

DOI: <https://doi.org/10.22236/jppp.v7i2.21927>

Identifikasi profil miskonsepsi ipas siswa sekolah dasar menggunakan instrumen two-tier diagnostic quiz berbasis gamifikasi

Shomayya Rachmawati¹, Muhammad Ichsan², Ernawati³

¹²³ Program Studi Magister Penelitian dan Evaluasi Pendidikan, Sekolah Pascasarjana, Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA, 12740, Jakarta, Indonesia

Corresponding: Jl. Buncit Raya, RT.2/RW.5, Kalibata, Kec. Pancoran, Kota Jakarta Selatan, Jakarta 12740

Corresponding email: mayyaabidin@gmail.com

mail.ichsan24@gmail.com,

ernawati.pep@uhamka.ac.id

Received: 11 Juli 2025 **Accepted:** 21 Desember 2025 **Published:** 31 Desember 2025

Abstract

This study aims to develop and examine the validity of a gamification-integrated Two-Tier Diagnostic Quiz to identify elementary school students' misconceptions in IPAS learning, particularly on hydrological cycle and social interaction concepts. The study addresses the limitations of conventional assessments that often fail to distinguish students with genuine conceptual understanding from those who answer correctly due to guessing. A mixed methods approach with a convergent parallel design was employed. The participants consisted of 50 fifth-grade students from SDIT Citra Insani, Cikarang Utara District, selected through purposive sampling. The instrument comprised 30 two-tier diagnostic items consisting of answer choices and conceptual reasoning, validated through expert judgment and empirical testing. Quantitative data were analyzed using descriptive statistics and Pearson correlation, while qualitative data were examined through thematic coding of in-depth interviews. The results revealed a significant positive correlation between answers and conceptual reasoning ($r = 0.480$, $p < 0.001$), indicating adequate construct validity of the instrument. Theoretical misconceptions emerged as the most dominant type, particularly in mixture separation (28.6%) and disaster mitigation (24.0%) concepts. The instrument successfully identified false positive and false negative student profiles that are typically overlooked by single-tier assessments. Furthermore, the integration of gamification reduced test anxiety and enhanced student engagement. This study contributes a valid, adaptive, and precise diagnostic assessment tool to support early detection of cognitive barriers and the development of targeted remedial instruction in elementary IPAS learning.

Keywords: IPAS misconceptions; two-tier diagnostic test; gamification-based assessment; elementary education; diagnostic assessment

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan menguji validitas instrumen *Two-Tier Diagnostic Quiz* terintegrasi platform gamifikasi dalam mengidentifikasi miskonsepsi siswa sekolah dasar pada materi IPAS, khususnya konsep siklus hidrologi dan interaksi sosial. Penelitian dilatarbelakangi oleh rendahnya akurasi asesmen konvensional yang belum mampu membedakan siswa yang memahami konsep secara

DOI: <https://doi.org/10.22236/jppp.v7i2.21927>

ilmiah dengan siswa yang menjawab benar akibat faktor tebakan. Penelitian ini menggunakan pendekatan metode campuran (*mixed methods*) dengan desain *convergent parallel*. Subjek penelitian terdiri atas 50 siswa kelas V di SDIT Citra Insani, Kecamatan Cikarang Utara, yang dipilih melalui teknik *purposive sampling*. Instrumen penelitian berupa 30 butir soal diagnostik dua tingkat yang divalidasi melalui *expert judgment* dan uji coba empiris. Analisis data dilakukan secara kuantitatif menggunakan statistik deskriptif dan korelasi Pearson serta secara kualitatif melalui *thematic coding* hasil wawancara. Hasil penelitian menunjukkan adanya korelasi positif dan signifikan antara jawaban dan alasan konseptual dengan nilai $r = 0,480$ dan $p < 0,001$. Miskonsepsi teoretik menjadi bentuk kesalahan yang paling dominan, terutama pada konsep pemisahan campuran (28,6%) dan mitigasi bencana (24,0%). Instrumen ini juga berhasil mengidentifikasi profil siswa *false positive* dan *false negative* yang tidak terdeteksi oleh asesmen satu tingkat. Integrasi gamifikasi terbukti menurunkan kecemasan tes dan meningkatkan keterlibatan siswa. Penelitian ini memberikan kontribusi berupa instrumen diagnostik yang valid, adaptif, dan presisi sebagai dasar perancangan pembelajaran remedial IPAS di sekolah dasar.

Kata Kunci: miskonsepsi IPAS; two-tier diagnostic test; gamifikasi; asesmen diagnostik; sekolah dasar



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution \(CC BY-SA\) 4.0 license Internasional License](#).

PENDAHULUAN

Pembelajaran Pendidikan Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) secara global memiliki posisi strategis dalam membentuk landasan pemahaman ilmiah yang diperlukan untuk merespons perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi abad ke-21. Pembelajaran sains yang bermakna ditandai oleh terjadinya perubahan konseptual, yakni proses peralihan dari pemahaman awal yang bersifat intuitif menuju konsep ilmiah yang sesuai dengan konsensus komunitas sains (Duit & Treagust, 2003, Lehtinen, 2023). Akan tetapi, berbagai kajian internasional menunjukkan bahwa proses ini kerap terhambat oleh keberadaan miskonsepsi, yaitu pemahaman siswa tentang fenomena ilmiah yang menyimpang dari konsep ilmiah yang benar (Guerra-Reyes *et al.*, 2024). Miskonsepsi cenderung bersifat resisten terhadap pembelajaran dan dapat menghambat asimilasi pengetahuan baru, sehingga identifikasi sejak dini menjadi agenda penting dalam praktik pendidikan sains di berbagai negara (Shaw *et al.*, 2017, Wahdah *et. al.*, 2023).

Dalam konteks pendidikan dasar di Indonesia, penerapan mata pelajaran Ilmu Pengetahuan Alam dan Sosial (IPAS) sebagai mata pelajaran terintegrasi menuntut siswa untuk mengembangkan kemampuan berpikir kritis dan analitis sejak jenjang awal.

DOI: <https://doi.org/10.22236/jppp.v7i2.21927>

Namun, kondisi empiris menunjukkan bahwa siswa sekolah dasar sering membawa konsepsi awal yang terbentuk dari pengalaman sehari-hari, yang tidak selalu sejalan dengan konsep ilmiah (Pine *et al.*, 2001). Sejumlah penelitian di berbagai wilayah Indonesia melaporkan bahwa miskonsepsi IPAS masih banyak ditemukan pada siswa sekolah dasar dan berpotensi berdampak pada rendahnya capaian literasi sains pada jenjang pendidikan berikutnya (Kurniawati & Widodo, 2020; Dzuriansyah *et al.*, 2025). Temuan tersebut menegaskan perlunya pemetaan profil miskonsepsi secara sistematis sebagai dasar perbaikan pembelajaran sejak pendidikan dasar.

Meskipun urgensi identifikasi miskonsepsi telah banyak diakui, instrumen penilaian yang umum digunakan di sekolah dasar masih memiliki keterbatasan. Tes konvensional sering kali tidak mampu membedakan siswa yang benar-benar memahami konsep, siswa yang menjawab secara menebak, dan siswa yang mengalami miskonsepsi (Köse, 2009). Beberapa penelitian telah mengadopsi metode Certainty of Response Index (CRI) maupun tes pilihan ganda tradisional, namun pendekatan tersebut belum sepenuhnya mampu mengungkap alasan konseptual di balik jawaban siswa (Kurniawati & Widodo, 2020). Di sisi lain, tes diagnostik bertingkat mulai diperkenalkan sebagai alternatif yang lebih komprehensif, tetapi penerapannya di sekolah dasar masih terbatas karena formatnya dianggap kurang adaptif terhadap karakteristik psikologis siswa usia dini yang membutuhkan pengalaman belajar dan asesmen yang lebih menarik (Amin & Prasetyo, 2020). Kondisi ini menunjukkan adanya kesenjangan antara kebutuhan akan instrumen diagnosis miskonsepsi yang akurat dan ketersediaan alat asesmen yang sesuai dengan karakteristik peserta didik sekolah dasar.

