



Jurnal Pendidikan Fisika dan Sains (JPFS)

Journal homepage: <http://journal.unucirebon.ac.id/index.php/jpfs>



Perubahan Konsepsi Mahasiswa Pendidikan Fisika Melalui Pembelajaran Berbantuan Artificial Intelligence pada Materi Dinamika Sistem Bumi-Bulan

Sutisna¹, Rizky Brehnaputrifajar Khaerudin^{2*}, Fanni Zulaiha³, Muhammad Rifqy⁴, Faizah⁵

^{1,2,3,4,5} Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Nahdlatul Ulama Cirebon

Email: rizkybrehnaputri@unucirebon.ac.id

DOI: <https://doi.org/10.52188/jpfs.v9i01.2345>

Accepted: 17 Juli 2026

Approved: 30 Agustus 2026

Published: 31 Agustus 2026

ABSTRAK

Pemahaman mahasiswa terhadap dinamika sistem Bumi-Bulan masih mengalami miskonsepsi pada konsep pasang surut serta gerhana Matahari dan Bulan. Penggunaan artificial intelligence (AI) generatif menyediakan alternatif penjelasan ilmiah, tetapi evaluasi terhadap ketepatan respons AI masih menjadi tantangan. Penelitian ini bertujuan mendeskripsikan perubahan konsepsi mahasiswa Pendidikan Fisika dan karakter penggunaan AI pada tiga tahap pembelajaran. Penelitian menggunakan desain deskriptif eksploratif dengan melibatkan 16 mahasiswa. Data dianalisis melalui kategori konsepsi ilmiah, konsepsi ilmiah parsial, dan miskonsepsi berdasarkan jawaban terbuka, keyakinan, serta prompt. Konsepsi ilmiah meningkat dari 25,0% menjadi 46,9% setelah penjelasan dosen dan 75,0% setelah penggunaan AI, sedangkan miskonsepsi menurun dari 31,3% menjadi 0%. Sebanyak 53,1% unit konsepsi mengalami perubahan positif. Namun, 62,5% prompt hanya berupa pengulangan pertanyaan tanpa verifikasi ilmiah. AI mendukung perbaikan respons tertulis, tetapi perlu disertai evaluasi kritis dan verifikasi sumber.

Kata kunci: *artificial intelligence*; dinamika Bumi-Bulan; mahasiswa Pendidikan Fisika; miskonsepsi; perubahan konsepsi

ABSTRACT

Students often harbor misconceptions regarding the dynamics of the Earth-Moon system, particularly concerning tides and solar and lunar eclipses. While generative artificial intelligence (AI) offers alternative scientific explanations, evaluating the accuracy of AI responses remains a challenge. This study aimed to describe changes in the conceptions held by Physics Education students and characterize their AI usage across three stages of learning. An exploratory descriptive design was employed, involving 16 students. Data were analyzed based on categories of scientific conception, partial scientific conception, and misconception, drawing on open-ended responses, confidence levels, and prompts. The prevalence of scientific conceptions rose from 25.0% to 46.9% following the lecturer's explanation and reached 75.0% after AI usage, while misconceptions dropped from 31.3% to 0%. A total of 53.1% of conception units showed positive change; however, 62.5% of the prompts consisted merely of repeating the question without scientific verification. AI facilitates the improvement of written responses, yet its use requires critical evaluation and source verification.

Keyword: artificial intelligence; conceptual change; Earth-Moon dynamics; misconceptions; physics education students

@2026 Pendidikan Fisika FKIP Universitas Nahdlatul Ulama Cirebon

PENDAHULUAN

Kemampuan menjelaskan fenomena kebumihan dan antariksa secara ilmiah merupakan bagian penting dari literasi sains. Fenomena seperti pasang surut air laut dan gerhana bukan hanya materi

Sutisna¹, Rizky Brehnaputrifajar Khaerudin², Fanni Zulaiha³, Muhammad Rifqi⁴ / JPFS 9 (1) (2026) 200-211 yang dipelajari di kelas, tetapi juga peristiwa alam yang ditemui masyarakat dan membutuhkan penjelasan berdasarkan konsep fisika. Bagi mahasiswa Pendidikan Fisika, persoalan ini memiliki konsekuensi yang lebih jauh karena pemahaman yang mereka bangun selama perkuliahan akan menjadi dasar ketika menjelaskan konsep yang sama kepada peserta didik. Masalah ini bertahan. Kajian pembelajaran Earth and space science menunjukkan bahwa pengetahuan awal peserta didik sering dibentuk oleh penjelasan intuitif dan dapat bertahan setelah pembelajaran formal (Mills et al., 2016). Penelitian terhadap calon guru juga menemukan konsepsi alternatif mengenai fase Bulan, gerhana, dan hubungan geometris Matahari-Bumi-Bulan (Barnett & Morran, 2002; Trundle et al., 2002; Trundle et al., 2007). Pada konteks Indonesia, tes diagnostik empat tingkat terhadap mahasiswa juga mengidentifikasi miskonsepsi astronomi (Azizah et al., 2022).

Dinamika sistem Bumi-Bulan dalam penelitian ini difokuskan pada dua kelompok fenomena, yaitu pasang surut air laut serta gerhana Matahari dan Bulan. Pemahaman pasang surut menuntut mahasiswa menghubungkan interaksi gravitasi Bulan dan Matahari dengan perubahan relatif posisi benda langit serta respons massa air di Bumi. Gerhana menghadirkan tuntutan konseptual yang berbeda. Mahasiswa harus memahami konfigurasi spasial Matahari, Bumi, dan Bulan, arah perambatan cahaya, serta pembentukan bayangan untuk menjelaskan mengapa gerhana Matahari dan gerhana Bulan terjadi pada konfigurasi yang berbeda. Karena objek dan gerakannya tidak dapat diamati secara utuh dari satu posisi pengamat, pembentukan representasi spasial menjadi bagian penting dalam memahami fenomena tersebut. Kavanagh et al. (2005) menunjukkan pentingnya model spasial, observasi, dan penalaran sebab-akibat dalam pembelajaran fase Bulan dan gerhana agar peserta didik tidak berhenti pada hafalan posisi benda langit.

Persoalan tersebut berkaitan langsung dengan perubahan konsepsi. Posner et al. (1982) menjelaskan perubahan konsepsi sebagai proses ketika konsepsi yang telah dimiliki individu direstrukturisasi setelah konsepsi lama tidak lagi memadai dan tersedia konsepsi baru yang dapat dipahami, masuk akal, serta mampu menjelaskan fenomena secara lebih produktif. Perubahan ini tidak berlangsung melalui pergantian jawaban semata. Perkembangan teori perubahan konsepsi menunjukkan keterlibatan struktur pengetahuan, bahasa, motivasi, keyakinan epistemik, dan konteks sosial dalam proses tersebut (Vosniadou, 1994; Tyson et al., 1997; Duit & Treagust, 2003; Treagust & Duit, 2008). Dan konsepsi awal dapat tetap hadir meskipun seseorang telah mempelajari penjelasan ilmiah, sehingga respons intuitif dan penjelasan ilmiah dapat muncul pada konteks yang berbeda (Mason & Zaccoletti, 2021). Perubahan teks jawaban, karena itu, belum cukup untuk menyatakan bahwa perubahan konsepsi telah menetap.

