

BAB 1

PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan latar belakang yang melandasi pentingnya pengembangan perangkat pembelajaran berbasis teori beban kognitif berbantuan media interaktif dengan fitur *chatbot* AI (TBK-MICAI). Lebih lanjut, disajikan rumusan masalah penelitian yang menjadi dasar dari pertanyaan penelitian yang akan dijawab dari kegiatan penelitian. Bab ini juga memuat manfaat penelitian, ruang lingkup penelitian dan batasan masalah serta definisi operasional yang akan mempertegas batas dan fokus penelitian ini.

1.1 Latar Belakang

Pembelajaran IPA berperan penting dalam membekali siswa dengan pemahaman dasar tentang alam semesta dan proses yang terjadi didalamnya. Pemahaman terkait konsep-konsep IPA membantu siswa untuk menjelaskan fenomena alam dan menemukan fakta-fakta baru tentang dunia (Rubin & Qvit, 2024). Pembelajaran IPA tidak hanya bertujuan untuk mentransfer pengetahuan ilmiah, tetapi juga untuk membentuk pemahaman konseptual yang mendalam serta mengembangkan keterampilan berpikir kritis siswa (Mertayasa dkk., 2024). Paradigma pembelajaran IPA saat ini mengalami perubahan dari keterampilan kognitif tingkat rendah ke keterampilan kognitif tingkat tinggi, termasuk berpikir kritis, pemecahan masalah, dan pengambilan keputusan (Sun dkk., 2022; Safitri & Syahfitri, 2023). Hal ini sesuai dengan Permendikbudristek Nomor 5 Tahun 2022 tentang standar kompetensi lulusan jenjang pendidikan menengah, yaitu siswa terbiasa untuk mengidentifikasi informasi, menganalisis dan mencari alternatif solusi yang tepat dalam menghadapi tantangan (Kemendikbudristek, 2022). Melalui pembelajaran IPA, siswa diberi kesempatan lebih dari sekadar menghafal fakta-fakta ilmiah tapi juga memahami konsep-konsep dasar dan menerapkannya dalam kehidupan sehari-hari.

Tantangan yang sering dihadapi dalam pembelajaran IPA yaitu kompleksitas materi dan konsep yang abstrak sehingga sulit dipahami oleh siswa. Kompleksitas materi seringkali menimbulkan beban kognitif yang tinggi pada siswa, terutama jika tidak disertai dengan pendekatan pembelajaran yang tepat (Chen dkk., 2023; Alruwaili, 2025). Keterbatasan sumber belajar juga berdampak pada kemampuan siswa untuk memahami konsep-konsep IPA (Faradiba & Budiningsih, 2020). Siswa menghadapi tantangan kognitif, misalnya sulit berkonsentrasi dan mengingat materi, yang menghambat mereka memahami materi IPA yang kompleks dan abstrak (Kururu & Rahmah, 2023; Hidayat dkk., 2025). Kesulitan dalam memahami konsep-konsep tersebut membuat siswa cenderung hanya mengingat fakta tanpa benar-benar memahami prinsip ilmiah yang mendasarinya (Amaliyah & Fajar, 2024). Dengan pendekatan pembelajaran yang lebih inovatif, diharapkan siswa dapat lebih mudah memahami konsep-konsep IPA dan mengembangkan keterampilan berpikir kritis.

Salah satu materi IPA yang memiliki kompleksitas tinggi dan menuntut pemahaman konsep yang mendalam adalah struktur dan fungsi tubuh manusia (Assaraf dkk., 2013). Berdasarkan hasil analisis konten IPA, ditemukan bahwa materi struktur dan fungsi tubuh manusia cukup banyak dan kompleks. Selain itu, istilah-istilah ilmiah yang ada pada materi menjadi penghambat bagi siswa dalam memahami konsep. Berbagai istilah biologi yang bersifat teknis dan cukup sulit untuk dipahami oleh siswa menjadi penghambat dalam proses pembelajaran (Zukswert dkk., 2019). Istilah asing yang sulit dimengerti dan diingat oleh siswa akan menghambat proses penerimaan informasi dan berdampak pada pemahaman konsep secara menyeluruh (Wahyuni dkk., 2019). Beberapa materi yang memiliki kompleksitas tinggi dan istilah-istilah asing yaitu materi sistem pencernaan, sistem peredaran darah, dan sistem pernapasan. Materi-materi tersebut melibatkan proses fisiologis yang berlangsung secara terus-menerus dan saling berkaitan antara sistem yang satu dengan sistem yang lain. Misalnya, sistem pernapasan dan peredaran darah bekerja sama untuk memastikan distribusi oksigen di dalam tubuh dan mengeluarkan karbon dioksida, sementara sistem pencernaan menyediakan nutrisi yang diperlukan oleh tubuh (Mazloom, 2021).

