

MENINGKATKAN KERANGKA BERPIKIR PESERTA DIDIK MELALUI METODE PEMBELAJARAN BERAGAM PADA MATERI PENGETAHUAN BUMI DAN ANTARIKSA

Mufidatul Khasanah¹ Tutut Nurita² Maya Widya Risma³ Faradina Arinais⁴
Departemen S1-Pendidikan IPA, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Negeri Surabaya

Email: mufidatulkhasanah.22005@mhs.unesa.ac.id

Abstrak

Artikel dengan judul “Meningkatkan Kerangka Berpikir Peserta Didik Melalui Metode Pembelajaran Beragam pada Materi Pengetahuan Bumi dan Antariksa” bertujuan untuk melakukan analisis terkait metode pengajaran yang dapat diimplementasikan pada peserta didik tingkat menengah dalam pembelajaran sains materi bumi dan antariksa. Metode yang digunakan dalam artikel ini yaitu metode kualitatif dengan menekankan fokus kepustakaan yang bersumber dari kajian literatur lingkup scopus dan sinta dengan pendekatan penelitian yang digunakan adalah kualitatif dengan menekankan analisis tertulis dan deskriptif. Jurnal yang ditemui berjumlah 32 buah kemudian mengklasifikasikan sesuai dengan metode peninjau sehingga terdapat 3 sampai 8 jurnal. Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, melalui metode pembelajaran berbasis website, Problem Based Learning (PBL), Inkuiri, maupun Empiris STEAM tersebut dinilai dapat digunakan dalam mengaplikasikan materi pengetahuan bumi dan antariksa karena adanya gabungan sifat seni dan rekaya sehingga mampu membangun kerangka berpikir peserta didik yang dapat diimplementasikan dalam menghadapi permasalahan di dunia nyata. Selain itu, metode tersebut yang dilaksanakan dengan baik dan benar akan menciptakan proses pembelajaran yang bermakna serta meningkatkan pendidikan yang berkualitas.

Kata Kunci: *Metode pembelajaran, Metode website, PBL, Inkuiri, STEAM*

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara berkembang dalam segala hal, salah satunya di bidang pendidikan. Berdasarkan data dari Program Penilaian Peserta didik Internasional (PISA) Indonesia menempati urutan ke 63 dari 69 negara (Kemendikbud, 2018). Perbaikan kurikulum oleh pemerintah terus dilakukan untuk memperbaiki taraf pendidikan di Indonesia. Namun, untuk meningkatkan taraf

^{1,2,3,4} Departemen S1-Pendidikan IPA, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya

mufidatulkhasanah.22005@mhs.unesa.ac.id, faradinaarinais.22018@mhs.unesa.ac.id,
mayawidya.22010@mhs.unesa.ac.id, tututnurita@unesa.ac.id.

pendidikan tersebut dibutuhkan banyak tangan dalam mengatasi. Hal tersebut bukan lagi kewajiban pemerintah tetapi pendidik memiliki kewajiban nyata dalam berkontribusi untuk menciptakan pendidikan Indonesia sehingga mampu mengembangkan potensi diri peserta didik dari berbagai aspek, seperti kekuatan, spiritual, pengendalian diri, kepribadian, kecerdasan, akhlak mulia, dan keterampilan yang dibutuhkan baik bagi dirinya sendiri, masyarakat, bangsa, maupun negara (Fudlah et al., 2023).

Keaneragaman metode yang diajarkan pendidik merupakan bukti nyata dalam memperbaiki tingkat pendidikan di Indonesia. Keaneragaman metode mempunyai tujuan agar peserta didik memiliki kerangka berpikir yang kuat sehingga tidak mudah lupa, mendorong peserta didik menjadi lebih mandiri selama kegiatan dalam pembelajaran interdisiplin yang menunjang efikasi diri masing-masing peserta didik, selain itu memberikan ruang dalam berinteraksi dengan peserta didik sehingga meningkatkan pengalaman, kemahiran metakognitif, serta pedagogik individu (Damayanti et al., 2023; Grindsted, 2018; Schlegel et al., 2019; Sullivan et al., 2018; Vainio et al., 2020). Keaneragaman metode disesuaikan oleh konteks pembelajaran yang ada. Melalui keaneragaman metode ini memberikan peluang pembelajaran secara utuh dan menyeluruh dengan memegang prinsip relevan dan mendalam. Pembelajaran relevan artinya pembelajaran menyeluruh yang mengakui adanya interdisiplin ilmu dari pengetahuan kompleks. Sedangkan pembelajaran mendalam memiliki makna adanya keterlibatan peluang dalam menerapkan pengetahuan di situasi terbaru (Mansilla et al., 2022).

Dalam konteks pembelajaran sains, peserta didik dituntut agar memiliki kemampuan berpikir dan menilai. Hal tersebut dikarenakan pembelajaran sains memiliki sifat selalu terbuka terhadap permasalahan baru di sekitar (Farcas et al., 2019). Namun, beberapa waktu ini kualitas daya tarik peserta didik kurang dalam melakukan dorongan untuk terlibat secara aktif karena mereka berpikir ilmu pengetahuan di sekolah tidak relevan dan tidak menarik karena pedagogik yang bersifat transmisif dan konten pembelajaran tidak berhubungan (Roca & Garcia-Valles, 2020). Untuk mendukung pembelajaran berkelanjutan dengan sifat interaktif dan menarik dalam konteks sains khususnya materi pengetahuan bumi dan antariksa (PBA) yang bersifat bias dan imajiner, diperlukan peran pendidik. Peran pendidik tersebut hadir dalam membangun kerangka berpikir peserta didik untuk mencapai penilaian kognitif yang optimal dalam melakukan prediksi dan verifikasi sehingga tidak terjadi miskonsepsi (Wang & Wang, 2023). Sifat bias yang dimiliki oleh materi PBA ini yaitu terdapat batasan dalam melakukan eksplorasi secara nyata sehingga tidak ada pengalaman pribadi dari peserta didik dalam membantu memahami (Buldur et al., 2020). Pembelajaran yang bersifat imajiner memiliki keterbatasan dalam meninjau secara langsung sehingga diperlukan berbagai cara dalam melakukan interaksi dan diskusi yang perlu dibangun oleh peserta didik. Hal tersebut menyebabkan materi pembelajaran PBA menitikberatkan pada kegiatan menghafal. Materi PBA nantinya akan mengajarkan mengenai bumi disertai lapisan penyusunnya, asal mula penyusun bumi, bintang disertai proses pembentukannya, teori-teori yang menyertainya, bencana alam disertai gejala dan cara mengatasinya.

Materi PBA ini dinilai kompleks dan banyak multidisplin ilmu yang tercangkup sehingga diperlukan adanya eksplorasi terbaru. Materi PBA juga memiliki tuntutan dalam aspek sosial, transformatif, dan mendunia. Aspek sosial artinya adanya tuntutan proses pembelajaran melalui interaksi peserta didik dengan orang lain. Hal tersebut menyebabkan materi PBA harus dilakukan secara berkelompok atau mengulas informasi yang berasal dari orang lain. Aspek transformatif artinya adanya tuntutan perubahan wawasan dan pola pikir yang bertahan lama. Hal tersebut dikarenakan terdapat produk IPA yang dijadikan pedoman berpikir dan dinilai paten seperti proses terjadinya gerhana, sifat fisik planet, bintang, dan benda langit lainnya. Tuntutan dunia artinya bersifat ambiguitas dan kompleksitas. Hal tersebut memiliki makna bahwa peserta didik hanya mampu berpikir secara abstrak tanpa dapat meninjau secara langsung namun terjadinya fenomena satu dengan lainnya berkesinambungan (Mansilla et al., 2022). Kompleksnya materi PBA menyebabkan pendidik harus mampu mengelola kelas agar pembelajaran dapat optimal salah satunya dengan menerapkan metode pembelajaran yang tepat.

Meninjau dari paparan sebelumnya metode yang dapat digunakan dalam melakukan aktivitas belajar mengajar materi Pengetahuan Bumi dan Antariksa yaitu (1) Pembelajaran berbasis website, pembelajaran metode ini nantinya mengajarkan materi pengetahuan bumi dan antariksa melalui media digital mengingat saat ini peserta didik juga dituntut untuk berkembang dalam era digitalisasi. (2) Program Based Learning (PBL), merupakan metode pembelajaran dengan menitikberatkan pengembangan solusi atas masalah. Banyaknya masalah mengenai kondisi bumi dapat diulas dalam metode pembelajaran ini. (3) Inkuiri, metode pembelajaran yang disarankan karena mengedepankan pertanyaan, penyelidikan, penemuan, dan penciptaan penemuan pengetahuan. Beberapa komponen tersebut dinilai sangat dibutuhkan ketika melakukan pengajaran pengetahuan bumi dan antariksa untuk mengeksplorasi hal baru yang ditemukan oleh astronot dan ilmuwan saat ini. (4) Empiris STEAM, metode ini dinilai dapat digunakan dalam mengaplikasikan materi pengetahuan bumi dan antariksa karena adanya gabungan sifat seni dan rekayasa sehingga mampu membangun kerangka berpikir peserta didik dalam menciptakan luaran alat sebagai media pembelajaran terkini.

Berdasarkan latar belakang yang ada, melalui metode Pembelajaran berbasis website, Program Based Learning (PBL), Inkuiri, dan empiris STEAM dapat membantu meningkatkan kualitas kerangka berpikir peserta didik dalam memahami materi bumi dan antariksa. Ketika metode ini diimplementasikan dengan baik dan benar akan beriringan dengan pengeimplementasian makna pembangunan berkelanjutan dalam menciptakan kondisi pendidikan Indonesia yang lebih baik sesuai dengan agenda SDGs poin keempat yaitu pendidikan berkualitas. Selain itu, melalui implementasi metode pembelajaran yang sesuai menjadikan pendidikan sains yang berkualitas sehingga menghasilkan peserta didik yang terbuka terhadap sains dengan tujuan jangka panjang untuk menciptakan warga negara yang bertanggung jawab dilengkapi adanya keterampilan sains relevan.