Kehadiran artificial intelligence generatif menambah persoalan baru dalam proses tersebut. Mahasiswa kini dapat memperoleh penjelasan, contoh, penyederhanaan konsep, dan respons terhadap pertanyaan akademik melalui AI dalam waktu singkat. Kajian pendidikan tinggi menunjukkan bahwa AI dapat mendukung personalisasi, pemberian umpan balik, eksplorasi ide, dan akses terhadap penjelasan, sementara ketidakakuratan, bias, ketergantungan, integritas akademik, serta persoalan evaluasi epistemik tetap menjadi risiko penggunaannya (Crompton & Burke, 2023; Kasneci et al., 2023; Tlili et al., 2023; Farrokhnia et al., 2024). Dalam pendidikan sains, ChatGPT dapat menghasilkan penjelasan yang tersusun baik dan merespons pertanyaan konseptual, tetapi kelancaran bahasa tidak menjamin ketepatan ilmiah jawaban yang diberikan (Cooper, 2023; Lo, 2023). Perbedaan ini penting. Jawaban yang tampak ilmiah belum tentu menunjukkan pemahaman ilmiah pada pengguna.

Temuan dalam pendidikan fisika menunjukkan persoalan serupa. Kortemeyer (2023) menemukan bahwa AI dapat menyelesaikan sebagian persoalan fisika, tetapi responsnya masih dapat mengandung kesalahan yang menyerupai kesalahan pelajar pemula. Polverini dan Gregorcic (2024a, 2024b) menunjukkan bahwa kualitas respons AI pada persoalan fisika berkaitan dengan formulasi prompt dan jenis representasi yang harus diinterpretasikan. Dahlkemper et al. (2023) juga menemukan bahwa mahasiswa dapat menilai respons AI yang keliru sebagai jawaban yang ilmiah ketika penguasaan topiknya terbatas. Sementara itu, penggunaan ChatGPT sebagai tutor virtual memperoleh penerimaan positif dari mahasiswa fisika, meskipun akurasi respons tetap menjadi persoalan (Ding et al., 2023). Krupp et al. (2024) menunjukkan risiko penerimaan jawaban AI tanpa refleksi, sedangkan Bitzenbauer (2023) menempatkan keluaran AI sebagai bahan yang dapat dikritisi dalam aktivitas pembelajaran fisika. Dalam pembelajaran astronomi, Hikmatiar et al. (2024) juga menunjukkan bahwa penggunaan ChatGPT dapat membantu kegiatan perkuliahan sekaligus menuntut kesadaran pengguna terhadap cara kerja dan batasannya.

Tapi keberadaan AI saja tidak menentukan kualitas proses belajar. Cara mahasiswa berinteraksi dengan AI ikut menentukan jenis informasi yang diterima dan aktivitas kognitif yang terjadi selama interaksi. Konsep literasi AI mencakup kemampuan memahami kapabilitas dan keterbatasan AI, berkomunikasi dengan sistem AI, serta mengevaluasi keluarannya secara kritis dan etis (Long & Magerko, 2020; Ng et al., 2021). Prompt yang hanya mengulang soal menempatkan AI terutama sebagai penyedia jawaban. Sebaliknya, permintaan untuk menjelaskan mekanisme, membandingkan alternatif jawaban, menunjukkan bukti, mengidentifikasi kekeliruan, atau memeriksa sumber dapat membuka ruang bagi proses evaluasi. Polverini dan Gregorcic (2024a) menunjukkan bahwa formulasi prompt berpengaruh terhadap respons AI pada persoalan fisika konseptual. Gregorcic dan Pendrill (2023) juga memperlihatkan bahwa dialog konseptual dengan AI tetap membutuhkan pengawasan karena model dapat mempertahankan respons yang bermasalah. Peran dosen tetap menentukan rancangan tujuan pembelajaran, proses verifikasi, dan bentuk asesmen yang digunakan ketika AI masuk ke dalam aktivitas belajar (Halaweh, 2023; Hwang & Chang, 2023).

Kajian terdahulu telah membahas kinerja AI dalam menjawab persoalan fisika, persepsi mahasiswa terhadap penggunaannya, kualitas respons AI, teknik prompting, dan hasil pembelajaran yang melibatkan AI. Namun, kajian tersebut belum menelusuri secara bersamaan perubahan jawaban mahasiswa yang sama dari konsepsi awal, setelah penjelasan dosen, hingga setelah interaksi dengan AI pada materi dinamika sistem Bumi-Bulan sambil memeriksa keyakinan mahasiswa dan pola prompt yang menyertai perubahan tersebut. Celah inilah yang menjadi fokus penelitian. Penelusuran secara berurutan diperlukan karena jawaban yang semakin ilmiah setelah penggunaan AI belum dapat langsung dibaca sebagai perubahan konsepsi tanpa melihat posisi jawaban sebelumnya, keyakinan mahasiswa terhadap jawabannya, serta cara mahasiswa memperoleh respons dari AI.

Dan penelitian ini menempatkan AI bukan sebagai variabel perlakuan yang diuji efektivitas kausalnya, tetapi sebagai bagian dari rangkaian aktivitas pembelajaran yang memungkinkan perubahan jawaban mahasiswa diamati pada beberapa tahap. Penelitian bertujuan mendeskripsikan: (1) distribusi konsepsi mahasiswa sebelum pembelajaran, setelah penjelasan dosen, dan setelah interaksi dengan AI; (2) pola perubahan konsepsi antartahap; serta (3) karakter penggunaan AI, pola prompt, dan keyakinan mahasiswa yang menyertai perubahan tersebut. Fokus tersebut diarahkan untuk memperoleh gambaran empiris mengenai bagaimana kualitas respons mahasiswa bergerak selama rangkaian pembelajaran dan persoalan apa yang muncul ketika AI digunakan dalam proses perubahan konsepsi.

METODE

Penelitian ini menggunakan desain deskriptif eksploratif dengan kuantifikasi kategori. Desain tersebut digunakan untuk menelusuri distribusi dan arah perubahan jawaban konseptual mahasiswa pada tiga tahap pembelajaran dalam satu pertemuan. Penelitian tidak dirancang untuk menguji pengaruh kausal penggunaan AI terhadap perubahan konsepsi. Fokus analisis diarahkan pada perubahan kategori jawaban mahasiswa, keyakinan terhadap jawaban, jenis AI yang digunakan, serta pola prompt selama interaksi dengan AI.

