



Analisis Kebutuhan Asesmen *Working Memory* dalam Pembelajaran Fisika di Sekolah Inklusif: Kajian Literatur

Lasmita Sari^{1*}, Hera Novia², Ana Fatimatuzzahra³, Fitria Arifiyanti²

¹ Fisika, Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung

² Pendidikan Fisika, Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung

³ Pendidikan Khusus, Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung

*Corresponding author: lasmitasari111@upi.edu

Article History:

Received: April 12, 2025

Revised: April 29, 2025

Accepted: Mei 12, 2025

Published: Juni 03, 2025

Keywords:

Asesmen kognitif, kebutuhan khusus, pembelajaran fisika, sekolah inklusif, working memory

Abstract: *Working memory (WM) assessment plays a vital role in supporting physics learning within inclusive classrooms that serve students with diverse learning needs. This study examines the necessity of WM assessment through a systematic literature review. WM is responsible for temporarily storing and manipulating information, which is crucial for understanding complex physics concepts. Students with limited WM capacity often struggle to follow instructions and complete problem-solving tasks. Inclusive classrooms face challenges due to varied learning needs and the lack of valid and reliable assessment tools. Instruments such as the Wechsler Memory Scale and the Automated Working memory Assessment (AWMA) are recommended for accurately measuring WM capacity. Teaching strategies that incorporate visual supports and reduce cognitive load have proven effective in accommodating WM limitations. While computer-based WM training shows promise, direct classroom interventions are considered more effective in the long term. This study recommends ongoing WM assessment, tailored instructional strategies, supportive learning materials, and collaboration between teachers and professionals to create a more adaptive and inclusive physics learning environment.*

Abstrak: Asesmen *working memory* (WM) penting dalam mendukung pembelajaran Fisika di kelas inklusif yang melayani siswa dengan kebutuhan belajar beragam. Studi ini mengkaji kebutuhan asesmen WM melalui tinjauan literatur sistematis. WM berperan menyimpan dan memanipulasi informasi sementara, krusial untuk memahami konsep Fisika kompleks. Siswa dengan WM rendah sering kesulitan mengikuti instruksi dan menyelesaikan tugas pemecahan masalah. Kelas inklusif menghadapi tantangan keberagaman kebutuhan dan keterbatasan alat asesmen valid dan reliabel. Instrumen seperti Wechsler Memory Scale dan Automated Working memory Assessment (AWMA) direkomendasikan untuk mengukur kapasitas WM. Strategi pembelajaran berbasis dukungan visual dan pengurangan beban kognitif efektif mengakomodasi keterbatasan WM. Pelatihan WM berbasis komputer potensial, namun intervensi langsung di kelas lebih efektif jangka panjang. Studi ini merekomendasikan asesmen WM berkelanjutan, penyesuaian strategi pengajaran, media dan bahan ajar yang mendukung pengoptimalan WM, serta kolaborasi guru dan profesional untuk pendekatan pembelajaran Fisika yang adaptif dan inklusif.

PENDAHULUAN

Pembelajaran Fisika dikenal sebagai bidang yang menuntut kemampuan pemrosesan simultan antara konsep abstrak, numerik, dan spasial. Kemampuan ini sangat bergantung pada kapasitas

working memory siswa. *Working memory* merupakan sistem memori jangka pendek yang digunakan untuk menyimpan dan memanipulasi informasi dalam waktu singkat, yang sangat penting dalam aktivitas belajar (Packiam Alloway., &

Alloway, 2013). Fungsi ini sangat krusial dalam aktivitas belajar, terutama ketika individu dituntut untuk mengintegrasikan informasi baru dengan pengetahuan sebelumnya untuk menyelesaikan tugas-tugas kompleks (Baddeley, 2003).

Konteks pembelajaran fisika, peran *working memory* menjadi sangat signifikan karena mata pelajaran ini memerlukan serangkaian proses mental simultan, seperti pemahaman konsep abstrak, pemrosesan angka, penalaran spasial, serta penerapan hukum-hukum Fisika dalam pemecahan masalah. Seorang siswa yang belajar Fisika tidak hanya harus memahami konsep (seperti gaya atau energi), tetapi juga mengingat rumus, melakukan perhitungan, dan menginterpretasi representasi visual (grafik, diagram, atau vektor) semuanya secara bersamaan dan terkoordinasi. Proses ini sangat bergantung pada kapasitas *working memory*.

Kondisi ini menjadi lebih menantang ketika diterapkan di lingkungan sekolah inklusif, di mana terdapat siswa dengan kebutuhan belajar beragam, termasuk hambatan kognitif. Pendidikan inklusif di Indonesia, khususnya di Jawa Barat, menunjukkan pertumbuhan jumlah sekolah inklusif yang cukup signifikan. Sebuah studi di Bogor, Jawa Barat, menemukan bahwa tingkat kesiapan sekolah dasar negeri untuk menjadi sekolah inklusif bervariasi. Hanya 20% sekolah yang siap, sementara 49.60% tidak siap, dan 30.40% tidak siap sama sekali. Faktor-faktor yang menjadi kendala termasuk fasilitas pendukung, keterampilan guru, ketersediaan guru pendamping khusus, mindset orang tua dan masyarakat, ketersediaan dana, dan keterlibatan pemerintah (Rasmitadila, et al., 2018).