Satwika Trianti Ngandoh, 2025

PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN BERBASIS TEORI BEBAN KOGNITIF BERBANTUAN MEDIA INTERAKTIF DENGAN FITUR CHATBOT AI (TBK-MICAI) UNTUK MENINGKATKAN PEMAHAMAN KONSEP DAN DAMPAKNYA TERHADAP KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Pemrosesan informasi dimulai dari sistem memori penginderaan (*sensory memory*) ke memori kerja (*working memory*), hingga tersimpan secara permanen dalam memori jangka panjang (*long-term memory*) (Basir & Maharani, 2018). Informasi pertama kali diterima oleh *sensory memory*, kemudian dipilah oleh *working memory* untuk dipahami dan diolah, sebelum akhirnya dikonstruksi menjadi pengetahuan dan disimpan dalam *long-term memory* (Jamaludin, 2022). *Working memory* mempunyai kapasitas terbatas yang berperan sebagai pusat kendali dalam memori jangka pendek. Apabila siswa menerima banyak informasi dalam satu waktu, informasi tersebut tidak dapat terorganisasi dengan baik dan menyebabkan beban kognitif yang tinggi dan menghambat proses belajar (Forsberg dkk., 2021). Ketika pengetahuan dalam *long-term memory* sudah terorganisasi dalam bentuk skemata, maka akan lebih mudah untuk dipanggil kembali dan digunakan dalam proses belajar dengan tingkatan yang lebih kompleks (Zainuddin dkk., 2024). Sebab itu, dibutuhkan desain pembelajaran dengan memperhatikan alur pengolahan informasi dan hubungan antar sistem memori agar pembelajaran berjalan efektif dan informasi yang diperoleh dapat menjadi pengetahuan bermakna dalam jangka panjang (Jamaludin, 2022). Keberhasilan pemrosesan informasi dalam proses pembelajaran bergantung kepada ketepatan guru dalam memilih berbagai strategi, metode, dan media pembelajaran (Rehalat & Ainy, 2022).

Evaluasi terhadap perangkat pembelajaran guru IPA menunjukkan bahwa perangkat tersebut belum memperhatikan keterbatasan kapasitas memori kerja siswa sehingga mereka mengalami beban kognitif yang tinggi. Misalnya, penggunaan media pembelajaran berupa video dengan durasi yang panjang dan tanpa jeda akan menyebabkan informasi yang diterima tidak dapat diproses dengan baik karena tidak ada refleksi dan atau elaborasi (Firmansyah dkk., 2024). Guru memiliki pemahaman yang terbatas tentang memori kerja dan beban kognitif yang terlihat dari desain perangkat pembelajaran yang belum optimal dalam mengelola beban kognitif siswa (Paas & Merriënboer, 2020). Oleh karena itu, penting bagi guru IPA untuk merancang perangkat pembelajaran yang memperhatikan prinsip-prinsip teori beban kognitif, seperti menyederhanakan informasi yang memiliki kompleksitas tinggi, mengintegrasikan teks dan gambar, serta memberikan contoh

Satwika Trianti Ngandoh, 2025

PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN BERBASIS TEORI BEBAN KOGNITIF BERBANTUAN MEDIA INTERAKTIF DENGAN FITUR CHATBOT AI (TBK-MICAI) UNTUK MENINGKATKAN PEMAHAMAN KONSEP DAN DAMPAKNYA TERHADAP KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

atau arahan yang jelas sebelum meminta siswa menyelesaikan tugas, dengan tujuan mengoptimalkan kapasitas memori kerja sehingga memudahkan siswa dalam memahami materi yang diberikan (Ginns & Leppink, 2019).

Beban kognitif tidak terlepas dari sebuah teori yang dikenal dengan teori beban kognitif, yang dikembangkan oleh John Sweller pada tahun 1980-an. Teori ini berdasar pada susunan kognitif manusia dan berfokus pada proses memori kerja manusia dalam memproses informasi dan keterbatasannya dalam menerima informasi yang kompleks (Sweller, 2011). Memori kerja memiliki kapasitas yang terbatas sehingga jika beban kognitif terlalu tinggi, maka siswa akan sulit untuk memahami materi pembelajaran. Menurut Kalyuga (2011), beban kognitif dapat bersumber dari tiga jenis utama, yaitu: beban kognitif intrinsik, ekstrinsik, dan germane. Beban kognitif intrinsik berkaitan dengan derajat kesulitan atau kompleksitas materi yang harus dipahami oleh siswa. Sementara itu, beban kognitif ekstrinsik berkaitan dengan cara penyajian informasi, termasuk metode dan strategi penyampaian materi yang digunakan dalam proses pembelajaran (Koudsia, 2024). Adapun beban kognitif germane merujuk pada aktivitas mental yang mendukung terbentuknya pemahaman, yang terjadi melalui proses pengolahan informasi secara aktif dan pembangunan pengetahuan secara internal (Surbakti & Umboh, 2024).

Beban kognitif instrinsik berkaitan dengan kompleksitas materi pelajaran, bersifat tetap dan tidak dapat dimanipulasi (Jong, 2010). Berbeda dengan beban kognitif ekstrinsik yang dapat dimanipulasi melalui penyajian materi, metode, strategi, dan media pembelajaran yang tepat. Ketika desain perangkat pembelajaran dioptimalkan maka beban kognitif ekstrinsik dapat diminimalkan, sehingga memungkinkan terjadinya peningkatan beban kognitif germane (Kalyuga, 2023). Kondisi tersebut dapat memudahkan siswa untuk memproses materi pelajaran yang diberikan menjadi sebuah pengetahuan yang bermakna (Zeitlhofer dkk., 2024). Pengelolaan terhadap beban kognitif dapat memudahkan siswa dalam memahami konsep IPA secara mendalam (Kala & Ayas, 2023). Oleh sebab itu, penting untuk mengimplementasikan prinsip-prinsip teori beban kognitif di dalam proses pembelajaran. Implementasi teori beban kognitif dapat dilakukan guru melalui penyederhanaan penyajian materi pelajaran, memberikan jeda kepada siswa untuk

Satwika Trianti Ngandoh, 2025

PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN BERBASIS TEORI BEBAN KOGNITIF BERBANTUAN MEDIA INTERAKTIF DENGAN FITUR CHATBOT AI (TBK-MICAI) UNTUK MENINGKATKAN PEMAHAMAN KONSEP DAN DAMPAKNYA TERHADAP KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

melakukan refleksi dan elaborasi, maupun menggunakan dukungan media pembelajaran (Taylor dkk., 2022).