Sebagai respons terhadap kesenjangan tersebut, penerapan two-tier diagnostic quiz menawarkan pendekatan yang lebih mendalam dalam mendeteksi miskonsepsi karena tidak hanya menilai ketepatan jawaban, tetapi juga mengungkap pola penalaran yang mendasarinya (Astuti *et al.*, 2021; Herrmann & Abell, 2022). Agar instrumen ini lebih efektif digunakan pada siswa sekolah dasar, integrasi unsur gamifikasi menjadi pendekatan yang relevan dengan perkembangan pembelajaran berbasis digital. Sejumlah studi menunjukkan bahwa gamifikasi dapat meningkatkan keterlibatan siswa, mengurangi kecemasan saat asesmen, serta menciptakan pengalaman belajar yang lebih positif melalui elemen permainan yang terstruktur (Kalogiannakis *et al.*, 2021; Papadakis *et al.*, 2021; Saputra *et al.*, 2025). Kombinasi antara akurasi diagnostik tes dua tingkat

DOI: <https://doi.org/10.22236/jppp.v7i2.21927>

dan daya tarik gamifikasi berpotensi menghasilkan pemetaan miskonsepsi yang lebih alami dan representatif dibandingkan asesmen konvensional berbasis kertas.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi profil miskonsepsi IPAS pada siswa sekolah dasar melalui pengembangan dan penerapan instrumen two-tier diagnostic quiz berbasis gamifikasi. Temuan penelitian diharapkan dapat memberikan gambaran komprehensif mengenai jenis dan penyebab miskonsepsi yang dialami siswa, sehingga dapat menjadi dasar bagi guru dalam merancang strategi pembelajaran remedial yang lebih tepat sasaran dan berbasis data empiris.

METODE PENELITIAN

Desain Penelitian dan Tahapan Operasional

Penelitian ini menggunakan pendekatan metode campuran (*mixed methods*) dengan desain *convergent parallel*, yaitu pengumpulan dan analisis data kuantitatif serta kualitatif dilakukan secara simultan dan kemudian diintegrasikan pada tahap interpretasi. Secara teoretis, penelitian ini berlandaskan pada kerangka *conceptual change* yang menekankan perubahan struktur kognitif siswa dari pemahaman awal yang keliru menuju konsep ilmiah yang benar (Duit & Treagust, 2003). Tahapan penelitian diawali dengan pengembangan instrumen *two-tier diagnostic quiz* berbasis gamifikasi, dilanjutkan dengan pengumpulan data kuantitatif berupa skor hasil tes digital dan data kualitatif berupa penjelasan lisan siswa. Selanjutnya dilakukan analisis konvergensi untuk menilai kesesuaian antara temuan kuantitatif dan kualitatif, sehingga peta miskonsepsi yang dihasilkan memiliki validitas empiris yang kuat (Creswell & Creswell, 2018).

Subjek, Lokasi, dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di SDIT Citra Insani, Kecamatan Cikarang Utara, pada semester genap tahun ajaran 2025/2026. Subjek penelitian terdiri atas 50 siswa kelas V yang dipilih menggunakan teknik *purposive sampling*, dengan pertimbangan ketersediaan infrastruktur teknologi pembelajaran serta kompetensi literasi digital dasar siswa (Basantés-Andrade *et al.*, 2022). Pemilihan kelas V didasarkan pada karakteristik materi IPAS yang mulai bersifat abstrak dan kompleks, sehingga memiliki potensi tinggi menimbulkan kesalahan konseptual apabila tidak dipahami secara mendalam (Dzuriansyah *et al.*, 2025). Untuk pendalaman data kualitatif, sembilan siswa dipilih

DOI: <https://doi.org/10.22236/jppp.v7i2.21927>

sebagai responden wawancara melalui teknik *stratified sampling* guna mewakili variasi tingkat pemahaman konseptual siswa secara proporsional.

Materi Penelitian dan Pengembangan Instrumen

Materi penelitian difokuskan pada domain IPAS yang memiliki tingkat kesulitan tinggi bagi siswa sekolah dasar, yaitu konsep siklus hidrologi dan konsep interaksi sosial. Materi siklus hidrologi mencakup proses evaporasi, kondensasi, dan presipitasi, sedangkan materi interaksi sosial meliputi hubungan manusia dengan lingkungan serta dinamika ekonomi sederhana. Instrumen utama dikembangkan dalam bentuk *two-tier multiple choice test* sebanyak 30 butir soal, yang dirancang untuk memisahkan jawaban atas fenomena ilmiah pada tingkat pertama (*tier 1*) dan alasan konseptual pada tingkat kedua (*tier 2*). Instrumen dua tingkat ini efektif untuk mengidentifikasi miskonsepsi yang tidak dapat terdeteksi melalui tes pilihan ganda konvensional (Amin & Prasetyo, 2020; Astuti *et al.*, 2021).

Validasi Instrumen dan Teknik Pengumpulan Data

Validasi instrumen dilakukan melalui *expert judgment* oleh ahli materi IPAS dan ahli evaluasi pendidikan untuk menilai kesesuaian konten, konstruksi, dan bahasa soal. Selain itu, uji coba empiris dilaksanakan untuk memastikan kualitas butir soal sebelum digunakan dalam penelitian utama. Pengumpulan data kuantitatif dilakukan menggunakan platform digital berbasis gamifikasi untuk menciptakan suasana asesmen yang bersifat rekreatif dan bertekanan rendah, yang terbukti mampu meningkatkan keterlibatan siswa dalam konteks pembelajaran dan penilaian sains (Kalogiannakis *et al.*, 2021; Mariyadi & Wibowo, 2023). Setelah data tes diperoleh, dilakukan analisis awal untuk menentukan subjek wawancara konfirmasi. Wawancara dilaksanakan dalam waktu yang berdekatan dengan pelaksanaan tes guna menjaga keaslian dan konsistensi penalaran siswa (Herrmann & Abell, 2022).

Teknik Analisis Data

Analisis data kuantitatif dilakukan menggunakan statistik deskriptif dengan mengelompokkan respons siswa ke dalam empat kombinasi jawaban, yaitu benar–benar, benar–salah, salah–benar, dan salah–salah. Klasifikasi ini digunakan untuk memetakan

DOI: <https://doi.org/10.22236/jppp.v7i2.21927>

profil pemahaman siswa ke dalam kategori *scientific understanding*, *partial understanding*, dan *misconception* (Amin & Prasetyo, 2020). Data kualitatif dianalisis menggunakan teknik *thematic coding* untuk mengidentifikasi pola penalaran dan alasan konseptual yang mendasari jawaban siswa. Seluruh temuan kemudian diintegrasikan melalui triangulasi dalam bentuk *joint display* guna menghasilkan kesimpulan komprehensif mengenai profil miskonsepsi IPAS pada siswa sekolah dasar.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil tes diagnostik *Two-Tier* yang dilakukan terhadap 50 siswa kelas V Sekolah Dasar, didapatkan data komprehensif mengenai profil pemahaman siswa pada mata pelajaran IPAS. Dari total 15 butir soal konsep beserta konteks yang diujikan kepada siswa, terdeteksi bahwa sebagian besar konsep memiliki indikasi miskonsepsi di dalamnya. Miskonsepsi adalah keadaan konsep yang penjelasannya memiliki kesalahan penafsiran yang tidak sesuai dengan konsep ilmiah atau penuturan para ahli (Megawati, 2017). Batasan yang membedakan miskonsepsi bisa dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Kategori Pemahaman

Kode	Kategori	Kondisi Jawaban	Interpretasi
BB	Paham	Tier 1 Benar + Tier 2	Memahami konsep dengan
	Konsep	Benar	utuh.
BS	Miskonsepsi	Tier 1 Benar + Tier 2	<i>False Positive</i> (Menebak
	(FP)	Salah	benar tapi alasan salah).
SB	Miskonsepsi	Tier 1 Salah + Tier 2	<i>False Negative</i> (Kurang teliti
	(FN)	Benar	membaca soal Tier 1).
SS	Tidak Paham	Tier 1 Salah + Tier 2	Sama sekali tidak memahami
		Salah	konsep.

