MASALIQ
Jurnal Pendidikan dan Sains

e-ISSN: 2808-8115
p-ISSN: 2809-1051

Terindeks: Sinta 5, Copernicus, Dimensions, Scilit, Lens, Crossref, Garuda, Google Scholar, Base, etc

https://doi.org/10.58578/masaliq.v6i6.12767

Analisis Miskonsepsi Siswa pada Materi Arus Bolak-Balik melalui *Four-Tier Diagnostic Test*

Analysis of Students' Misconceptions about Alternating Current Using a Four-Tier Diagnostic Test

Rangga Mora Al Gifari, Tati Silaban, Widya Sinaga, Mariati Purnama Simanjuntak
Universitas Negeri Medan
ranggaakun.4253121031@mhs.unimed.ac.id; tati.4252421004@mhs.unimed.ac.id

Submitted:	Revised:	Accepted:	Published:
Oct 12, 2026	Nov 10, 2026	Nov 21, 2026	Nov 26, 2026

Abstract

Mapping students' conceptions of alternating current is necessary to determine how well they understand the concepts they have studied. This study aimed to analyze misconceptions and identify levels of conceptual understanding among students at SMA Negeri 8 Mandau based on conception categories. The study used a quantitative descriptive design and involved 70 students from two Grade 12 classes. Data were collected using a 15-item Four-Tier Diagnostic Test. Each item comprised four tiers covering answer selection, confidence in the selected answer, reason selection, and confidence in the selected reason. Analysis of 1,050 responses showed that 26.29% fell into the Scientific Knowledge category, 6.86% into False Positive, 4.38% into False Negative, 2.95% into Misconception, and 59.52% into Lack of Knowledge. At the item level, Item 12 had the highest percentage of misconceptions (7.14%), while among topic groups, impedance and resonance in RLC circuits had the highest percentage (4.29%). Overall, the level of misconceptions was classified as low. The predominance of the Lack of Knowledge category indicates that students' understanding of alternating current concepts still needs to be strengthened. These findings can provide a basis for evaluating and selecting instructional strategies aimed at strengthening students' conceptual understanding.

Keywords: Alternating Current; Four-Tier Diagnostic Test; Misconceptions; Conceptual Understanding; RLC Circuits

Masaliq Journal is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License

Abstrak: Pemetaan konsepsi siswa pada materi arus bolak-balik diperlukan untuk mengetahui sejauh mana siswa memahami konsep yang dipelajari. Penelitian ini bertujuan menganalisis miskonsepsi dan mengidentifikasi tingkat pemahaman konsep siswa SMA Negeri 8 Mandau berdasarkan kategori konsepsi. Penelitian ini menggunakan desain deskriptif kuantitatif yang melibatkan 70 siswa dari dua kelas XII. Data dikumpulkan menggunakan *Four-Tier Diagnostic Test* yang terdiri atas 15 butir soal. Setiap butir mencakup empat tingkat, yaitu pilihan jawaban, tingkat keyakinan terhadap jawaban, pilihan alasan, dan tingkat keyakinan terhadap alasan. Analisis terhadap 1.050 respons menunjukkan bahwa 26,29% respons termasuk kategori *Scientific Knowledge*, 6,86% *False Positive*, 4,38% *False Negative*, 2,95% *Misconception*, dan 59,52% *Lack of Knowledge*. Persentase miskonsepsi tertinggi pada tingkat butir ditemukan pada soal nomor 12 (7,14%), sedangkan pada tingkat kelompok materi, persentase tertinggi ditemukan pada impedansi dan resonansi rangkaian RLC (4,29%). Secara keseluruhan, tingkat miskonsepsi tergolong rendah. Dominasi kategori *Lack of Knowledge* menunjukkan bahwa pemahaman siswa terhadap konsep arus bolak-balik masih perlu diperkuat. Temuan ini dapat menjadi dasar untuk mengevaluasi dan menentukan strategi pembelajaran yang berfokus pada penguatan pemahaman konsep siswa.

Kata Kunci: Arus Bolak-Balik; *Four-Tier Diagnostic Test*; Miskonsepsi; Pemahaman Konsep; Rangkaian RLC

PENDAHULUAN

Fisika merupakan salah satu bidang ilmu pengetahuan alam yang mempelajari berbagai fenomena alam melalui konsep, teori, dan hukum yang saling berkaitan (Eliza et al., 2022). Dalam proses pembelajaran fisika, peserta didik tidak hanya dituntut untuk menghafal rumus, tetapi juga harus memahami konsep secara tepat. Namun, kenyataannya masih ditemukan kesulitan dalam memahami konsep fisika yang dapat menyebabkan terjadinya miskonsepsi. Penelitian (Zuhdi & Busyairi, 2021) menunjukkan bahwa miskonsepsi masih terjadi pada materi kelistrikan, terutama pada konsep Hukum Kirchhoff I, Hukum Kirchhoff II, Hukum Ohm, dan sumber listrik. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa miskonsepsi juga dapat muncul ketika peserta didik memahami konsep melalui representasi verbal maupun gambar. Hal ini menunjukkan bahwa pemahaman konsep yang kurang tepat dapat menjadi salah satu hambatan dalam pembelajaran fisika (Gupita et al., 2022).

Salah satu materi fisika yang membutuhkan pemahaman konsep secara mendalam adalah elektromagnetisme, termasuk induksi elektromagnetik dan arus bolak-balik. Penelitian (Apriliyanti & Ermawati, 2022) menunjukkan bahwa peserta didik masih mengalami kesulitan dalam memahami konsep induksi elektromagnetik, sehingga diperlukan tes diagnostik untuk mengidentifikasi tingkat pemahaman dan miskonsepsi yang terjadi. Selain itu, penelitian (Xie et al., 2025) menjelaskan bahwa pemahaman mahasiswa terhadap induksi elektromagnetik

melibatkan keterkaitan berbagai konsep, sehingga pembelajaran perlu membantu peserta didik menghubungkan satu konsep dengan konsep lainnya. Berdasarkan hasil penelitian tersebut, identifikasi miskonsepsi penting dilakukan agar kesulitan peserta didik dalam memahami konsep kelistrikan dan elektromagnetisme dapat diketahui (Nur et al., 2023). Dengan demikian, pemahaman terhadap konsep arus bolak-balik juga perlu diperhatikan agar peserta didik tidak hanya mampu menggunakan persamaan, tetapi juga memahami prinsip fisika yang mendasarinya.

Materi arus bolak-balik memiliki karakteristik yang cukup abstrak karena sebagian konsepnya tidak dapat diamati secara langsung dalam kehidupan sehari-hari. Kondisi tersebut dapat menyebabkan peserta didik mengalami kesulitan dalam menghubungkan persamaan matematis dengan fenomena listrik yang sebenarnya. (Frans & Wasis, 2022) membahas penerapan Lembar Kerja Siswa (LKS) berbasis simulasi PhET untuk mereduksi miskonsepsi peserta didik pada materi arus listrik bolak-balik. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa penggunaan media simulasi dapat membantu peserta didik memahami konsep dan memperbaiki pemahaman yang keliru. Hal ini memperlihatkan bahwa pembelajaran arus bolak-balik perlu didukung dengan kegiatan yang membantu peserta didik menghubungkan konsep fisika dengan representasi atau fenomena yang lebih mudah dipahami (Halim et al., 2024);(Aida, 2022).