Pembelajaran IPA terdiri dari dua elemen utama yaitu pemahaman IPA dan keterampilan proses IPA untuk menerapkan ilmu sains dalam kehidupan sehari-hari (Kemendikbudristek, 2022). Pada elemen pemahaman IPA, siswa dikatakan memiliki kompetensi berpikir ilmiah apabila telah mampu memahami ilmu sains secara utuh. Pemahaman IPA selalu dapat dikaitkan dengan kemampuan berpikir tingkat tinggi (Yuriza dkk., 2018). Oleh karena itu, dalam mencapai kompetensi tersebut siswa diharapkan memiliki pemahaman konsep sains yang sesuai dengan cakupan setiap konten dan perkembangan jenjang belajar. Pemahaman ini meliputi kemampuan berpikir sistemik, memahami konsep, hubungan antar konsep, hubungan kausalitas serta tingkat hierarkis suatu konsep (Radiusman, 2020). Pemahaman konsep merupakan aspek terpenting dalam pembelajaran sains, hal tersebut merupakan salah satu syarat dalam mengembangkan kemampuan berpikir kritis dan keberhasilan belajar IPA (Wati dkk., 2022).

Pada pembelajaran IPA, pemahaman konsep berperan penting dalam kemampuan berpikir kritis (Istiqamah dkk., 2019). Menurut Linda & Lestari (2019), berpikir kritis mencerminkan kemampuan individu dalam memahami masalah, mengeksplorasi berbagai alternatif solusi, serta menunjukkan sikap terbuka terhadap ide-ide baru guna menemukan penyelesaian yang paling efektif terhadap permasalahan yang dihadapi. Keterampilan berpikir kritis menjadi hal penting yang harus dilatihkan kepada siswa karena dapat membantu mereka menyelesaikan masalah secara rasional dan membuat keputusan yang logis (Halimah dkk., 2023). Dalam konteks pembelajaran IPA, keterampilan berpikir kritis memungkinkan siswa untuk melakukan evaluasi terhadap informasi yang diterima, mengidentifikasi hubungan antar konsep, dan mengembangkan pemahaman bermakna terhadap fenomena ilmiah (Ramdani dkk., 2020). Hal yang perlu diingat adalah pemahaman dan penguasaan terhadap konten IPA dapat memengaruhi kemampuan berpikir kritis peserta didik. Hasil penelitian Hamdani (2019), mengatakan bahwa kemampuan berpikir kritis siswa dikategorikan tinggi pada siswa yang pemahaman dan penguasaan konsep yang baik.

Satwika Trianti Ngandoh, 2025

PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN BERBASIS TEORI BEBAN KOGNITIF BERBANTUAN MEDIA INTERAKTIF DENGAN FITUR CHATBOT AI (TBK-MICAI) UNTUK MENINGKATKAN PEMAHAMAN KONSEP DAN DAMPAKNYA TERHADAP KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS
Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Berdasarkan hasil observasi pada lokasi penelitian, menunjukkan bahwa keterampilan berpikir kritis siswa masih kurang. Hal ini terlihat dari siswa yang kurang mampu menjawab pertanyaan-pertanyaan yang membutuhkan analisis mendalam. Dalam proses pembelajaran, guru masih belum maksimal dalam melatih keterampilan berpikir kritis siswa. Siswa lebih bergantung pada informasi dari guru dan buku teks sebagai sumber belajar yang tersedia. Pertanyaan-pertanyaan yang guru berikan ke siswa masih sebatas pengetahuan hapalan dan belum melatih kemampuan berpikir kritis (Sari & Amir, 2024). Hal ini membuat siswa cenderung menghafal informasi dan menyimpan berbagai informasi tanpa diberi kesempatan untuk mengetahui proses dan memahami informasi tersebut serta menghubungkannya dengan kehidupan sehari-hari (Kurniawan dkk., 2024). Selain itu, pembelajaran cenderung masih bersifat satu arah dan kurangnya keterlibatan siswa dalam proses pembelajaran. Sehingga guru perlu merancang pembelajaran yang bukan hanya fokus pada penguasaan dan pemahaman konsep tapi juga memberikan lebih banyak kesempatan bagi siswa untuk aktif terlibat dalam proses pembelajaran (Selvakumar dkk., 2025).

Di era globalisasi, kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi berlangsung sangat cepat dan membawa pengaruh besar dalam berbagai aspek kehidupan, termasuk dalam dunia pendidikan. Perubahan signifikan dalam sistem pembelajaran di sekolah dipicu oleh pesatnya perkembangan teknologi informasi dan komunikasi (Msambwa dkk., 2024). Model pembelajaran tradisional yang masih banyak digunakan saat ini dianggap kurang menarik dan tidak lagi sesuai dengan kebutuhan siswa, karena peran guru masih terlalu dominan sebagai pusat sumber belajar (Precious & Feyisetan, 2020). Sudah saatnya siswa berperan secara aktif dalam membangun pengetahuan, sikap, dan perilakunya melalui proses pembelajaran. Guru perlu menggunakan media pembelajaran yang tidak hanya menyajikan informasi secara visual dan menarik tetapi juga dapat mendorong siswa untuk terlibat aktif dalam proses pembelajaran (Priyambodo dkk., 2012). Dengan bantuan media pembelajaran, guru dapat memberikan pengalaman belajar secara menyeluruh dan bermakna bagi siswa (Agisni dkk., 2023).