Berdasarkan Tabel 1, tahap desain (*design*) dalam penelitian ini dilaksanakan secara terstruktur melalui penyusunan komponen instrumen yang meliputi panduan penyusunan pertanyaan, kisi-kisi instrumen, butir soal diagnostik dua tingkat, serta pedoman interpretasi hasil. Kisi-kisi instrumen dirancang mencakup materi IPAS kelas V dengan sebaran tingkat kognitif mulai dari C1 hingga C5, sehingga memungkinkan pemetaan tingkat pemahaman siswa secara menyeluruh, baik pada ranah pengetahuan dasar maupun kemampuan berpikir tingkat lanjut. Pendekatan pengembangan instrumen

DOI: <https://doi.org/10.22236/jppp.v7i2.21927>

dua tingkat ini konsisten dengan temuan Amin dan Prasetyo (2020) serta Astuti *et al.* (2021) yang menegaskan bahwa tes diagnostik bertingkat lebih efektif dalam mengidentifikasi miskonsepsi dibandingkan tes pilihan ganda konvensional karena mampu membedakan kesalahan konseptual dari jawaban yang dihasilkan melalui tebakan.

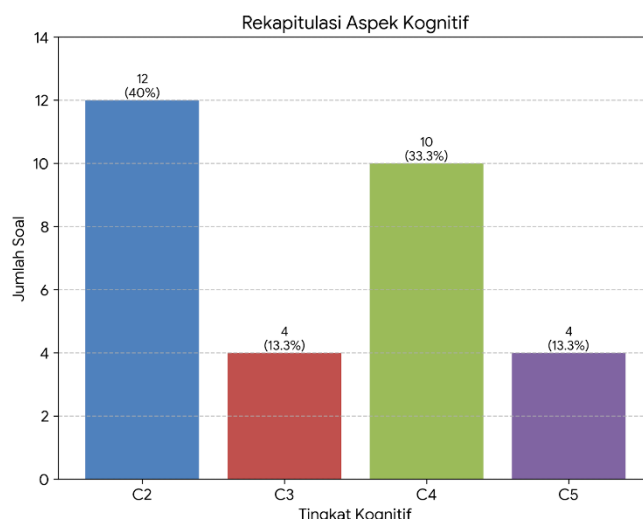
Penekanan pada level kognitif tinggi, khususnya C4 (menganalisis) dan C5 (mengevaluasi), dalam tahap desain memiliki relevansi kuat dengan hasil penelitian Dzuriansyah *et al.* (2025) yang menyatakan bahwa miskonsepsi pada siswa sekolah dasar cenderung bertahan pada materi yang bersifat abstrak dan menuntut penalaran analitis. Selain itu, desain instrumen ini juga mengakomodasi integrasi teknologi digital sebagai respons terhadap tuntutan kompetensi abad ke-21. Hal ini sejalan dengan tinjauan sistematis yang dilakukan oleh Guerra-Reyes *et al.* (2024), yang menekankan pentingnya adaptasi instrumen identifikasi miskonsepsi ke dalam format digital guna meningkatkan akurasi pengukuran dan efisiensi pengolahan data. Pendekatan tersebut selaras dengan arah perkembangan riset Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics (STEAM) yang menempatkan teknologi sebagai sarana evaluasi yang lebih personal dan interaktif (Ihsan *et al.*, 2025).

Lebih lanjut, integrasi unsur gamifikasi dalam tahap desain instrumen memperkuat temuan Saputra *et al.* (2025) dan Kalogiannakis *et al.* (2021) yang menunjukkan bahwa penggunaan elemen permainan dalam pembelajaran dan evaluasi sains dapat menurunkan tingkat kecemasan siswa saat tes serta meningkatkan keterlibatan mereka secara aktif. Berbeda dengan asesmen diagnostik konvensional yang cenderung bersifat kaku, penerapan desain gamifikasi dalam penelitian ini menghadirkan pendekatan yang lebih adaptif terhadap karakteristik psikologis dan perkembangan kognitif siswa sekolah dasar (Mariyadi & Wibowo, 2023). Integrasi berbagai komponen desain tersebut memastikan bahwa data yang diperoleh tidak hanya berupa skor kuantitatif, tetapi juga merefleksikan profil pemahaman konseptual siswa secara autentik sesuai dengan kerangka perubahan konseptual (*conceptual change*) (Duit & Treagust, 2003).

Implikasi dari tahap desain ini adalah dihasilkannya instrumen evaluasi diagnostik yang bersifat baku, valid, dan responsif terhadap perkembangan teknologi pendidikan. Instrumen yang dikembangkan memberikan kontribusi praktis bagi guru sekolah dasar

DOI: <https://doi.org/10.22236/jppp.v7i2.21927>

sebagai alat bantu untuk mendeteksi miskonsepsi siswa secara dini, sehingga perancangan strategi pembelajaran remedial dapat dilakukan secara lebih tepat sasaran. Dalam jangka panjang, pemanfaatan instrumen ini diharapkan dapat mendukung peningkatan literasi sains siswa serta mengurangi risiko kegagalan pemahaman konsep pada jenjang pendidikan selanjutnya.



Gambar 1 . Rekapitulasi Aspek Kognitif

Berdasarkan Gambar 1 yang menampilkan rekapitulasi aspek kognitif, instrumen *two-tier diagnostic quiz* yang dikembangkan menunjukkan struktur yang terencana dan sistematis melalui format pilihan ganda dua tingkat. Pada tingkat pertama, setiap butir soal menyajikan lima alternatif jawaban yang merepresentasikan fenomena IPAS, sedangkan tingkat kedua memuat lima pilihan alasan konseptual yang menjelaskan dasar pemilihan jawaban pada tingkat sebelumnya. Perancangan struktur ini secara teknis bertujuan untuk meminimalkan kemungkinan siswa menjawab secara acak, sebagaimana kerap terjadi pada tes pilihan ganda konvensional. Dengan demikian, setiap butir soal tidak hanya berfungsi sebagai alat pengukuran skor, tetapi juga sebagai sarana untuk menelusuri pola penalaran dan alur berpikir siswa dalam memahami konsep IPAS di sekolah dasar.

Desain instrumen dua tingkat tersebut selaras dengan kerangka konseptual yang dikemukakan oleh Amin dan Prasetyo (2020) serta Astuti *et al.* (2021), yang menegaskan bahwa format *two-tier* memiliki peran penting dalam mengungkap miskonsepsi yang tersembunyi di balik jawaban benar. Jika dibandingkan dengan pendekatan *Certainty of Response Index* (CRI) sebagaimana digunakan oleh Kurniawati dan Widodo (2020),

DOI: <https://doi.org/10.22236/jppp.v7i2.21927>

instrumen dua tingkat dalam penelitian ini menghasilkan data yang lebih objektif karena alasan konseptual siswa telah terstruktur dalam pilihan jawaban. Kondisi ini mempermudah guru dan peneliti dalam melakukan pengelompokan profil pemahaman siswa secara sistematis dan efisien dalam skala kelas. Oleh karena itu, perancangan instrumen ini dapat dikatakan telah memenuhi standar teknis asesmen diagnostik dalam pendidikan sains kontemporer.