Miskonsepsi pada materi arus bolak-balik dapat terjadi ketika peserta didik memiliki pemahaman yang tidak sesuai dengan konsep fisika, misalnya dalam membedakan nilai maksimum dan nilai efektif, memahami hubungan antara arus dan tegangan, menentukan impedansi, serta menjelaskan kondisi resonansi pada rangkaian RLC. Kesulitan tersebut perlu diperhatikan karena pemahaman terhadap satu konsep dapat memengaruhi pemahaman konsep lainnya. (Marpuah & Istiyono, 2026) mengembangkan instrumen penilaian kognitif berbasis pembelajaran mendalam pada materi rangkaian arus bolak-balik untuk mengukur penguasaan konsep dan kemampuan penalaran peserta didik. Penelitian tersebut melibatkan 29 peserta didik kelas XII dan menunjukkan bahwa penilaian pada materi ini perlu memperhatikan kedalaman pemahaman serta kemampuan peserta didik dalam menghubungkan konsep dengan fenomena kehidupan sehari-hari (Winari & Masturi, 2023).

Berdasarkan permasalahan tersebut, diperlukan analisis terhadap materi arus bolak-balik untuk mengetahui kesesuaian tujuan pembelajaran, urutan penyajian materi, kedalaman dan keluasan pembahasan, serta kemungkinan miskonsepsi yang dialami peserta didik.

Analisis ini penting dilakukan agar pembelajaran tidak hanya berfokus pada kemampuan menyelesaikan soal matematis, tetapi juga memperhatikan pemahaman konsep dan penalaran ilmiah. Penelitian ini direncanakan melibatkan sekitar 60 peserta didik kelas XII yang berasal dari dua kelas, yaitu XII-1 dan XII-2. Pelibatan kedua kelas tersebut diharapkan dapat memberikan gambaran mengenai pemahaman peserta didik terhadap materi arus bolak-balik serta konsep-konsep yang masih berpotensi menimbulkan kesulitan atau miskonsepsi (Safitri et al., 2022).

Materi Arus Bolak-Balik (AC) merupakan salah satu materi dalam pembelajaran Fisika yang membutuhkan pemahaman konsep secara mendalam. Materi ini membahas perubahan arus dan tegangan listrik secara periodik terhadap waktu, termasuk konsep nilai maksimum, nilai efektif, frekuensi, hubungan fase, impedansi, dan resonansi pada rangkaian RLC. Dalam mempelajarinya, peserta didik tidak cukup hanya menghafal persamaan matematis, tetapi juga perlu memahami makna fisis dari setiap konsep. Namun, karakteristik materi yang abstrak dan melibatkan berbagai hubungan matematis dapat menyebabkan peserta didik mengalami kesulitan dalam memahami konsep Arus Bolak-Balik (Tsabitah et al., 2024);(Widya et al., 2025).

Salah satu permasalahan yang perlu diperhatikan dalam pembelajaran Arus Bolak-Balik adalah munculnya miskonsepsi. Miskonsepsi dapat terjadi ketika peserta didik memiliki pemahaman yang tidak sesuai dengan konsep ilmiah, misalnya dalam membedakan arus searah dan arus bolak-balik, memahami nilai efektif arus dan tegangan, serta menjelaskan hubungan fase antara arus dan tegangan. (Pratama, 2025) dalam penelitiannya yang berjudul *A Reduction in Undergraduate Misconceptions on AC Circuits through Interactive Simulations* mengkaji pengurangan miskonsepsi pada rangkaian AC melalui penggunaan simulasi interaktif. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa penggunaan simulasi dapat membantu memperbaiki pemahaman konsep peserta didik (Frans & Wasis, 2022).

Selain simulasi, penggunaan multimedia interaktif juga dapat menjadi alternatif dalam membantu proses pembelajaran. (Meda, 2025) melalui penelitian berjudul *Efektivitas Physics Interactive Multimedia pada Materi Listrik Bolak-Balik untuk Meningkatkan Literasi Digital Menggunakan Flipped Learning* membahas pemanfaatan multimedia interaktif dalam meningkatkan literasi digital dan kemampuan berpikir kritis peserta didik. Media tersebut membantu menyajikan materi Arus Bolak-Balik melalui tampilan yang lebih interaktif

sehingga konsep-konsep yang sulit dipahami dapat dipelajari dengan lebih mudah (Halim et al., 2024).

Selanjutnya, (Musriyanti et al., 2022) dalam penelitian berjudul *Penggunaan Google Jamboard dalam Pembelajaran Online terhadap Motivasi Belajar Peserta Didik pada Materi Arus Bolak Balik* membahas penggunaan media digital untuk mendukung motivasi belajar peserta didik. Penelitian ini memperlihatkan bahwa pemanfaatan media pembelajaran dapat menciptakan kegiatan belajar yang lebih aktif dan menarik. Motivasi serta keterlibatan peserta didik menjadi faktor pendukung dalam proses memahami materi Arus Bolak-Balik.

Berdasarkan ketiga penelitian tersebut, dapat diketahui bahwa permasalahan dalam pembelajaran Arus Bolak-Balik tidak hanya berkaitan dengan pemahaman konsep, tetapi juga membutuhkan dukungan media pembelajaran yang sesuai. Simulasi interaktif, multimedia pembelajaran, dan media digital memiliki peran masing-masing dalam membantu peserta didik memahami materi, mengurangi kesulitan belajar, serta meningkatkan motivasi dan keterlibatan selama pembelajaran. Oleh karena itu, kajian terhadap ketiga jurnal ini dilakukan untuk memperoleh gambaran mengenai permasalahan pembelajaran Arus Bolak-Balik dan berbagai upaya yang dapat digunakan untuk meningkatkan pemahaman konsep peserta didik (Aida, 2022).