Partisipan penelitian berjumlah 16 mahasiswa Program Studi Pendidikan Fisika yang mengikuti mata kuliah Ilmu Pengetahuan Bumi dan Antariksa di Kota Cirebon. Seluruh mahasiswa dalam satu kelas tersebut dilibatkan sebagai partisipan. Pemilihan partisipan menggunakan convenience sampling karena penelitian dilaksanakan pada kelas yang tersedia dalam kegiatan pembelajaran dan tidak ditujukan untuk menghasilkan generalisasi terhadap populasi mahasiswa Pendidikan Fisika yang lebih luas. Data dikumpulkan pada 28 April 2026 melalui lembar kerja mahasiswa berbasis Google Form. Identitas mahasiswa dianonimkan menggunakan kode P01 sampai P16 selama proses pengolahan dan penyajian data.

Lembar kerja berisi pertanyaan terbuka mengenai dua konsep dinamika sistem Bumi-Bulan, yaitu penyebab pasang surut air laut serta proses terjadinya gerhana Matahari dan gerhana Bulan. Pengumpulan data dilakukan secara berurutan melalui tiga tahap. Pada tahap pertama, mahasiswa menjawab kedua pertanyaan berdasarkan pemahaman awal tanpa menggunakan sumber bacaan. Jawaban tersebut digunakan untuk mengidentifikasi konsepsi awal mahasiswa. Pada tahap kedua, dosen memberikan penjelasan mengenai materi yang sama, kemudian mahasiswa menjawab kembali pertanyaan dan menyatakan keyakinan terhadap jawabannya. Dan pada tahap ketiga, mahasiswa

Sutisna¹, Rizky Brehnaputrifajar Khaerudin², Fanni Zulaiha³, Muhammad Rifqi⁴ / JPFS 9 (1) (2026) 200-211
melakukan brainstorming menggunakan aplikasi AI yang biasa mereka gunakan, kemudian menuliskan kembali jawaban berdasarkan hasil interaksi tersebut.

Pada tahap penggunaan AI, mahasiswa tidak diarahkan untuk menggunakan satu aplikasi atau satu bentuk prompt tertentu. Mereka menggunakan AI pilihannya sendiri. Mahasiswa diminta mencatat prompt yang diberikan kepada AI, menyebutkan aplikasi yang digunakan, menuliskan jawaban setelah interaksi dengan AI, serta menentukan jawaban yang paling mereka yakini. Prosedur ini menghasilkan 96 respons konseptual, yang berasal dari 16 mahasiswa, dua konsep, dan tiga tahap pengukuran. Setiap mahasiswa menghasilkan enam respons konseptual.

Analisis terhadap jawaban terbuka dilakukan melalui pengodean isi. Unit analisis berupa satu jawaban mahasiswa untuk satu konsep pada satu tahap pembelajaran. Setiap unit respons diklasifikasikan ke dalam tiga kategori, yaitu konsepsi ilmiah (KI), konsepsi ilmiah parsial (KIP), dan miskonsepsi (M). KI diberikan ketika jawaban memuat konsep dan mekanisme utama yang sesuai dengan penjelasan ilmiah. KIP digunakan ketika jawaban telah memuat unsur ilmiah yang benar tetapi mekanisme atau hubungan antarkonsep belum dijelaskan secara lengkap. M diberikan ketika inti penjelasan bertentangan dengan konsep ilmiah yang digunakan sebagai acuan. Kategori bertingkat digunakan karena jawaban terbuka tidak selalu sepenuhnya benar atau sepenuhnya salah. Satu respons dapat memuat istilah ilmiah yang tepat tetapi masih menunjukkan kekeliruan dalam menjelaskan mekanismenya. Penggunaan substansi alasan sebagai dasar klasifikasi juga sejalan dengan penggunaan instrumen diagnostik konsepsi dan indeks keyakinan dalam penelitian miskonsepsi (Hasan et al., 1999; Kaltakci Gurel et al., 2015).

Tabel 1. Kriteria pengodean konsepsi mahasiswa

Kategori	Pasang surut	Gerhana Matahari dan Bulan
KI	Menjelaskan tarikan gravitasi Bulan sebagai pengaruh utama dan Matahari sebagai pengaruh tambahan terhadap perubahan periodik muka air laut.	Membedakan konfigurasi Matahari-Bulan-Bumi pada gerhana Matahari dan Matahari-Bumi-Bulan pada gerhana Bulan serta menghubungkannya dengan terhalangnya cahaya dan pembentukan bayangan.
KIP	Menyebut gravitasi Bulan atau Matahari secara benar, tetapi mekanisme, periodisitas, atau hubungan relatif antar benda langit belum dijelaskan secara lengkap. Jawaban dapat memuat unsur tambahan yang kurang tepat selama unsur tersebut bukan inti penjelasan.	Menyebut kesegaran atau menjelaskan salah satu jenis gerhana secara benar, tetapi belum membedakan kedua konfigurasi, proses pembentukan bayangan, atau perambatan cahaya secara lengkap.
M	Menempatkan pemanasan global, cuaca, penguapan, kedalaman laut, rotasi atau gaya sentrifugal tunggal, tekanan, atau gaya dorong sebagai penyebab utama pasang surut..	Menempatkan rotasi, pergantian siang dan malam, atau bulan purnama sebagai penyebab utama gerhana; menukar posisi benda langit; atau memberikan konfigurasi yang bertentangan dengan penjelasan ilmiah.

Pengodean dilakukan dengan membandingkan setiap respons dengan kriteria konseptual pada Tabel 1. Respons pada tahap awal, setelah penjelasan dosen, dan setelah penggunaan AI diperiksa menggunakan kriteria yang sama sehingga perubahan kategori dapat ditelusuri pada mahasiswa yang sama. Setelah seluruh respons dikategorikan, frekuensi dan persentase KI, KIP, dan M dihitung untuk masing-masing konsep pada setiap tahap pembelajaran.

Analisis perubahan konsepsi dilakukan dengan menetapkan urutan kategori $M < KIP < KI$. Perpindahan dari kategori yang lebih rendah ke kategori yang lebih tinggi diklasifikasikan sebagai perubahan positif. Respons yang tetap berada pada kategori yang sama diklasifikasikan sebagai stabil. Perpindahan menuju kategori yang lebih rendah diklasifikasikan sebagai regresif. Analisis dilakukan pada tiga perbandingan, yaitu tahap awal dengan tahap setelah penjelasan dosen, tahap setelah penjelasan dosen dengan tahap setelah penggunaan AI, serta tahap awal dengan tahap setelah

Sutisna¹, Rizky Brehnaputrifajar Khaerudin², Fanni Zulaiha³, Muhammad Rifqi⁴ / JPFS 9 (1) (2026) 200-211
 penggunaan AI. Dan setiap perbandingan melibatkan 32 unit konsepsi yang berasal dari 16 mahasiswa pada dua konsep.