Di tengah tantangan implementasi tersebut, aspek penting yang kerap terabaikan adalah asesmen pembelajaran yang sensitif terhadap kapasitas kognitif siswa. asesmen pembelajaran yang

digunakan saat ini belum banyak mengakomodasi kondisi kognitif seperti kapasitas *working memory* siswa secara khusus. Padahal, siswa dengan gangguan perhatian atau kesulitan belajar spesifik sering mengalami hambatan dalam *working memory*, yang berdampak langsung pada prestasi belajar mereka dalam mata pelajaran eksakta seperti Fisika (Pappas et al., 2018).

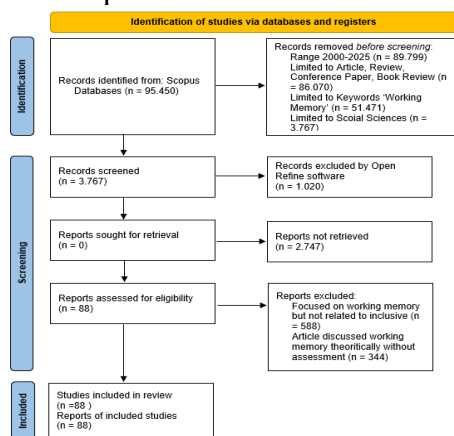
Berangkat dari permasalahan tersebut, kajian ini difokuskan untuk menggali secara lebih mendalam pentingnya *working memory* dalam konteks pembelajaran Fisika di sekolah inklusif. Lebih jauh, kajian ini juga bertujuan untuk mengidentifikasi kebutuhan asesmen berbasis *working memory* melalui telaah literatur. Hasil dari kajian ini diharapkan dapat menjadi landasan konseptual bagi pengembangan instrumen asesmen *working memory* dalam bentuk tes MEMO-Fis, sebagai bagian dari upaya deteksi dini dan intervensi kesulitan belajar yang lebih adaptif dan kontekstual.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menerapkan pendekatan kualitatif deskriptif dengan metode studi kepustakaan (*library research*) yang diperluas melalui integrasi data kontekstual dari sumber daring, termasuk media online, laporan resmi, serta publikasi institusional dari lembaga pemerintah dan organisasi pendidikan. Pengumpulan data dilakukan melalui bantuan Strata, sebuah portal statistik unggul yang menyediakan data pasar secara komprehensif dan terkini. Pendekatan ini dipilih untuk mendukung eksplorasi mendalam terhadap kebutuhan asesmen *working memory* dalam pembelajaran Fisika pada konteks sekolah inklusif di Indonesia. Proses penelitian diawali dengan perumusan fokus kajian, yaitu identifikasi dan analisis isu-isu utama terkait peran *working memory* dalam

mendukung proses belajar peserta didik berkebutuhan khusus di kelas Fisika.

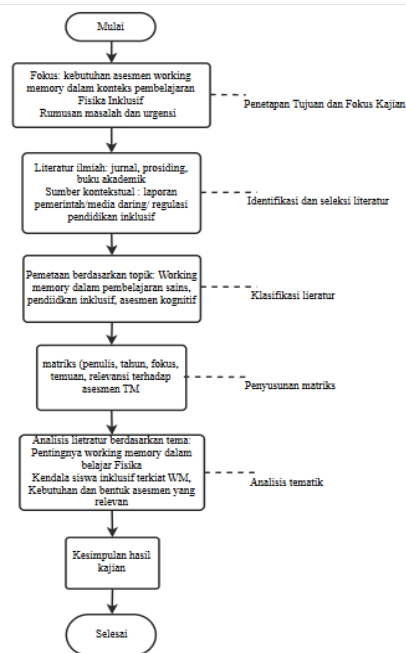
Langkah selanjutnya melibatkan penelusuran literatur secara sistematis melalui berbagai basis data ilmiah, prosiding konferensi, buku akademik, serta dokumen resmi yang relevan dengan pendidikan inklusif dan asesmen fungsi kognitif dengan metode PRISMA. Seleksi literatur dilakukan berdasarkan kriteria inklusi yang mencakup relevansi tematik, validitas sumber, serta keterkinian publikasi. Setelah literatur terpilih, mengklasifikasikan secara tematik terhadap isi dokumen berdasarkan tiga fokus utama, yaitu: konsep *working memory* dalam konteks sains, tantangan pedagogis Fisika di lingkungan inklusif, dan strategi asesmen kognitif yang responsif. Diagram alir PRISMA dijelaskan pada Gambar 1.



Gambar 1. Proses screening PRISMA

Sebagai bagian dari proses analisis, disusun matriks tematik yang merangkum elemen-elemen utama dari setiap dokumen, termasuk nama penulis, tahun terbit, fokus kajian, temuan sentral, serta keterkaitannya dengan pengembangan asesmen *working memory*. Analisis dilakukan melalui teknik pengelompokan tematik untuk mengekstraksi isu-isu strategis yang dapat mendasari desain asesmen adaptif berbasis kebutuhan aktual peserta didik inklusif. Hasil akhir dari proses ini berupa sintesis konseptual dan implikasi praktis yang menggarisbawahi urgensi pengembangan instrumen asesmen

working memory dalam pembelajaran Fisika yang inklusif. Untuk memperjelas jalannya proses penelitian, disajikan diagram alir yang merepresentasikan tahapan-tahapan sistematis dalam pelaksanaan studi ini.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini, disajikan Tabel 1 yang berisi matriks tematik sebagai rangkuman elemen-elemen utama dari setiap dokumen yang dianalisis dalam kajian ini. Penyajian matriks ini bertujuan untuk memberikan gambaran sistematis mengenai tema-tema sentral yang muncul, sekaligus memfasilitasi analisis komparatif antar sumber dalam konteks penelitian.