Ditinjau dari aspek validitas isi, analisis kisi-kisi instrumen menunjukkan bahwa distribusi butir soal telah mencakup tingkat kognitif C2 (memahami) hingga C5 (mengevaluasi) berdasarkan Taksonomi Bloom Revisi. Penempatan lima belas pasangan butir soal pada level kognitif menengah hingga tinggi merupakan strategi yang relevan untuk menguji kekuatan pemahaman konseptual siswa terhadap berbagai gangguan informasi. Pendekatan ini sejalan dengan temuan Dzuriansyah *et al.* (2025) yang menekankan bahwa instrumen diagnostik yang berkualitas harus mampu menjangkau ranah kognitif tingkat tinggi guna membedakan siswa yang sekadar mengingat definisi dengan siswa yang memiliki pemahaman konseptual mendalam (*deep conceptual understanding*).

Hasil uji validitas konstruk dan reliabilitas instrumen yang dilakukan melalui analisis statistik terhadap 50 responden menunjukkan nilai koefisien korelasi Pearson sebesar $r = 0,480$ dengan nilai signifikansi $p < 0,001$. Nilai tersebut menunjukkan tingkat reliabilitas sedang, yang mengindikasikan bahwa instrumen memiliki konsistensi yang cukup stabil dalam mengukur variabel yang sama pada pengukuran berulang. Korelasi positif dan signifikan ini memperkuat posisi instrumen sebagai alat ukur yang valid, sejalan dengan pendapat Herrmann dan Abell (2022) yang menyatakan bahwa validitas konstruk pada tes diagnostik bertingkat sangat ditentukan oleh konsistensi hubungan antara jawaban fenomena dan alasan konseptual yang dipilih siswa.

Temuan validitas tersebut juga sejalan dengan hasil tinjauan sistematis yang dilakukan oleh Guerra-Reyes *et al.* (2024), yang menyimpulkan bahwa instrumen diagnostik sains yang reliabel harus mampu berfungsi sebagai alat pembeda (*discriminatory tool*). Dalam penelitian ini, instrumen terbukti efektif dalam membedakan siswa yang memiliki pemahaman saintifik (*scientific understanding*) dengan siswa yang mengalami miskonsepsi yang bersifat persisten. Keberhasilan ini turut mendukung pemenuhan standar kompetensi digital guru dalam pelaksanaan asesmen

DOI: <https://doi.org/10.22236/jppp.v7i2.21927>

berbasis teknologi, sebagaimana direkomendasikan oleh Basantes-Andrade *et al.* (2022) mengenai pentingnya pemanfaatan teknologi digital untuk meningkatkan akurasi data dan kualitas evaluasi pembelajaran di sekolah.

Selain kualitas teknis instrumen, penggunaan platform gamifikasi dalam penyajian tes juga memberikan kontribusi signifikan terhadap validitas hasil pengukuran. Integrasi elemen gamifikasi terbukti mampu menurunkan tekanan psikologis siswa selama proses asesmen, sehingga respons yang diberikan lebih mencerminkan kondisi kognitif yang autentik (Kalogiannakis *et al.*, 2021; Saputra *et al.*, 2025). Temuan ini menegaskan bahwa validitas instrumen tidak hanya ditentukan oleh kualitas butir soal, tetapi juga oleh media penyampaian yang selaras dengan karakteristik perkembangan siswa sekolah dasar di era digital (Mariyadi & Wibowo, 2023).

Secara keseluruhan, hasil validasi dan uji coba menunjukkan bahwa instrumen *two-tier diagnostic quiz* berbasis gamifikasi yang dikembangkan memenuhi kriteria valid dan layak digunakan sebagai alat identifikasi profil miskonsepsi IPAS pada siswa sekolah dasar. Implikasi praktis dari temuan ini adalah tersedianya instrumen evaluasi yang reliabel bagi guru untuk melakukan deteksi dini terhadap hambatan konseptual siswa. Dari sisi akademik, instrumen ini memberikan kontribusi terhadap pengembangan metodologi asesmen diagnostik yang lebih akurat dalam memetakan proses perubahan konseptual siswa, sehingga berpotensi mendukung peningkatan kualitas literasi sains secara berkelanjutan di tingkat pendidikan dasar.

HASIL UJI COBA

Berdasarkan hasil uji coba instrumen, hubungan antara jawaban siswa pada tingkat pertama (*Tier 1*) dan alasan konseptual pada tingkat kedua (*Tier 2*) dianalisis menggunakan teknik *Pearson Product Moment*, sebagaimana disajikan pada Tabel 2.

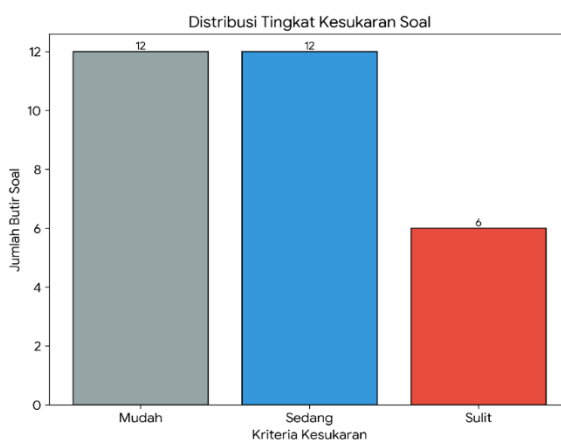
Tabel 2. Hasil Uji Korelasi Pearson antara Tingkat Jawaban dan Alasan Konseptual

Variabel	Tingkat 1 (Jawaban)	Tingkat 2 (Alasan)
Tingkat 1 (Jawaban)	1,000	0,480
Tingkat 2 (Alasan)	0,480	1,000

Hasil analisis statistik menunjukkan nilai koefisien korelasi sebesar $r = 0,480$ dengan tingkat signifikansi $p < 0,001$, yang mengindikasikan adanya hubungan positif dan signifikan antara kemampuan siswa dalam memilih jawaban dan kemampuan mereka dalam memberikan alasan konseptual. Temuan ini menunjukkan bahwa instrumen *Two-Tier Diagnostic Quiz* yang dikembangkan memiliki validitas konstruk yang memadai dalam membedakan siswa yang benar-benar memahami konsep secara ilmiah dengan siswa yang menjawab benar akibat faktor tebakan.

Secara konseptual, konsistensi antara jawaban fenomena dan alasan ilmiah yang dipilih siswa mencerminkan struktur kognitif yang lebih stabil. Hal ini sejalan dengan teori perubahan konseptual yang dikemukakan oleh Duit dan Treagust (2003), yang menegaskan bahwa keterpaduan antara pemahaman fenomena dan argumentasi ilmiah merupakan indikator utama terbentuknya pemahaman konsep yang kokoh. Dengan demikian, hasil korelasi ini memperkuat posisi instrumen sebagai alat diagnostik yang mampu menangkap kualitas penalaran siswa, bukan sekadar ketepatan jawaban akhir.

Sintesis terhadap hasil korelasi tersebut menunjukkan kesesuaian dengan temuan penelitian Amin dan Prasetyo (2020) serta Astuti *et al.* (2021), yang melaporkan bahwa korelasi antar-tingkat pada tes diagnostik bertingkat umumnya berada pada kategori sedang. Kondisi ini terjadi karena masih adanya interferensi miskonsepsi yang dialami siswa, sehingga tidak semua jawaban benar pada *Tier 1* diikuti oleh alasan konseptual yang tepat pada *Tier 2*. Meskipun demikian, tingkat validitas instrumen dalam penelitian ini memiliki keunggulan dibandingkan asesmen konvensional, karena didukung oleh analisis tingkat kesukaran instrumen yang disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Rekapitulasi Tingkat Kesukaran Instrumen Diagnostik

Rekapitulasi tingkat kesukaran pada Gambar 2 menunjukkan bahwa distribusi butir soal tersebar secara proporsional pada kategori mudah, sedang, dan sukar. Sebaran tingkat kesukaran yang seimbang ini memungkinkan instrumen menjangkau variasi kemampuan kognitif siswa secara lebih merata dan mengurangi potensi bias akibat faktor kebetulan (*guessing*). Temuan ini diperkuat oleh Dzuriansyah *et al.* (2025) yang menyatakan bahwa instrumen diagnostik yang valid harus memiliki tingkat kesukaran yang terukur agar mampu menangkap profil miskonsepsi siswa secara akurat, khususnya pada jenjang sekolah dasar.

