butir soal two-tier dirancang agar tidak sekadar merekam pilihan jawaban, tetapi juga mengekspos alur penalaran konseptual yang melatarbelakangi setiap respons mahasiswa. Gambaran distribusi persentase jawaban benar pada setiap indikator konsep disajikan pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Persentase Jawaban Benar Mahasiswa per Indikator Konsep CRO (n = 34)

Soal	Indikator Konsep	Persentase Benar (%)
S1	Menentukan frekuensi sinyal	65
S2	Menentukan amplitudo gelombang	59
S3	Menentukan periode gelombang	71
S4	Menentukan beda fase	74
S5	Menginterpretasikan noise sinyal	56
S6	Menganalisis pengaruh time/div	65
S7	Menghubungkan frekuensi dan kerapatan gelombang	65
S8	Menganalisis pengaruh volt/div	56

Data pada Tabel 1 memperlihatkan bahwa secara keseluruhan tingkat pemahaman mahasiswa berada pada kategori sedang, dengan rentang persentase jawaban benar antara 56% hingga 74%. Capaian tertinggi tercatat pada indikator beda fase (74%) dan periode gelombang (71%), yang mengindikasikan bahwa konsep-konsep dengan visualisasi posisi dan pergeseran gelombang yang eksplisit pada layar CRO relatif lebih mudah diasimilasi oleh mahasiswa. Kemampuan mengenali perubahan bentuk dan letak gelombang secara visual tampaknya tidak menuntut analisis konseptual yang terlalu dalam.

Sumardi et al. (2022) menjelaskan bahwa media berbasis simulasi komputer terbukti efektif dalam membantu mahasiswa memahami fenomena fisika yang sulit diamati secara langsung. Pada konteks CRO, tampilan sinyal yang dapat diobservasi secara real-time tampaknya memberikan keuntungan serupa, khususnya dalam memperkuat intuisi visual mahasiswa terhadap konsep periode dan fase. Becker et al. (2023) menambahkan bahwa efisiensi interpretasi grafik ilmiah sangat bergantung pada kemampuan mahasiswa mengarahkan atensi visual mereka ke elemen-elemen kritis pada tampilan.

Sebaliknya, butir soal terkait interpretasi noise sinyal dan pengaturan volt/div sama-sama mencatatkan persentase terendah, yakni 56%. Angka ini mengindikasikan bahwa sebagian besar mahasiswa belum mampu membedakan antara karakteristik sinyal dalam kondisi ideal dengan kondisi terganggu, serta belum memahami bahwa pengaturan skala vertikal tidak mengubah besaran fisis sinyal yang sesungguhnya. Pradana & Supahar (2025) mengungkapkan bahwa defisit kemampuan representasi grafik berdampak nyata pada

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

pemahaman konsep fisika, terutama yang berkaitan dengan gelombang. Al Dehaybes et al. (2025) mempertegas bahwa mahasiswa kerap mengalami kegagalan dalam menerjemahkan pemahaman matematis ke representasi fisik dalam konteks eksperimen.

Telaah lebih lanjut terhadap distribusi respons menunjukkan pola yang menarik: sebagian besar mahasiswa berhasil memilih opsi jawaban yang benar pada tier pertama, namun gagal memberikan alasan yang konsisten secara konseptual pada tier kedua. Pada butir frekuensi misalnya, dari 34 mahasiswa, 22 orang (65%) memilih opsi benar, tetapi hanya sebagian kecil yang merumuskan alasan yang mencerminkan pemahaman atas relasi f = 1/T. Pola serupa muncul pada butir amplitudo dan volt/div. Fenomena ini mencerminkan keunggulan pemahaman prosedural atas pemahaman konseptual, sebagaimana dikemukakan Rasyid et al. (2025) bahwa miskonsepsi dapat hadir bahkan ketika mahasiswa mengenali representasi visual yang benar. Selain itu, interpretasi sinyal CRO secara komprehensif menuntut kemampuan berpikir tingkat tinggi yang meliputi analisis sinyal dinamis dan sintesis hubungan antar besaran fisika secara simultan. Islamiyah et al. (2024) melaporkan bahwa kemampuan berpikir tingkat tinggi pada dimensi analisis dan evaluasi di materi gelombang masih tergolong rendah.

Analisis Miskonsepsi pada Interpretasi Sinyal CRO

Kajian mendalam terhadap distribusi alasan jawaban mengungkap dua kluster miskonsepsi yang paling menonjol, yaitu pada interpretasi noise sinyal dan pemahaman tentang fungsi pengaturan volt/div.