METODE

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisis terkait metode pengajaran yang dapat diimplementasikan pada peserta didik tingkat menengah dalam pembelajaran sains materi bumi dan antariksa. Pendekatan penelitian yang digunakan adalah kualitatif dengan menekankan analisis tertulis dan deskriptif. Metode riset ini 80% dengan menekankan fokus kepustakaan yang bersumber dari kajian literatur lingkup scopus dan sinta. Jurnal yang ditemui berjumlah 32 buah kemudian mengklasifikasikan sesuai dengan metode peninjau sehingga terdapat 3 sampai 8 jurnal. Penelitian kualitatif merupakan ekspresi data bentuk verbal yang dianalisis tanpa teknik statistika. Pada penelitian ini memiliki objek penelitian yaitu metode yang akan diimplementasikan pada peserta didik meliputi pembelajaran berbasis website, program based learning (PBL), inkuiri, dan empiris STEAM. Proses pengumpulan data dilakukan dengan teknik survei kepustakaan dan studi literatur untuk mengumpulkan informasi yang relevan. Analisis data yang dilakukan dengan induktif melalui penarikan simpulan dari data konkret yang diperoleh dari kajian literatur. Prosedur penelitian meliputi pencatatan jurnal terkait, pemilihan jurnal relevan, pemetaan data, dan penarikan kesimpulan. Prosedur tersebut dilakukan selama 4 minggu. Keabsahan penelitian dilakukan cek menggunakan software turnitin dengan indeks plagiasi dibawah 20%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pembelajaran Berbasis Website

Pembelajaran di abad ke-21 menuntut tenaga pendidik untuk mempunyai kreativitas dan inovasi dalam proses mengajar secara berkelanjutan. Salah satu inovasi yang berkembang dengan pesat adalah pembelajaran yang menggunakan teknologi. Ini dipicu oleh kemajuan teknologi yang terus berkembang dengan cepat. Penerapan pembelajaran yang mengasah keterampilan pedagogis dengan teknologi menjadi opsi yang dapat meningkatkan kualitas pendidikan (Tseng et al., 2008). Penerapan metode ini dalam proses pembelajaran diharapkan dapat menyediakan solusi bagi pendidik untuk mengatasi tantangan dalam pembelajaran dengan memanfaatkan teknologi digital atau TIK di dalam kelas, yang pada akhirnya dapat menciptakan pengalaman belajar yang lebih berkesan bagi peserta didik. Implementasi metode pembelajaran ini juga mencerminkan kemajuan kemampuan pendidik, terutama dalam manajemen kelas dan penyesuaian dengan perkembangan teknologi yang terus berlangsung (Santos-Meneses et al., 2023). Berikut merupakan contoh proses pembelajaran dengan memanfaatkan perkembangan teknologi yang dapat diterapkan (Kuswanto & Radiansah, 2018):

1. Pengantar Interaktif

Pendidik memulai pembelajaran dengan pengantar interaktif berupa video singkat atau animasi yang memperkenalkan konsep dasar tentang bumi dan antariksa (Riwayadi, 2005).

2. Modul Pembelajaran Interaktif

Pendidik menyiapkan modul pembelajaran interaktif yang mencakup berbagai aspek seperti langkah menggunakan website yang akan digunakan dalam proses pembelajaran, serta penyajian soal-soal atau permasalahan mengenai formasi

planet, pergerakan bumi, fenomena alam, dan lainnya yang dapat diselesaikan oleh peserta didik (Styawati et al., 2021).

3. Simulasi dan Animasi

Pendidik mengarahkan peserta didik untuk menggunakan *website* dalam simulasi pembelajaran yang berisikan animasi interaktif dengan memperlihatkan fenomena alam seperti peredaran bumi, gerhana, atau simulasi pendaratan pesawat antariksa (Akbar & Noviani, 2019).

4. Diskusi Forum

Pendidik membentuk kelompok atau forum yang terdiri dari 3-5 anak untuk melakukan diskusi atas permasalahan yang diberikan oleh pendidik yang sudah terdapat pada modul pembelajaran/LKPD, kemudian peserta didik dapat bertukar pendapat, bertanya, dan berbagi informasi tentang topik yang dipelajari (Richter et al., n.d.).

5. Tugas Online

Pendidik dapat memberikan tugas yang melibatkan *website*/aplikasi yang telah digunakan untuk melakukan penelitian mandiri, pembuatan presentasi, atau pemecahan masalah terkait materi bumi dan antariksa (Hendrawati et al., 2021).

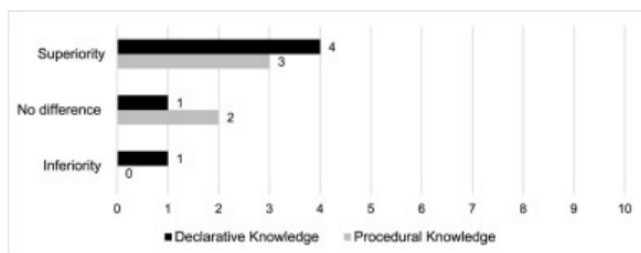
6. Kuis Interaktif

Pendidik mengajak peserta didik untuk bermain kuis interaktif untuk menguji kemampuan peserta didik tentang materi yang telah dipelajari (Tekege, 2017).

Langkah-langkah tersebut dapat membantu membangun pengalaman pembelajaran yang menyenangkan dan efektif bagi peserta didik dalam memahami materi bumi dan antariksa secara mendalam. Dengan metode ini, pendidik dapat menciptakan pengalaman belajar yang lebih relevan dan menarik bagi peserta didik (Effendi & Wahidy, 2019).

Pendidik dapat menggunakan teknologi sebagai alat untuk menyampaikan materi pembelajaran dengan cara yang sesuai dengan gaya belajar peserta didik dan konteks pembelajaran. Melalui metode ini, peserta didik didorong untuk memakai teknologi sebagai alat untuk memecahkan masalah, berpikir kritis, dan menciptakan konten baru. Hal ini membantu mengembangkan keterampilan berfikir tingkat tinggi atau berfikir kritis peserta didik seperti analisis, evaluasi, dan sintesis (Ismail et al., 2018). Dengan menggunakan teknologi dalam pembelajaran, hal ini dapat meningkatkan motivasi dan keterlibatan peserta didik sehingga dapat membuat pembelajaran menjadi lebih interaktif dan menyenangkan bagi peserta didik (Tharalson et al., 2023).

Pada penelitian yang dilakukan oleh (Conrad et al., 2024) Penggunaan realitas virtual imersif (IVR) menunjukkan berbagai kemungkinan desain untuk pengajaran dan pembelajaran berorientasi tindakan yang memungkinkan dapat meningkatkan pengetahuan dan keterampilan pada proses pembelajaran. Dalam artikel ini menganalisis untuk membandingkan efektivitas relatif pembelajaran berbasis IVR dan dampaknya terhadap keterlibatan peserta didik, sebagaimana diuraikan dalam kerangka ICAP (Chi & Wylie, 2014). Hasilnya menunjukkan bahwa IVR memberikan dampak positif terhadap pembelajaran dibandingkan dengan jenis media lainnya.

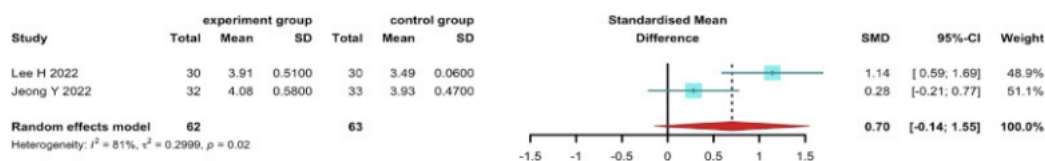


Gambar 1. Efektivitas IVR pada pengetahuan deklaratif dan prosedural dibandingkan dengan media analog

Sumber: Conrad et al (2024)

Adanya data hasil penelitian (Conrad et al., 2024) dapat disimpulkan teknologi IVR cocok untuk lingkungan pembelajaran yang memprioritaskan keterlibatan aktif peserta didik dan penerapan praktis, seperti kolaboratif dan berpikir kreatif peserta didik dalam memecahkan masalah yang ditemukan dalam kehidupan sehari-hari. Dengan demikian, hasil ini menawarkan lebih banyak wawasan mengenai keuntungan menggunakan IVR untuk mencapai tujuan pembelajaran tertentu (Zulfikri, 2023).

Pada uji coba yang dilakukan oleh (Huai et al., 2024) dengan menerapkan metode pembelajaran Teknologi realitas virtual dianggap sebagai salah satu alat pengajaran yang maju dan signifikan dalam pendidikan masa kini. Adanya data pada penelitian memperoleh hasil bahwa teknologi virtual reality memberikan dampak positif bagi peserta didik. Meskipun demikian, penting untuk tidak meremehkan efektivitas metode pendidikan tradisional. Penelitian (Huai et al., 2024) bermaksud untuk meningkatkan proses pembelajaran dalam pendidikan sekaligus meningkatkan teknologi realitas virtual untuk mengeksplorasi secara lebih komprehensif dalam meningkatkan kualitas pendidikan. Selain itu, sangat penting untuk menekankan penerapan pendidikan dengan memanfaatkan teknologi masa kini untuk menghadapi permasalahan dunia nyata. Integrasi ini penting untuk menjembatani kesenjangan antara lingkungan pembelajaran virtual dan permasalahan dalam kehidupan sehari-hari (Agirachman & Zr, 2023).



Gambar 2. Pengaruh Virtual Reality Terhadap Kemampuan Kognitif

Sumber: Huai et al (2024)

Berdasarkan hasil uji penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa pengajaran virtual reality khususnya *immersive virtual reality* efektif meningkatkan kepuasan belajar peserta didik dibandingkan dengan metode pengajaran tradisional. Hasilnya menunjukkan bahwa teknologi VR dapat secara efektif meningkatkan kepuasan peserta didik terhadap pembelajaran, pengetahuan, kinerja keterampilan, dan efikasi diri. Karena teknologi VR, khususnya IVR, dapat menciptakan lingkungan pembelajaran yang bebas dari risiko keselamatan pasien, sangat realistis, dan

interaktif. Ini memberikan peserta didik kesempatan belajar yang dapat diakses dan membuat proses pembelajaran menjadi menarik (Setiawan et al., 2024). Tetapi sebagai pendidik sangat penting untuk tidak meremehkan manfaat pendidikan tradisional. Oleh karena itu, dalam proses pengajaran di masa depan, pendidik tidak hanya harus meningkatkan kualitas pengajaran teknologi VR, tetapi juga mendorong integrasi VR dengan sumber daya pengajaran lainnya untuk mencapai efek pendidikan yang optimal. Selain itu, penting untuk mendorong penggabungan konten pembelajaran “virtual” dan “dunia nyata” setelah intervensi VR. Integrasi ini mempunyai dampak positif terhadap peningkatan efektif keseluruhan kompetensi dan kualitas peserta didik.