Implikasi dari temuan ini adalah tersedianya instrumen diagnostik berbasis gamifikasi yang tidak hanya valid secara statistik, tetapi juga memiliki kualitas butir soal yang baik dari sisi tingkat kesukaran. Instrumen ini memberikan kontribusi nyata bagi guru IPAS dalam memetakan hambatan belajar siswa secara lebih presisi, terutama dalam konteks pembelajaran digital, sehingga intervensi pembelajaran dapat dirancang berdasarkan data konseptual yang akurat dan dapat dipertanggungjawabkan.

Profil Miskonsepsi Berdasarkan Konsep

Berdasarkan analisis distribusi pemahaman siswa yang ditampilkan pada Gambar 3 mengenai profil pemahaman siswa, terlihat bahwa tingkat miskonsepsi tidak menunjukkan pola yang seragam pada seluruh konsep IPAS yang diuji. Persentase miskonsepsi cenderung berfluktuasi, mengindikasikan bahwa hambatan pemahaman siswa tidak tersebar secara merata, melainkan terkonsentrasi pada konsep-konsep tertentu yang bersifat krusial. Pola ini teridentifikasi melalui perbandingan antara kategori *scientific understanding* dan *misconception*, di mana beberapa konsep menunjukkan proporsi kesalahan pemahaman yang lebih dominan dibandingkan konsep lainnya. Temuan ini menegaskan pentingnya penggunaan instrumen diagnostik dengan tingkat sensitivitas tinggi untuk memetakan variasi struktur kognitif siswa secara lebih mendalam (Amin & Prasetyo, 2020).

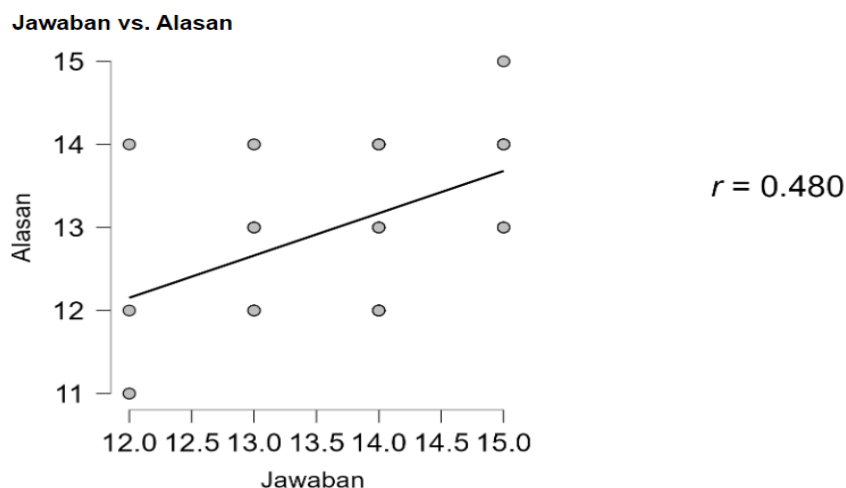
Hasil analisis lanjutan menunjukkan bahwa miskonsepsi paling menonjol terjadi pada konsep pemisahan campuran dalam konteks penguapan air laut dengan persentase sebesar 28,6%, serta konsep mitigasi bencana dalam konteks evaluasi bahan bangunan sebesar 24,0%. Tingginya tingkat miskonsepsi pada kedua konsep tersebut berkaitan erat dengan tuntutan kognitif soal yang berada pada level C4 (analisis) dan C5 (evaluasi). Pada level ini, siswa dituntut untuk mengaitkan prinsip-prinsip abstrak, seperti massa

DOI: <https://doi.org/10.22236/jppp.v7i2.21927>

jenis dan elastisitas material, dengan situasi nyata yang bersifat kontekstual. Temuan ini konsisten dengan hasil penelitian Dzuriansyah *et al.* (2025) dan Astuti *et al.* (2021) yang menyatakan bahwa miskonsepsi pada siswa sekolah dasar umumnya meningkat pada materi yang memerlukan kemampuan berpikir tingkat tinggi serta penalaran sebab-akibat yang kompleks.

Sintesis terhadap keseluruhan data menunjukkan kesesuaian yang kuat dengan teori *conceptual change* yang dikemukakan oleh Duit dan Treagust (2003), serta temuan Guerra-Reyes *et al.* (2024) yang menegaskan bahwa siswa kerap membawa prakonsepsi berbasis pengalaman sehari-hari yang tidak selalu selaras dengan prinsip ilmiah formal. Dalam konteks pemisahan campuran, misalnya, siswa cenderung mengandalkan logika intuitif dibandingkan pemahaman konseptual berbasis prinsip fisika. Pola ini sejalan dengan temuan Nandiyanto *et al.* (2022) mengenai persistensi miskonsepsi pada konsep-konsep sains dasar. Namun demikian, penelitian ini memberikan kontribusi tambahan melalui penggunaan visualisasi *scatter plot* yang memungkinkan identifikasi profil miskonsepsi secara individual maupun kelompok, sebagaimana direkomendasikan oleh Herrmann dan Abell (2022) untuk meningkatkan ketepatan diagnosis pendidikan.

Penggunaan platform berbasis gamifikasi dalam proses pengumpulan data juga berperan signifikan dalam memperkuat validitas temuan penelitian. Lingkungan asesmen yang bersifat interaktif dan kompetitif secara positif mendorong partisipasi aktif siswa, sehingga respons yang diberikan lebih mencerminkan struktur kognitif yang autentik tanpa tekanan formal yang berlebihan (Kalogiannakis *et al.*, 2021; Saputra *et al.*, 2025). Implikasi dari pemetaan profil miskonsepsi yang terperinci ini adalah tersedianya dasar empiris yang kuat bagi pengembangan modul ajar IPAS berbasis *remedial teaching* yang spesifik dan terarah. Secara praktis, guru dapat memprioritaskan intervensi pembelajaran pada konsep-konsep dengan tingkat miskonsepsi dominan, sehingga proses transisi kognitif siswa menuju pemahaman ilmiah yang lebih utuh dapat berlangsung secara lebih efektif di tingkat sekolah dasar.



Gambar 3. Distribusi Profil Pemahaman Siswa Berdasarkan Konsep IPAS

Analisis Miskonsepsi pada Kelompok Siswa *False Positive*

Berdasarkan telaah terhadap pola respons siswa pada instrumen *two-tier diagnostic quiz*, teridentifikasi kelompok siswa dengan karakteristik *false positive*, yaitu siswa yang mampu memilih jawaban benar pada tingkat pertama (*tier 1*), namun gagal memberikan alasan konseptual yang tepat pada tingkat kedua (*tier 2*). Kelompok ini menunjukkan miskonsepsi pada tiga konsep utama, yaitu konsep evaporasi yang berkaitan dengan perubahan wujud air akibat kalor, konsep penyebab hujan yang berhubungan dengan massa air di awan dan pengaruh gravitasi, serta konsep kegiatan ekonomi khususnya dalam klasifikasi jasa pada profesi tukang ojek. Temuan ini mengindikasikan bahwa siswa telah mengenali fenomena atau istilah secara permukaan, namun belum mampu membangun penalaran ilmiah yang mendasari konsep tersebut secara utuh.