Pada indikator noise sinyal, ditemukan dua pola miskonsepsi berbeda. Kelompok pertama menganggap noise sebagai bagian integral dari bentuk gelombang utama, sementara kelompok kedua menginterpretasikan fluktuasi sinyal sebagai indikasi kerusakan alat. Kedua pola tersebut mencerminkan kegagalan mahasiswa dalam memahami bahwa tampilan CRO di laboratorium nyata selalu dipengaruhi oleh gangguan eksternal seperti medan elektromagnetik dan ketidakstabilan catu daya. Miskonsepsi ini sesuai dengan temuan Guerra-Reyes et al. (2024) yang menyimpulkan bahwa kesalahan konsep dalam sains cenderung persisten dan lahir dari praktik pembelajaran yang tidak memberikan ruang bagi eksplorasi konseptual. Dari sudut pandang transfer pengetahuan, Al Dehaybes et al. (2025) mengidentifikasi fenomena ini sebagai kesenjangan antara pemahaman matematis dan representasi fisis dalam setting laboratorium. Hasanah (2020) berpendapat bahwa pendekatan berbasis STEM dapat menjembatani kesenjangan ini dengan mengaitkan konteks eksperimen secara eksplisit ke dalam konstruksi pemahaman konseptual.

Pada indikator volt/div, miskonsepsi yang dominan adalah anggapan bahwa memperbesar nilai volt/div akan meningkatkan amplitudo sinyal secara fisis. Padahal, perubahan volt/div semata-mata merupakan penyesuaian skala representasi pada sumbu vertikal layar, bukan perubahan karakteristik sinyal itu sendiri. Kebingungan ini mencerminkan percampuradukan antara perubahan representasi instrumen dengan perubahan besaran fisis aktual, yang juga dilaporkan oleh Malones (2026) dalam konteks miskonsepsi transformasi energi.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini memperkuat argumen bahwa instrumen two-tier diagnostic test mampu mengungkap lapisan miskonsepsi yang tersembunyi di balik jawaban benar yang diberikan dengan landasan pemahaman yang keliru. Temuan ini bersesuaian dengan Mutmainna et al. (2018) yang menyatakan bahwa asesmen diagnostik jauh lebih efektif daripada tes konvensional dalam mendeteksi miskonsepsi mahasiswa. Temuan ini sekaligus menyiratkan urgensi perombakan strategi pembelajaran CRO yang tidak lagi bertumpu semata pada prosedur operasional. Pendekatan yang menggabungkan analisis sinyal kontekstual, simulasi interaktif, dan diskusi berbasis representasi visual perlu diintegrasikan ke dalam desain pembelajaran. Zeng et al. (2019) dan Hamzah et al. (2021)

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

memperlihatkan bahwa pemanfaatan osiloskop portabel dan digital dapat memperkaya pengalaman eksperimen mahasiswa secara lebih fleksibel.

KESIMPULAN

Instrumen tes diagnostik two-tier yang dikembangkan dalam penelitian ini berhasil mengidentifikasi pola miskonsepsi mahasiswa pendidikan fisika dalam menginterpretasikan sinyal CRO secara lebih terperinci dibandingkan instrumen konvensional. Dari 34 mahasiswa yang diteliti, tingkat pemahaman konseptual secara keseluruhan berada pada kategori sedang dengan persentase jawaban benar berkisar antara 56% hingga 74%.

Mahasiswa menunjukkan pemahaman yang relatif lebih baik pada indikator dengan visualisasi langsung di layar CRO, seperti beda fase (74%) dan periode gelombang (71%). Sebaliknya, miskonsepsi paling dominan teridentifikasi pada interpretasi noise sinyal (56%) dan pemahaman tentang fungsi pengaturan volt/div (56%). Pola yang terungkap menunjukkan bahwa kebanyakan mahasiswa menguasai keterampilan operasional CRO secara prosedural, namun belum membangun pemahaman konseptual yang memadai untuk menginterpretasikan sinyal secara ilmiah.

Berdasarkan temuan tersebut, disarankan agar strategi pembelajaran pada materi CRO dirancang ulang dengan menempatkan pemahaman konseptual sebagai prioritas, tidak sekadar penguasaan prosedur operasional. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan pengembangan instrumen dengan cakupan butir yang lebih luas, melibatkan sampel yang lebih heterogen, serta menerapkan analisis reliabilitas menggunakan Rasch Model atau Cronbach's Alpha.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Habibi Azka Nasution, M.Si., M.Sc. yang telah memberikan bimbingan dan masukan dalam proses penyusunan penelitian ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada rekan-rekan mahasiswa Pendidikan Fisika Universitas Negeri Medan yang telah membantu pelaksanaan pengumpulan data penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

Al Dehaybes, M., Deprez, J., Van Kampen, P., & De Cock, M. (2025). Students' understanding of two-variable calculus concepts in mathematics and physics contexts. II. the gradient and the Laplacian. Physical Review Physics Education Research, 21(1). https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.21.010132