Berdasarkan permasalahan tersebut, diperlukan analisis terhadap miskonsepsi siswa pada materi Arus Bolak-Balik untuk mengetahui tingkat pemahaman siswa terhadap konsep-konsep yang dipelajari. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis miskonsepsi siswa pada materi Arus Bolak-Balik (AC) di SMA Negeri 8 Mandau dengan melibatkan siswa kelas XII dari dua kelas, yaitu XII-1 dan XII-2, serta satu orang guru Fisika. Analisis dilakukan menggunakan tes diagnostik *Four-Tier* yang mencakup pilihan jawaban, tingkat keyakinan terhadap jawaban, pilihan alasan, dan tingkat keyakinan terhadap alasan. Selain itu, wawancara dengan guru dilakukan untuk memperoleh informasi mengenai proses pembelajaran, sumber belajar yang digunakan, kesulitan siswa dalam memahami materi, serta bentuk kesalahan pemahaman yang ditemukan selama pembelajaran. Melalui penelitian ini, diharapkan dapat diketahui konsep-konsep Arus Bolak-Balik yang masih mengalami miskonsepsi, tingkat pemahaman siswa, serta kesulitan yang dihadapi dalam mempelajari materi tersebut. Dengan demikian, hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan evaluasi bagi proses pembelajaran Fisika, khususnya pada materi Arus Bolak-Balik, agar pemahaman konsep siswa dapat ditingkatkan (Azzahroiha et al., 2023)

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif yang bertujuan untuk mengungkap miskonsepsi peserta didik pada materi Arus Bolak-Balik (AC) melalui *four-tier diagnostic test*. Pendekatan ini digunakan untuk memperoleh gambaran mengenai pemahaman konsep peserta didik berdasarkan jawaban, alasan, serta tingkat keyakinan yang diberikan. Hasil tes dianalisis secara kuantitatif dengan menghitung jumlah dan persentase peserta didik pada setiap kategori pemahaman konsep. Penggunaan instrumen Four-Tier Diagnostic Test dalam mengidentifikasi miskonsepsi pada pembelajaran fisika telah dibahas dalam penelitian sebelumnya (Istiyono, 2022);(Ariyanti et al., 2024).

Penelitian dilakukan di SMA Negeri 8 Mandau pada Semester Ganjil Tahun ajaran 2026/2027. Penelitian ini dilaksanakan terhadap peserta didik kelas XII-1 dan XII-2 dengan jumlah keseluruhan sebanyak 60 peserta didik di sekolah SMA Negeri 8 Mandau. Subjek penelitian terdiri atas 30 peserta didik kelas XII-1 dan 30 peserta didik kelas XII-2. Pemilihan subjek didasarkan pada kesesuaian materi Arus Bolak-Balik (AC) dengan materi pembelajaran yang telah dipelajari. Seluruh peserta didik diberikan instrumen tes yang sama untuk memperoleh data mengenai pemahaman konsep dan miskonsepsi pada materi tersebut. Selain itu, seorang guru fisika kelas XII terlibat sebagai informan dalam wawancara karena mengajar langsung mata pelajaran fisika di kelas tersebut dan memahami proses pengajaran serta kesulitan siswa terkait materi arus bolak – balik.

Instrumen penelitian yang digunakan berupa tes diagnostik Four-Tier yang terdiri atas 15 butir soal mengenai materi Arus Bolak-Balik (AC). Setiap butir soal terdiri atas empat tingkatan, yaitu *Tier 1* berupa pilihan jawaban, *Tier 2* berupa tingkat keyakinan terhadap jawaban, *Tier 3* berupa pilihan alasan, dan *Tier 4* berupa tingkat keyakinan terhadap alasan. Keempat tingkatan tersebut digunakan untuk mengetahui ketepatan jawaban dan alasan sekaligus tingkat keyakinan peserta didik. Struktur *four-tier diagnostic test* memungkinkan analisis jawaban, alasan, dan keyakinan peserta didik secara bersamaan (Istiyono, 2022).

Struktur instrumen *four-tier diagnostic test* yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas empat tingkatan. Setiap tingkatan memiliki fungsi yang berbeda dalam mengidentifikasi pemahaman peserta didik. Penjelasan mengenai struktur instrumen tersebut disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Struktur Instrumen Four-Tier Diagnostic Test

Tingkatan	Bentuk Instrumen	Keterangan
Tier 1	Pilihan jawaban	Menentukan jawaban dari pertanyaan
Tier 2	Tingkat keyakinan	Menunjukkan keyakinan terhadap jawaban
Tier 3	Pilihan alasan	Menentukan alasan dari jawaban
Tier 4	Tingkat keyakinan	Menunjukkan keyakinan terhadap alasan

Sumber: (Istiyono, 2022).

Instrumen penelitian disusun berdasarkan cakupan materi Arus Bolak-Balik (AC). Materi yang diujikan meliputi konsep dasar arus bolak-balik, karakteristik gelombang, nilai arus dan tegangan, serta penerapan konsep pada rangkaian listrik AC. Pemilihan materi tersebut disesuaikan dengan pembahasan konsep arus bolak-balik yang digunakan dalam penelitian (Frans & Wasis, 2022).

Instrumen penelitian mencakup beberapa pokok bahasan pada materi Arus Bolak-Balik (AC) yang disesuaikan dengan tujuan penelitian dan soal yang diberikan kepada peserta didik. Rincian cakupan materi yang diujikan disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Cakupan Materi Instrumen Penelitian

No.	Materi yang Diujikan
1	Pengertian dan karakteristik arus bolak-balik
2	Bentuk gelombang arus dan tegangan AC
3	Nilai maksimum dan nilai efektif
4	Frekuensi dan periode
5	Hubungan fase arus dan tegangan
6	Rangkaian resistif
7	Reaktansi induktif
8	Reaktansi kapasitif
9	Rangkaian RL dan RC
10	Impedansi dan rangkaian RLC

Pengumpulan data dilakukan dengan memberikan tes diagnostik Four-Tier kepada peserta didik kelas XII-1 dan XII-2 melalui *Google Forms*. Setiap peserta didik mengerjakan 15 butir soal yang terdiri atas empat tingkatan. Hasil pengerjaan peserta didik dikumpulkan dalam bentuk data jawaban, alasan, serta tingkat keyakinan pada setiap tingkatan. Dengan jumlah 60 peserta didik dan 15 butir soal, diperoleh 900 respons pada *Tier 1*, disertai data respons pada *Tier 2*, *Tier 3*, dan *Tier 4*. Data yang telah terkumpul kemudian dikelompokkan berdasarkan pola jawaban dan tingkat keyakinan peserta didik. Pengelompokan tersebut dilakukan untuk mengetahui tingkat pemahaman konsep serta mengidentifikasi miskonsepsi yang terjadi pada materi Arus Bolak-Balik (AC).

Berdasarkan hasil analisis butir soal menggunakan perhitungan setara ANATES terhadap 15 butir soal pilihan ganda dengan 70 responden, diperoleh rata-rata skor sebesar 9,84 dari skor maksimum 15, dengan simpangan baku sebesar 2,97. Skor terendah yang diperoleh responden adalah 3, sedangkan skor tertinggi mencapai 15. Hasil analisis tingkat kesukaran menunjukkan bahwa terdapat 5 butir soal dalam kategori mudah dan 10 butir soal dalam kategori sedang. Sementara itu, analisis daya pembeda menunjukkan bahwa 12 butir soal memiliki daya pembeda dalam kategori baik, 2 butir soal dalam kategori sedang, dan 1 butir soal dalam kategori cukup. Hasil pengujian validitas berdasarkan koefisien korelasi antara skor setiap butir dengan skor total terkoreksi menunjukkan nilai berkisar antara 0,104 hingga 0,413. Dari 15 butir soal tersebut, 2 butir termasuk kategori baik, 7 butir kategori cukup, 3 butir kategori rendah, dan 3 butir kategori sangat rendah. Adapun hasil pengujian reliabilitas menggunakan rumus KR-20 memperoleh koefisien sebesar 0,683 yang termasuk kategori cukup atau sedang. Dengan demikian, hasil analisis menunjukkan bahwa instrumen memiliki tingkat reliabilitas yang cukup, tetapi beberapa butir soal masih memerlukan perbaikan, khususnya pada aspek validitas sebelum digunakan dalam penelitian.