Berdasarkan data yang telah ditemukan, metode pembelajaran berbasis web atau keterlibatan teknologi masa kini sangat cocok untuk mengajarkan materi bumi dan antariksa, dengan penerapan metode tersebut memberikan pengalaman belajar yang lebih bermakna, interaktif, dan relevan dengan kebutuhan peserta didik saat ini. Adanya teknologi dalam proses pembelajaran menyediakan akses ke sumber daya pendidikan terkini seperti artikel ilmiah, database penelitian, video ataupun animasi-animasi, serta simulasi interaktif yang secara tidak langsung dapat menarik perhatian lebih peserta didik untuk mempelajarinya. Melalui penggunaan aplikasi, game edukatif, dan kuis interaktif, peserta didik dapat belajar dengan cara yang lebih menyenangkan dan dinamis, yang dapat meningkatkan retensi dan pemahaman materi. Materi bumi dan antariksa seringkali berkembang pesat, sehingga akses ke informasi terbaru sangat penting untuk memastikan peserta didik mendapatkan pengetahuan yang paling up-to-date. Selain itu, Materi pembelajaran berbasis web dapat diakses kapan saja dan dimana saja, memungkinkan peserta didik untuk belajar dengan kecepatan mereka sendiri dan sesuai jadwal mereka. Ini sangat bermanfaat bagi peserta didik yang mungkin memerlukan waktu tambahan untuk memahami konsep yang kompleks dalam materi bumi dan antariksa.

Melalui kajian literatur yang didapat bahwa adanya metode pembelajaran berbasis website mampu meningkatkan kepaahaman karena materi disimpan secara jangka panjang. Berdasarkan teori pemrosesan informasi yang disampaikan di buku Suyono et al (2020) menyebutkan bahwa memori seseorang terbagi menjadi dua yaitu jangka panjang dan pendek. Salah satu yang mempengaruhi masuknya informasi melalui jangka panjang maupun pendek yaitu adanya informasi bermakna melalui tampilan video, animasi, aplikasi, dan game yang menarik. Kesesuaian metode tersebut menjadikan pembelajaran bumi dan antariksa lebih berkesan meskipun banyak teori yang harus dipahami peserta didik sehingga kerangka berpikir lebih kuat dan informasi yang masuk dapat disimpan di memori jangka panjang.

B. Problem Based Learning (PBL)

Metode pembelajaran berbasis masalah atau *Problem Based Learning* (PBL) adalah salah satu metode pembelajaran dengan cara menghubungkan masalah atau kasus-kasus yang ada disekitar sebagai bahan pada proses pembelajaran (Wu, 2024). Problem Based Learning ini bertujuan untuk mengajak peserta didik berproses dalam memecahkan masalah yang ada untuk menemukan atau mengembangkan solusi atas

permasalahan yang sedang dibahas (Hidajat, 2023). Sehingga pada proses pembelajaran ini peserta didik ditantang untuk mengembangkan kemampuan dalam berfikir kreatif dan kritis untuk memecahkan masalah yang diberikan (Maor et al., 2023). Selain itu, peserta didik perlu mampu menghubungkan pengetahuan yang sudah dipelajari dengan masalah yang sedang dihadapi, sehingga mereka bisa mengembangkan keterampilan berpikir dan menerapkannya dalam kehidupan sehari-hari (Fernandes, 2014). Metode pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL) merupakan metode pembelajaran yang terstruktur dan terorganisir dengan baik. Dimana di mana setiap tahap dari proses pembelajaran telah diprediksi dan disusun dengan cermat (Santos-Meneses et al., 2023). Berikut merupakan langkah-langkah dari metode pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL) (Pertiwi et al., 2023):

1. Perumusan Masalah

Pendidik menyajikan masalah atau kasus yang harus diselesaikan oleh peserta didik (Yu, 2024). Masalah tersebut berkaitan dengan materi bumi dan antariksa, serta cukup menantang untuk mendorong peserta didik mengembangkan kemampuan berpikir kritis dan kreatif mereka. Contohnya seperti fenomena gerhana matahari total, fenomena terjadinya aurora, fenomena planet sejajar, dll yang berkaitan dengan materi yang sedang dipelajari.

2. Pembentukan Kelompok

Peserta didik dibagi ke dalam kelompok-kelompok kecil yang terdiri dari 3-5 orang. Kelompok-kelompok ini akan bertanggung jawab untuk bekerja sama dalam menyelesaikan masalah yang telah diberikan (Rukhmana, 2022).

3. Pencarian Informasi

Setelah diberikan masalah, peserta didik diarahkan untuk mencari informasi yang relevan. Informasi ini dapat diperoleh dari berbagai sumber, seperti buku teks, internet, atau sumber lain yang tersedia (Suparjo, 2010).

4. Diskusi Kelompok

Setelah mengumpulkan informasi, peserta didik diarahkan untuk berdiskusi dalam kelompok mengenai masalah yang diberikan. Diskusi ini harus dilakukan secara kolaboratif, di mana peserta didik saling membantu dan berbagi pengetahuan satu sama lain. Pendidik perlu memantau setiap kelompok untuk memastikan bahwa setiap peserta didik aktif mengemukakan pendapatnya dalam kelompok tersebut (Rerung et al., 2017).

5. Penyusunan Solusi

Setelah menyelesaikan diskusi kelompok, peserta didik diarahkan untuk merumuskan solusi terhadap masalah yang diberikan. Solusi ini harus didukung oleh informasi yang telah mereka kumpulkan selama proses pembelajaran (Rerung et al., 2017).

6. Presentasi

Setelah merumuskan solusi, peserta didik diminta untuk menyajikan solusi yang telah mereka susun kepada kelompok lain. Presentasi ini harus dilengkapi dengan penjelasan yang jelas dan rinci tentang solusi yang telah dirumuskan (Farhani et al., 2022).

7. Refleksi

Setelah selesai proses pembelajaran, peserta didik didorong untuk merenungkan pembelajaran yang telah mereka alami selama proses pembelajaran *Problem Based Learning*. Bertujuan untuk membantu peserta didik memahami pengetahuan yang mereka peroleh dan mendukung mereka dalam menerapkannya dalam kehidupan sehari-hari (Indrayana, 2022).

Langkah-langkah dalam model pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL) tersebut dimaksudkan agar peserta didik dapat terlibat secara aktif, mengembangkan kemampuan berfikir kritis dan kreatif, serta membentuk kolaborasi yang mendukung untuk memahami dan menerapkan pengetahuan tersebut dalam kehidupan sehari-hari (Fernandes, 2014).

Metode pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL) ini terdapat beberapa manfaat bagi pendidik maupun peserta didik pada proses pembelajaran, yaitu (Darwati & Purana, 2021):

1. Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis dan Kreatif

Metode *Problem Based Learning* ini mengajak peserta didik untuk mengatasi tantangan dalam memecahkan permasalahan yang diberikan, dengan demikian meningkatkan kemampuan berfikir kritis dan kreatif mereka (Handayani & Koeswanti, 2021).

2. Meningkatkan Kemampuan Mengaplikasikan Pengetahuan

Metode ini dapat mendorong peserta didik untuk menerapkan pengetahuan yang telah diperoleh pada masalah yang dihadapi, dengan demikian dapat meningkatkan kemampuan mereka dalam menerapkan kemampuan pengetahuan tersebut dalam keadaan di kehidupan sehari-hari (Handayani & Koeswanti, 2021).

3. Meningkatkan Kemampuan Bekerja Sama (Kolaborasi)

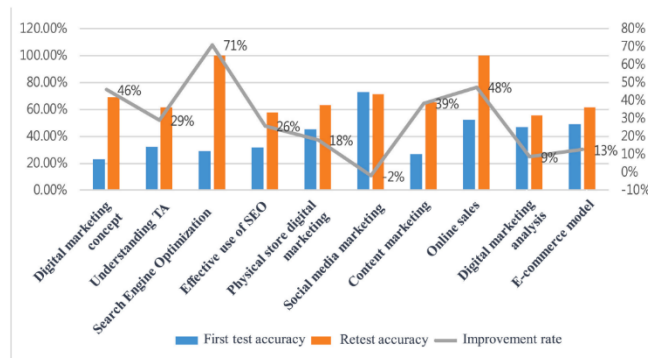
Metode pembelajaran ini mengutamakan proses pembelajaran yang melibatkan kolaborasi atau kerja sama, di mana peserta didik bekerja bersama dalam kelompok untuk menyelesaikan masalah yang diberikan. Ini dapat meningkatkan keterampilan peserta didik dalam bekerjasama dengan orang lain (Darwati & Purana, 2021).

4. Meningkatkan Motivasi Belajar

Metode pembelajaran ini mengajak peserta didik untuk menyelesaikan tantangan yang diberikan, sehingga dapat meningkatkan semangat belajar mereka (Kusumawati et al., 2022).

5. Meningkatkan Kemampuan Mengelola Waktu

Metode pembelajaran *Problem Based Learning* ini mengambil lebih banyak waktu daripada metode pembelajaran lainnya, sehingga membuat peserta didik untuk belajar mengatur waktu mereka dalam memecahkan masalah secara lebih efisien (Happy & Widjajanti, 2014).



Gambar 3. Grafik perbandingan hasil pre test dan post test mata pelajaran yang menggunakan pendekatan pembelajaran PBL dan pembelajaran mandiri after class yang ditugaskan pendidik.

Sumber: Chueh et al (2024)

Pada penelitian (Chueh & Kao, 2024) penerapan pembelajaran dengan metode Problem Based Learning (PBL) yang diawali dengan peserta didik dibentuk dalam beberapa kelompok untuk mencari peristiwa dan berita terkini, kemudian peserta didik diminta untuk membuat studi kasus dalam kehidupan nyata dan terlibat dalam diskusi kelas tentang berbagai topik, memperoleh hasil dari pre dan post setelah pembelajaran yang menunjukkan bahwa peserta didik mengalami kemajuan yang signifikan, dengan peningkatan terbesar terlihat pada diagram yang mencapai angka peningkatan sebesar 71% yang dapat dilihat pada Gambar 2.1. Dengan demikian, hasil belajar peserta didik telah meningkat melalui pembelajaran berbasis masalah dan pendekatan belajar mandiri yang diberikan oleh pendidik setelah kelas atau post test, serta adanya pengakuan yang jelas atas kompetensi di antara teman-teman dalam kelompok yang sama (Chairunnisa, 2017).