Satwika Trianti Ngandoh, 2025

PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN BERBASIS TEORI BEBAN KOGNITIF BERBANTUAN MEDIA INTERAKTIF DENGAN FITUR CHATBOT AI (TBK-MICAI) UNTUK MENINGKATKAN PEMAHAMAN KONSEP DAN DAMPAKNYA TERHADAP KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS
Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Wawancara dengan guru IPA di salah satu sekolah menengah pertama di Makassar mengungkapkan bahwa dalam proses pembelajaran, guru masih dominan menggunakan metode ekspositori untuk seluruh topik, dan pemanfaatan proyektor LCD pun belum optimal. Pendekatan tersebut dinilai belum mampu mendukung pemahaman siswa secara maksimal. Khususnya pada materi struktur dan fungsi tubuh manusia yang bersifat sistematis dan kompleks, beban kognitif intrinsiknya tergolong tinggi. Oleh karena itu, diperlukan upaya untuk menekan beban kognitif ekstrinsik guna meningkatkan beban kognitif germane siswa (Skulmowski & Xu, 2022). Salah satu strategi yang dapat ditempuh adalah merancang pembelajaran secara efisien dan terstruktur serta didukung dengan penggunaan media pembelajaran yang sesuai (Bolkan & Goodboy, 2020; Klepsch & Seufert, 2020; Castro-Alonso dkk., 2021). Diperlukan berbagai strategi pengajaran yang tepat dengan penggunaan multimedia agar menghasilkan ingatan jangka panjang peserta didik terhadap suatu pengetahuan (Ilma & Yuliani, 2017).

Media interaktif menjadi salah satu solusi yang tepat karena menyajikan materi secara dinamis dan memberi kesempatan siswa untuk mengeksplorasi konsep serta merefleksikan pengalaman belajar mereka. Media interaktif selain dapat memvisualisaikan konsep yang abstrak juga meningkatkan interaksi siswa dalam pembelajaran (Akhlis & Wahyuni, 2019; Sharma dkk., 2020). Beragam aktivitas belajar dan tampilan yang menarik dari media interaktif dapat membantu siswa untuk memahami materi dan meningkat motivasi belajarnya. Berdasarkan penelitian Occa & Morgan (2022), manusia cenderung menyerap informasi lebih banyak dari apa yang dilakukan secara langsung daripada hanya membaca atau mendengar. Media interaktif memberikan ruang bagi peserta didik untuk melakukan aktivitas dalam pembelajaran (Rasheed dkk., 2024). Media interaktif menggabungkan berbagai elemen digital misalnya audio, video, dan animasi secara sistematis (Chusna dkk., 2024).

Meskipun media interaktif menawarkan pengalaman belajar yang lebih menarik bagi siswa, namun masih belum dapat memenuhi kebutuhan belajar siswa secara individu. Setiap siswa memiliki kemampuan, minat, latar belakang, dan kebutuhan belajar yang berbeda. Pendekatan belajar dengan mempertimbangkan

Satwika Trianti Ngandoh, 2025

PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN BERBASIS TEORI BEBAN KOGNITIF BERBANTUAN MEDIA INTERAKTIF DENGAN FITUR CHATBOT AI (TBK-MICAI) UNTUK MENINGKATKAN PEMAHAMAN KONSEP DAN DAMPAKNYA TERHADAP KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

perbedaan individu dapat memudahkan pemahaman terhadap materi pelajaran dan meningkatkan hasil belajar siswa (Alsaldi dkk., 2021; Melesse & Belay, 2022; Moallemi, 2024). Perbedaan ini membutuhkan adanya pendekatan yang lebih fleksibel dan adaptif. Integrasi teknologi seperti *chatbot Artificial Intelligence* (AI) ke dalam media interaktif menjadi alternatif solusi untuk menjawab tantangan ini (Jabbour dkk., 2025). *Chatbot* yang berbasis kecerdasan buatan dapat memberikan dukungan belajar secara *real-time* dan membantu siswa membangun pemahaman konsep melalui komunikasi dua arah (Kuhail dkk., 2023; Rahmad dkk., 2024). *Chatbot AI* dapat merespon dan menjawab pertanyaan siswa, memberikan penjelasan lanjutan, dan bahkan dapat memberikan motivasi belajar secara personal. *Chatbot AI* mampu menyesuaikan responnya berdasarkan konteks dan kebutuhan belajar masing-masing siswa (Hamam, 2021; Nabillah & Ridlo, 2024; Davar dkk., 2025). Dengan begitu, kehadiran *chatbot AI* dalam media interaktif bukan hanya menciptakan pembelajaran yang aktif dan menarik tapi juga adaptif sehingga berdampak pada peningkatan kualitas pemahaman siswa yang lebih mendalam dan mandiri (Kaiss dkk., 2023).