Hasil tes Four-Tier selanjutnya dianalisis dengan mencocokkan pola jawaban pada keempat tingkatan. Kategori pemahaman konsep yang digunakan terdiri atas lima kategori, yaitu SK *(Scientific Knowledge),* FP *(False Positive)*, FN *(False Negative),* M *(Misconception),* dan LK *(Lack of Knowledge)*. Pengelompokan kategori tersebut mengacu pada karakteristik klasifikasi respons dalam tes diagnostik empat tingkat (Bessas et al., 2024). Hasil jawaban peserta didik dianalisis berdasarkan kesesuaian jawaban, tingkat keyakinan, alasan, dan tingkat keyakinan terhadap alasan. Kombinasi respons tersebut digunakan untuk mengelompokkan pemahaman peserta didik ke dalam lima kategori. Pola pengelompokan kategori tersebut disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Kategori Hasil Analisis Four-Tier Diagnostic Test

Tier 1	Tier 2	Tier 3	Tier 4	Kategori
Benar	Yakin	Benar	Yakin	SK
Benar	Yakin	Salah	Yakin	FP
Salah	Yakin	Benar	Yakin	FN
Salah	Yakin	Salah	Yakin	M
Salah	Tidak yakin	Benar	Yakin	LK

Sumber: (Bessas et al., 2024).

Keterangan kategori pada Tabel 3 adalah sebagai berikut. SK merupakan kategori ketika peserta didik menjawab benar, memberikan alasan yang benar, serta yakin terhadap jawaban dan alasannya. FP menunjukkan peserta didik menjawab benar, tetapi memberikan

alasan yang salah dan yakin terhadap keduanya. FN menunjukkan peserta didik menjawab salah, tetapi memberikan alasan yang benar dan yakin terhadap keduanya. M menunjukkan peserta didik menjawab salah dan memberikan alasan yang salah serta yakin terhadap keduanya. Sementara itu, LK menunjukkan peserta didik menjawab salah dengan tingkat keyakinan yang rendah terhadap jawaban, tetapi memberikan alasan yang benar dan yakin terhadap alasan tersebut.

Setelah seluruh respons dikelompokkan, jumlah peserta didik pada setiap kategori dihitung untuk mengetahui persentase masing-masing kategori. Perhitungan persentase dilakukan menggunakan rumus berikut.

$$P = \left(\frac{f}{N}\right) \times 100$$

Keterangan:

P = Persentase miskonsepsi

f = Jumlah peserta didik pada kategori tertentu

N = Jumlah seluruh peserta didik

Persentase yang diperoleh kemudian digunakan untuk menentukan tingkat miskonsepsi peserta didik berdasarkan kategori rendah, sedang, dan tinggi.

Untuk mengetahui tingkat miskonsepsi peserta didik, persentase yang diperoleh selanjutnya dikelompokkan ke dalam kategori rendah, sedang, dan tinggi. Batas persentase untuk setiap kategori tingkat miskonsepsi disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Kriteria Tingkat Miskonsepsi

Persentase	Tingkat Miskonsepsi
0–30%	Rendah
31–60%	Sedang
61–100%	Tinggi

Sumber: (Sari et al., 2022).

Berdasarkan kriteria tersebut, tingkat miskonsepsi rendah menunjukkan bahwa persentase peserta didik yang mengalami miskonsepsi relatif sedikit. Tingkat sedang menunjukkan bahwa miskonsepsi dialami oleh sebagian peserta didik, sedangkan tingkat tinggi menunjukkan bahwa miskonsepsi dialami oleh sebagian besar peserta didik. Pengelompokan ini digunakan untuk mengetahui materi Arus Bolak-Balik (AC) yang paling banyak menimbulkan miskonsepsi.

HASIL

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi miskonsepsi siswa pada materi Arus Bolak-Balik menggunakan instrumen tes diagnostik empat tingkat. Data yang digunakan dalam analisis ini merupakan data dari 70 siswa yang berasal dari dua kelas, dengan masing-masing kelas berjumlah 35 siswa. Instrumen penelitian terdiri atas 15 butir soal. Setiap soal memiliki empat tingkatan, yaitu tingkat jawaban, tingkat keyakinan jawaban, tingkat alasan, dan tingkat keyakinan alasan. Hasil jawaban siswa dianalisis berdasarkan kombinasi empat tingkatan tersebut dan dikelompokkan menjadi lima kategori, yaitu Pengetahuan Ilmiah (SK), Jawaban Benar dengan Alasan Salah (FP), Jawaban Salah dengan Alasan Benar (FN), Miskonsepsi (M), dan Kurang Pengetahuan (LK). Hasil analisis digunakan untuk mengetahui distribusi pemahaman siswa secara keseluruhan, miskonsepsi pada setiap butir soal, serta tingkat miskonsepsi berdasarkan kelompok materi.

Berdasarkan hasil analisis terhadap 70 siswa pada 15 butir soal, diperoleh distribusi kategori konsepsi siswa yang terdiri atas SK, FP, FN, M, dan LK. Rekapitulasi hasil analisis disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Rekapitulasi Kategori Konsepsi Siswa untuk Semua Butir Soal

Kategori	Frekuensi Respons	Persentase (%)
Pengetahuan Ilmiah (SK)	276	26
Jawaban Benar dengan Alasan Salah (FP)	72	7
Jawaban Salah dengan Alasan Benar (FN)	46	4
Miskonsepsi (M)	31	3
Kurang Pengetahuan (LK)	625	60
Jumlah	1050	100

Persentase dihitung dengan membagi frekuensi setiap kategori dengan jumlah seluruh respons, kemudian dikalikan 100%. Kategori Kurang Pengetahuan memperoleh frekuensi tertinggi, yaitu 625 respons atau 60%. Hal ini menunjukkan bahwa sebagian besar respons siswa belum memperlihatkan pemahaman konsep dan tingkat keyakinan yang konsisten. Kategori Pengetahuan Ilmiah memperoleh 276 respons atau 26%. Kategori Jawaban Benar dengan Alasan Salah memperoleh 72 respons atau 7%, sedangkan Jawaban Salah dengan Alasan Benar memperoleh 46 respons atau 4%. Kategori Miskonsepsi memperoleh 31 respons atau 3%.