Penelitian juga dilakukan oleh (Pimdeet et al., 2024), menerapkan pembelajaran dengan metode *Problem Based Learning* (PBL). Ketika proses pembelajaran peserta didik dilibatkan dalam beberapa fase yaitu seperti mengerjakan masalah yang biasa ditemukan dalam kehidupan sehari-hari yang berhubungan dengan topik yang mereka pelajari sebelumnya. Kemudian peserta didik diminta untuk berdiskusi dalam kelompok kecil untuk menganalisis dan mencari solusi terhadap masalah tersebut. Sedangkan pendidik atau pendidik bertindak sebagai fasilitator yang membimbing peserta didik dan memberikan dukungan apabila diperlukan (Arfandi & Samsudin, 2021). Hasil proses pembelajaran tersebut menunjukkan adanya peningkatan nilai prestasi akademik peserta didik-pendidik dan meningkatnya keterampilan pemecahan masalah yang dapat dilihat pada Gambar 2.2. dibawah ini.

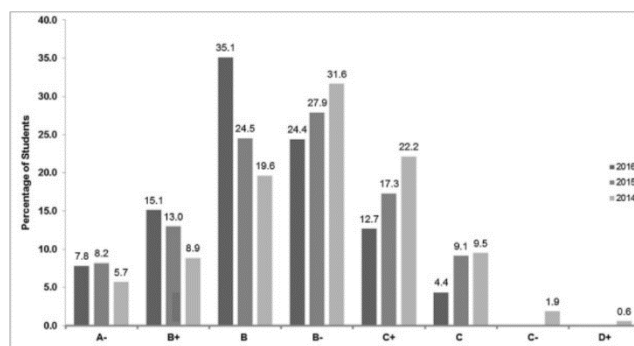
Table 5. Mean and SD of student-teacher achievement and PSS classified by group.

Dependent variables	Full score	Control group (n=31)		The experimental group (n=30)	
		$\bar{x}$	SD	$\bar{x}$	SD
Academic achievement (AA)	100	47.83	11.85	60.14	10.32
Problem-solving skills (PSS)	100	60.42	1.55	68.77	2.05

Gambar 4. Rata-rata dan SD prestasi peserta didik-pendidik dan PSS diklasifikasikan berdasarkan kelompok

Sumber: Pimdee et al (2024)

Selain itu, terdapat pada jurnal penelitian (Hussain et al., 2019) menunjukkan adanya data nilai ujian akhir yang didapatkan oleh peserta didik setelah penerapan metode pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL) menunjukkan hasil yang sangat signifikan. Hasil ujian akhir menunjukkan peningkatan nilai peserta didik, dengan lebih banyak peserta didik yang memperoleh nilai A. Penerapan pembelajaran dengan metode *Problem Based Learning* (PBL) telah berhasil membuat lebih dari 80% peserta didik menyelesaikan tugas yang diberikan dan menyatakan bahwa bekerja dalam kelompok membantu peserta didik memahami subjek dengan lebih baik (Febiani Musyadad et al., 2019).



Gambar 5. Hasil Ujian Akhir Peserta didik Pasca Penerapan PBL

Sumber: Hussain et al (2019)

Pembelajaran PBL apabila dikaitkan dengan teori belajar telah sesuai dengan pemrosesan informasi. Teori pemrosesan informasi yang tercangkup oleh Suyono et al (2020) menyebutkan bahwa cara yang digunakan agar informasi dapat masuk ke memori jangka panjang yaitu dengan memberikan pengalaman terhadap seseorang khususnya peserta didik. Melalui masalah yang dihadapi harapannya memberikan sebuah pengalaman bagi peserta didik sehingga materi yang diperoleh lebih faham. Materi pengetahuan bumi dan antariksa merupakan salah satu bab yang banyak memberikan peluang untuk diselesaikan masalahnya, seperti alasan gerhana bulan dan matahari dapat terjadi. Melalui masalah otentik tersebut diharapkan mampu membangun kerangka berpikir peserta didik dalam menerima informasi.

Dengan demikian, adanya data dari beberapa penelitian menunjukkan bahwa metode *Problem Based Learning* (PBL) secara umum memberikan pandangan yang lebih positif terhadap penggunaan sebagai sesi proses pembelajaran. Metode *Problem Based Learning* (PBL) ini dapat meningkatkan keefektifan dan kerangka berpikir yang kritis serta kontekstual sehingga metode ini dapat diterapkan pada materi Bumi dan Antariksa. Dalam materi bumi dan antariksa sering kali melibatkan konsep yang kompleks dan fenomena yang memerlukan pemahaman mendalam. Sehingga PBL mendorong peserta didik untuk berfikir kritis dan mencari solusi terhadap permasalahan yang nyata, sesuai dengan kebutuhan untuk memahami fenomena alam seperti gempa bumi, perubahan iklim, atau eksplorasi luar angkasa. Selain itu, dalam PBL peserta didik didorong untuk melakukan penelitian sendiri untuk menemukan informasi dan solusi. Materi bumi dan antariksa menyediakan banyak kesempatan untuk riset mandiri, misalnya mempelajari fenomena alam, menganalisis data cuaca, atau memahami teknologi antariksa. Dengan memecahkan masalah yang relevan dengan bumi dan antariksa, peserta didik dapat melihat hubungan langsung antara teori dan aplikasi praktis, sehingga membuat pembelajaran lebih bermakna.

C. Inkuiri

Pembelajaran berbasis inkuiri adalah pendekatan pembelajaran yang mengedepankan pertanyaan dan penyelidikan, mendorong penemuan dan penciptaan pengetahuan (Gomez & Suárez, 2020). Peneliti sebelumnya telah mengidentifikasi empat tingkatan inkuiri yaitu konfirmasi, terstruktur, terbimbing, dan terbuka (Srisawasdi & Panjaburee, 2019). Setiap pada tingkat inkuiri tersebut ditandai oleh seberapa jauh peserta didik diberikan panduan dalam pertanyaan, prosedur, dan solusi sebelum atau selama pembelajaran. Tingkat inkuiri yang lebih tinggi biasanya melibatkan pemikiran dan penalaran secara ilmiah secara spesifik. Pembelajaran inkuiri telah banyak dilakukan dalam pendidikan sains selama beberapa tahun terakhir karena perannya dalam meningkatkan pemahaman peserta didik terhadap konsep sains (Suárez et al., 2018). Perkembangan baru-baru ini pembelajaran inkuiri bisa dilakukan dengan menggunakan teknologi seluler. Dimana telah ditemukan bahwa teknologi mengarah pada popularitas yang meningkat aplikasi pendidikan di seluruh dunia. Hal ini membuka peluang baru dalam model pembelajaran sains, terutama dalam bidang bumi, antariksa, dan planet-planet di alam semesta. Tenaga pendidik bidang sains semakin tertarik pada penggunaan aplikasi seluler ini untuk mendukung pembelajaran dalam berbagai konteks terutama dalam bidang bumi dan antariksa. Hal ini disebabkan bumi dan antariksa semakin berkembang di masa depan (Kearney et al., 2020). Namun, banyak proyek pengembangan aplikasi seluler masih hanya fokus pada fitur fungsional daripada mempertimbangkan landasan teoretis atau pendekatan pedagogis dalam desainnya di bidang pendidikan.

Oleh karena itu, diperlukan kemampuan pemahaman yang lebih dalam tentang sistem pedagogi dan epistemologis yang mendasari desain aplikasi seluler pendidikan sains, terutama dalam bidang materi bumi, antariksa, dan planet-planet

di alam semesta. Meskipun beberapa penelitian telah mengeksplorasi hubungan antara fitur aplikasi dan kemampuan pedagogis yang didukungnya, hubungan antara fitur aplikasi dan aspek pendidikan tertentu seperti inkuiri masih perlu lebih dipahami. Dalam konteks penelitian ini, aspek pendidikan merujuk pada cara pendidik dan peserta didik melaksanakan kegiatan yang mendukung pembelajaran, khususnya dalam konteks inkuiri. Keterjangkauan pedagogis aplikasi seluler mencakup sejauh mana fitur-fitur dan karakteristik aplikasi mendukung pendekatan pengajaran tertentu (Liu et al., 2021).

Tabel 1. Aspek pendidikan dari pedagogi berbasis inkuiri dibahas dalam ulasan pengguna untuk

aplikasi seluler yang dipilih dalam penelitian ini

Aplikasi seluler	Simulasi PhET	Penampil Bumi	Jalan Tenaga Surya	Jumlah ulasan	Persentase (jumlah ulasan/total ulasan)
Jumlah total ulasan	70	98	8638		
Aspek pendidikan					
Motivasi	8	15	625	648	7,36%
Konseptualisasi	1	1	76	78	0,89%
Eksplorasi	5	10	226	241	2,74%
Kesimpulan	6	6	185	197	2,24%

Sumber: Liu et al (2021)

Dalam Penelitian data tersebut, analisis konten dan tema dilakukan untuk mengeksplorasi aktivitas pengguna pada aplikasi, khususnya dalam konteks pendidikan bumi dan antariksa. Penelitian ini mengidentifikasi beberapa topik penting seperti motivasi, konseptualisasi, eksplorasi, dan kesimpulan, yang sesuai dengan tahapan inkuiri. Misalnya, motivasi mencakup penggunaan aplikasi untuk membangkitkan minat dalam pembelajaran sains tentang planet, bintang, dan fenomena alam semesta. Konseptualisasi merujuk pada upaya pengguna dalam merumuskan pertanyaan ilmiah dengan menggunakan aplikasi seluler sebagai alat. Eksplorasi melibatkan proses pengumpulan dan interpretasi data mengenai bumi dan antariksa melalui aplikasi tersebut, sedangkan kesimpulan berisi tentang pencapaian jawaban yang didukung oleh bukti dari aplikasi seluler. Ulasan pengguna menegaskan bahwa aplikasi tersebut secara efektif memperkuat minat, mendorong pengguna untuk mengajukan pertanyaan, mengeksplorasi informasi tentang alam semesta, dan mencapai pemahaman yang lebih baik tentang sains (Liu et al., 2021).