Hasil studi literatur menemukan bahwa terdapat beberapa penelitian terkait teori beban kognitif dengan fokus pada berbagai bidang ilmu termasuk sains. Penelitian tersebut meliputi ilmu sosial, ilmu komputer, psikologi, keperawatan, matematika, bidang kesehatan, teknik, seni dan humaniora, dan ilmu biologi. Begitu juga dengan hasil analisis bibliometrik, menunjukkan trend penelitian tentang teori beban kognitif dalam konteks pendidikan sains mengalami peningkatan yang cukup signifikan selama jangka waktu 10 tahun terakhir (Ngandoh dkk., 2025). Tren penelitian terkait teori beban kognitif menggambarkan adanya peningkatan yang konsisten dan signifikan ditinjau dari jumlah publikasi laporan hasil penelitian terkait teori beban kognitif. Peningkatan signifikan mulai terlihat sejak tahun 2015 yang disebabkan semakin meluasnya integrasi teknologi dalam pendidikan serta kebutuhan terhadap strategi pembelajaran yang dapat mengelola beban kognitif siswa secara efektif. Peningkatan ini juga menunjukkan adanya relevansi dan pengaruh teori beban kognitif yang terus berkembang pada bidang psikologi pendidikan dan pengembangan desain instruksional.

Satwika Trianti Ngandoh, 2025

PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN BERBASIS TEORI BEBAN KOGNITIF BERBANTUAN MEDIA INTERAKTIF DENGAN FITUR CHATBOT AI (TBK-MICAI) UNTUK MENINGKATKAN PEMAHAMAN KONSEP DAN DAMPAKNYA TERHADAP KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Teori beban kognitif bukan hanya sebagai dasar teori, tetapi juga menjadi kerangka utama dalam pengembangan inovasi pembelajaran yang dapat memenuhi kebutuhan kognitif siswa (Bayraktar dkk., 2019). Dengan mempertimbangkan keterbatasan kapasitas memori kerja manusia, teori beban kognitif membantu para perancang pembelajaran dalam menyusun strategi penyampaian informasi yang efektif. Penggunaan visualisasi yang tepat, penyederhanaan materi-materi yang kompleks serta pembelajaran yang sistematis dan adaptif memudahkan siswa dalam memproses informasi tanpa mengalami kelebihan beban kognitif.

Berdasarkan studi literatur, ditemukan bahwa isu utama terkait implementasi teori beban kognitif adalah pengelolaan beban kognitif siswa selama proses pembelajaran pada materi-materi sains yang kompleks. Sebab itu, cukup banyak inovasi dalam pembelajaran yang diarahkan untuk mereduksi beban kognitif ekstrinsik melalui desain instruksional dan media digital yang efektif. Trend penelitian teori beban kognitif yang terbaru, memberi peluang dalam pemanfaatan *Artificial Intelligence* (AI) untuk mengelola beban kognitif selama pembelajaran. Misalnya, penggunaan *chatbot* AI yang dapat dimanfaatkan untuk memberikan *scaffolding*, menjawab pertanyaan siswa, dan memberikan umpan balik secara *real-time* sesuai dengan kebutuhan dan kemampuan siswa. Lebih lanjut, teori beban kognitif menjadi sebuah panduan dalam mendesain pembelajaran yang dapat memfasilitasi materi yang kompleks dengan kapasitas belajar siswa.

Berdasarkan hasil kajian bibliometrik yang peneliti lakukan, terdapat adanya hubungan antara teori beban kognitif dengan berbagai bidang kajian, antara lain: (1) desain instruksional; (2) bidang kesehatan/pendidikan kedokteran; (3) pengajaran dan pembelajaran; (4) e-learning; (5) instrumen asesmen; dan (6) penggunaan multimedia dan teknologi dalam konteks pembelajaran. Belum banyak penelitian yang membahas keterkaitan antara teori beban kognitif dengan pemanfaatan multimedia dan teknologi dalam konteks pembelajaran. Dapat dikatakan bahwa masih minim penelitian yang mengeksplorasi secara mendalam sehingga memberikan peluang yang lebih besar bagi penelitian berikutnya. Integrasi teknologi dalam pembelajaran misalnya media interaktif dengan *chatbot*

Satwika Trianti Ngandoh, 2025

PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN BERBASIS TEORI BEBAN KOGNITIF BERBANTUAN MEDIA INTERAKTIF DENGAN FITUR CHATBOT AI (TBK-MICAI) UNTUK MENINGKATKAN PEMAHAMAN KONSEP DAN DAMPAKNYA TERHADAP KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

AI mempunyai potensi besar dalam mendukung prinsip-prinsip teori beban kognitif.

Berbagai penelitian terdahulu telah menunjukkan bahwa pembelajaran IPA masih menghadapi kendala besar dalam hal kompleksitas materi dan rendahnya keterampilan berpikir kritis siswa. Penelitian yang dilakukan oleh Alruwaili (2025) dan Kuroru & Rahmah (2023) menyoroti tingginya beban kognitif siswa akibat penyajian materi yang tidak terstruktur dan kurang memperhatikan keterbatasan memori kerja. Upaya pemanfaatan media interaktif dalam pembelajaran IPA telah banyak dikembangkan untuk mengatasi masalah tersebut (Sharma dkk., 2020; Chusna dkk., 2024), namun sebagian besar hanya terbatas pada visualisasi dan animasi tanpa memperhatikan prinsip-prinsip teori beban kognitif.