Data mengenai penggunaan AI dianalisis secara deskriptif. Jenis AI dikelompokkan berdasarkan aplikasi yang dilaporkan mahasiswa. Prompt dianalisis berdasarkan isi dan dikelompokkan menjadi tiga kategori: pengulangan langsung pertanyaan, prompt yang memuat konteks atau batasan, serta prompt yang tidak terarah atau tidak selaras dengan pertanyaan. Data keyakinan dibaca bersama kategori konsepsi untuk melihat kesesuaian antara keyakinan mahasiswa dan ketepatan jawaban konseptualnya. Tapi data keyakinan tidak digunakan sebagai ukuran perubahan konsepsi yang berdiri sendiri karena penilaian utama tetap didasarkan pada substansi jawaban mahasiswa.

Konsistensi interpretasi dijaga melalui penggunaan definisi operasional yang sama untuk seluruh respons, pemeriksaan kembali jejak jawaban mahasiswa pada tiga tahap, dan penyajian kutipan respons dengan identitas yang telah dianonimkan. Pengodean diperiksa kembali secara iteratif terhadap kriteria konseptual sebelum frekuensi dan arah transisi dihitung. Pengodean dalam penelitian ini belum melibatkan dua pengode independen sehingga koefisien reliabilitas antarpemilai tidak dihitung. Kondisi tersebut menjadi batas metodologis dalam membaca hasil klasifikasi konsepsi.

HASIL

Distribusi Konsepsi Mahasiswa pada Tiga Tahap Pembelajaran

Analisis terhadap 96 unit respons konseptual menunjukkan perubahan distribusi kategori konsepsi mahasiswa pada materi dinamika sistem Bumi-Bulan. Kategori konsepsi yang dianalisis meliputi konsepsi ilmiah (KI), konsepsi ilmiah parsial (KIP), dan miskonsepsi (M).

Pada konsep pasang surut, jumlah respons kategori KI meningkat dari 2 respons (12,5%) pada tahap awal menjadi 7 respons (43,8%) setelah penjelasan dosen dan 11 respons (68,8%) setelah penggunaan AI. Kategori KIP mengalami perubahan dari 9 respons (56,3%) pada tahap awal menjadi 5 respons (31,3%) setelah penjelasan dosen dan tetap 5 respons (31,3%) setelah penggunaan AI. Sementara itu, kategori M menurun dari 5 respons (31,3%) pada tahap awal menjadi 4 respons (25,0%) setelah penjelasan dosen dan tidak ditemukan pada tahap penggunaan AI.

Pada konsep gerhana Matahari dan Bulan, kategori KI meningkat dari 6 respons (37,5%) pada tahap awal menjadi 8 respons (50,0%) setelah penjelasan dosen dan 13 respons (81,3%) setelah penggunaan AI. Kategori KIP berubah dari 5 respons (31,3%) pada tahap awal menjadi 6 respons (37,5%) setelah penjelasan dosen dan 3 respons (18,8%) setelah penggunaan AI. Kategori M menurun dari 5 respons (31,3%) pada tahap awal menjadi 2 respons (12,5%) setelah penjelasan dosen dan tidak ditemukan pada tahap penggunaan AI.

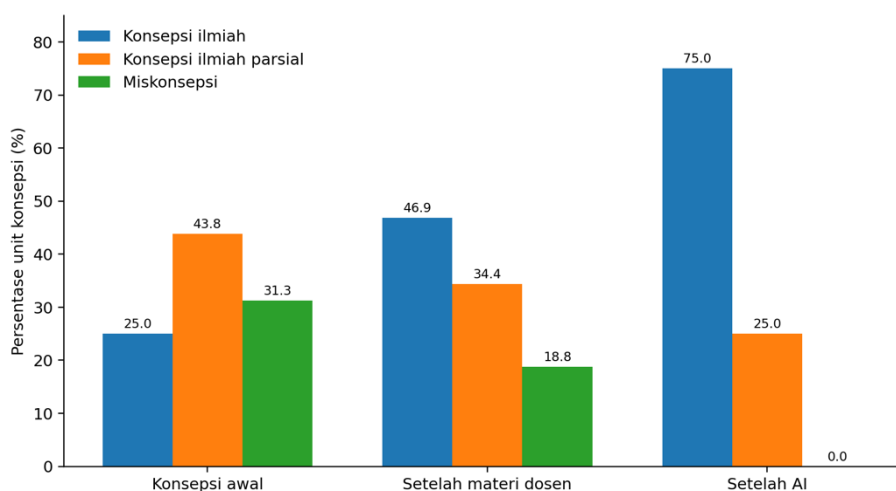
Secara keseluruhan pada kedua konsep, kategori KI meningkat dari 8 respons (25,0%) pada tahap awal menjadi 15 respons (46,9%) setelah penjelasan dosen dan 24 respons (75,0%) setelah penggunaan AI. Kategori KIP menurun dari 14 respons (43,8%) menjadi 11 respons (34,4%) dan 8 respons (25,0%). Kategori M mengalami penurunan dari 10 respons (31,3%) pada tahap awal menjadi 6 respons (18,8%) setelah penjelasan dosen dan tidak ditemukan pada respons tertulis tahap penggunaan AI.

Distribusi kategori menunjukkan peningkatan jawaban ilmiah pada kedua konsep. Pada pasang surut, konsepsi ilmiah meningkat dari 12,5% menjadi 43,8% setelah materi dosen dan 68,8% setelah penggunaan AI. Pada gerhana, konsepsi ilmiah meningkat dari 37,5% menjadi 50,0% dan 81,3%. Secara gabungan, proporsi KI meningkat dari 25,0% pada tahap awal menjadi 46,9% setelah materi dosen dan 75,0% setelah AI. Pada saat yang sama, miskonsepsi turun dari 31,3% menjadi 18,8% dan tidak ditemukan pada respons tertulis tahap AI. Rincian frekuensi dan persentase terdapat pada Tabel 2.

Tabel 2. Distribusi kategori konsepsi berdasarkan konsep dan tahap

Konsep	Tahap	KI n (%)	KIP n (%)	M n (%)
Pasang surut	Awal	2 (12,5)	9 (56,3)	5 (31,3)
Pasang surut	Setelah materi dosen	7 (43,8)	5 (31,3)	4 (25,0)

Konsep	Tahap	KI n (%)	KIP n (%)	M n (%)
Pasang surut	Setelah AI	11 (68,8)	5 (31,3)	0 (0,0)
Gerhana	Awal	6 (37,5)	5 (31,3)	5 (31,3)
Gerhana	Setelah materi dosen	8 (50,0)	6 (37,5)	2 (12,5)
Gerhana	Setelah AI	13 (81,3)	3 (18,8)	0 (0,0)
Gabungan	Awal	8 (25,0)	14 (43,8)	10 (31,3)
Gabungan	Setelah materi dosen	15 (46,9)	11 (34,4)	6 (18,8)
Gabungan	Setelah AI	24 (75,0)	8 (25,0)	0 (0,0)



Grafik 1. Perubahan distribusi kategori konsepsi pada tiga tahap pembelajaran

Perubahan Kategori Konsepsi Antartahap

Perubahan kategori konsepsi dianalisis berdasarkan perpindahan kategori M, KIP, dan KI pada setiap unit konsepsi. Dari tahap awal menuju tahap setelah penjelasan dosen, sebanyak 11 unit konsepsi (34,4%) mengalami perubahan positif, 19 unit (59,4%) berada pada kategori stabil, dan 2 unit (6,3%) mengalami perubahan regresif.