Hasil tersebut menunjukkan bahwa kategori Kurang Pengetahuan lebih dominan dibandingkan kategori lainnya. Sementara itu, jumlah respons yang secara khusus termasuk kategori Miskonsepsi relatif lebih kecil. Kategori Kurang Pengetahuan tetap perlu

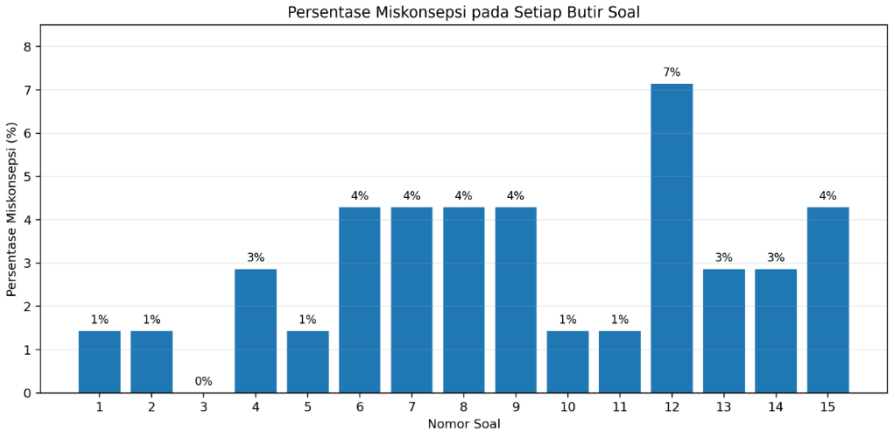
diperhatikan karena menunjukkan bahwa siswa belum memiliki pemahaman yang kuat atau belum yakin terhadap jawaban dan alasan yang diberikan.

Analisis selanjutnya dilakukan untuk mengetahui distribusi kategori konsepsi siswa pada masing-masing butir soal. Analisis ini bertujuan untuk mengidentifikasi nomor soal yang menunjukkan frekuensi miskonsepsi paling tinggi maupun paling rendah. Hasil pengelompokan jawaban siswa ke dalam lima kategori konsepsi pada masing-masing butir soal disajikan secara rinci pada Tabel 6.

Tabel 6. Distribusi Kategori Konsepsi Siswa untuk Setiap Butir Soal

No. Soal	SK	FP	FN	M	LK
1	30	3	2	1	34
2	19	7	1	1	42
3	20	3	0	0	47
4	24	4	1	2	39
5	18	3	4	1	44
6	25	1	2	3	39
7	14	8	3	3	42
8	23	8	3	3	33
9	12	6	3	3	46
10	17	4	6	1	42
11	14	5	5	1	45
12	8	3	6	5	48
13	10	4	4	2	50
14	22	6	3	2	37
15	20	7	3	3	37
Jumlah	276	72	46	31	625

. Berdasarkan Tabel 3, miskonsepsi tertinggi terdapat pada soal nomor 12 dengan frekuensi sebanyak 5 siswa. Soal nomor 6, 7, 8, 9, dan 15 masing-masing menunjukkan miskonsepsi sebanyak 3 siswa. Soal nomor 4, 13, dan 14 masing-masing menunjukkan miskonsepsi sebanyak 2 siswa. Soal nomor 1, 2, 5, 10, dan 11 masing-masing menunjukkan miskonsepsi sebanyak 1 siswa. Sementara itu, soal nomor 3 tidak menunjukkan respons yang termasuk kategori M. Persentase miskonsepsi setiap butir soal dihitung dengan membagi frekuensi miskonsepsi pada soal tersebut dengan jumlah siswa, yaitu 70 orang, kemudian dikalikan 100%. Hasil persentase ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Persentase Miskonsepsi pada Setiap Butir Soal

Berdasarkan Gambar 1, persentase miskonsepsi tertinggi terdapat pada soal nomor 12 sebesar 7%. Soal nomor 6, 7, 8, 9, dan 15 masing-masing memperoleh persentase sebesar 4%. Soal nomor 4, 13, dan 14 memperoleh persentase sebesar 3%. Soal nomor 1, 2, 5, 10, dan 11 memperoleh persentase sebesar 1%. Adapun soal nomor 3 memiliki persentase sebesar 0%. Hasil ini memperlihatkan bahwa soal nomor 12 menjadi butir soal yang paling banyak menunjukkan miskonsepsi dalam data

Untuk mengetahui tingkat miskonsepsi siswa, hasil analisis tes diagnostik empat tingkat dikelompokkan ke dalam lima kategori konsepsi, yaitu Pengetahuan Ilmiah (SK), Jawaban Benar dengan Alasan Salah (FP), Jawaban Salah dengan Alasan Benar (FN), Miskonsepsi (M), dan Kurang Pengetahuan (LK). Pengelompokan tersebut mempertimbangkan kesesuaian jawaban, alasan, serta tingkat keyakinan siswa pada keempat tingkatan soal. Distribusi kelima kategori pada setiap butir soal, dengan jumlah 70 siswa, disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Distribusi Kategori Konsepsi dan Tingkat Miskonsepsi Siswa pada Setiap Butir Soal

No.	SK	FP	FN	M	LK	Jumlah	M (%)	Tingkat
1	30	3	2	1	34	70	1%	Rendah
2	19	7	1	1	42	70	1%	Rendah
3	20	3	0	0	47	70	0%	Rendah
4	24	4	1	2	39	70	3%	Rendah
5	18	3	4	1	44	70	1%	Rendah
6	25	1	2	3	39	70	4%	Rendah
7	14	8	3	3	42	70	4%	Rendah
8	23	8	3	3	33	70	4%	Rendah

No.	SK	FP	FN	M	LK	Jumlah	M (%)	Tingkat
9	12	6	3	3	46	70	4%	Rendah
10	17	4	6	1	42	70	1%	Rendah
11	14	5	5	1	45	70	1%	Rendah
12	8	3	6	5	48	70	7%	Rendah
13	10	4	4	2	50	70	3%	Rendah
14	22	6	3	2	37	70	3%	Rendah
15	20	7	3	3	37	70	4%	Rendah
Jumlah respons	276	72	46	31	625	1050	3%	—

Berdasarkan Tabel 5, seluruh butir soal berada pada kategori miskonsepsi rendah karena persentasenya berada di bawah 30%. Persentase tertinggi ditemukan pada soal nomor 12 sebesar 7%, sedangkan persentase terendah ditemukan pada soal nomor 3 sebesar 0%. Secara keseluruhan, persentase miskonsepsi mencapai 3% dari seluruh respons. Dengan demikian, berdasarkan kriteria yang digunakan, data tersebut menunjukkan tingkat miskonsepsi yang tergolong rendah. Meskipun demikian, besarnya kategori Kurang Pengetahuan tetap perlu diperhatikan karena menunjukkan adanya respons yang belum konsisten dari segi jawaban dan keyakinan siswa.

Analisis berikutnya dilakukan dengan mengelompokkan 15 butir soal ke dalam empat kelompok materi. Pengelompokan ini bertujuan untuk mengetahui bagian materi arus bolak-balik yang memiliki frekuensi miskonsepsi paling tinggi. Persentase Miskonsepsi Berdasarkan Kelompok Materi disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Persentase Miskonsepsi Berdasarkan Kelompok Materi

Kelompok Materi	Nomor Soal	Frekuensi M	Total Respons	Persentase (%)
Konsep dasar arus bolak-balik	1–4	4	280	1
Hubungan fase dan reaktansi induktif	5–7	7	210	3
Rangkaian kapasitif, RL, dan RC	8–11	8	280	3
Impedansi dan resonansi RLC	12–15	12	280	4
Jumlah	1–15	31	1050	3

Berdasarkan Tabel 8, kelompok materi impedansi dan resonansi RLC memperoleh persentase miskonsepsi tertinggi, yaitu 4% dengan 12 respons. Kelompok hubungan fase dan reaktansi induktif memperoleh persentase sebesar 3% dengan 7 respons. Kelompok rangkaian kapasitif, RL, dan RC memperoleh persentase sebesar 3% dengan 8 respons.