Sehingga metode pembelajaran berbasis inkuiri (IBL) secara efektif dapat meningkatkan kerangka berpikir peserta didik dalam materi pengetahuan bumi dan antariksa berdasarkan pernyataan bahwa metode inkuiri mengedepankan pertanyaan dan penyelidikan, mendorong peserta didik untuk menemukan dan menciptakan pengetahuan secara mandiri (Gomez & Suárez, 2020). Hal tersebut dapat membantu peserta didik dalam mengembangkan berpikir kritis dan analitis. Didalam metode pembelajaran inkuiri ada empat tingkatan yaitu konfirmasi, terstruktur, terbimbing, dan terbuka (Srisawasdi & Panjaburee, 2019). Setiap tingkat memberikan berbagai tingkat panduan, yang memungkinkan peserta didik untuk secara bertahap mengembangkan kemampuan berpikir ilmiah yang lebih dalam, terutama pada tingkat inkuiri yang lebih tinggi yang memerlukan pemikiran dan penalaran ilmiah spesifik. Metode inkuiri telah terbukti meningkatkan pemahaman peserta didik terhadap konsep sains (Suárez et al., 2018). Dalam konteks pembelajaran bumi dan

antariksa, pemahaman yang mendalam ini sangat penting karena materi ini sering kali memerlukan pemahaman konseptual yang kompleks. Metode pembelajaran inkuiri apabila dihubungkan dengan teori belajar konstruktivis oleh Suyono et al (2020) sesuai karena metode ini memosisikan pendidik sebagai tangga agar peserta didik lebih aktif.

Perkembangan teknologi seluler memungkinkan metode inkuiri diterapkan melalui aplikasi pendidikan, yang semakin populer di seluruh dunia. Aplikasi seluler ini memberikan peluang baru dalam model pembelajaran sains, terutama dalam bidang bumi dan antariksa (Kearney et al., 2020). Aplikasi ini dapat mendukung berbagai aktivitas inkuiri seperti motivasi, konseptualisasi, eksplorasi, dan kesimpulan. Aplikasi seluler yang didesain dengan mempertimbangkan landasan teoretis dan pedagogis dapat mendukung kegiatan pembelajaran inkuiri secara efektif. Keterjangkauan pedagogis aplikasi seluler ini mencakup sejauh mana fitur-fitur dan karakteristik aplikasi mendukung pendekatan pengajaran tertentu, termasuk metode inkuiri (Liu et al., 2021).

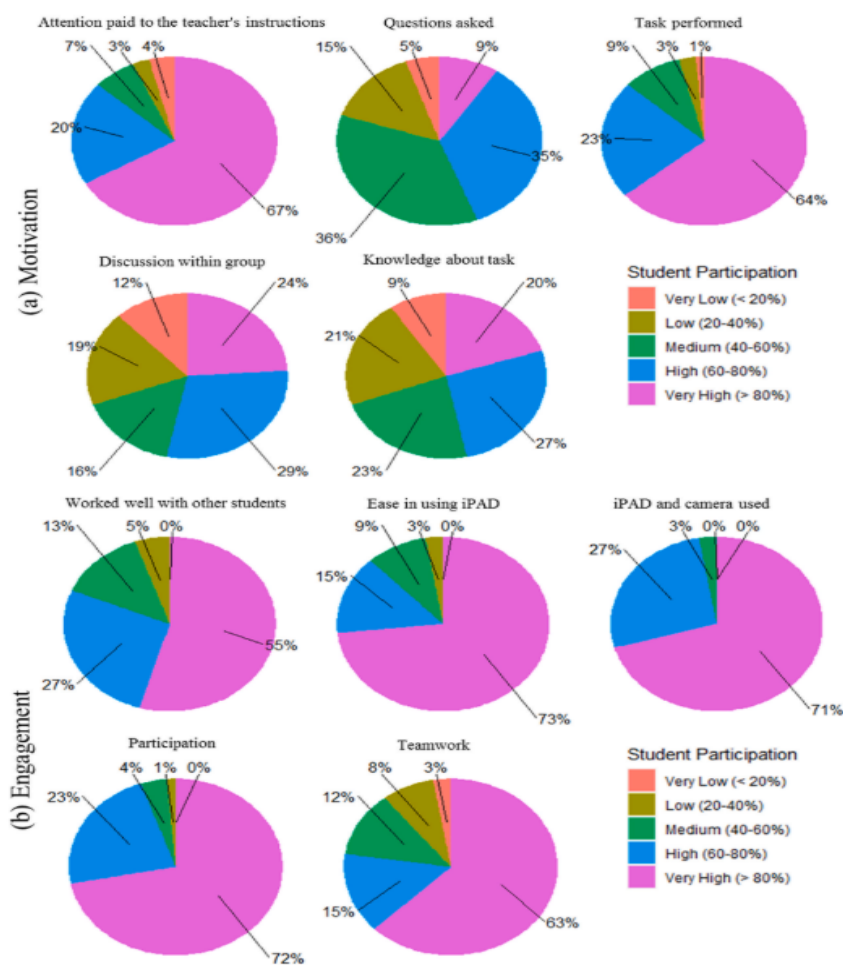
Penelitian tersebut juga menganalisis konten dan tema aplikasi seluler dalam konteks pendidikan bumi dan antariksa menunjukkan bahwa aplikasi tersebut dapat secara efektif memotivasi pengguna, membantu mereka merumuskan pertanyaan ilmiah, mengumpulkan dan menginterpretasikan data, serta mencapai kesimpulan yang didukung oleh bukti dari aplikasi. Ulasan pengguna menegaskan bahwa aplikasi tersebut memperkuat minat, mendorong pengajuan pertanyaan, eksplorasi informasi, dan pemahaman yang lebih baik tentang sains (Liu et al., 2021). Dengan demikian, metode pembelajaran berbasis inkuiri yang diterapkan melalui aplikasi seluler menunjukkan efektivitas yang signifikan dalam meningkatkan kerangka berpikir peserta didik dalam materi pengetahuan bumi dan antariksa. Aplikasi ini tidak hanya memfasilitasi dalam proses pembelajaran yang lebih efisien dan bermakna, tetapi juga mendorong peserta didik untuk mengembangkan keterampilan berfikir ilmiah yang kritis dan analitis dengan bantuan teknologi. Sehingga penelitian ini menafsirkan bahwa metode pembelajaran inkuiri ini jika dilakukan dalam waktu jangka panjang dapat meningkatkan kerangka berfikir peserta didik.

D. Empiris STEAM

Ada banyak contoh program pendidikan yang dirancang untuk meningkatkan pembelajaran sains di sekolah. Sebagai contoh, mengintegrasikan pembelajaran sains, dengan menggunakan empiris STEM yang memungkinkan peserta didik terlibat dalam diskusi kritis tentang peran sains dan seni dalam masyarakat. Pembelajaran berbasis empiris STEAM merupakan metode yang menekankan hubungan antara pengetahuan dan keterampilan dalam bidang sains, teknologi, rekayasa, seni, dan matematika (STEAM) untuk mengatasi berbagai masalah. Dengan inklusi sains, diharapkan melalui pendekatan STEAM ini, peserta didik terlatih untuk menyelesaikan masalah secara kreatif. Tujuan dari pembelajaran berbasis STEAM ini adalah untuk meningkatkan pemahaman dan pengetahuan peserta didik tentang sains, teknologi, rekayasa, seni, dan matematika sehingga pemahaman ini dapat diterapkan dalam penyelesaian masalah dan pengambilan keputusan untuk kemajuan manusia. Pentingnya menerapkan pembelajaran berbasis STEAM dalam

proses pengajaran disebabkan oleh beberapa keuntungan, termasuk mempersiapkan generasi masa depan untuk menghadapi tantangan zaman, membantu menghasilkan inovasi dalam kehidupan, meningkatkan minat peserta didik terhadap profesi di bidang STEAM, menyesuaikan pembelajaran dengan kehidupan sehari-hari, membantu peserta didik secara aktif membangun konsep diri, dan meningkatkan pemahaman peserta didik tentang STEAM. Pembelajaran berbasis STEAM juga terkait dengan kebutuhan pengembangan keterampilan abad ke-21 bagi peserta didik, seperti berfikir kritis, kreativitas, kolaborasi dan komunikasi. Sejalan dengan hal tersebut, pendekatan STEAM juga menuntut peserta didik untuk mengidentifikasi masalah, menciptakan solusi untuk masalah tersebut, berkolaborasi dengan teman sekelas dalam menyelesaikan masalah, dan berkomunikasi secara efektif serta merespon ide dari orang lain.

Penerapan empiris pembelajaran STEAM, peserta didik didorong untuk menemukan pendekatan sistematis dan berulang dalam merancang objek, proses, dan sistem untuk memenuhi kebutuhan dan keinginan manusia (rekayasa). Unsur rekayasa dalam pendekatan STEAM dapat dimulai dari sebuah masalah, kebutuhan, atau keinginan dengan kriteria yang sudah ditetapkan, yang kemudian diuji untuk mengidentifikasi kendala atau batasan. Aktivitas pengembangan inovasi tersebut dapat dilakukan di dalam kelas dengan mengadopsi serangkaian proses yang digunakan oleh insinyur untuk menciptakan produk atau teknologi tertentu agar sesuai dengan kriteria yang telah ditetapkan. Penelitian tentang metode STEAM bertujuan untuk meningkatkan kesadaran dan pengetahuan peserta didik terkait dengan perubahan iklim, pemanasan global, dan pendinginan planet Bumi. Tingkat keterlibatan peserta didik dalam lingkungan pendidikan mempengaruhi pembelajaran mereka selama mengajar di kelas. Misalnya, dengan mewawancarai dan mengamati 88 peserta didik dan 10 pendidik, meneliti dampak sumber daya digital (game, modul pembelajaran berbasis web, dan video) terhadap motivasi peserta didik untuk belajar matematika. Mereka menemukan bahwa paparan peserta didik terhadap sumber daya digital tersebut dapat memotivasi mereka untuk belajar matematika. Namun, mereka tidak mengukur dampak peningkatan motivasi peserta didik terhadap pembelajaran mereka.



Gambar 6. Diagram lingkaran menunjukkan (a) tingkat motivasi, dan (b) tingkat keterlibatan peserta didik dalam subkelompok berbeda di seluruh sekolah.