Pola *false positive* yang muncul dalam penelitian ini sejalan dengan temuan Amin dan Prasetyo (2020) serta Astuti *et al.* (2021), yang menegaskan bahwa asesmen satu tingkat kerap memberikan gambaran semu mengenai pemahaman siswa. Dalam konteks konsep evaporasi dan proses terjadinya hujan, siswa cenderung menggunakan penjelasan intuitif yang bersumber dari pengalaman sehari-hari, bukan dari prinsip ilmiah formal. Kondisi ini selaras dengan teori *conceptual change* yang dikemukakan oleh Duit dan Treagust (2003), yang menyatakan bahwa prakonsepsi berbasis pengalaman personal sering menjadi penghambat utama dalam pembentukan pemahaman ilmiah. Hasil ini juga konsisten dengan temuan Dzuriansyah *et al.* (2025) yang menunjukkan bahwa siswa

DOI: <https://doi.org/10.22236/jppp.v7i2.21927>

sekolah dasar kerap memiliki “pengetahuan semu”, yakni mampu menyebutkan istilah ilmiah tanpa memahami mekanisme konseptual yang menyertainya.

Sintesis data lebih lanjut menunjukkan bahwa miskonsepsi pada kelompok *false positive* tidak hanya muncul pada konsep yang bersifat abstrak seperti gravitasi, tetapi juga pada konsep yang relatif konkret seperti kegiatan ekonomi. Hal ini mengindikasikan bahwa sumber kesulitan siswa bukan semata-mata tingkat keabstrakan materi, melainkan keterbatasan dalam penalaran verbal dan kemampuan mengaitkan antarvariabel konsep. Temuan ini sejalan dengan tinjauan sistematis yang dilakukan oleh Guerra-Reyes *et al.* (2024), yang menegaskan bahwa representasi mental siswa sering kali bersifat parsial dan tidak terintegrasi secara konseptual. Dalam konteks ini, penggunaan instrumen diagnostik berbasis gamifikasi berperan penting dalam mengungkap pola berpikir siswa secara lebih autentik, karena lingkungan evaluasi yang interaktif mendorong siswa memilih alasan yang paling sesuai dengan keyakinan internal mereka tanpa tekanan tes konvensional (Kalogiannakis *et al.*, 2021; Saputra *et al.*, 2025).

Implikasi dari temuan ini sangat signifikan bagi praktik pembelajaran di sekolah dasar, karena menunjukkan bahwa capaian skor tinggi pada tes objektif tidak selalu merefleksikan pemahaman konsep yang benar. Kelompok siswa *false positive* berpotensi luput dari perhatian guru apabila evaluasi hanya berfokus pada jawaban akhir, bukan pada struktur penalaran. Oleh karena itu, hasil penelitian ini memberikan peringatan akademik bagi pendidik untuk tidak mengabaikan siswa yang tampak “berprestasi”, namun sebenarnya masih menyimpan miskonsepsi laten. Integrasi asesmen diagnostik bertingkat berbasis digital menjadi penting untuk memastikan bahwa intervensi pembelajaran difokuskan pada penguatan penalaran ilmiah dan pemahaman konseptual, bukan sekadar peningkatan kemampuan menghafal.

Miskonsepsi pada Kelompok Siswa *False Negative*

Berdasarkan kajian terhadap pola respons siswa pada instrumen *two-tier diagnostic quiz*, teridentifikasi kelompok siswa dengan karakteristik *false negative*, yaitu kondisi ketika siswa tidak berhasil memilih jawaban yang tepat pada tingkat pertama (*tier 1*), namun mampu memberikan alasan konseptual yang benar pada tingkat kedua (*tier 2*). Pola ini muncul pada dua konsep utama, yaitu konsep interaksi sosial dalam konteks analisis tawuran sebagai bentuk interaksi disosiatif, serta konsep dampak pembangunan

DOI: <https://doi.org/10.22236/jppp.v7i2.21927>

yang berkaitan dengan pengaruh betonisasi terhadap infiltrasi air. Secara kuantitatif, persentase kesalahan tertinggi pada kelompok ini terdapat pada domain interaksi sosial sebesar 8,0%, yang mengindikasikan bahwa kesulitan siswa lebih berkaitan dengan pemaknaan konteks fenomena dalam soal dibandingkan dengan pemahaman konsep dasarnya.

Temuan tersebut menunjukkan pola yang berbeda dari kecenderungan umum yang dilaporkan oleh Amin dan Prasetyo (2020) serta Astuti *et al.* (2021), di mana miskonsepsi umumnya lebih dominan terjadi pada kegagalan siswa dalam memberikan alasan konseptual. Dalam konteks penelitian ini, ketidaktepatan jawaban pada *tier 1* lebih dipengaruhi oleh faktor ketidaktelitian dalam menafsirkan distraktor yang bersifat menjebak. Sebagai contoh, sebagian siswa menganggap tawuran tidak termasuk bentuk interaksi sosial karena asosiasi maknanya yang negatif, meskipun secara konseptual mereka memahami interaksi sebagai hubungan timbal balik antarindividu atau kelompok. Kondisi ini sejalan dengan pandangan Duit dan Treagust (2003) yang menyatakan bahwa bahasa sehari-hari dan representasi sosial kerap mengintervensi pemahaman ilmiah siswa, sehingga memunculkan kesalahan performansi meskipun struktur konseptualnya telah terbentuk.

Sintesis terhadap profil *false negative* ini memperkuat temuan Dzuriansyah *et al.* (2025) yang menegaskan bahwa miskonsepsi dalam pembelajaran IPAS di sekolah dasar sering kali dipicu oleh ambiguitas istilah dalam konteks sosial. Sebagaimana dikemukakan oleh Herrmann dan Abell (2022), keunggulan instrumen dua tingkat terletak pada kemampuannya mengidentifikasi siswa dengan karakteristik seperti ini, karena apabila hanya menggunakan tes pilihan ganda satu tingkat, siswa *false negative* cenderung dikategorikan sebagai tidak memahami konsep. Selain itu, pemanfaatan platform digital dalam penelitian ini, sebagaimana direkomendasikan oleh Basantes-Andrade *et al.* (2022) serta Mariyadi dan Wibowo (2023), memungkinkan peneliti menelusuri secara lebih presisi bahwa kesalahan siswa bersumber dari bias kognitif terhadap distraktor yang bersifat afektif, bukan dari ketiadaan pemahaman konseptual.

Implikasi dari temuan ini memiliki relevansi penting bagi pengembangan strategi pembelajaran di sekolah dasar, khususnya dalam menekankan penguatan kemampuan literasi sains dan ketelitian dalam analisis teks soal. Hasil penelitian ini menegaskan bahwa evaluasi diagnostik seharusnya tidak hanya berfokus pada jawaban akhir, tetapi

DOI: <https://doi.org/10.22236/jppp.v7i2.21927>

juga pada proses penalaran yang mendasarinya, guna menghindari pelabelan keliru terhadap kemampuan kognitif siswa. Secara praktis, guru perlu memberikan perhatian lebih pada pemaknaan istilah ilmiah dalam berbagai konteks serta melatih siswa untuk mengaitkan konsep teoritis dengan representasi fenomena secara tepat, sehingga pemahaman yang dimiliki dapat diaplikasikan secara akurat dalam situasi nyata di lingkungan mereka.