Sementara itu, kelompok konsep dasar arus bolak-balik memperoleh persentase terendah, yaitu 1% dengan 4 respons.

Hasil tersebut menunjukkan bahwa dalam data tersebut, miskonsepsi lebih banyak ditemukan pada kelompok materi yang melibatkan hubungan antara beberapa besaran listrik, terutama impedansi dan resonansi RLC. Materi tersebut memerlukan pemahaman mengenai hubungan hambatan, reaktansi induktif, dan reaktansi kapasitif. Oleh karena itu, pembelajaran pada bagian tersebut perlu memperhatikan pemahaman konseptual siswa dan tidak hanya kemampuan menggunakan persamaan matematis.

Berdasarkan analisis data terhadap 70 siswa dan 15 butir soal, diperoleh lima kategori konsepsi siswa, yaitu Pengetahuan Ilmiah sebesar 26%, Jawaban Benar dengan Alasan Salah sebesar 7%, Jawaban Salah dengan Alasan Benar sebesar 4%, Miskonsepsi sebesar 3%, dan Kurang Pengetahuan sebesar 60%. Kategori Kurang Pengetahuan menjadi kategori yang paling dominan dalam keseluruhan respons siswa.

Berdasarkan analisis setiap butir soal, miskonsepsi tertinggi ditemukan pada soal nomor 12 mengenai impedansi rangkaian RLC, yaitu sebesar 7%. Berdasarkan kelompok materi, impedansi dan resonansi RLC memperoleh persentase miskonsepsi tertinggi sebesar 4%. Secara keseluruhan, tingkat miskonsepsi siswa termasuk kategori rendah berdasarkan kriteria yang digunakan. Namun, besarnya kategori Kurang Pengetahuan menunjukkan bahwa masih terdapat respons siswa yang belum konsisten dalam memahami konsep arus bolak-balik

PEMBAHASAN

Miskonsepsi merupakan salah satu permasalahan yang sering ditemukan dalam pembelajaran Fisika, khususnya pada materi Arus Bolak-Balik (AC). Materi ini memiliki konsep yang cukup abstrak karena membahas perubahan arus dan tegangan listrik secara periodik terhadap waktu. Selain itu, peserta didik juga harus memahami konsep nilai efektif (RMS), frekuensi, hubungan fase, impedansi, daya listrik, dan rangkaian RLC. Kesulitan dalam menghubungkan konsep-konsep tersebut dengan persamaan matematis dapat menyebabkan peserta didik membentuk pemahaman yang tidak sesuai dengan konsep ilmiah. Miskonsepsi dapat muncul ketika peserta didik meyakini suatu konsep sebagai sesuatu yang benar, meskipun konsep tersebut tidak sesuai dengan pemahaman ilmiah yang sebenarnya.

Oleh karena itu, miskonsepsi perlu diidentifikasi agar kesalahan pemahaman dapat diketahui dan diperbaiki melalui proses pembelajaran (Pratama, 2025).

Berdasarkan hasil analisis data terhadap 70 siswa yang mengerjakan 15 butir soal tes diagnostik *Four-Tier* pada materi Arus Bolak-Balik, diperoleh gambaran mengenai tingkat pemahaman konsep siswa. Dari keseluruhan 1.050 respons yang dianalisis, terdapat 276 respons (26,29%) dalam kategori paham konsep (SK), 72 respons (6,86%) dalam kategori *False Positive* (FP), 46 respons (4,38%) dalam kategori *False Negative* (FN), 31 respons (2,95%) dalam kategori miskonsepsi (M), dan 625 respons (59,52%) dalam kategori kurang memahami konsep (LK). Hasil tersebut menunjukkan bahwa kategori kurang memahami konsep memiliki persentase paling tinggi dibandingkan kategori lainnya. Kondisi ini mengindikasikan bahwa sebagian besar siswa belum memiliki pemahaman yang utuh terhadap materi Arus Bolak-Balik. Kesulitan tersebut dapat berkaitan dengan karakteristik materi AC yang melibatkan hubungan antara berbagai besaran fisis dan penggunaan persamaan matematis. Siswa tidak hanya dituntut untuk mengetahui rumus, tetapi juga memahami makna fisis dari tegangan, arus, frekuensi, impedansi, dan hubungan fase dalam rangkaian AC.

Sementara itu, persentase kategori paham konsep sebesar 26,29% menunjukkan bahwa sebagian respons siswa telah sesuai dengan konsep ilmiah. Adapun kategori miskonsepsi memperoleh 31 respons atau sebesar 2,95% dari keseluruhan respons. Meskipun persentasenya relatif kecil, keberadaan miskonsepsi tetap perlu diperhatikan karena menunjukkan adanya pemahaman yang tidak sesuai dengan konsep ilmiah. Selain itu, kategori *False Positive* sebesar 6,86% dan *False Negative* sebesar 4,38% memperlihatkan adanya ketidaksesuaian antara jawaban, alasan, dan tingkat keyakinan siswa. Hasil tersebut menunjukkan bahwa ketepatan jawaban saja belum cukup untuk menggambarkan penguasaan konsep secara menyeluruh. Oleh karena itu, analisis menggunakan instrumen *Four-Tier* dapat memberikan informasi yang lebih lengkap mengenai kondisi pemahaman siswa, termasuk membedakan kesalahan akibat kurangnya pengetahuan dengan pemahaman keliru yang diyakini benar.

Berdasarkan analisis tingkat miskonsepsi pada setiap butir soal, diketahui bahwa butir soal nomor 12 memiliki persentase miskonsepsi tertinggi, yaitu sebanyak 5 siswa dari 70 siswa atau sebesar 7,14%. Hasil ini menunjukkan bahwa soal nomor 12 merupakan butir yang paling banyak memunculkan respons dalam kategori miskonsepsi dibandingkan butir lainnya.