Perbandingan tahap setelah penjelasan dosen dengan tahap penggunaan AI menunjukkan 12 unit konsepsi (37,5%) mengalami perubahan positif, 19 unit (59,4%) stabil, dan 1 unit (3,1%) mengalami perubahan regresif. Jika tahap awal dibandingkan langsung dengan tahap penggunaan AI, terdapat 17 unit konsepsi (53,1%) yang mengalami perubahan positif dan 15 unit (46,9%) tetap berada pada kategori yang sama. Tidak ditemukan perubahan regresif pada perbandingan tahap awal dengan tahap penggunaan AI.

Perubahan positif lebih banyak ditemukan pada konsep pasang surut, yaitu 10 dari 16 unit konsepsi, sedangkan pada konsep gerhana terdapat 7 dari 16 unit konsepsi.

Respons Konseptual Mahasiswa pada Setiap Tahap

Pada tahap awal, beberapa respons menunjukkan kategori miskonsepsi pada kedua konsep. Pada konsep pasang surut, ditemukan jawaban yang menghubungkan fenomena tersebut dengan pemanasan global, penguapan, kedalaman laut, angin, dan cuaca. Pada konsep gerhana, beberapa mahasiswa menghubungkan peristiwa gerhana dengan rotasi, perbedaan waktu siang dan malam, atau kondisi tertentu tanpa menjelaskan hubungan posisi Matahari, Bumi, dan Bulan.

Setelah penjelasan dosen, sebagian respons berpindah ke kategori yang lebih tinggi, tetapi beberapa respons masih berada pada kategori KIP atau M. Pada tahap ini ditemukan jawaban yang telah menggunakan istilah gravitasi atau kesegarisan, tetapi mekanisme hubungan antarvariabel belum dijelaskan secara lengkap.

Setelah penggunaan AI, seluruh respons tertulis berada pada kategori KI atau KIP. Pada konsep pasang surut terdapat 11 respons KI dan 5 respons KIP, sedangkan pada konsep gerhana terdapat 13 respons KI dan 3 respons KIP. Tidak ditemukan respons yang termasuk kategori M pada tahap ini.

Keyakinan, Aplikasi AI, dan Pola Prompt Mahasiswa

Pada tahap setelah penjelasan dosen, seluruh mahasiswa memberikan jawaban “Ya” terhadap pertanyaan keyakinan. Namun, pada tahap yang sama masih ditemukan 6 dari 32 unit respons berkategori M dan 11 unit respons berkategori KIP.

Berdasarkan jawaban mengenai sumber yang paling diyakini, delapan mahasiswa menyebut kombinasi beberapa sumber atau seluruh jawaban yang tersedia. Tiga mahasiswa memilih materi dosen, satu mahasiswa memilih AI, satu mahasiswa memilih jawaban sendiri yang dianggap sesuai dengan AI, satu mahasiswa belum sepenuhnya yakin, dan dua respons tidak dapat dikategorikan.

Mahasiswa menggunakan beberapa aplikasi AI dalam kegiatan pembelajaran. Enam mahasiswa menggunakan ChatGPT atau variasinya, empat mahasiswa menggunakan Gemini, dua mahasiswa menggunakan Meta AI, sedangkan Claude, Grok, DeepSeek, dan aplikasi lain yang ditulis sebagai “Dola” masing-masing digunakan oleh satu mahasiswa.

Analisis terhadap 16 prompt menunjukkan bahwa 10 mahasiswa (62,5%) menggunakan prompt berupa pengulangan langsung pertanyaan. Tiga mahasiswa (18,8%) memberikan prompt yang memuat konteks atau batasan, sedangkan tiga mahasiswa (18,8%) menggunakan prompt yang tidak terarah atau tidak sepenuhnya sesuai dengan pertanyaan.

Tabel 4. Profil penggunaan AI dan pola prompt mahasiswa

Aspek	Kategori	n	%
Aplikasi AI	ChatGPT/GPT	6	37,5
Aplikasi AI	Gemini	4	25,0
Aplikasi AI	Meta AI	2	12,5
Aplikasi AI	Claude	1	6,3
Aplikasi AI	Grok	1	6,3
Aplikasi AI	DeepSeek	1	6,3
Aplikasi AI	Lainnya/tidak teridentifikasi	1	6,3
Pola prompt	Pengulangan langsung pertanyaan	10	62,5
Pola prompt	Memuat konteks atau batasan	3	18,8
Pola prompt	Tidak terarah/tidak selaras	3	18,8

PEMBAHASAN

Perubahan Konsepsi setelah Penjelasan Dosen

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penjelasan dosen berkaitan dengan peningkatan proporsi konsepsi ilmiah mahasiswa pada materi dinamika sistem Bumi-Bulan. Kategori konsepsi ilmiah meningkat dari 25,0% pada tahap awal menjadi 46,9% setelah pembelajaran oleh dosen, sedangkan kategori miskonsepsi menurun dari 31,3% menjadi 18,8%. Perubahan tersebut menunjukkan bahwa aktivitas pembelajaran memberikan ruang bagi mahasiswa untuk meninjau kembali pemahaman awal yang telah dimiliki.

Temuan ini sesuai dengan kerangka perubahan konsepsi yang menjelaskan bahwa pembelajaran sains tidak hanya berhubungan dengan penyampaian informasi baru, tetapi juga proses restrukturisasi pengetahuan awal. Posner et al. (1982) menjelaskan bahwa perubahan konsepsi terjadi ketika individu mengalami ketidakpuasan terhadap konsepsi sebelumnya dan menemukan penjelasan baru yang lebih dapat dipahami, masuk akal, dan produktif. Pada penelitian ini, penjelasan dosen

Sutisna¹, Rizky Brehnaputrifajar Khaerudin², Fanni Zulaiha³, Muhammad Rifqi⁴ / JPFS 9 (1) (2026) 200-211
menjadi salah satu tahap yang mempertemukan pemahaman awal mahasiswa dengan konsep ilmiah mengenai gravitasi, konfigurasi benda langit, serta hubungan antara cahaya dan bayangan.

Meskipun demikian, perubahan kategori jawaban setelah penjelasan dosen belum menunjukkan bahwa seluruh konsepsi awal telah tergantikan. Beberapa respons mahasiswa masih memperlihatkan penggunaan istilah ilmiah yang belum diikuti pemahaman mekanisme secara lengkap. Pada konsep pasang surut, misalnya, istilah gravitasi dapat muncul bersamaan dengan penjelasan mengenai tekanan, dorongan, atau gaya sentrifugal sebagai penyebab utama. Pada konsep gerhana, sebagian mahasiswa masih menghubungkan peristiwa tersebut dengan rotasi atau perbedaan siang dan malam.