Berdasarkan analisis sistematis terhadap literatur terkait, penelitian ini mengidentifikasi tiga tema utama yang merefleksikan urgensi pengembangan asesmen *working memory* dalam konteks pembelajaran Fisika di sekolah inklusif: (1) peran sentral *working memory* dalam konstruksi pemahaman sains, (2) kompleksitas tantangan pedagogis di lingkungan inklusif, dan (3) kebutuhan mendesak terhadap instrumen asesmen kognitif yang adaptif.

Tabel 1. Matriks tematik untuk merangkum elemen-elemen utama dari setiap dokumen yang dianalisis dalam kajian ini.

Nama Penulis	Fokus Kajian	Temuan Sentral	Keterkaitan dengan Pengembangan Asesmen <i>Working memory</i>
(Alloway and Alloway, 2010), (Gutiérrez-Ruiz <i>et al.</i> , 2020), (Schneider and Niklas, 2017),	Prediksi prestasi akademik berdasarkan WM dan kecerdasan umum	WM berfungsi sebagai prediktor prestasi akademik yang signifikan.	Menunjukkan pentingnya asesmen WM dalam mengidentifikasi siswa yang berisiko rendah dalam prestasi akademik.
(Lewandowsky <i>et al.</i> , 2012), (Lewandowsky <i>et al.</i> , 2012)	Hubungan antara kapasitas WM dan hasil tes berpikir ilmiah	Kapasitas WM berhubungan rendah dengan hasil tes berpikir ilmiah.	Mengindikasikan perlunya alat asesmen yang dapat mengukur kapasitas WM secara akurat untuk mendukung pembelajaran.
(Alloway <i>et al.</i> , 2008), (St Clair-Thompson, 2014)	Validitas dan reliabilitas asesmen WM otomatis untuk anak-anak	Alat asesmen dapat membedakan anak-anak dengan dan tanpa kebutuhan khusus.	Menekankan pentingnya alat asesmen yang valid dan reliabel untuk mengidentifikasi masalah WM pada anak-anak
(Wang, Liu and Liu, 2024), (Henry and Winfield, 2010)	Hubungan antara WM dan prestasi akademik pada anak-anak dengan disabilitas intelektual	PSTM mempengaruhi keterampilan membaca, sedangkan CELWM mempengaruhi keterampilan numerik.	Menunjukkan pentingnya strategi kompensasi dalam asesmen WM untuk anak-anak dengan disabilitas intelektual
(Okur and Aksoy, 2025)	Uji coba kelayakan intervensi berbasis kelas untuk meningkatkan WM	Intervensi menunjukkan kepatuhan baik, tetapi variasi dalam kesetiaan protokol.	Menyoroti kebutuhan untuk pelatihan bagi profesional dalam menerapkan intervensi berbasis kelas yang efektif.
(Holmes, Gathercole and Dunning, 2009), (Jones <i>et al.</i> , 2020), (Roberts <i>et al.</i> , 2011)	Strategi remedial untuk meningkatkan WM pada anak-anak dengan kesulitan belajar	Strategi seperti pengulangan dan chunking efektif dalam meningkatkan WM.	Menekankan pentingnya strategi yang dapat diterapkan dalam asesmen dan intervensi untuk mendukung anak-anak dengan kesulitan belajar
(Roberts <i>et al.</i> , 2011), (Vernucci, Canet-Juric and Richard's, 2023) (Jones <i>et al.</i> , 2022)	Pengaruh pelatihan WM pada anak-anak yang berkembang secara tipikal	Pelatihan WM meningkatkan kinerja WM dan penalaran matematis.	Menunjukkan potensi pelatihan WM sebagai intervensi pendidikan yang dapat diintegrasikan dalam asesmen

Peran *Working memory* dalam Konstruksi Pemahaman Sains

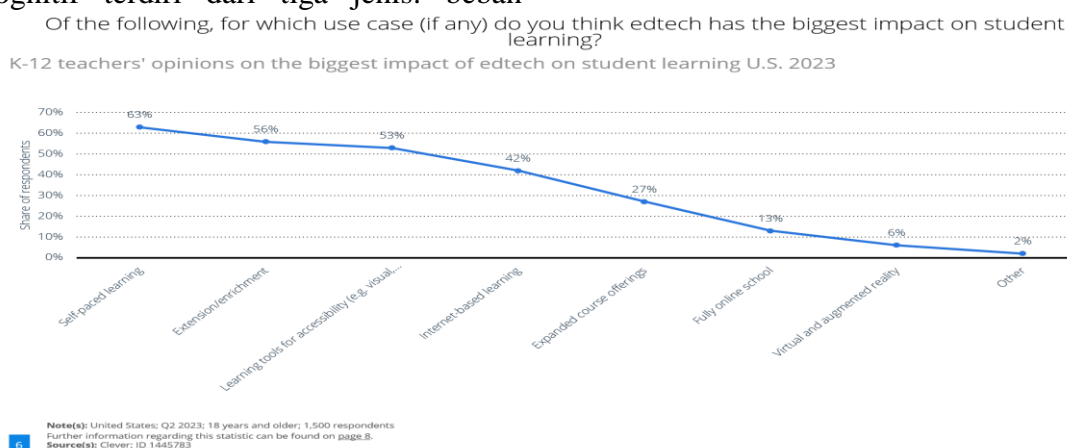
Working memory berfungsi sebagai komponen kritis dalam proses akuisisi pengetahuan sains, khususnya dalam aspek pemodelan konseptual dan pengembangan literasi saintifik. Analisis literatur mengungkap dua mekanisme utama: Mediasi Pengembangan Sikap Ilmiah: Studi eksperimental pada pembelajaran sains anak usia dini (Grammatikopoulos,