Di sisi lain, penerapan teori beban kognitif dalam desain pembelajaran telah menunjukkan efektivitas dalam mengelola beban kognitif instrinsik, ekstrinsik, dan germane (Kalyuga, 2023; Ginns & Leppink, 2019). Namun, penerapannya secara komprehensif dalam bentuk perangkat pembelajaran lengkap yang meliputi RPP, bahan ajar, media interaktif, dan evaluasi pembelajaran, masih sangat terbatas, terutama dalam konteks pembelajaran IPA di jenjang SMP. Penelitian pada umumnya masih berfokus pada satu atau dua aspek saja, seperti media atau bahan ajar, tanpa integrasi penuh pada seluruh komponen perangkat pembelajaran (Paas & Merriënboer, 2020). Selain itu, integrasi teknologi kecerdasan buatan (AI) seperti *chatbot* dalam media interaktif mulai menunjukkan potensinya dalam mendukung pembelajaran yang bersifat adaptif dan responsif (Kuhail dkk., 2023; Davar dkk., 2025). Akan tetapi, penelitian yang menggabungkan prinsip-prinsip teori beban kognitif dengan pemanfaatan *chatbot AI* dalam konteks pembelajaran IPA, terutama pada materi yang kompleks seperti sistem tubuh manusia, masih sangat terbatas.

Suatu hal yang baru dan khas dari penelitian ini terletak pada pengembangan perangkat pembelajaran berbasis teori beban kognitif yang secara terpadu mengelola beban kognitif intrinsik, ekstrinsik, dan germane melalui integrasi media interaktif dengan fitur *chatbot AI* untuk mendukung pembelajaran IPA pada materi sistem tubuh manusia yang kompleks. Tidak seperti penelitian sebelumnya yang hanya berfokus pada media atau strategi pembelajaran secara parsial, penelitian ini

Satwika Trianti Ngandoh, 2025

PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN BERBASIS TEORI BEBAN KOGNITIF BERBANTUAN MEDIA INTERAKTIF DENGAN FITUR CHATBOT AI (TBK-MICAI) UNTUK MENINGKATKAN PEMAHAMAN KONSEP DAN DAMPAKNYA TERHADAP KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

menghasilkan perangkat pembelajaran (RPP, bahan ajar, media, dan instrumen evaluasi) yang didesain secara sistematis untuk meningkatkan pemahaman konsep sekaligus keterampilan berpikir kritis siswa. Kekhasan lainnya adalah pemanfaatan *chatbot* AI secara kontekstual untuk memberikan dukungan belajar mandiri yang adaptif, memungkinkan personalisasi pembelajaran yang sesuai dengan kebutuhan masing-masing siswa, serta memberikan dampak langsung terhadap pengembangan kemampuan kognitif tingkat tinggi dalam pembelajaran IPA.

Berdasarkan uraian di atas, maka penting untuk melakukan pengembangan perangkat pembelajaran yang mengintegrasikan prinsip-prinsip dari teori beban kognitif. Diperlukan juga media pembelajaran yang sesuai agar semakin memudahkan siswa dalam meningkatkan pemahaman konsep terhadap materi IPA yang kemudian berdampak terhadap pengembangan keterampilan berpikir kritis siswa. Selanjutnya, untuk memenuhi kebutuhan belajar siswa yang berbeda-beda, ditambahkan fitur *chatbot* AI ke dalam media interaktif. Fitur *chatbot* AI membantu siswa untuk belajar secara mandiri, memberikan respon kepada siswa secara *real time* ketika siswa ingin mengevaluasi dan merefleksikan hasil belajarnya (Labadze dkk., 2023; Palade dkk., 2024). Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Lawasi dkk (2024), menemukan bahwa penggunaan *Artificial Intelligence* dapat secara signifikan meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa melalui pengalaman belajar yang adaptif dan simulasi interaktif. Dengan demikian, diharapkan pengembangan perangkat pembelajaran berbasis teori beban kognitif berbantuan media interaktif dengan fitur *chatbot* AI bukan hanya dapat meningkatkan pemahaman konsep siswa, tetapi juga berdampak terhadap keterampilan berpikir kritis siswa.

1.2 Rumusan Masalah Penelitian

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah “Bagaimana hasil pengembangan perangkat pembelajaran berbasis teori beban kognitif berbantuan media interaktif dengan fitur *chatbot* AI (TBK-MICAI) untuk meningkatkan pemahaman konsep dan dampaknya terhadap keterampilan berpikir kritis siswa?”.

Satwika Trianti Ngandoh, 2025

PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN BERBASIS TEORI BEBAN KOGNITIF BERBANTUAN MEDIA INTERAKTIF DENGAN FITUR CHATBOT AI (TBK-MICAI) UNTUK MENINGKATKAN PEMAHAMAN KONSEP DAN DAMPAKNYA TERHADAP KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

1.3 Pertanyaan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, diuraikan pertanyaan penelitian sebagai berikut:

1. Bagaimana karakteristik perangkat pembelajaran berbasis teori beban kognitif berbantuan media interaktif dengan fitur *chatbot* AI (TBK-MICAI)?
2. Bagaimana beban kognitif siswa dalam pembelajaran berbasis teori beban kognitif berbantuan media interaktif dengan fitur *chatbot* AI (TBK-MICAI)?
3. Bagaimana pemahaman konsep siswa pada pembelajaran yang menggunakan perangkat pembelajaran berbasis teori beban kognitif berbantuan media interaktif dengan fitur *chatbot* AI (TBK-MICAI)?
4. Bagaimana keterampilan berpikir kritis siswa pada pembelajaran yang menggunakan perangkat pembelajaran berbasis teori beban kognitif berbantuan media interaktif dengan fitur *chatbot* AI (TBK-MICAI)?
5. Bagaimana respon siswa terhadap pembelajaran berbasis teori beban kognitif berbantuan media interaktif dengan fitur *chatbot* AI (TBK-MICAI)?
6. Bagaimana hubungan pemahaman konsep dengan keterampilan berpikir kritis siswa pada pembelajaran yang menggunakan perangkat pembelajaran berbasis teori beban kognitif berbantuan media interaktif dengan fitur *chatbot* AI (TBK-MICAI)?