Kondisi tersebut menunjukkan bahwa penguasaan istilah ilmiah dapat muncul lebih cepat dibandingkan perubahan struktur penjelasan konseptual. Temuan ini sejalan dengan pandangan Tyson et al. (1997) dan Treagust dan Duit (2008) bahwa perubahan konsepsi merupakan proses yang kompleks dan dapat melibatkan keberadaan beberapa bentuk pemahaman dalam waktu yang sama. Konsepsi awal tidak selalu hilang setelah pembelajaran, tetapi dapat tetap muncul ketika mahasiswa menghadapi fenomena tertentu (Mason & Zaccoletti, 2021).

Karakter materi dinamika sistem Bumi-Bulan ikut memengaruhi proses tersebut. Fenomena pasang surut dan gerhana melibatkan objek yang tidak dapat diamati secara langsung dalam satu ruang dan waktu yang sama. Mahasiswa perlu membangun representasi mengenai hubungan posisi tiga benda langit, arah cahaya, serta pembentukan bayangan. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penggunaan model spasial, observasi, dan penalaran sebab-akibat membantu peserta didik membangun pemahaman yang lebih tepat mengenai fase Bulan dan gerhana (Kavanagh et al., 2005; Trundle et al., 2002; Trundle et al., 2007).

Penggunaan AI dan Perubahan Kualitas Jawaban Konseptual

Tahap penggunaan AI menghasilkan peningkatan kategori konsepsi ilmiah menjadi 75,0% dan tidak ditemukan respons tertulis yang termasuk miskonsepsi. Temuan tersebut menunjukkan bahwa interaksi dengan AI berkaitan dengan perubahan kualitas jawaban tertulis mahasiswa setelah mereka melakukan pencarian, perbandingan, dan penyusunan kembali penjelasan.

Hasil ini sejalan dengan penelitian yang menunjukkan bahwa AI generatif dapat berfungsi sebagai sumber penjelasan, pemberi umpan balik, dan ruang eksplorasi ide dalam pembelajaran (Crompton & Burke, 2023; Kasneci et al., 2023). Dalam pembelajaran sains, kemampuan AI untuk menghasilkan uraian yang terstruktur dapat membantu mahasiswa menemukan hubungan antarkonsep yang sebelumnya belum mereka susun secara lengkap. Pada materi dinamika sistem Bumi-Bulan, respons AI dapat membantu mahasiswa memperoleh penjelasan mengenai hubungan gravitasi, posisi benda langit, serta proses pembentukan bayangan.

Namun, peningkatan kualitas jawaban tertulis setelah penggunaan AI tidak dapat langsung disamakan dengan perubahan konsepsi yang telah menetap. Penelitian ini hanya mengamati respons mahasiswa setelah interaksi dengan AI dan tidak melakukan tes lanjutan tanpa bantuan AI. Karena itu, belum dapat dipastikan apakah mahasiswa benar-benar membangun pemahaman baru atau hanya mengadopsi struktur jawaban yang diberikan AI.

Persoalan tersebut penting karena keluaran AI dapat terlihat ilmiah melalui penggunaan bahasa yang terstruktur, tetapi tetap memiliki kemungkinan kesalahan konsep. Kortemeyer (2023) menunjukkan bahwa AI dapat menghasilkan jawaban yang tampak memadai dalam persoalan fisika, tetapi masih dapat mengandung kekeliruan seperti yang dilakukan pelajar pemula. Polverini dan Gregorcic (2024a, 2024b) juga menunjukkan bahwa kualitas respons AI dipengaruhi oleh bentuk pertanyaan dan kemampuan pengguna dalam memahami serta mengevaluasi keluaran model.

Temuan penelitian ini juga memperlihatkan bahwa AI lebih tepat diposisikan sebagai sumber dialog dan bahan evaluasi, bukan sebagai sumber kebenaran tunggal. Mahasiswa tetap perlu membandingkan jawaban AI dengan konsep ilmiah, materi pembelajaran, dan bukti yang dapat diverifikasi. Pendekatan tersebut sesuai dengan pandangan Bitzenbauer (2023) yang menempatkan keluaran AI sebagai objek kritik dalam pembelajaran fisika.

Kesenjangan antara Keyakinan dan Ketepatan Konseptual

Penelitian ini menemukan adanya perbedaan antara keyakinan mahasiswa terhadap jawaban dan ketepatan konseptual yang diberikan. Seluruh mahasiswa menyatakan yakin setelah penjelasan dosen, tetapi pada tahap yang sama masih ditemukan enam unit respons yang termasuk miskonsepsi.

Temuan tersebut menunjukkan bahwa keyakinan subjektif tidak selalu menggambarkan kualitas pemahaman ilmiah. Mahasiswa dapat merasa yakin karena jawaban menggunakan istilah yang dianggap benar, meskipun hubungan antar konsep yang dijelaskan masih kurang tepat. Hasan et al. (1999) menjelaskan bahwa keyakinan terhadap jawaban perlu dianalisis bersama isi jawaban karena keyakinan tinggi pada konsep yang salah dapat menjadi hambatan dalam proses perubahan konsepsi.

Dalam pembelajaran berbasis AI, persoalan keyakinan menjadi semakin kompleks. Respons AI biasanya disampaikan dengan struktur bahasa yang jelas dan meyakinkan sehingga pengguna dapat menerima informasi tanpa melakukan pemeriksaan lebih lanjut. Tlili et al. (2023) dan Farrokhnia et al. (2024) menjelaskan bahwa salah satu tantangan penggunaan AI dalam pendidikan adalah munculnya kepercayaan berlebihan terhadap informasi yang dihasilkan sistem.

Karena itu, pembelajaran berbantuan AI perlu memasukkan aktivitas evaluasi epistemik. Mahasiswa tidak hanya diminta memperoleh jawaban, tetapi juga menilai alasan, memeriksa konsistensi konsep, dan mengidentifikasi kemungkinan kesalahan. Evaluasi tersebut penting bagi calon guru fisika karena mereka tidak hanya berperan sebagai pengguna teknologi, tetapi juga sebagai pihak yang kelak membimbing peserta didik dalam menggunakan sumber belajar digital.

Prompt sebagai Indikator Literasi AI Mahasiswa

Analisis prompt menunjukkan bahwa sebagian besar mahasiswa menggunakan AI melalui pengulangan langsung pertanyaan. Sebanyak 62,5% prompt berada pada kategori tersebut, sedangkan hanya sebagian kecil mahasiswa yang memberikan konteks atau batasan tertentu. Tidak ditemukan prompt yang meminta AI melakukan verifikasi sumber, membandingkan jawaban awal, atau memeriksa kemungkinan kesalahan.