Becker, S., Knippertz, L., Ruzika, S., & Kuhn, J. (2023). Persistence, context, and visual strategy of graph understanding: Gaze patterns reveal student difficulties in interpreting graphs. Physical Review Physics Education Research, 19(2). https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.19.020142

Ferreira, J., Rocha, A., Alves, M., & Oliveira, P. C. de. (2025). On a Web-Based Oscilloscope Interface App for E-Learning: Software Architecture, Practical Applications, and User Experience. Sci, 7(1). https://doi.org/10.3390/sci7010019

Guerra-Reyes, F., Guerra-Dávila, E., Naranjo-Toro, M., Basantes-Andrade, A., & Guevara-Betancourt, S. (2024). Misconceptions in the Learning of Natural Sciences: A Systematic Review. In Education Sciences (Vol. 14, Number 5). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). https://doi.org/10.3390/educsci14050497

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

Hajar, S., Akbar, M., Silaban, A., & G. D Lasmono S., P. (2025). Perceptions of the Use of EveryCircuit-Based Virtual Laboratory on Dynamic Electricity Material. Jurnal Pendidikan Fisika, 12(3), 171–184. https://doi.org/10.26618/jpf.v12i3.15236

Hamzah, H., Hajati, K., & Darmawan, D. (2021). PENGEMBANGAN OSILOSKOP BERBASIS ARDUINO UNO SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN FISIKA. PHYDAGOGIC Jurnal Fisika Dan Pembelajarannya, 3(2), 80–87. https://doi.org/10.31605/phy.v3i2.1348

Hasanah, U. (2020). The Effectiveness of STEM Education for Overcoming Students' Misconceptions in High School Physics: Engineering Viewpoint. Science Education International, 31(1), 5–13. https://doi.org/10.33828/sei.v31.i1.1

Islamiyah, K., Koes-H, S., Taufiq, A., & Yana, A. U. (2024). Examining How Junior High School Students Understand on Vibration and Wave Topics in HOTS Questions. Physics Education Journal, 7(2), 470–478. http://jurnal.unipa.ac.id/index.php/kpej

Maison, M., Kurniawan, D. A., Yolviansyah, F., Sandra, R. O., & Iqbal, M. (2022). Students' Misconceptions: Viewed from Students' Perceptions on Magnetic Field Learning. JPI (Jurnal Pendidikan Indonesia), 11(3), 492–500. https://doi.org/10.23887/jpiundiksha.v11i3.43752

Malones, E. C. (2026). Conceptual Change Refutation Text: A Module Anchored on Senior High School Learners' Alternative Conceptions in Energy Transformation. Energy Transformation. The International Review of Multidisciplinary Research, 1(2), 86. https://doi.org/10.5281/zenodo.18779264

Mutmainna, D., Mania, S., Sriyanti,) A, Tarbiyah, F., Uin, K., Makassar, A., Ii, K., Yasin, J. H. M., Nomor, L., & -Gowa, S. (2018). MaPan : Jurnal Matematika dan Pembelajaran PENGEMBANGAN INSTRUMEN TES DIAGNOSTIK PILIHAN GANDA DUA TINGKAT UNTUK MENGIDENTIFIKASI PEMAHAMAN KONSEP MATEMATIKA. 6(1), 56–69. https://doi.org/10.24252/mapan.2018v6n1a6

Pradana, P. W., & Supahar. (2025). Assessment instrument of graph representations on sound wave topic: Development and measurement implementation. Knowledge Management and E-Learning, 17(2), 352–371. https://doi.org/10.34105/j.kmel.2025.17.016

Rasyid, F., Istiyono, E., & Gunawan, C. W. (2025). Developing and analyzing items of a physics conceptual understanding test on wave topics for high school students using the Rasch Model. REID (Research and Evaluation in Education), 11(1), 1–16. https://doi.org/10.21831/reid.v11i1.75575

Sumardi, Y., Amalia, A. F., & Prabowo, U. N. (2022). Develoment of The Computer Simulation of Oscillation in Physics Learning. Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia, 18(1), 33–44. https://doi.org/10.15294/jpfi.v18i1.29040

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

Zahriah, Z., Annisa, F., Ahmad, N. H. B., & Fahira, A. (2025). Design and validation of a diagnostic test instrument for identifying misconceptions in basic physics.

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

ORBITA: Jurnal Pendidikan Dan Ilmu Fisika, 11(1), 1. https://doi.org/10.31764/orbita.v11i1.27782

Zeng, Y., Ma, L.-H., Wu, F.-Q., & Huang, Z.-X. (2019). Portable Intelligent Oscilloscope Based on Innovative Education. Journal of Education and Training Studies, 8(2), 16. https://doi.org/10.11114/jets.v8i2.4660