Bentuk Miskonsepsi

Berdasarkan analisis pola pemilihan jawaban pada tes diagnostik yang diperkuat melalui pengujian korelasi parsial, teridentifikasi tiga kategori utama kesalahan pemahaman siswa pada materi IPAS. Kategori pertama adalah miskonsepsi teoretik (*theoretical misconception*), yang terutama muncul pada siswa dengan pola jawaban benar pada tingkat pertama (*tier 1*) namun tidak didukung oleh alasan konseptual yang tepat pada tingkat kedua (*tier 2*). Bentuk miskonsepsi ini dominan pada konsep siklus hidrologi dan perubahan wujud zat. Kategori kedua adalah miskonsepsi klasifikasional (*classificational misconception*), yang terdeteksi ketika siswa mengalami kesulitan dalam mengelompokkan fenomena secara tepat, seperti pada konsep interaksi sosial dan klasifikasi kegiatan ekonomi. Kategori ketiga adalah miskonsepsi korelasional (*correlational misconception*), yang ditandai oleh ketidakmampuan siswa menghubungkan hubungan sebab–akibat antarvariabel, khususnya pada konsep mitigasi bencana. Hasil analisis menunjukkan bahwa miskonsepsi teoretik merupakan bentuk yang paling dominan, mengindikasikan kuatnya pengaruh intuisi sehari-hari yang bertentangan dengan konsep ilmiah formal.

Dominasi miskonsepsi teoretik dalam penelitian ini sejalan dengan temuan Amin dan Prasetyo (2020) serta Astuti *et al.* (2021), yang menegaskan bahwa siswa sekolah dasar kerap memiliki prakonsepsi yang mengakar kuat sehingga menghambat proses penerimaan konsep ilmiah yang benar. Keselarasan juga ditemukan dengan hasil penelitian Dzuriansyah *et al.* (2025), yang menunjukkan bahwa kesalahan konseptual yang bersifat teoretik cenderung lebih persisten karena berkaitan langsung dengan sistem keyakinan kognitif siswa terhadap fenomena alam. Temuan ini memperkuat kerangka *conceptual change* yang dikemukakan oleh Duit dan Treagust (2003), di mana variasi dan kualitas alasan pada tingkat kedua (*tier 2*) menjadi indikator utama untuk membedakan

DOI: <https://doi.org/10.22236/jppp.v7i2.21927>

antara siswa yang memiliki pemahaman konseptual yang mendalam dan siswa yang sekadar mengandalkan pengetahuan hafalan.

Sintesis terhadap ketiga bentuk miskonsepsi tersebut menunjukkan bahwa dominasi intuisi sehari-hari pada siswa sering kali mengaburkan kemampuan mereka dalam melakukan klasifikasi dan penalaran korelasional secara ilmiah. Temuan ini selaras dengan tinjauan sistematis Guerra-Reyes *et al.* (2024) yang menegaskan bahwa tanpa intervensi diagnostik yang tepat, miskonsepsi teoretik berpotensi terbawa hingga jenjang pendidikan yang lebih tinggi. Keunggulan penelitian ini terletak pada pemanfaatan platform berbasis gamifikasi yang memungkinkan identifikasi bentuk miskonsepsi dilakukan secara lebih akurat dalam suasana yang minim tekanan. Lingkungan evaluasi yang menyenangkan membantu menurunkan kecemasan siswa, sehingga respons yang diberikan lebih merepresentasikan kondisi kognitif yang autentik (Kalogiannakis *et al.*, 2021; Saputra *et al.*, 2025). Dalam konteks ini, nilai korelasi sebesar $r = 0,480$ menunjukkan bahwa hubungan antarvariabel pengukuran secara signifikan dipengaruhi oleh dominannya kesalahan pada aspek penalaran teoretis siswa.

Implikasi dari teridentifikasinya variasi bentuk miskonsepsi ini memberikan kontribusi penting bagi perancangan strategi pembelajaran remedial di sekolah dasar. Temuan penelitian menegaskan bahwa evaluasi pembelajaran tidak seharusnya berhenti pada koreksi jawaban akhir, melainkan perlu diarahkan pada pembongkaran akar miskonsepsi, khususnya yang bersifat teoretik, melalui pendekatan pembelajaran yang lebih kontekstual, eksperimental, dan aplikatif. Dengan pemetaan yang jelas mengenai apakah kesalahan siswa bersifat teoretik, klasifikasional, atau korelasional, pendidik dapat merancang intervensi instruksional yang lebih tepat sasaran untuk memfasilitasi transisi kognitif siswa menuju pemahaman sains yang lebih utuh dan selaras dengan prinsip ilmiah.

KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengembangkan serta menerapkan instrumen *Two-Tier Diagnostic Quiz* berbasis gamifikasi yang terbukti valid dan reliabel dalam memetakan miskonsepsi IPAS pada siswa kelas V sekolah dasar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa miskonsepsi teoretik merupakan bentuk kesalahan pemahaman yang paling

DOI: <https://doi.org/10.22236/jppp.v7i2.21927>

dominan, khususnya pada konsep-konsep yang bersifat abstrak seperti siklus hidrologi, pemisahan campuran, dan mitigasi bencana. Instrumen yang dikembangkan mampu mengklasifikasikan profil pemahaman siswa secara lebih rinci ke dalam kategori *scientific understanding*, *misconception*, dan *partial understanding*. Selain itu, penelitian ini juga berhasil mengidentifikasi keberadaan kelompok siswa *false positive* dan *false negative*, yang selama ini cenderung tidak terdeteksi apabila hanya menggunakan asesmen konvensional satu tingkat.

Pencapaian kesimpulan tersebut tidak terlepas dari penerapan desain *mixed methods* yang mengintegrasikan data kuantitatif dan kualitatif secara simultan, serta pemanfaatan platform digital berbasis gamifikasi yang mampu menurunkan tingkat kecemasan siswa saat mengikuti tes. Kondisi ini memungkinkan siswa mengekspresikan penalaran kognitif mereka secara lebih autentik. Validasi empiris melalui uji korelasi Pearson Product Moment dengan nilai $r = 0,480$ menunjukkan bahwa penggunaan dua tingkat pertanyaan, yaitu jawaban fenomena dan alasan konseptual, memberikan ketajaman diagnosis yang lebih tinggi. Melalui analisis konsistensi jawaban antar-tingkat, peneliti dapat membedakan kesalahan yang disebabkan oleh ketidaktelitian membaca distraktor dari kesalahan yang berakar pada prakonsepsi sehari-hari yang bertentangan dengan konsep ilmiah.

Meskipun demikian, penelitian ini masih terbatas pada tahap identifikasi awal profil miskonsepsi siswa. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya perlu diarahkan pada pengembangan dan pengujian modul intervensi pembelajaran berbasis *Conceptual Change Model* untuk memperbaiki miskonsepsi teoretik yang telah teridentifikasi. Selain itu, perluasan subjek penelitian ke sekolah-sekolah dengan tingkat literasi digital yang beragam menjadi penting untuk menguji adaptabilitas dan keberlanjutan penggunaan platform gamifikasi di berbagai konteks pendidikan. Pengembangan instrumen ke bentuk yang lebih kompleks, seperti *three-tier* atau *four-tier diagnostic test*, juga disarankan agar dimensi tingkat keyakinan siswa terhadap jawaban yang mereka berikan dapat dianalisis secara lebih mendalam.

Dalam perspektif yang lebih luas, penelitian ini memberikan kontribusi terhadap penguatan transformasi digital dalam evaluasi pembelajaran di pendidikan dasar melalui penyediaan alat diagnosis miskonsepsi yang presisi dan adaptif. Visi jangka panjang dari penelitian ini adalah terbentuknya ekosistem pembelajaran sains yang responsif terhadap

DOI: <https://doi.org/10.22236/jppp.v7i2.21927>

kebutuhan individual siswa, di mana hambatan kognitif dapat dideteksi sejak dini melalui pemanfaatan teknologi. Dengan demikian, akumulasi miskonsepsi hingga jenjang pendidikan yang lebih tinggi dapat diminimalkan, sehingga siswa memiliki fondasi literasi sains yang kuat dan kemampuan berpikir kritis yang memadai untuk menghadapi tantangan global di masa depan.