Pola tersebut menunjukkan bahwa interaksi mahasiswa dengan AI masih dominan berorientasi pada memperoleh jawaban. Padahal, literasi AI tidak hanya berkaitan dengan kemampuan menggunakan sistem, tetapi juga kemampuan memahami batasan, merancang interaksi, dan mengevaluasi keluaran AI (Long & Magerko, 2020; Ng et al., 2021).

Prompt yang lebih terarah dapat mengubah posisi AI dari pemberi jawaban menjadi mitra berpikir. Permintaan untuk menjelaskan mekanisme, memberikan alasan, membandingkan beberapa alternatif, atau mengkritisi jawaban awal dapat mendorong mahasiswa melakukan aktivitas refleksi. Polverini dan Gregorcic (2024a) menunjukkan bahwa formulasi prompt memengaruhi kualitas respons AI pada persoalan konseptual fisika.

Temuan ini juga memperkuat pandangan Gregorcic dan Pendrill (2023) bahwa dialog dengan AI tetap membutuhkan pengawasan manusia. AI dapat memberikan respons yang tampak meyakinkan, tetapi pengguna perlu memiliki kemampuan untuk menilai apakah respons tersebut sesuai dengan konsep ilmiah. Oleh karena itu, penggunaan AI dalam pendidikan fisika perlu diarahkan pada pembentukan kebiasaan bertanya, membandingkan, dan memeriksa bukti.

Implikasi Pembelajaran Berbantuan AI untuk Perubahan Konsepsi

Hasil penelitian menunjukkan bahwa AI memiliki peluang untuk digunakan dalam pembelajaran perubahan konsepsi, terutama ketika mahasiswa diberikan kesempatan untuk membandingkan pemahaman awal dengan berbagai sumber penjelasan. Namun, keberhasilan proses tersebut bergantung pada desain aktivitas belajar yang mengarahkan mahasiswa untuk berpikir kritis terhadap keluaran AI.

Pembelajaran berbantuan AI dapat dirancang melalui beberapa tahap, yaitu mengungkap konsepsi awal mahasiswa, memberikan kesempatan memperoleh penjelasan alternatif melalui AI, meminta mahasiswa membandingkan jawaban, melakukan verifikasi terhadap sumber ilmiah, serta menjelaskan kembali konsep dengan bahasa sendiri tanpa bergantung pada AI. Rangkaian tersebut memungkinkan AI menjadi bagian dari proses berpikir, bukan pengganti proses berpikir.

Penelitian ini memiliki keterbatasan karena dilakukan pada satu kelas dengan jumlah partisipan yang terbatas. Data hanya merekam jawaban mahasiswa setelah interaksi dengan AI, bukan

Sutisna¹, Rizky Brehnaputrifajar Khaerudin², Fanni Zulaiha³, Muhammad Rifqi⁴ / JPFS 9 (1) (2026) 200-211

keseluruhan proses percakapan antara mahasiswa dan sistem AI. Penelitian ini juga belum menggunakan tes tunda atau tugas transfer yang dapat menunjukkan keberlangsungan perubahan konsepsi. Oleh sebab itu, penelitian lanjutan perlu menggunakan desain yang melibatkan sampel lebih besar, rekaman interaksi AI, pengodean oleh lebih dari satu penilai, serta pengukuran pemahaman setelah jeda waktu tertentu.

KESIMPULAN

Pembelajaran pada materi dinamika sistem Bumi-Bulan menunjukkan perubahan konsepsi bertahap. Proporsi konsepsi ilmiah meningkat dari 25,0% pada tahap awal menjadi 46,9% setelah penjelasan dosen dan 75,0% setelah penggunaan AI, sedangkan miskonsepsi menurun dari 31,3% menjadi 18,8% dan tidak muncul pada jawaban tertulis setelah AI. Secara keseluruhan, 53,1% unit konsepsi berubah ke kategori yang lebih ilmiah dari tahap awal ke tahap AI. Namun, keyakinan mahasiswa belum selalu sejalan dengan ketepatan jawaban, dan mayoritas prompt masih berupa pengulangan langsung tanpa verifikasi. Hasil ini menunjukkan bahwa AI dapat memperkaya penjelasan dan mendukung revisi jawaban, tetapi belum membuktikan perubahan konsepsi yang mendalam dan bertahan. Integrasi AI perlu dirancang melalui elisitasi konsepsi awal, perbandingan jawaban, argumentasi, pemodelan, verifikasi sumber, penjelasan ulang tanpa AI, dan asesmen transfer atau tes tunda. Implikasi umum dari temuan ini adalah bahwa program pendidikan calon guru fisika perlu secara eksplisit mengajarkan literasi AI sebagai bagian dari kompetensi pedagogis, sehingga mahasiswa tidak hanya mampu memanfaatkan AI untuk memperkaya penjelasan sains, tetapi juga kelak mampu membimbing peserta didiknya menggunakan AI secara kritis dan bertanggung jawab

REFERENSI

- Azizah, S. N., Akhsan, H., Muslim, M., & Ariska, M. (2022). Analysis of college students misconceptions in astronomy using four-tier test. *Journal of Physics: Conference Series*, 2165(1), 012004. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2165/1/012004>
- Barnett, M., & Morran, J. (2002). Addressing children's alternative frameworks of the Moon's phases and eclipses. *International Journal of Science Education*, 24(8), 859-879. <https://doi.org/10.1080/09500690110095276>
- Bitzenbauer, P. (2023). ChatGPT in physics education: A pilot study on easy-to-implement activities. *Contemporary Educational Technology*, 15(3), ep430. <https://doi.org/10.30935/cedtech/13176>
- Cooper, G. (2023). Examining science education in ChatGPT: An exploratory study of generative artificial intelligence. *Journal of Science Education and Technology*, 32(3), 444-452. <https://doi.org/10.1007/s10956-023-10039-y>
- Crompton, H., & Burke, D. (2023). Artificial intelligence in higher education: The state of the field. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 20, Article 22. <https://doi.org/10.1186/s41239-023-00392-8>
- Dahlkemper, M. N., Lahme, S. Z., & Klein, P. (2023). How do physics students evaluate artificial intelligence responses on comprehension questions? A study on the perceived scientific accuracy and linguistic quality of ChatGPT. *Physical Review Physics Education Research*, 19(1), 010142. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.19.010142>
- Ding, L., Li, T., Jiang, S., & Gapud, A. (2023). Students' perceptions of using ChatGPT in a physics class as a virtual tutor. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 20, Article 63. <https://doi.org/10.1186/s41239-023-00434-1>
- Duit, R., & Treagust, D. F. (2003). Conceptual change: A powerful framework for improving science teaching and learning. *International Journal of Science Education*, 25(6), 671-688. <https://doi.org/10.1080/09500690305016>
- Farrokhnia, M., Banihashem, S. K., Noroozi, O., & Wals, A. (2024). A SWOT analysis of ChatGPT: Implications for educational practice and research. *Innovations in Education and Teaching International*, 61(3), 460-474. <https://doi.org/10.1080/14703297.2023.2195846>
- Floridi, L., & Chiriatti, M. (2020). GPT-3: Its nature, scope, limits, and consequences. *Minds and Machines*, 30, 681-694. <https://doi.org/10.1007/s11023-020-09548-1>
- Gregorcic, B., & Pendrill, A.-M. (2023). ChatGPT and the frustrated Socrates. *Physics Education*, 58(3), 035021. <https://doi.org/10.1088/1361-6552/acc299>
- Halaweh, M. (2023). ChatGPT in education: Strategies for responsible implementation. *Contemporary Educational Technology*, 15(2), ep421. <https://doi.org/10.30935/cedtech/13036>
- Hasan, S., Bagayoko, D., & Kelley, E. L. (1999). Misconceptions and the certainty of response index (CRI). *Physics Education*, 34(5), 294-299. <https://doi.org/10.1088/0031-9120/34/5/304>