Tsigilis & Gregoriadis, 2019) menunjukkan bahwa intervensi berbasis media animasi dan narasi cerita meningkatkan signifikan pada dimensi sikap ilmiah seperti rasa ingin tahu dan keterbukaan terhadap bukti. Temuan ini sejalan dengan model Atkinson-Shiffrin, di mana kapasitas *working memory* menentukan efektivitas encoding informasi kompleks ke dalam memori jangka Panjang (Martin *et al.*, 2021).

Namun, penelitian lanjutan mengingatkan risiko *cognitive overload* ketika stimulus multimodal tidak diintegrasikan dengan strategi kognitif yang terstruktur (Cheong, Kee and Chen, 2023).

Moderasi Beban Kognitif dalam Pembelajaran Digital: Moderasi beban kognitif dalam pembelajaran digital adalah penting untuk memastikan bahwa siswa dapat belajar secara efektif tanpa mengalami kelebihan beban mental. Beban kognitif terdiri dari tiga jenis: beban

intrinsik, beban ekstrinsik, dan beban germane. Beban ekstrinsik, yang disebabkan oleh desain materi pembelajaran, sering kali menjadi penghalang utama dalam proses pembelajaran dengan media digital (Skulmowski and Rey, 2020). Guru di AS melaporkan bahwa teknologi pendidikan memiliki dampak positif terbesar pada pembelajaran mandiri (63%) dan pengayaan (56%).



Gambar 3. Persepsi responden terhadap dampak terbesar penggunaan teknologi pendidikan (edtech) dalam pembelajaran siswa (Clever, 2023)

Kurangnya elemen interaktif dalam desain pembelajaran online dapat meningkatkan beban kognitif. Sebaliknya, kontrol yang diberikan kepada siswa dalam lingkungan pembelajaran berbasis komputer dapat meningkatkan motivasi dan hasil belajar, tetapi juga dapat meningkatkan beban kognitif jika tidak dikelola dengan baik (Yao, 2015). Strategi untuk Moderasi Beban Kognitif di antaranya Menggunakan alat e-learning yang sederhana dan intuitif dapat membantu mengurangi beban kognitif. Interactive Anatomy sama efektifnya dengan alat yang lebih kompleks seperti Netter's 3D Interactive Anatomy, tanpa merugikan siswa dengan kemampuan spasial yang rendah (Van Nuland and Rogers, 2016). Mengintegrasikan data subjektif, perilaku, dan fisiologis untuk mengukur beban kognitif dapat membantu dalam merancang sistem adaptif yang

berpusat pada pengguna (Suryani *et al.*, 2024). Menggunakan metode penilaian yang tepat, seperti pendekatan tugas ganda, dapat memberikan ukuran yang lebih objektif dan langsung dari beban kognitif yang diinduksi oleh materi pembelajaran multimedia (van Nuland and Rogers, 2016).

Dinamika Pembelajaran Fisika dalam Konteks Inklusif

Pembelajaran fisika dalam konteks inklusif melibatkan berbagai aspek yang bertujuan untuk menciptakan lingkungan belajar yang adil dan mendukung bagi semua siswa, termasuk mereka yang berasal dari kelompok yang terpinggirkan. Beberapa faktor penting yang mempengaruhi dinamika pembelajaran fisika dalam konteks inklusif meliputi perbedaan gender dan persepsi lingkungan belajar. Penelitian menunjukkan adanya

perbedaan gender dalam keterampilan generik, kemampuan proses ilmiah, dan pemikiran kritis selama pembelajaran fisika. Siswa laki-laki dan perempuan menunjukkan profisiensi yang berbeda dalam pembelajaran fisika, yang menekankan perlunya pendekatan pendidikan yang sensitif terhadap gender untuk menciptakan pengalaman belajar yang adil (van Nuland and Rogers, 2016).

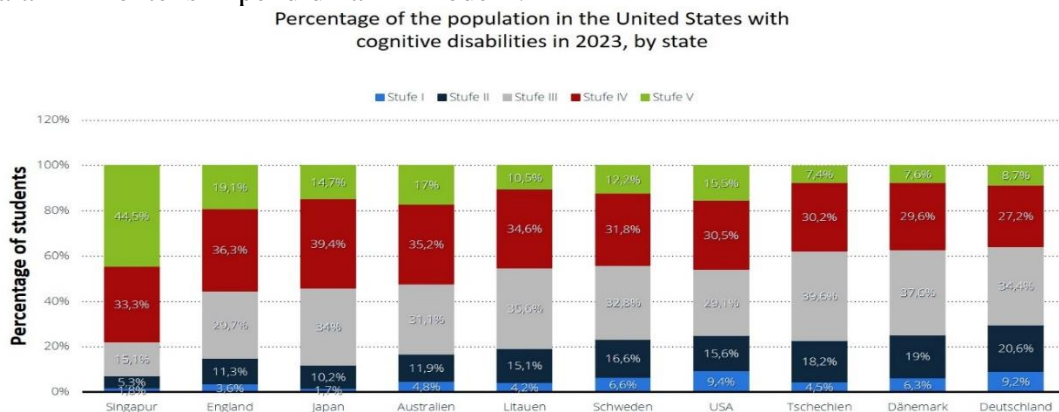
Test anxiety dan self-efficacy juga menunjukkan perbedaan gender yang signifikan, dengan perempuan lebih terpengaruh oleh kecemasan ujian dalam penilaian berisiko tinggi, yang dapat menghambat penciptaan lingkungan belajar yang inklusif (Malespina, Seifollahi and Singh, 2024). Persepsi siswa tentang inklusivitas lingkungan belajar, termasuk pengakuan oleh instruktur, efektivitas interaksi dengan teman sebaya, dan rasa memiliki, sangat mempengaruhi motivasi dan hasil belajar mereka. Siswa perempuan cenderung memiliki persepsi yang lebih rendah tentang inklusivitas lingkungan belajar dibandingkan siswa laki-laki, yang dapat mempengaruhi identitas fisika dan self-efficacy mereka (Malespina, Seifollahi and Singh, 2024).