Sumber: Kumar et al (2023)

Tingkat keterlibatan peserta didik dalam lingkungan pendidikan mempengaruhi pembelajaran mereka selama mengajar di kelas. Misalnya dengan mewawancarai dan mengamati 88 peserta didik dan 10 pendidiknya, belajar dampak sumber daya digital (permainan, modul pembelajaran berbasis web dan video) terhadap motivasi belajar matematika peserta didik. Mereka menemukan bahwa paparan peserta didik terhadap sumber daya digital tersebut mampu memotivasi peserta didik dalam belajar matematika. Didalam tabel 2 pada gambar diagram 2a menggambarkan persentase yang didistribusikan oleh peserta didik dalam tanggapan keseluruhan untuk tingkat motivasi dan keterlibatan di seluruh sekolah. Sebanyak 79 peserta didik yang berpartisipasi dibagi menjadi 75 subkelompok (3–6 kelompok peserta didik di setiap sesi) selama total 20 sesi di empat sekolah. Saat mengamati tingkat motivasi, dicatat bahwa lebih dari 94% dari subkelompok peserta didik (70 subkelompok peserta didik) menunjukkan motivasi positif dalam memperhatikan instruksi pendidik dan menyelesaikan tugas yang diberikan, diikuti dengan pertanyaan yang diajukan (60 subkelompok peserta didik), pemahaman tugas (52 subkelompok peserta didik), dan diskusi (52 subkelompok peserta didik) dalam sebagian besar sesi. Dengan demikian, data observasi ini menunjukkan bahwa tingkat

motivasi selama sesi yang berbeda umumnya positif. Observasi kualitatif pendukung lebih lanjut dilakukan oleh kepala sekolah. Namun, dalam berbagai kesempatan, sejumlah kecil peserta didik juga terlihat mendiskusikan pengalaman mereka dalam kelompok mereka (23 subkelompok peserta didik) selama sesi. Alasan di balik rendahnya jumlah diskusi peserta didik mengenai perbedaan sifat termal benda yang berbeda selama sesi mungkin disebabkan oleh durasi singkat setiap sesi atau keterlibatan peserta didik dalam memvisualisasikan objek yang berbeda, sehingga menyisakan waktu yang lebih sedikit untuk berdiskusi. Misalnya, beberapa peserta didik menjadi terlalu bersemangat dan, dalam beberapa kasus, mencoba berlari menuju objek yang bergerak atau yang memiliki suhu tinggi seperti bus dan mobil yang bergerak, radiator di dalam ruangan, dan benda logam di bawah sinar matahari, yang memerlukan intervensi segera dari pendidik. Selain itu, pada tabel 2 gambar 2b menunjukkan bahwa di lebih dari 67 subkelompok peserta didik (89%), sebagian besar peserta didik dapat bekerja sama dengan baik, menggunakan kamera termal, berpartisipasi dalam tugas, dan merasa nyaman menggunakan kamera termal. Oleh karena itu, subkelompok peserta didik ditemukan terlibat secara positif dalam tugas sepanjang sesi. Sentimen serupa juga disampaikan oleh kepala dalam keterlibatan positif ini mungkin disebabkan oleh keterlibatan perilaku (partisipasi fisik), keterlibatan kognitif (kesediaan untuk mengerahkan upaya), dan keterlibatan emosional (aktivasi perasaan peserta didik dan pengaruh positif dan negatif di sekitarnya). Sebagian besar peserta didik yang berpartisipasi dalam sesi belum pernah menggunakan kamera termal untuk memvisualisasikan perbedaan suhu antar objek sebelumnya, namun mereka semua merasa mudah menggunakannya dan mampu menyelesaikan tugas untuk setiap sesi (Kumar et al., 2023).

Pendekatan pembelajaran STEAM di dalam bidang mata pelajaran Bumi, Tata Surya, dan Alam Semesta, integrasi ini memberikan peluang bagi peserta didik untuk menyelami dan mendapatkan pemahaman yang lebih dalam tentang konsep-konsep ilmiah, seperti gravitasi, gerak planet, atau fenomena alam lainnya. Mereka melakukannya dengan memanfaatkan dasar-dasar matematika sebagai fondasi, menggunakan teknologi untuk pengamatan dan eksperimen yang lebih canggih, dan mengekspresikan pemahaman mereka melalui karya seni yang kreatif. Dengan pendekatan ini, peserta didik tidak hanya diberikan pemahaman yang lebih komprehensif tentang fenomena alam dan prinsip-prinsip ilmiah yang mendasarinya, tetapi juga didorong untuk mengembangkan keterampilan mereka dalam berbagai bidang. Mereka belajar untuk melihat hubungan antara berbagai disiplin ilmu, bagaimana sains dan matematika digunakan dalam teknologi, atau bagaimana seni dapat menggambarkan prinsip-prinsip fisika atau astronomi. Selain itu, integrasi ini memungkinkan peserta didik untuk melihat keterkaitan antara berbagai aspek pengetahuan, memperluas wawasan mereka tentang kompleksitas alam semesta, dan merangsang rasa ingin tahu dan kreativitas mereka.

Pendekatan pembelajaran berbasis STEAM juga mendorong peserta didik untuk memecahkan masalah ketika diterapkan dalam pembelajaran Bumi, Tata Surya, dan Alam Semesta, peserta didik dihadapkan pada tantangan untuk menemukan solusi inovatif terhadap masalah-masalah kompleks. Sebagai contoh, mereka mungkin

diminta untuk mengembangkan model tata surya yang lebih akurat atau merancang eksperimen yang dapat membantu memahami berbagai kejadian fenomena alam yang terjadi disekitar kita. Pembelajaran STEAM tidak hanya memupuk keterampilan pemecahan masalah, tetapi juga memberikan peluang bagi peserta didik untuk mengembangkan imajinasi dan kreativitas mereka dalam menjelajahi dunia sains dan alam semesta. Pendekatan STEAM menjadi landasan untuk penyampaian pembelajaran yang relevan dan kontekstual. Dengan menggunakan pendekatan empiris STEAM ini, kegiatan proses pembelajaran dapat disusun sedemikian rupa sehingga peserta didik dapat menghubungkan konsep-konsep akademis dengan keadaan yang mereka alami dalam kehidupan sehari-hari. Dalam konteks mata pelajaran Bumi, Tata Surya, dan Alam Semesta, pendekatan STEAM memungkinkan peserta didik untuk memperoleh pemahaman yang lebih mendalam tentang fenomena alam yang mereka temui langsung di lingkungan sekitar mereka. Misalnya, peserta didik dapat mempelajari konsep gerhana bulan dengan mengamati fenomena tersebut secara langsung saat terjadi. Melalui pengamatan ini, mereka dapat memahami mekanisme dan proses yang terlibat dalam terjadinya gerhana bulan, serta mengaitkannya dengan prinsip-prinsip sains seperti pergerakan benda langit dan interaksi antara Bumi, Matahari, dan Bulan.

Selain itu, peserta didik juga dapat memanfaatkan konsep matematika seperti geometri untuk memprediksi pola gerhana bulan yang akan terjadi di masa mendatang. Selain gerhana bulan, peserta didik juga dapat belajar tentang perubahan musim dan bagaimana fenomena ini terkait dengan prinsip-prinsip sains dan matematika. Dengan mengamati perubahan cuaca, pertumbuhan tumbuhan, dan perilaku hewan selama berbagai musim, peserta didik dapat memahami konsep-konsep seperti rotasi bumi, kemiringan sumbu bumi, dan perubahan panjang hari. Mereka juga dapat menggunakan konsep matematika seperti grafik dan statistik untuk menganalisis data cuaca dan memprediksi pola musiman di masa mendatang.

Metode pembelajaran STEAM tidak hanya mendidik tentang konsep-konsep akademis, melainkan juga membantu peserta didik dalam mengembangkan peserta didik keterampilan abad ke-21 seperti berpikir kritis, kreativitas, kolaborasi, dan komunikasi. Dalam mata pelajaran Bumi, Tata Surya, dan Alam Semesta, peserta didik dituntut untuk mengasah keterampilan tersebut dalam menganalisis data observasi dengan cermat, berpartisipasi aktif dalam diskusi kelompok untuk memahami konsep-konsep yang kompleks, serta menyampaikan hasil penelitian mereka secara lugas dan terstruktur. Perkembangan keterampilan berpikir kritis memungkinkan peserta didik untuk mengevaluasi informasi dengan cerdas, memahami implikasi dari temuan-temuan mereka, dan menyusun argumentasi yang meyakinkan. Kreativitas diperlukan dalam menemukan solusi baru untuk masalah-masalah yang kompleks, baik melalui penemuan pendekatan baru dalam eksperimen maupun pengembangan ide-ide inovatif dalam merancang proyek-proyek. Kemampuan berkolaborasi menjadi penting karena memungkinkan peserta didik untuk belajar dari satu sama lain, membangun pemahaman yang lebih mendalam melalui diskusi dan kerja tim, serta menghargai kontribusi dari berbagai perspektif. Sementara itu, kemahiran berkomunikasi menjadi faktor untuk mengungkapkan

pemikiran dan temuan dengan jelas dan persuasif, baik dalam bentuk lisan maupun tulisan, sehingga informasi dapat disampaikan dan dipahami oleh orang lain. Dengan demikian, melalui metode pembelajaran STEAM, peserta didik tidak hanya memperoleh pengetahuan tentang dunia alam, tetapi juga keterampilan yang diperlukan untuk berhasil dalam masyarakat yang semakin kompleks dan terhubung secara global.

Dengan memperkenalkan peserta didik pada pendekatan interdisipliner dalam memahami fenomena alam, metode pembelajaran STEAM membantu peserta didik untuk memahami kompleksitas di dunia nyata. Hal ini dapat membuka peluang bagi minat peserta didik dalam berbagai karier ilmiah, teknis, atau artistik yang terkait erat dengan bidang Bumi, Tata Surya, dan Alam Semesta. Selain itu, metode ini juga mempersiapkan mereka untuk terlibat secara aktif dalam permasalahan isu-isu global yang kompleks, seperti perubahan iklim atau eksplorasi luar angkasa. Dengan mempertimbangkan semua hal tersebut, penggunaan metode pembelajaran STEAM dalam mata pelajaran Bumi, Tata Surya, dan Alam Semesta tidak hanya meningkatkan pengalaman belajar peserta didik, melainkan juga membantu mereka mengembangkan pemahaman yang lebih dalam tentang dunia di sekitar mereka. Hal ini merupakan persiapan yang penting bagi mereka dalam menghadapi masa depan yang penuh dengan tantangan dan kompleksitas.