- Sutisna¹, Rizky Brehnaputrifajar Khaerudin², Fanni Zulaiha³, Muhammad Rifqi⁴ / JPFS 9 (1) (2026) 200-211
- Hikmatiar, H., Sya'bania, N., Jayadin, Kasman, R. A., Imranah, Sahlan, & Saputra, S. (2024). The effectiveness of ChatGPT in completing astronomy lectures: Building awareness of its use. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 12(2), 121-130. <https://doi.org/10.26618/jpf.v12i2.13587>
- Hwang, G.-J., & Chang, C.-Y. (2023). A review of opportunities and challenges of chatbots in education. *Interactive Learning Environments*, 31(7), 4099-4112. <https://doi.org/10.1080/10494820.2021.1952615>
- Kaltakci Gurel, D., Eryilmaz, A., & McDermott, L. C. (2015). A review and comparison of diagnostic instruments to identify students' misconceptions in science. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 11(5), 989-1008. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2015.1369a>
- Kasneci, E., Seßler, K., Küchemann, S., Bannert, M., Dementieva, D., Fischer, F., ... Kasneci, G. (2023). ChatGPT for good? On opportunities and challenges of large language models for education. *Learning and Individual Differences*, 103, 102274. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2023.102274>
- Kavanagh, C., Agan, L., & Sneider, C. (2005). Learning about phases of the Moon and eclipses: A guide for teachers and curriculum developers. *Astronomy Education Review*, 4(1), 19-52. <https://doi.org/10.3847/AER2005002>
- Kortemeyer, G. (2023). Could an artificial-intelligence agent pass an introductory physics course? *Physical Review Physics Education Research*, 19(1), 010132. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.19.010132>
- Krupp, L., Steinert, S., Kiefer-Emmanouilidis, M., Avila, K. E., Lukowicz, P., Kuhn, J., Küchemann, S., & Karolus, J. (2024). Unreflected acceptance: Investigating the negative consequences of ChatGPT-assisted problem solving in physics education. *Frontiers in Artificial Intelligence and Applications*, 386, 199-212. <https://doi.org/10.3233/FAIA240195>
- Lo, C. K. (2023). What is the impact of ChatGPT on education? A rapid review of the literature. *Education Sciences*, 13(4), 410. <https://doi.org/10.3390/educsci13040410>
- Long, D., & Magerko, B. (2020). What is AI literacy? Competencies and design considerations. In *Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 1-16). Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/3313831.3376727>
- Mason, L., & Zaccoletti, S. (2021). Inhibition and conceptual learning in science: A review of studies. *Educational Psychology Review*, 33, 181-212. <https://doi.org/10.1007/s10648-020-09529-x>
- McLure, F., Won, M., & Treagust, D. F. (2020). A sustained multidimensional conceptual change intervention in grade 9 and 10 science classes. *International Journal of Science Education*, 42(5), 703-721. <https://doi.org/10.1080/09500693.2020.1725174>
- Mills, R., Tomas, L., & Lewthwaite, B. (2016). Learning in Earth and space science: A review of conceptual change instructional approaches. *International Journal of Science Education*, 38(5), 767-790. <https://doi.org/10.1080/09500693.2016.1154227>
- Ng, D. T. K., Leung, J. K. L., Chu, S. K. W., & Qiao, M. S. (2021). Conceptualizing AI literacy: An exploratory review. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 2, 100041. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2021.100041>
- Polverini, G., & Gregorcic, B. (2024a). How understanding large language models can inform the use of ChatGPT in physics education. *European Journal of Physics*, 45(2), 025701. <https://doi.org/10.1088/1361-6404/ad1420>
- Polverini, G., & Gregorcic, B. (2024b). Performance of ChatGPT on the test of understanding graphs in kinematics. *Physical Review Physics Education Research*, 20(1), 010109. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.20.010109>
- Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W., & Gertzog, W. A. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66(2), 211-227. <https://doi.org/10.1002/sce.3730660207>
- Tlili, A., Shehata, B., Adarkwah, M. A., Bozkurt, A., Hickey, D. T., Huang, R., & Agyemang, B. (2023). What if the devil is my guardian angel: ChatGPT as a case study of using chatbots in education. *Smart Learning Environments*, 10, Article 15. <https://doi.org/10.1186/s40561-023-00237-x>
- Treagust, D. F., & Duit, R. (2008). Conceptual change: A discussion of theoretical, methodological and practical challenges for science education. *Cultural Studies of Science Education*, 3, 297-328. <https://doi.org/10.1007/s11422-008-9090-4>
- Trundle, K. C., Atwood, R. K., & Christopher, J. E. (2002). Preservice elementary teachers' conceptions of Moon phases before and after instruction. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(7), 633-658. <https://doi.org/10.1002/tea.10039>
- Trundle, K. C., Atwood, R. K., & Christopher, J. E. (2007). A longitudinal study of conceptual change: Preservice elementary teachers' conceptions of Moon phases. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(2), 303-326. <https://doi.org/10.1002/tea.20121>

- Sutisna¹, Rizky Brehnaputrifajar Khaerudin², Fanni Zulaiha³, Muhammad Rifqi⁴ / JPFS 9 (1) (2026) 200-211
- Tyson, L. M., Venville, G. J., Harrison, A. G., & Treagust, D. F. (1997). A multidimensional framework for interpreting conceptual change events in the classroom. *Science Education*, 81(4), 387-404. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-237X\(199707\)81:4<387::AID-SCE2>3.0.CO;2-Q](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-237X(199707)81:4<387::AID-SCE2>3.0.CO;2-Q)
- Vosniadou, S. (1994). Capturing and modeling the process of conceptual change. *Learning and Instruction*, 4(1), 45-69. [https://doi.org/10.1016/0959-4752\(94\)90018-3](https://doi.org/10.1016/0959-4752(94)90018-3)
- Zawacki-Richter, O., Marín, V. I., Bond, M., & Gouverneur, F. (2019). Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education: Where are the educators? *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 16, Article 39. <https://doi.org/10.1186/s41239-019-0171-0>