Pengelompokan tingkat miskonsepsi dilakukan berdasarkan tiga kategori, yaitu rendah pada rentang 0–30%, sedang pada rentang 31–60%, dan tinggi pada rentang 61–100%. Berdasarkan hasil analisis, seluruh butir soal berada dalam kategori miskonsepsi rendah. Meskipun demikian, hasil tersebut tidak berarti bahwa seluruh siswa telah memahami materi Arus Bolak-Balik dengan baik. Hal ini terlihat dari persentase kategori kurang memahami konsep yang mencapai 59,52%. Dengan demikian, permasalahan utama dalam hasil penelitian ini tidak hanya berkaitan dengan miskonsepsi, tetapi juga masih rendahnya pemahaman siswa terhadap konsep-konsep Arus Bolak-Balik.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Zuhdi dan Busyairi (2021) yang berjudul *Misconception Profile of Prospective Physics Teachers Assessed from Various Representations of Electricity Subjects*. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa miskonsepsi dapat terjadi pada berbagai konsep kelistrikan. Hasil penelitian memperlihatkan bahwa 88,1% calon guru fisika mengalami miskonsepsi pada Hukum I Kirchhoff, 94,8% pada Hukum II Kirchhoff, 91,7% pada Hukum Ohm, dan 85,9% pada konsep sumber listrik. Penelitian tersebut juga menemukan bahwa miskonsepsi dan kesulitan memahami konsep terjadi pada soal dengan representasi verbal maupun gambar. Temuan ini menunjukkan bahwa pemahaman konsep kelistrikan membutuhkan kemampuan menghubungkan berbagai bentuk representasi, seperti penjelasan verbal, gambar, grafik, dan persamaan matematis. Meskipun penelitian Zuhdi dan Busyairi membahas konsep kelistrikan secara umum, hasilnya memberikan gambaran bahwa kesulitan memahami konsep listrik dapat terjadi pada berbagai materi fisika, termasuk Arus Bolak-Balik.

Miskonsepsi pada materi Arus Bolak-Balik dapat terlihat dari anggapan bahwa arus dan tegangan AC memiliki nilai tetap seperti arus searah (DC), kesalahan dalam memahami nilai efektif (RMS), serta anggapan bahwa arus dan tegangan selalu memiliki fase yang sama. Selain itu, terdapat kesalahan pemahaman mengenai perhitungan daya listrik AC dan hubungan antara frekuensi sumber dengan arus pada rangkaian. Penelitian Pratama (2025) menunjukkan bahwa penggunaan simulasi interaktif berbantuan PhET mampu menurunkan rata-rata miskonsepsi dari 32,1% menjadi 7,8%. Hasil tersebut memperlihatkan bahwa simulasi dapat membantu peserta didik mengamati perubahan besaran listrik dan memahami hubungan antarkonsep yang sulit dibayangkan secara langsung. Penggunaan simulasi interaktif dapat menjadi salah satu alternatif pembelajaran untuk membantu siswa memahami fenomena arus dan tegangan bolak-balik secara lebih konkret.

Upaya mengatasi kesulitan pemahaman konsep Arus Bolak-Balik juga dapat dilakukan melalui penggunaan multimedia interaktif. Penyajian materi menggunakan *Physics Interactive Multimedia* dengan model *Flipped Learning* memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk mempelajari konsep melalui tampilan visual yang lebih menarik. Materi yang disajikan meliputi arus dan tegangan bolak-balik, impedansi, hubungan fase, diagram fasor, serta resonansi pada rangkaian RLC. Penggunaan media tersebut dapat mendukung literasi digital dan kemampuan berpikir kritis peserta didik sehingga pemahaman terhadap hubungan antarkonsep listrik dapat berkembang dengan lebih baik (Meda, 2025). Selain itu, penggunaan Google Jamboard dalam pembelajaran daring memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk berdiskusi, menyampaikan pendapat, dan berpartisipasi dalam kegiatan pembelajaran materi Arus Bolak-Balik. Meskipun penelitian Musriyanti, Suherman, dan Septiyanto (2022) lebih berfokus pada motivasi belajar daripada pengukuran miskonsepsi, keterlibatan peserta didik tetap penting karena dapat membantu guru mengetahui kesulitan yang muncul selama proses pembelajaran.

Salah satu cara untuk mengetahui bentuk miskonsepsi peserta didik adalah menggunakan tes diagnostik *Four-Tier*. Instrumen ini terdiri atas empat tingkatan, yaitu pilihan jawaban, tingkat keyakinan terhadap jawaban, pilihan alasan, dan tingkat keyakinan terhadap alasan. Melalui keempat tingkatan tersebut, guru dapat mengetahui ketepatan jawaban sekaligus alasan dan keyakinan peserta didik terhadap konsep yang dipilih. Penggunaan instrumen ini memungkinkan peneliti membedakan siswa yang memahami konsep secara ilmiah, mengalami miskonsepsi, serta belum memahami konsep secara utuh. Hal ini penting karena siswa yang memberikan jawaban salah belum tentu mengalami miskonsepsi, terutama apabila siswa tidak memiliki keyakinan terhadap jawaban dan alasan yang dipilih. Dengan demikian, tes diagnostik *Four-Tier* dapat memberikan informasi yang lebih mendalam mengenai kondisi pemahaman konsep siswa dibandingkan tes pilihan ganda biasa.

Berdasarkan keseluruhan hasil penelitian dan kajian penelitian terdahulu, dapat diketahui bahwa kesulitan memahami materi Arus Bolak-Balik tidak hanya berkaitan dengan kemampuan menyelesaikan soal perhitungan, tetapi juga berhubungan dengan pemahaman peserta didik terhadap makna dan hubungan antarkonsep. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kategori kurang memahami konsep memiliki persentase paling tinggi, yaitu 59,52%, sedangkan kategori miskonsepsi sebesar 2,95%. Temuan ini memperlihatkan bahwa perhatian dalam pembelajaran tidak hanya perlu diarahkan pada pengurangan miskonsepsi,

tetapi juga pada peningkatan pemahaman konsep secara menyeluruh. Guru dapat memanfaatkan simulasi PhET, multimedia interaktif, video pembelajaran, dan media diskusi digital sebagai sarana untuk membantu siswa memahami fenomena listrik secara visual. Selain itu, tes diagnostik *Four-Tier* dapat digunakan untuk mengidentifikasi bagian materi yang masih sulit dipahami. Melalui penggunaan media pembelajaran yang sesuai dan evaluasi diagnostik secara tepat, diharapkan siswa mampu memahami materi Arus Bolak-Balik secara lebih mendalam serta mengurangi terjadinya kesalahan pemahaman konsep.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa pemahaman siswa pada materi Arus Bolak-Balik (AC) di SMA Negeri 8 Mandau masih didominasi oleh kategori *Lack of Knowledge* (LK) sebesar 59,52%, sedangkan kategori *Scientific Knowledge* (SK) sebesar 26,29%, *False Positive* (FP) sebesar 6,86%, *False Negative* (FN) sebesar 4,38%, dan *Misconception* (M) sebesar 2,95%. Miskonsepsi tertinggi ditemukan pada soal nomor 12 sebesar 7,14%, sedangkan berdasarkan kelompok materi, impedansi dan resonansi rangkaian RLC memiliki persentase miskonsepsi tertinggi sebesar 4,29%. Secara keseluruhan, tingkat miskonsepsi siswa tergolong rendah. Meskipun demikian, dominasi kategori LK menunjukkan bahwa pemahaman konsep siswa masih perlu ditingkatkan. Oleh karena itu, guru disarankan untuk menerapkan pembelajaran yang lebih menekankan pemahaman konseptual, khususnya pada materi impedansi dan resonansi rangkaian RLC, melalui diskusi, latihan soal, serta penggunaan media pembelajaran yang sesuai. Siswa juga diharapkan lebih aktif dalam mempelajari dan memahami konsep Arus Bolak-Balik, bukan hanya menghafalkan rumus. Selain itu, peneliti selanjutnya disarankan untuk menggunakan jumlah sampel yang lebih luas dan mengembangkan instrumen diagnostik yang lebih bervariasi agar identifikasi miskonsepsi siswa dapat dilakukan secara lebih mendalam