Berdasarkan penelitian tersebut bahwa metode pembelajaran empiris STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts, dan Mathematics*) terbukti efektif dan mampu meningkatkan kerangka berpikir peserta didik dalam materi pengetahuan bumi dan antariksa. Pendekatan STEAM mengintegrasikan berbagai disiplin ilmu, termasuk sains, teknologi, rekayasa, seni, dan matematika, yang memungkinkan peserta didik untuk memperoleh pemahaman yang lebih dalam tentang konsep-konsep ilmiah dalam materi pengetahuan bumi dan antariksa. Metode pembelajaran STEAM tidak hanya mengajarkan konsep akademis, tetapi juga membantu peserta didik mengembangkan keterampilan abad ke-21 seperti berfikir kritis, kreativitas, kolaborasi, dan komunikasi. Keterampilan-keterampilan ini penting dalam memperdalam kemampuan pemahaman peserta didik tentang materi pengetahuan bumi dan antariksa serta dalam menyelesaikan masalah-masalah kompleks yang terkait. Pendekatan STEAM mendorong peserta didik untuk menghadapi masalah dengan menggunakan kreativitas sebagai fondasi utama. Dalam bidang materi pengetahuan bumi dan antariksa, peserta didik dihadapkan pada tantangan untuk menemukan solusi inovatif terhadap masalah-masalah kompleks, seperti merancang model tata surya yang lebih akurat atau mengembangkan eksperimen untuk memahami fenomena alam.

Metode pembelajaran STEAM mendorong keterlibatan partisipasi aktif peserta didik dalam proses pembelajaran. Peserta didik tidak hanya diberi pemahaman yang lebih komprehensif tentang fenomena alam, tetapi juga didorong untuk memperoleh pengalaman langsung melalui pengamatan, eksperimen, dan proyek-proyek kreatif. Pendekatan STEAM membantu peserta didik untuk mempersiapkan diri dalam menghadapi tantangan dimasa depan yang kompleks, termasuk permasalahan isu-isu global seperti perubahan iklim dan pengetahuan luar angkasa. Melalui

pembelajaran STEAM, peserta didik dibekali dengan pengetahuan dan keterampilan yang dibutuhkan untuk terlibat dalam solusi-solusi inovatif dan untuk berkontribusi dalam pemecahan masalah yang relevan dengan bidang bumi dan antariksa di masa yang sekarang dan masa depan. Aplikasi metode STEAM apabila dikaitkan dengan teori belajar pemrosesan informasi melalui Suyono (2020) menunjukkan bahwa STEM termuat dua aspek sekaligus yaitu sematik dan prosedural. Sematik artinya adanya multidisiplin ilmu sehingga memerlukan fakta dan produk sains yang lebih kompleks. Prosedural artinya terdapat alur cara melakukan sesuatu sehingga peserta didik memiliki kreativitas yang tinggi dalam membangun kerangka berpikir. Dengan demikian, metode pembelajaran STEAM efektif dalam meningkatkan pemahaman peserta didik tentang materi pengetahuan bumi dan antariksa serta dalam mengembangkan kemampuan dan keterampilan yang relevan untuk menghadapi tantangan di masa depan. Sehingga penelitian ini menafsirkan bahwa metode pembelajaran empiris STEAM dapat dilakukan dalam waktu jangka panjang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada pembimbing kami yaitu Ibu Tutut Nurita, yang telah memberikan arahan dalam penyusunan artikel ini. Selain itu, kepada kelompok delapan yang telah meluangkan waktunya dalam menyusun, kontribusi pikiran, dan waktu diucapkan terimakasih. Terakhir, kepada instansi Universitas Negeri Surabaya terima kasih telah memberikan keterbukaan pandangan melalui tugas pembuatan artikel review ini.

SIMPULAN

Metode pembelajaran menjadi faktor utama untuk meningkatkan kualitas pendidikan di Indonesia. Metode-metode yang dijelaskan dalam informasi tersebut secara keseluruhan sesuai dengan teori pembelajaran yang sudah ada. Pertama, pembelajaran berbasis website memberikan akses terhadap informasi bermakna, sesuai dengan teori pemrosesan informasi yang menekankan pentingnya pemahaman makna dari informasi yang diproses. Metode ini juga mengintegrasikan teknologi secara kreatif, sesuai dengan teori konstruktivis yang menekankan peran aktif peserta didik dalam membangun pengetahuan. Kedua, metode PBL (*Problem Based Learning*) memberikan pengalaman belajar yang mendalam dan mendorong peserta didik untuk memecahkan masalah, sesuai dengan teori konstruktivis yang menekankan pembelajaran melalui pengalaman langsung dan konstruksi pengetahuan oleh peserta didik. Ketiga, pendekatan inkuiri dalam pembelajaran menekankan pada pertanyaan dan penyelidikan, sesuai dengan teori belajar konstruktivis yang menempatkan peserta didik sebagai pembangun pengetahuan mereka sendiri melalui kegiatan eksplorasi dan penemuan. Terakhir, pendekatan pembelajaran berbasis empiris STEAM mengintegrasikan berbagai disiplin ilmu dan mendorong keterlibatan aktif peserta didik dalam pembelajaran, sesuai dengan teori belajar konstruktivis yang menekankan pembelajaran yang berpusat pada peserta didik dan pengembangan kemampuan keterampilan abad ke-21 seperti berfikir kritis, kreativitas, dan kolaborasi. Dengan demikian secara keseluruhan, keempat metode pembelajaran ini sesuai dengan teori pemrosesan informasi karena mereka

mengintegrasikan pengolahan informasi yang bermakna dengan pengalaman belajar yang aktif dan interaktif. Metode tersebut juga sesuai dengan teori belajar konstruktivis dengan mendorong peserta didik untuk membangun pengetahuan dan pemahaman mereka sendiri melalui pengalaman belajar yang terlibat dan berarti. Dengan menerapkan metode pembelajaran ini secara efektif dapat meningkatkan kerangka berfikir peserta didik serta kualitas pendidikan di Indonesia, khususnya dalam bidang sains pembelajaran materi Pengetahuan Bumi dan Antariksa, serta membentuk peserta didik yang terbuka terhadap isu-isu permasalahan sains dan memiliki keterampilan relevan untuk menghadapi tantangan di masa depan.

DAFTAR PUSTAKA

- Bano, M., Zowghi, D., & Kearney, M. (2017, July). Feature based sentiment analysis for evaluating the mobile pedagogical affordances of apps. *Proceedings of IFIP world conference on computers in education*. Dublin, Ireland.
- Agirachman, F. A., & Zr, D. L. (2023). Metode Peninjauan Desain Berbasis Affordance Dengan Virtual Reality Untuk Peningkatan Kualitas Desain. September. <https://doi.org/10.31848/arcade.v7i3.3161>
- Akbar, A., & Noviani, N. (2019). Tantangan dan Solusi dalam Perkembangan Teknologi Pendidikan di Indonesia. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Program Pascasarjana Universitas PGRI Palembang*, 2(1), 18–25.
- Arfandi, A., & Samsudin, M. A. (2021). Peran Guru Profesional Sebagai Fasilitator Dan Komunikator Dalam Kegiatan Belajar Mengajar. *Edupeedia: Jurnal Studi Pendidikan Dan Pedagogi Islam*, 5(2), 37–45. <https://doi.org/10.35316/edupedia.v5i2.1200>
- Buldur, S., Bursal, M., Yalcin Erik, N., & Yucel, E. (2020). The impact of an outdoor education project on middle school students' perceptions and awareness of the renewable energy. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 134, 110364. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.110364>
- Chairunnisa, H. (2017). Pengaruh Pembelajaran Menggunakan Blog Melalui Model Problem Based Learning Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik Pada Konsep Fungi. *Repository.Uinjkt.Ac.Id*. <http://repository.uinjkt.ac.id/dspace/handle/123456789/36341>
- Chueh, H. E., & Kao, C. Y. (2024). Exploring the impact of integrating problem based learning and agile in the classroom on enhancing professional competence. *Heliyon*, 10(3), e24887. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e24887>
- Conrad, M., Kablitz, D., & Schumann, S. (2024). Learning effectiveness of immersive virtual reality in education and training: A systematic review of findings. *Computers & Education: X Reality*, 4(January), 100053. <https://doi.org/10.1016/j.cexr.2024.100053>
- Damayanti, F., Vivien, H., Situmorang, M., Trianung, T., Management, E., & Vivien Management, H. (2023). The problem of education in Indonesia is the independent curriculum the solution. *Scholar : Educational Scientific Journal Media*, 13(5), 917–924.