Urgensi Pengembangan Model Asesmen Adaptif

Pengembangan model asesmen adaptif memiliki urgensi yang signifikan dalam konteks pendidikan modern.

Asesmen adaptif memungkinkan penilaian yang lebih akurat dengan menyesuaikan tingkat kesulitan soal berdasarkan kemampuan siswa. Hal ini membantu dalam mengukur kemampuan siswa secara lebih tepat dibandingkan dengan metode penilaian tradisional (Prasetyo and Khairudin, 2020) serta dapat mengurangi waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan penilaian, karena soal yang diberikan sesuai dengan tingkat kemampuan siswa, sehingga menghindari soal yang terlalu mudah atau terlalu sulit (Angelone and Vittorini, 2019).

Berdasarkan data TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study) 2023 untuk bidang sains, kemampuan *working memory* memang berperan penting dalam konstruksi pemahaman sains siswa. Di Jerman, 8,7% siswa mencapai tingkat kompetensi tertinggi (Stufe V), sementara 27,2% berada di tingkat IV 1. Singapura menunjukkan performa terbaik dengan 44,5% siswa di tingkat V dan 33,3% di tingkat IV 1. Jepang juga menampilkan hasil yang baik dengan 14,7% siswa di tingkat V dan 39,4% di tingkat IV 1. Data ini mengindikasikan bahwa negara-negara dengan sistem pendidikan yang menekankan pengembangan *working memory* cenderung memiliki persentase siswa yang lebih tinggi pada level kompetensi sains yang lebih tinggi.



Gambar 4. Studi Prestasi TIMSS 2023: Distribusi siswa dari negara-negara terpilih berdasarkan tingkat kemahiran dalam bidang sains (International Association for the Evaluation of Educational Achievement, 2024)

Tantangan Pembelajaran Fisika di Sekolah Inklusif

Salah satu kendala utama dalam pembelajaran sains, termasuk fisika, adalah anggapan bahwa pembelajaran sains masih terbatas pada teori. Selain itu, keterbatasan pengetahuan pendidik dan media pembelajaran yang tersedia juga menjadi hambatan signifikan (Rahayuningsih, 2020).

Hal ini dapat mengurangi efektivitas metode pengajaran dan pemahaman siswa terhadap materi. Di beberapa sekolah inklusif, model pendidikan khusus masih sangat dominan. Misalnya, di Sekolah Inklusi, siswa dengan kebutuhan pendidikan khusus sering kali diberi label dan dipisahkan ke ruang sumber untuk mendapatkan pendidikan secara terpisah (Suprihatiningrum, Palmer and Aldous, 2022). Hal ini dapat menghambat integrasi penuh siswa dalam kelas reguler dan mengurangi kesempatan mereka untuk belajar bersama teman sebaya. Siswa dengan kebutuhan khusus seperti tunanetra tidak mendapatkan dukungan yang memadai dari guru pendukung. Selain itu, strategi, media, dan penilaian pembelajaran yang ditawarkan sangat minim.

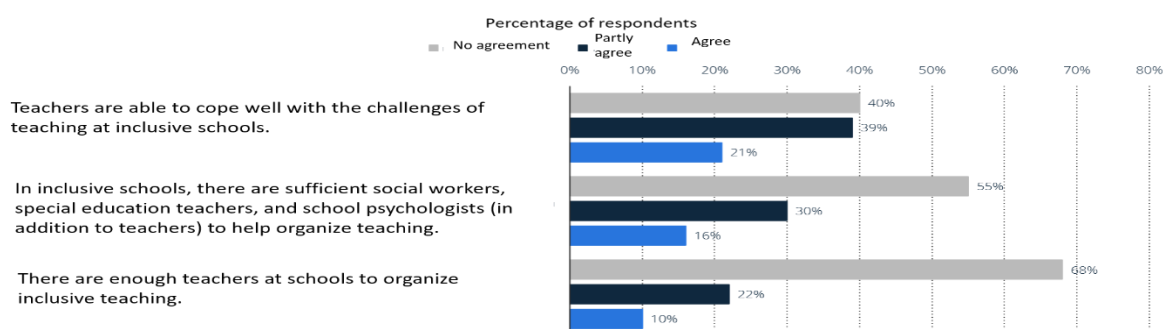
Kurangnya variasi dalam metode pengajaran dapat membuat pembelajaran fisika menjadi kurang menarik dan sulit dipahami oleh semua siswa. Keterbatasan sumber daya, baik dalam bentuk materi

pembelajaran maupun dukungan teknologi, juga menjadi tantangan. Sekolah di daerah pedesaan atau dengan sumber daya terbatas mungkin tidak memiliki akses ke alat peraga atau teknologi yang dapat membantu dalam pembelajaran fisika. (Adigun and Nzima, 2023).