DAFTAR PUSTAKA

Aida, N. (2022). Literasi Digital dengan Penggunaan PhET untuk Remediasi Miskonsepsi Mahasiswa pada Materi Rangkaian Arus Searah. *JPF (Jurnal Pendidikan Fisika) Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar, 11*(1), 16–23. https://journal.uin-alauddin.ac.id/index.php/PendidikanFisika/article/view/33635

Apriliyanti, N., & Ermawati, F. U. (2022). Five-level conception diagnostic test on electromagnetic induction concepts: Feasibility test and overview of students' concept understanding level. *Prisma Sains: Jurnal Pengkajian Ilmu dan Pembelajaran*

Matematika dan IPA IKIP Mataram, 10(1), 1–20. https://e-journal.undikma.ac.id/index.php/prismasains/article/view/4658

Ariyanti, V. E., Kusuma, R. B., & Yulianti, A. (2024). Literature review: The use of the four-tier diagnostic test in identifying misconceptions in physics education. *Indonesian Journal of Teacher Education, 5*(2), 154–165. https://journal.publication-center.com/index.php/ijte/article/view/2404

Azzahroiha, C., Putri, P. N., Muntholib, & Ningtiyas, N. A. L. (2022). Identifikasi Miskonsepsi Siswa pada Materi Listrik Kelas IX di MTs Surya Buana Malang. *Jurnal MIPA dan Pembelajarannya, 2*(5), 345–351. https://journal3.um.ac.id/index.php/mipa/article/view/3520

Eliza, N., Tandililing, E., & Hidayatullah, M. M. S. (2022). Analisis Kemampuan Pemahaman Konsep Fisika terhadap Minat dan Motivasi Belajar Peserta Didik pada Materi Usaha dan Energi Kelas X di SMA Negeri 6 Pontianak. *Jurnal Inovasi Penelitian dan Pembelajaran Fisika, 3*(1), 43–50. https://doi.org/10.26418/jippf.v3i1.49183

Frans, B. U., & Wasis. (2022). Penerapan LKS Berbasis PhET untuk Mereduksi Miskonsepsi Siswa pada Materi Arus Listrik Bolak Balik. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika, 13*(1), 31–40.

Gupita, N. D., Yanti, A. R., & Untoro, N. (2022). Analysis of student's misconceptions in static and dynamic electricity physics using the three tier test. *Impulse: Journal of Research and Innovation in Physics Education, 2*(2), 119–127. https://doi.org/10.14421/impulse.2022.22.06

Halim, A., Alinda, M., Mahzum, E., Wahyuni, A., & Ngadimin. (2024). Impact of using PhET and NI Multisim simulation on understanding electrical circuit concepts. *Jurnal Penelitian & Pengembangan Pendidikan Fisika, 10*(1), 161–172. https://journal.unj.ac.id/unj/index.php/jpppf/article/view/41324

Istiyono, E. (2022). Diagnostic tests as an important pillar in today's physics learning: Four-tier diagnostic test a comprehensive diagnostic test solution. *Journal of Physics: Conference Series, 2392*(1), Article 012001.

Marpuah, S., & Istiyono, E. (2026). Pengembangan Instrumen Penilaian Kognitif Berbasis Pembelajaran Mendalam pada Materi Rangkaian Arus Bolak-Balik SMA. *Jurnal Sains dan Edukasi Sains, 9*(2), 59–66. https://ejournal.uksw.edu/juses/article/view/20969

Meda, T. (2025). Efektivitas Physics Interactive Multimedia pada Materi Listrik Bolak-Balik untuk Meningkatkan Literasi Digital Menggunakan Flipped Learning. *Ideguru: Jurnal Karya Ilmiah Guru, 10*(3), 2048–2053.

Musriyanti, R., Suherman, A., & Septiyanto, R. (2022). Penggunaan Google Jamboard dalam Pembelajaran Online terhadap Motivasi Belajar Peserta Didik pada Materi Arus Bolak Balik. *Jurnal Eksakta Pendidikan (JEP), 6*(2), 152–160.

Nur, A. Z., Syuhendri, S., & Siahaan, S. M. (2023). Kajian Literatur: Penggunaan Asesmen Diagnostik Berformat Four-Tier untuk Mengidentifikasi Pemahaman Konsep dan Miskonsepsi. *JIIP - Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan, 6*(5), 3666–3671. https://jiip.stkipyapisdompu.ac.id/jiip/index.php/JIIP/article/view/2072

Pratama, D. (2025). A reduction in undergraduate misconceptions on AC circuits through interactive simulations. *Kasuari: Physics Education Journal (KPEJ), 8*(1), 272–284.

Safitri, G., Sitompul, S. S., & Hamdani. (2022). Analisis Miskonsepsi Peserta Didik pada Materi Listrik Statis Menggunakan Four Tier Diagnostic. *Jurnal Pendidikan: Riset dan Konseptual, 6*(4), 593–601.

Tsabitah, N. N., Sarkity, D., Abdurrahman, N., Rizkylillah, M. S., & Angwen, J. A. (2024). Digitalisasi Pembelajaran melalui Pengembangan E-Modul Berbasis Flipbook untuk Pembelajaran Rangkaian Arus Bolak-Balik dan Kemagnetan di SMKN 55 Jakarta. *Jurnal Studi Edukasi Integratif, 1*(3), 133–143. https://pustaka.biz.id/journal/jsei/article/view/40

Widya, Dahliana, Zahara, S. R., Syafrizal, Fatmi, N., Ginting, F. W., & Ibrahim, A. (2025). Penerapan Model Pembelajaran Problem Based Learning Berbantuan Alat Peraga untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa pada Materi Rangkaian Arus Bolak-Balik. *Celsius: Current Advances in Physics Education and Research Journal, 1*(2), 67–75. https://jurnal.ut.ac.id/index.php/celsius/article/view/9770

Winari, D. R., & Masturi. (2023). Pengembangan Instrumen Tes Two-Tier Multiple Choiche Berbasis HOTS pada Materi Rangkaian Arus Bolak-Balik. *INPAFI (Inovasi Pembelajaran Fisika), 11*(1), 32–40. https://jurnal.unimed.ac.id/2012/index.php/inpafi/article/view/43856

Xie, L., Li, Y., Fu, Q., Xiao, Y., Yang, L., & Bao, L. (2025). Assessing and enhancing university students' knowledge integration in learning electromagnetic induction. *International Journal of Science Education, 47*(13), 1659–1681.

Zuhdi, M., & Busyairi, A. (2021). Misconception profile of prospective physics teachers assessed from various representations of electricity subjects. *Journal of Science and Science Education, 2*(1), 33–37.