- Darwati, I. M., & Purana, I. M. (2021). Problem Based Learning (PBL): Suatu Model Pembelajaran Untuk Mengembangkan Cara Berpikir Kritis Peserta Didik. *Widya Accarya*, 12(1), 61–69. <https://doi.org/10.46650/wa.12.1.1056.61-69>
- Effendi, D., & Wahidy, D. A. (2019). Pemanfaatan Teknologi Dalam Proses Pembelajaran Menuju Pembelajaran Abad 21. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Program Pascasarjana Universitas Pgri Palembang*, 125–129.
- Farcas, L. C., Caltun, I., & Caltun, O. F. (2019). Interdisciplinary science concept maps to orient middle secondary school students learning outcomes. *Journal of Physics: Conference Series*, 1286(1), 12004. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1286/1/012004>
- Farhani, N. A., Rusmawan, R., & Suyatini, M. M. (2022). Peningkatan Motivasi Membaca dan Menulis Menggunakan Model Pembelajaran Problem Based Learning (PBL). *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 4(4), 6168–6176. <https://doi.org/10.31004/edukatif.v4i4.3244>
- Febiani Musyadad, V., Supriatna, A., & Mulyati Parsa, S. (2019). Penerapan Model Pembelajaran Problem Based Learning Dalam Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Pada Pelajaran Ipa Pada Konsep Perubahan Lingkungan Fisik Dan Pengaruhnya Terhadap Daratan. *Jurnal Tahsinia*, 1(1), 1–13. <https://doi.org/10.57171/jt.v1i1.13>
- Fernandes, S. R. G. (2014). Preparing Graduates for Professional Practice: Findings from a Case Study of Project-based Learning (PBL). *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 139, 219–226. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.08.064>
- Fudlah, T. N., Pertiwi, N. ayu sekar, & Husna, A. L. (2023). Uji Validitas Media Pembelajaran Interaktif Microsoft Powerpoint Untuk Pembelajaran Fisika Materi Hukum Newton. *Seminar Nasional Pendidikan Ipa Dan Matematika 2023 Universitas Negeri Malang Sabtu, 8 Juli 2023*, 215–223.
- Grindsted, T. S. (2018). Regional planning, sustainability goals and the mitch-match between educational practice and climate, energy and business plans. *Journal of Cleaner Production*, 171, 1681–1690. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.09.197>
- Handayani, A., & Koeswanti, H. D. (2021). Meta-Analisis Model Pembelajaran Problem Based Learning (PBL) Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif. *Jurnal Basicedu*, 5(3), 1349–1355. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v5i3.924>
- Happy, N., & Widjajanti, D. B. (2014). Keefektifan Pbl Ditinjau Dari Kemampuan Berpikir Kritis Dan Kreatif Matematis, Serta Self-Esteem Siswa Smp. *Jurnal Riset Pendidikan Matematika*, 1(1), 48. <https://doi.org/10.21831/jrpm.v1i1.2663>
- Hendrawati, R., Ismanto, B., & Iriani, A. (2021). Pengembangan Website Bimbingan Belajar di Sekolah Dasar. *Jurnal Basicedu*, 5(3), 1401–1408. <https://jbasic.org/index.php/basicedu/article/view/931>
- Hidajat, F. A. (2023). A comparison between problem-based conventional learning and creative problem-based learning on self-regulation skills: Experimental study. *Heliyon*, 9(9), e19512. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e19512>
- Huai, P., Li, Y., Wang, X., Zhang, L., Liu, N., & Yang, H. (2024). The effectiveness of virtual reality technology in student nurse education: A systematic review and

- meta-analysis. *Nurse Education Today*, 138(April), 106189. <https://doi.org/10.1016/j.nedt.2024.106189>
- Hussain, M., Sahudin, S., Abu Samah, N. H., & Anuar, N. K. (2019). Students perception of an industry based approach problem based learning (PBL) and their performance in drug delivery courses. *Saudi Pharmaceutical Journal*, 27(2), 274–282. <https://doi.org/10.1016/j.jsps.2018.11.009>
- Indrayana, I. G. N. A. (2022). Penggunaan Langkah Langkah Model Pembelajaran Problem Based Learning Untuk Meningkatkan Prestasi Belajar Matematika Siswa Kelas Xi Ipa 2 Semester 1 Sma Negeri 8 Denpasar Tahun Pelajaran 2018/2019. *Widyadari*, 23(1), 48–58. <https://doi.org/10.5281/zenodo.6390907>
- Ismail, N. S., Harun, J., Zakaria, M. A. Z. M., & Salleh, S. M. (2018). The effect of Mobile problem-based learning application DicScience PBL on students' critical thinking. *Thinking Skills and Creativity*, 28, 177–195. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.tsc.2018.04.002>
- Kemendikbud. (2018). laporan hasil Ujian Nasional.
- Kumar, P., Sahani, J., Rawat, N., Debele, S., Tiwari, A., Mendes Emygdio, A. P., Abhijith, K. V., Kukadia, V., Holmes, K., & Pfautsch, S. (2023). Using empirical science education in schools to improve climate change literacy. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 178(May 2022), 113232. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2023.113232>
- Kusumawati, I. T., Soebagyo, J., & Nuriadin, I. (2022). Studi Kepustakaan Kemampuan Berpikir Kritis Dengan Penerapan Model PBL Pada Pendekatan Teori Konstruktivisme. *JURNAL MathEdu*, 5(1), 13–18.
- Kuswanto, J., & Radiansah, F. (2018). Media Pembelajaran Berbasis Android Pada Mata Pelajaran Sistem Operasi Jaringan Kelas XI. *Jurnal Media Infotama*, 14(1). <https://doi.org/10.37676/jmi.v14i1.467>
- Liu, C., Bano, M., Zowghi, D., & Kearney, M. (2021). Analysing user reviews of inquiry-based learning apps in science education. *Computers and Education*, 164(January), 104119. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.104119>
- Mansilla, B., Verónica, & Schleicher, A. (2022). Big Picture Thinking: how to educate the whole person for an interconnected world.
- Maor, R., Paz-Baruch, N., Grinshpan, N., Milman, A., Mevarech, Z., Levi, R., Shlomo, S., & Zion, M. (2023). Relationships between metacognition, creativity, and critical thinking in self-reported teaching performances in project-based learning settings. *Thinking Skills and Creativity*, 50, 101425. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.tsc.2023.101425>
- Pertiwi, F. A., Luayyin, R. H., & Arifin, M. (2023). Problem Based Learning Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis: Meta Analisis. *JSE: Jurnal Shariah Economica*, 2(1), 42–49. <https://doi.org/10.46773/jse.v2i1.559>
- Pimdee, P., Sukkamart, A., Nantha, C., Kantathanawat, T., & Leekitchwatana, P. (2024). Enhancing Thai student-teacher problem-solving skills and academic achievement through a blended problem-based learning approach in online flipped classrooms. *Heliyon*, 10(7), e29172. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e29172>

- Rerung, N., Sinon, I. L. ., & Widyaningsih, S. W. (2017). Penerapan Model Pembelajaran Problem Based Learning (PBL) untuk Meningkatkan Hasil Belajar Peserta Didik SMA pada Materi Usaha dan Energi. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika Al-Biruni*, 6(1), 47–55. <https://doi.org/10.24042/jpifalbiruni.v6i1.597>
- Richter, L. E., Carlos, A., & Beber, D. M. (n.d.). No 主観的健康感を中心とした在宅高齢者における 健康関連指標に関する共分散構造分析Title.
- Riwayadi, P. (2005). Miarso, Yusufhadi, 2005, Menyemai Benih Teknologi Pendidikan, Kencana, Jakarta 2. Diarsipkan oleh PLS UM untuk Imadiklus.com. 4.
- Roca, N., & Garcia-Valles, M. (2020). Trainee Teacher Experience in Geoscience Education: Can We Do Better? *Geoheritage*, 12(4), 92. <https://doi.org/10.1007/s12371-020-00518-8>
- Rukhmana, T. (2022). Pengaruh Model Pembelajaran Problem Based Learning (PBL) Terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa Pada Pembelajaran Matematika di Kelas VIII. *Jurnal Edu Research*, 3(2), 19–27. <https://iicls.org/index.php/jer/article/view/71>
- Santos-Meneses, L. F., Pashchenko, T., & Mikhailova, A. (2023). Critical thinking in the context of adult learning through PBL and e-learning: A course framework. *Thinking Skills and Creativity*, 49, 101358. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.tsc.2023.101358>
- Schlegel, R. J., Chu, S. L., Chen, K., Deurmeyer, E., Christy, A. G., & Quek, F. (2019). Making in the classroom: Longitudinal evidence of increases in self-efficacy and STEM possible selves over time. *Computers & Education*, 142, 103637. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103637>
- Setiawan, A. R., Rachmadian, R. H., & Pramudita, Y. D. (2024). Peningkatan Kapabilitas Guru Melalui Pelatihan Pengembangan Media Immersive Virtual Field Trip Dalam Implementasi Merdeka Belajar Pelatihan pengembangan media Immersive Virtual Field Trip merupakan. 5(2), 524–536.
- Styawati, S., Oktaviani, L., & Lathifah, L. (2021). Penerapan Sistem Pembelajaran Dalam Jaringan Berbasis Web Pada Madrasah Aliyah Negeri 1 Pesawaran. *Jurnal Widya Laksmi: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 1(2), 68–75. <https://doi.org/10.59458/jwl.v1i2.15>
- Sullivan, S. G. B., Hoiriis, K. T., & Paolucci, L. (2018). Description of a change in teaching methods and comparison of quizzes versus midterms scores in a research methods course. *The Journal of Chiropractic Education*, 32(2), 84–89. <https://doi.org/10.7899/JCE-17-20>
- Suparjo. (2010). ストレス反応の主成分分析を試みてー 田甫久美子View metadata, citation and similar papers at core.ac.uk. PENGARUH PENGGUNAAN PASTA LABU KUNING (Cucurbita Moschata) UNTUK SUBSTITUSI TEPUNG TERIGU DENGAN PENAMBAHAN TEPUNG ANGKAK DALAM PEMBUATAN MIE KERING, 8(1), 165–175. <https://core.ac.uk/download/pdf/196255896.pdf>
- Tekege, M. (2017). Pemanfaatan teknologi informasi dan komunikasi dalam pembelajaran SMA YPPGI Nabire. *Jurnal Teknologi Dan Rekayasa*, 2(1), 40–52. <https://uswim.e-journal.id/fateksa/article/view/38>

- Tharalson, E., Morgan, M., Ilchak, D., Sebbens, D., & Shurson, L. (2023). Innovative Digital Pedagogy: Adaptive Learning Platform Integration in Nurse Practitioner Curriculum. *The Journal for Nurse Practitioners*, 19(10), 104773. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.nurpra.2023.104773>
- Tseng, K.-H., Chiang, F. K., & Hsu, W.-H. (2008). Interactive processes and learning attitudes in a web-based problem-based learning (PBL) platform. *Computers in Human Behavior*, 24(3), 940–955. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.chb.2007.02.023>
- Vainio, A., Pulkka, A., Paloniemi, R., Varho, V., & Tapio, P. (2020). Citizens' sustainable, future-oriented energy behaviours in energy transition. *Journal of Cleaner Production*, 245, 118801. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118801>
- Wang, J. C., & Wang, T. H. (2023). Learning effectiveness of energy education in junior high schools: Implementation of action research and the predict–observe–explain model to STEM course. *Heliyon*, 9(3), e14058. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e14058>
- Wu, X. Y. (2024). Unveiling the dynamics of self-regulated learning in project-based learning environments. *Heliyon*, 10(5), e27335. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e27335>
- Yu, H. (2024). Enhancing creative cognition through project-based learning: An in-depth scholarly exploration. *Heliyon*, 10(6), e27706. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e27706>
- Zulfikri, A. (2023). Dampak Implementasi Teknologi Virtual Reality dalam Pembelajaran Matematika pada Siswa Sekolah Dasar di Kabupaten Sukabumi. *Jurnal Pendidikan West Science*, 01(06), 258–265.