Meskipun data spesifik tentang pembelajaran fisika tidak tersedia, kita dapat menarik wawasan dari tantangan umum pendidikan inklusif. Di Jerman, meskipun jumlah siswa berkebutuhan khusus di sekolah reguler meningkat, masih ada keraguan tentang efektivitas pendidikan inklusif. Sebuah survei pada tahun 2019 menunjukkan bahwa 40% responden meragukan kemampuan guru mengatasi tantangan di sekolah inklusif. Lebih lanjut, 55% responden merasa kurangnya tenaga ahli seperti pendidik khusus dan psikolog sekolah, sementara 68% melihat kekurangan guru untuk pendidikan inklusif.

Tantangan ini kemungkinan besar juga berlaku untuk pembelajaran fisika di sekolah inklusif. Kurangnya sumber daya manusia dan keahlian khusus dapat mempengaruhi kualitas pembelajaran, terutama untuk mata pelajaran kompleks seperti fisika. Diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mengidentifikasi tantangan spesifik dalam pembelajaran fisika di lingkungan inklusif.

Agreement with selected statements on the implementation of inclusion in schools in Germany in 2019



Gambar 5. Tingkat persetujuan terhadap pernyataan-pernyataan terpilih mengenai pelaksanaan inklusi di sekolah-sekolah di Jerman pada tahun 2019 (Die Zeit; Aktion Mensch, 2019)

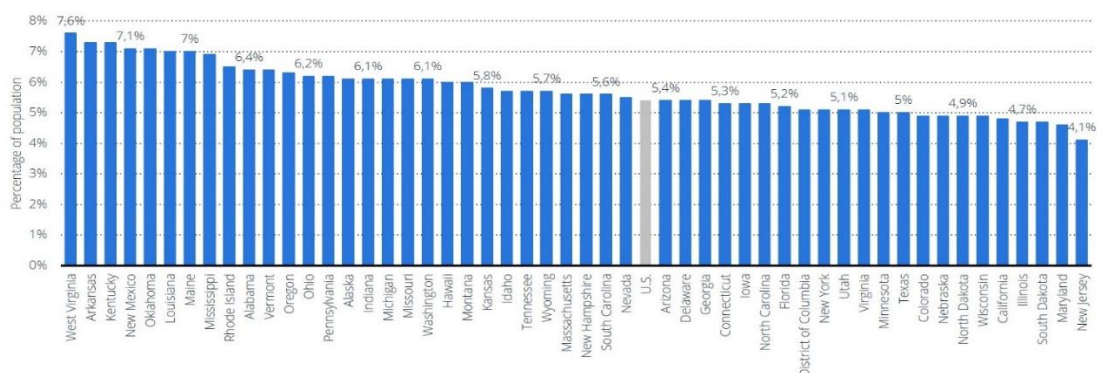
Urgensi asesmen kognitif yang adaptif: Asesmen kognitif yang adaptif sangat penting dalam konteks pendidikan modern dan kesehatan mental. Asesmen kognitif adaptif (CAT) memungkinkan pengujian yang lebih efisien dengan mengurangi jumlah item yang harus dijawab oleh peserta tes tanpa mengorbankan akurasi pengukuran. Misalnya, dalam studi simulasi, penerapan CAT pada Kuesioner Gejala Empat Dimensi (4DSQ) mengurangi panjang kuesioner hingga 56% tanpa kehilangan presisi pengukuran yang signifikan (Magnée *et al.*, 2017). CAT menggunakan algoritma yang memilih item yang paling informatif berdasarkan respons sebelumnya, sehingga memberikan hasil yang lebih akurat dan relevan untuk setiap individu (Gibbons *et al.*, 2024). CAT dapat menyesuaikan tingkat kesulitan dan jenis pertanyaan berdasarkan kemampuan dan respons peserta tes, yang memungkinkan penilaian yang lebih tepat dan individual (Boussakuk *et al.*, 2021). Ini sangat penting dalam pendidikan untuk mengidentifikasi kebutuhan belajar

spesifik setiap siswa dan menyesuaikan strategi pengajaran (Mativievskaja, Tavstukha and Polkina, 2023).

Data terbaru menunjukkan urgensi yang signifikan untuk asesmen kognitif yang adaptif, terutama dalam konteks pendidikan inklusif. Pada tahun 2023, prevalensi disabilitas kognitif di Amerika Serikat bervariasi antar negara bagian, dengan West Virginia memiliki persentase tertinggi sebesar 7,6%. Secara nasional, rata-rata 5,4% populasi AS memiliki disabilitas kognitif seperti sindrom Down, autisme, atau demensia. Variasi ini menunjukkan perlunya pendekatan yang disesuaikan dalam asesmen dan pembelajaran. Dalam konteks sekolah inklusif di Indonesia, asesmen kognitif adaptif menjadi krusial untuk mengakomodasi keragaman kemampuan siswa, termasuk dalam pembelajaran fisika yang membutuhkan kapasitas *working memory* yang baik. Pendekatan ini memungkinkan identifikasi kebutuhan belajar yang lebih akurat dan penyusunan strategi pembelajaran yang efektif bagi semua siswa.