DAFTAR PUSTAKA

- Amin, S., & Prasetyo, Z. K. (2020). Pengembangan tes diagnostik *two-tier* untuk mengidentifikasi miskonsepsi siswa sekolah dasar. *Jurnal Penelitian dan Evaluasi Pendidikan*, 8(2). <https://doi.org/10.21831/jpe.v8i2.31597>
- Astuti, R. D., Hindarto, N., & Nuswowati, M. (2021). *Two-tier multiple choice test* untuk mengungkap miskonsepsi siswa pada materi perpindahan kalor. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 17(1). <https://doi.org/10.15294/jpfi.v17i1.27889>
- Basantes-Andrade, A., Casillas-Martín, S., Cabezas-González, M., Naranjo-Toro, M., & Guerra-Reyes, F. (2022). Standards of teacher digital competence in higher education: A systematic literature review. *Sustainability*, 14(21), 13983. <https://doi.org/10.3390/su142113983>
- Basantes-Andrade, A., Naranjo-Toro, M., Guerra-Reyes, F., Carrascal, R., & Benavides-Piedra, A. (2022). Visibility of scientific production and digital identity of researchers through digital technologies. *Education Sciences*, 12(9), 926. <https://doi.org/10.3390/educsci12120926>
- 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/10.1080/09500693.2025.2586455>
- Dzuriansyah, D., Salimi, M., & Suhartono, S. (2025). Analisis miskonsepsi terhadap pembelajaran IPA pada siswa sekolah dasar. *Social, Humanities, and Educational Studies (SHES)*, 8(3). <https://doi.org/10.20961/shes.v8i3.107250>

DOI: <https://doi.org/10.22236/jppp.v7i2.21927>

- Eberbach, C., Hmelo-Silver, C. E., Jordan, R., Taylor, J., & Hunter, R. (2021). Multidimensional trajectories for understanding ecosystems. *Science Education*, 105(3), 521–540. <https://doi.org/10.1002/sce.21613>
- 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. *Education Sciences*, 14(5), 497. <https://doi.org/10.3390/educsci14050497>
- Guerra-Reyes, F., Guerra-Dávila, E., Naranjo-Toro, M., & Basantes-Andrade, A. (2023). Conceptos erróneos en el aprendizaje de ciencias naturales: Mapeo sistemático de la literatura en Dimensions, Scopus y WoS. *Prometeo Conocimiento Científico*, 3(2). <https://doi.org/10.55204/pcc.v3i2.e50>
- Guerra-Reyes, F., Naranjo-Toro, M., Basantes-Andrade, A., & Guerra-Dávila, E. (2023). COVID-19, didactic practices, and representations assumed by preservice teachers. *Sustainability*, 15(6), 4770. <https://doi.org/10.3390/su15064770>
- Hadzigeorgiou, Y. (2019). Wonder, the sense of wonder and science education. *International Journal of Science and Environmental Education*, 14(2). <https://doi.org/10.29333/ijese/11340>
- Herrmann, A., & Abell, S. K. (2022). Two-tier diagnostic instruments and students' ideas in science education. *Journal of Research in Science Teaching*, 59(7). <https://doi.org/10.1002/tea.21746>
- Ihsan, M. I., Parno, P., & Suwasono, P. (2025). Research trends: STEAM approach in science learning. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 11(8). <https://doi.org/10.29303/jppipa.v11i8.11658>
- Jaramillo-Mediavilla, A., et al. (2022). Serious games in science education: A systematic literature review. *Heliyon*, 8. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e22427>

DOI: <https://doi.org/10.22236/jppp.v7i2.21927>

- Kalogiannakis, M., Papadakis, S., & Zourmpakis, A.-I. (2021). Gamification in science education. In *Gamification for early childhood education* (pp. 256–263). <https://doi.org/10.1016/j.ijcip.2023.100642>
- Kose, S. (2009). Diagnosing student misconceptions: Using drawings as a research method. *Journal of Applied Sciences*, 9(5), 865–873. <https://doi.org/10.3923/jas.2009.865.873>
- Kurniawati, I. D., & Widodo, A. (2020). Penerapan *certainty of response index* (CRI) untuk mengidentifikasi miskonsepsi IPA siswa sekolah dasar. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, <https://doi.org/10.29303/jppipa.v7i4.760>
- Lehtinen, E. (2023). Thirty years of conceptual change research in biology – A review and meta-analysis of intervention studies. *Educational Research Review*, 41(November 2022), 1–25. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2023.100556>
- Mariyadi, M., & Wibowo, A. (2023). Gamifikasi dalam pembelajaran IPA: Peluang dan tantangan di sekolah dasar. *Lensa: Jurnal Kependidikan*, 13(1). <https://doi.org/10.24929/lensa.v13i1.225>
- Megawati, E. (2017). Penerapan *PDE strategy* untuk mengurangi miskonsepsi siswa pada materi IPA. *Jurnal Pendidikan Sains*, 7(1). <https://doi.org/10.26740/jps.v7n1.p1422-1430>
- Melo-López, V.-A., Basantes-Andrade, A. V., Guerra-Dávila, E., Guerra-Reyes, F., & Gudiño-Mejía, C.-B. (2023). Las TIC en el desarrollo de competencias investigativas en estudiantes universitarios. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(6). https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i6.8569
- National Research Council. (2012). *A framework for K–12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. National Academies Press.
- Nandiyanto, A. B. D., Widiatiningtyas, A. B., Suryani, A., & others. (2022). Misconceptions in chemistry: A systematic review. *Journal of Turkish Science Education*, 19(4). <https://doi.org/10.36681/tused.2022.177>

DOI: <https://doi.org/10.22236/jppp.v7i2.21927>

- Naranjo-Toro, M. E., & Guerra-Reyes, F. (2021). La formación investigativa en los estudiantes de licenciatura en educación básica: Una revisión sistemática. *Delectus*, 4(1). <https://doi.org/10.36996/delectus.v4i1.100>
- Papadakis, S., Kalogiannakis, M., & Zourmpakis, A.-I. (2021). Gamification in science education: A systematic review of the literature. *Education Sciences*, 11(1), 22. <https://doi.org/10.3390/educsci11010022>
- Pine, K., Messer, D., & St. John, K. (2001). Children's misconceptions in primary science: A survey of teachers' views. *Research in Science & Technological Education*, 19(1), 79–96. <https://doi.org/10.1080/02635140120046240>
- Rahmawati, I., Sari, N., & Setiawan, A. (2019). *Multi-tier science learning* untuk mengidentifikasi miskonsepsi siswa. *Jurnal Science Learning*, 2(3). <https://doi.org/10.17509/jsl.v2i3.17604>
- Shaw, K., Horne, M., Zhang, H., & Binns, I. (2017). Overcoming students' misconceptions in science: Strategies and perspectives. In M. S. Khine (Ed.), *Overcoming students' misconceptions in science* (pp. 3–17). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-981-10-3437-4>
- Saputra, A., Hijriyah, U., Romlah, L. S., Susanti, A., Sunarto, & Shabira, Q. (2025). Trends and developments in gamification for science education: A bibliometric review from 2019 to 2023. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 11(1). <https://doi.org/10.29303/jppipa.v11i1.10169>
- Wahdah, N., Nugroho, K. A. ., & Jumadi, J. (2023). Enhance Critical Thinking Skills in Application of PjBL-STEM on Fluids Dynamics: A Literature Study. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(6), 89–94. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i6.2743>
- Zhang, X., & Linn, M. C. (2013). Learning from multiple representations in science: Existing research and implications for instruction. *Science Education*, 97(6), 938–966. <https://doi.org/10.1002/sce.21056>