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk menghasilkan perangkat pembelajaran berbasis teori beban kognitif berbantuan media interaktif dengan fitur *chatbot* AI (TBK-MICAI) pada materi struktur dan fungsi tubuh manusia yang meliputi sistem pencernaan, sistem peredaran darah, dan sistem pernapasan. Perangkat pembelajaran ini dikembangkan dengan tujuan untuk meningkatkan pemahaman konsep siswa dan dampaknya terhadap keterampilan berpikir kritis siswa.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini bermanfaat dalam memberikan kontribusi baik dalam ranah pengembangan ilmu pengetahuan maupun praktik di lapangan. sebab itu, diuraikan manfaat penelitian ini yang meliputi dua aspek, yaitu manfaat teoretis dan manfaat praktis.

1.5.1 Manfaat Teoretis

1. Penelitian ini berkontribusi untuk menambah wawasan terkait inovasi pembelajaran IPA dengan mengintegrasikan teknologi dalam proses pembelajaran yang bertujuan meningkatkan pemahaman konsep siswa dan melatih keterampilan berpikir kritis.
2. Penelitian ini berkontribusi terhadap pengembangan kajian teori beban kognitif dalam konteks pembelajaran IPA menggunakan media interaktif dengan fitur *chatbot* AI.
3. Hasil penelitian ini dapat memperluas pemahaman tentang pembelajaran dengan penerapan teori beban kognitif yang dapat meningkatkan efektivitas proses pembelajaran.
4. Hasil penelitian ini dapat memperluas pemahaman tentang keterkaitan penggunaan teknologi dalam pembelajaran dengan peningkatan pemahaman konsep dan keterampilan berpikir kritis siswa.

1.5.2 Manfaat Praktis

1. Perangkat pembelajaran yang dihasilkan dari penelitian ini dapat digunakan oleh guru untuk meningkatkan efektivitas pembelajaran.
2. Media interaktif dengan fitur *chatbot* AI dapat digunakan siswa untuk belajar secara mandiri tidak terbatas oleh waktu belajar di dalam kelas.
3. Hasil penelitian ini dapat dijadikan pertimbangan dalam merancang pembelajaran dengan mengintegrasikan teknologi terutama pemanfaatan *Artificial Intelligence* sebagai media pembelajaran IPA.

Satwika Trianti Ngandoh, 2025

PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN BERBASIS TEORI BEBAN KOGNITIF BERBANTUAN MEDIA INTERAKTIF DENGAN FITUR CHATBOT AI (TBK-MICAI) UNTUK MENINGKATKAN PEMAHAMAN KONSEP DAN DAMPAKNYA TERHADAP KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

1.6 Ruang Lingkup dan Batasan Masalah

Penelitian ini merupakan studi pengembangan yang menggunakan pendekatan *educational design research* (EDR) dengan model ADDIE. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan perangkat pembelajaran berbasis teori beban kognitif berbantuan media interaktif dengan fitur *chatbot* AI (TBK-MICAI) untuk meningkatkan pemahaman konsep dan dampaknya terhadap keterampilan berpikir kritis siswa. Untuk memastikan penelitian ini tetap fokus dan terarah, batasan penelitian dijelaskan sebagai berikut.

1.6.1 Ruang Lingkup

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan yang bertujuan untuk menghasilkan perangkat pembelajaran berbasis teori beban kognitif dengan dukungan media interaktif yang dilengkapi fitur *chatbot* berbasis kecerdasan buatan (AI). Teori beban kognitif digunakan sebagai dasar dalam pengembangan karena berfokus pada optimalisasi kapasitas memori kerja peserta didik, dengan cara meminimalkan beban kognitif ekstrinsik, mengelola beban kognitif intrinsik, serta memaksimalkan beban kognitif germane yang berkontribusi pada pembentukan skema pemahaman yang bermakna. Penelitian ini meliputi proses analisis kebutuhan, desain perangkat dan media pembelajaran, validasi ahli dan empiris, serta uji efektivitas formatif yang ditujukan untuk mengetahui efektivitas perangkat pembelajaran yang dikembangkan, bukan untuk membandingkan dengan strategi pembelajaran lain maupun menggeneralisasikan ke populasi yang lebih luas.

Produk yang dikembangkan dalam penelitian ini meliputi beberapa komponen utama, yaitu: (1) Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP); (2) media interaktif berbasis online dengan fitur *chatbot* AI yang dirancang untuk mendukung interaksi belajar mandiri siswa; (3) bahan ajar; dan (4) instrumen evaluasi pembelajaran, yang digunakan untuk mengukur pemahaman konsep dan keterampilan berpikir kritis siswa. Seluruh komponen tersebut dirancang dengan mempertimbangkan pengelolaan beban kognitif serta penyajian informasi yang terstruktur untuk meningkatkan efisiensi belajar. Untuk mengetahui profil beban

Satwika Trianti Ngandoh, 2025

PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN BERBASIS TEORI BEBAN KOGNITIF BERBANTUAN MEDIA INTERAKTIF DENGAN FITUR CHATBOT AI (TBK-MICAI) UNTUK MENINGKATKAN PEMAHAMAN KONSEP DAN DAMPAKNYA TERHADAP KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

kognitif siswa dalam pembelajaran, dikembangkan juga instrumen pengukuran beban kognitif.