Percentage of people in the U.S. with a cognitive disability as of 2023, by state

Share of people in the U.S. with a cognitive disability as of 2023, by state



Gambar 6. Persentase penduduk di Amerika Serikat dengan disabilitas kognitif pada tahun 2023, berdasarkan negara bagian (Institute on Disability; US Census Bureau, 2025)

SIMPULAN DAN SARAN

Asesmen *working memory* (WM) memiliki peranan penting dalam pembelajaran fisika, terutama di sekolah inklusif yang melayani siswa dengan berbagai kebutuhan belajar. Berikut adalah

beberapa poin kesimpulan terkait analisis kebutuhan asesmen WM dalam konteks ini: 1) Pentingnya *Working memory* dalam Pembelajaran. *Working memory* mempunyai peran kritis sebagai kapasitas untuk menyimpan dan memanipulasi

informasi secara sementara, yang sangat diperlukan dalam memahami konsep-konsep fisika yang kompleks. Siswa dengan kemampuan WM yang rendah cenderung mengalami kesulitan dalam mengikuti pelajaran fisika, yang dapat berdampak negatif pada prestasi akademik mereka. 2) Tantangan di Kelas Inklusif: Di kelas inklusif, terdapat siswa dengan kebutuhan pendidikan khusus yang sering kali memiliki keterbatasan dalam WM, sehingga mempengaruhi kemampuan mereka untuk mengikuti instruksi dan menyelesaikan tugas. Mengukur WM dapat menjadi tantangan karena kompleksitasnya dan pengaruh faktor kognitif lainnya. Oleh karena itu, alat asesmen yang konsisten dan dapat diandalkan sangat diperlukan. 3) Alat dan Strategi Asesmen: Alat asesmen seperti *Wechsler Memory Scale* dan *Automated Working Memory Assessment (AWMA)* dapat digunakan untuk mengukur kapasitas WM siswa, membantu dalam identifikasi kekuatan dan kelemahan mereka. Guru dapat menerapkan dukungan instruksional, organisasi kelas, dan dukungan emosional untuk membantu siswa dengan kesulitan WM. Teknik seperti mengurangi beban kognitif dan menggunakan alat bantu visual dapat sangat bermanfaat. 4) Rekomendasi untuk Pembelajaran Fisika Inklusif: Guru fisika perlu menyesuaikan strategi pengajaran dan media serta bahan ajar untuk mengakomodasi siswa dengan berbagai kapasitas WM, seperti memecah masalah kompleks menjadi langkah-langkah yang lebih sederhana. Melakukan asesmen rutin terhadap WM dapat membantu memantau kemajuan siswa dan menyesuaikan metode pengajaran sesuai kebutuhan. Kerja sama antara pendidik, psikolog, dan profesional lainnya sangat penting untuk mengembangkan strategi yang efektif dalam mendukung siswa dengan kesulitan WM di lingkungan inklusif.

DAFTAR PUSTAKA

- Baddeley, A. (2003). Working memory: looking back and looking forward', *Nature reviews neuroscience*, 4(10), 829–839.
- Packiam Alloway, T.E. and Alloway, R.G. (2013). Working memory: The connected intelligence.
- Pappas, M.A. et al. (2018). Enhanced assessment technology and neurocognitive aspects of specific learning disorder with impairment in mathematics. *International Journal of Engineering Pedagogy*, 8(1), 4–15.
<https://doi.org/10.3991/ijep.v8i1.7370>.
- Rasmitadila, Tambunan, A.R.S., & Rachmadtullah, R. (2018). Elementary school teachers' perceptions of public inclusive elementary school readiness formation. *International Journal of Special Education*, 33(3), 732-744.
<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85066234261&partnerID=40&md5=e0f3d71a4b8f10ef981608913a4cfc5f>.
- Adigun, O.T., & Nzima, D. (2023). Science education for deaf learners in south african rural schools: towards a support model for educators in challenging situations. in *Understanding Rural Education*. Brill Academic Publishers, 132-147.
https://doi.org/10.1163/9789004547025_009.
- Alloway, T. et al. (2008). Evaluating the validity of the automated working memory assessment. *Educational Psychology*. 28(7), 725-734.
<https://doi.org/10.1080/01443410802243828>.
- Alloway, T.P. and Alloway, R.G. (2010). Investigating the predictive roles of working memory and IQ in academic attainment. *Journal of Experimental Child Psychology*,