Subjek penelitian pada tahap implementasi adalah 32 orang siswa kelas VIII sekolah menengah pertama (SMP) di Kota Makassar. Konteks materi pembelajaran mencakup tiga topik utama dalam mata pelajaran IPA, yaitu sistem pencernaan, sistem peredaran darah, dan sistem pernapasan, yang diajarkan pada semester ganjil tahun ajaran 2023/2024. Pengujian efektivitas terhadap perangkat pembelajaran yang dikembangkan dilakukan pada satu kelas dengan menggunakan desain *one-group pretest-posttest*. Fokus penilaian adalah pada dampak penggunaan perangkat pembelajaran terhadap peningkatan pemahaman konsep dan keterampilan berpikir kritis siswa. Interpretasi hasil penelitian fokus pada domain kognitif yang relevan dengan prinsip teori beban kognitif untuk menilai keberhasilan pembelajaran.

1.6.2 Batasan Masalah

Permasalahan yang dikaji pada penelitian ini dibatasi pada beberapa aspek sebagai berikut:

1. Pengembangan perangkat pembelajaran hanya difokuskan pada penerapan prinsip-prinsip teori beban kognitif dan tidak membandingkannya dengan teori atau pendekatan pembelajaran yang lain.
2. Materi pelajaran yang dikembangkan yaitu materi IPA semester ganjil yang dibatasi pada tiga topik yaitu sistem pencernaan, sistem peredaran darah, dan sistem pernapasan.
3. Evaluasi terhadap implementasi perangkat pembelajaran yang dikembangkan difokuskan pada tiga aspek, yaitu pemahaman konsep, keterampilan berpikir kritis, serta beban kognitif siswa dalam pembelajaran.
4. Uji coba perangkat pembelajaran yang dikembangkan dilakukan hanya pada satu kelas eksperimen. Uji coba bertujuan untuk mengetahui pengaruh perangkat pembelajaran terhadap pemahaman konsep dan keterampilan berpikir kritis siswa, serta untuk mengukur beban kognitif siswa dalam pembelajaran.

Satwika Trianti Ngandoh, 2025

PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN BERBASIS TEORI BEBAN KOGNITIF BERBANTUAN MEDIA INTERAKTIF DENGAN FITUR CHATBOT AI (TBK-MICAI) UNTUK MENINGKATKAN PEMAHAMAN KONSEP DAN DAMPAKNYA TERHADAP KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

1.7 Definisi Operasional

Bagian ini bertujuan untuk menyamakan persepsi dan menghindari kekeliruan dalam pemaknaan istilah-istilah yang digunakan dalam penelitian. Berikut pendefinisian secara operasional terhadap istilah-istilah tersebut:

1. Perangkat pembelajaran berbasis teori beban kognitif berbantuan media interaktif dengan fitur *chatbot* AI (TBK-MICAI) merupakan perangkat pembelajaran yang dikembangkan dengan menggunakan prinsip-prinsip teori beban kognitif serta didukung oleh media interaktif yang dilengkapi dengan fitur *chatbot* AI. Perangkat pembelajaran ini terdiri dari RPP, bahan ajar, media interaktif dengan fitur *chatbot* AI, dan instrumen penilaian.
2. Pemahaman konsep merupakan kemampuan siswa dalam menjelaskan, menghubungkan, dan memahami materi struktur dan fungsi tubuh manusia. Dalam penelitian ini pemahaman konsep siswa difokuskan pada materi sistem pencernaan, sistem peredaran darah, dan sistem pernapasan. Untuk menilai pemahaman konsep siswa digunakan instrumen tes pemahaman konsep dalam bentuk *multiple choice* yang dikembangkan sesuai dengan indikator pemahaman konsep dengan proses kognitif oleh Mayer, yaitu menafsirkan, mencontohkan, mengklasifikasikan, merangkum/meringkas, menyimpulkan, membandingkan, dan menjelaskan.
3. Keterampilan berpikir kritis merupakan kemampuan siswa dalam berpikir tingkat tinggi terkait materi sistem pencernaan, sistem peredaran darah, dan sistem pernapasan. Penilaian terhadap keterampilan berpikir kritis menggunakan instrumen tes berpikir kritis dalam bentuk uraian yang dikembangkan sesuai dengan indikator keterampilan berpikir kritis dari Ennis. Beberapa indikator yang dimaksud meliputi kemampuan menyampaikan penjelasan secara sederhana, mengembangkan keterampilan dasar, merumuskan kesimpulan, menyusun penjelasan lanjutan, serta merancang strategi dan taktik pembelajaran.
4. Beban kognitif merupakan tingkat beban kognitif siswa yang terjadi dalam memproses informasi dan mengkonstruksi skema kognitif selama proses

pembelajaran. Pada penelitian ini dilakukan pengukuran beban kognitif siswa yang meliputi beban kognitif intrinsik, beban kognitif ekstrinsik, dan beban kognitif germane. Pengukuran beban kognitif siswa menggunakan *subjective rating scale* dengan rentang skala 1-10.