- 106(1), 20-29. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2009.11.003>.
- Angelone, A.M., & Vittorini, P. (2019). A report on the application of adaptive testing in a first year university course', in U. L. et al. (eds) *Communications in Computer and Information Science*. Department of Life, Health and Environmental Sciences, University of L'Aquila, P.le S. Tommasi 1, L'Aquila, 67100, Italy: Springer Verlag, 439–449. https://doi.org/10.1007/978-3-030-20798-4_38.
- Boussakuk, M. et al. (2021). Design of computerized adaptive testing module into our dynamic adaptive hypermedia system. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 16(18), 113–128. <https://doi.org/10.3991/ijet.v16i18.23841>.
- Cheong, L.L., Kee, M.J.Y. & Chen, P.L. (2023). How attentional resources of the same or across sensory modalities and task load affect cognitive performance? A multi-sensory integration study. *Journal of Cognitive Psychology*, 35(8), 812–820. <https://doi.org/10.1080/20445911.2023.2249627>.
- Clever. (2023). *Of the following, for which use case (if any) do you think edtech has the biggest impact on student learning?*, Clever. Available at: <https://www.statista.com/statistics/1445783/k-12-teachers-opinions-on-the-biggest-impact-of-edtech-on-student-learning/>. (Accessed: 23 May 2025).
- Die, Z., & Aktion, M. (2019). *Agreement with selected statements on the implementation of inclusion in schools in Germany in 2019*, Aktion Mensch; Die Zeit. <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1242805/umfrage/umsetzung-schulischer-inklusion/>. (Accessed: 23 May 2025).
- Gibbons, R.D. et al. (2024). Adaptive measurement of cognitive function based on multidimensional item response theory. *Alzheimer's and Dementia: Translational Research and Clinical Interventions*, 10(4). <https://doi.org/10.1002/trc2.70018>.
- Grammatikopoulos, V., Tsigilis, N., & Gregoriadis, A. (2019). Assessing the science learning assessment (sla) instrument in greek early childhood education using the item response theory framework. *Frontiers in Education*, 4. <https://doi.org/10.3389/feduc.2019.00123>.
- Gutiérrez-Ruiz, K. et al. (2020). The executive functions as predictors of the academic performance of college students. *Psychology, Society and Education*, 12(3), 161-174. <https://doi.org/10.25115/PSYE.V12.I3.2103>.
- Henry, L., & Winfield, J. (2010). Working memory and educational achievement in children with intellectual disabilities. *Journal of Intellectual Disability Research*, 54(4), 354–365. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2788.2010.01264.x>.
- Holmes, J., Gathercole, S.E., & Dunning, D.L. (2009). Adaptive training leads to sustained enhancement of poor working memory in children. *Developmental Science*, 12(4), 9-15. <https://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2009.00848.x>.
- Institute on Disability; US Census Bureau. (2025). *Percentage of people in the U.S. with a cognitive disability as of 2023, by state*, Institute on Disability. <https://www.statista.com/statistics/794320/cognitively-disabled-population-us-by-state/> (Accessed: 23 May 2025).

- International Association for the Evaluation of Educational Achievement. (2024). *TIMSS Performance Study 2023: Distribution of students from selected countries by proficiency levels in science*, International Association for the Evaluation of Educational Achievement. <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/249431/umfrage/timss-leistungsstudie-verteilung-nach-kompetenzstufen-im-bereich-naturwissenschaften/> (Accessed: 23 May 2025).
- Jones, J.S. et al. (2020). The academic outcomes of *working memory* and metacognitive strategy training in children: A double-blind randomized controlled trial. *Developmental Science*, 23(4). <https://doi.org/10.1111/desc.12870>.
- Jones, J.S. et al. (2022). The neural correlates of working memory training in typically developing children. *Child Development*, 93(3), 815–830. <https://doi.org/10.1111/cdev.13721>.
- Lewandowsky, S. et al. (2012). Working memory does not dissociate between different perceptual categorization tasks. *Journal of Experimental Psychology: Learning Memory and Cognition*, 38(4), 881-904. <https://doi.org/10.1037/a0027298>.
- Magnée, T. et al. (2017). Applying computerized adaptive testing to the four-dimensional symptom questionnaire (4DSQ): A simulation study. *JMIR Mental Health*, 4(1). <https://doi.org/10.2196/mental.654>.
- Malespina, A., Seifollahi, F., & Singh, C. (2024). Bioscience students in physics courses with higher test anxiety have lower grades on high-stakes assessments and women report more test anxiety than men. *Education Sciences*, 14(10). <https://doi.org/10.3390/educsci14101092>.
- Martin, L. et al. (2021). Declarative *working memory*: a bio-inspired cognitive architecture proposal. *Cognitive Systems Research*, 66, 30-45. <https://doi.org/10.1016/j.cogsys.2020.10.014>.
- Mativievskaja, E.G., Tavstukha, O.G., & Polkina, S.N. (2023). Experience in studying the adaptability of the educational process in schools with low in schools with low educational results. *Perspektivy Nauki i Obrazovania*, 61(1), 708-726. <https://doi.org/10.32744/pse.2023.1.42>.
- Van Nuland, S.E., & Rogers, K.A. (2016). E-learning, dual-task, and cognitive load: The anatomy of a failed experiment. *Anatomical Sciences Education*, 9(2), 186-196. <https://doi.org/10.1002/ase.1576>.
- Van Nuland, S.E. and Rogers, K.A. (2016). The anatomy of e-learning tools: does software usability influence learning outcomes?. *Anatomical Sciences Education*, 9(4), 378-390. <https://doi.org/10.1002/ase.1589>.
- Okur, M., & Aksoy, V. (2025). The effect of a working memory intervention package on the working memory performance of primary school students with specific learning disabilities. *Journal of Intelligence*, 13(2). <https://doi.org/10.3390/jintelligence13020016>.
- Prasetyo, D.Y., & Khairudin, M. (2020). Development of computer adaptive testing on the subject of Digital and Communication Simulation using item theory responses. in N. D. et al. (eds) *Journal of Physics: Conference Series*. School of Graduates Studies, Universitas Negeri Yogyakarta, Indonesia: Institute of Physics Publishing.

- <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1446/1/012058>.
- Rahayuningsih, S. (2020). Animation media of animal husbandry thematic science learning to stimulate scientific attitude in early childhood. *International Journal of Scientific and Technology Research*, 9(2), 5879-5882. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85079884518&partnerID=40&md5=46826c0bb9ce1f967f25d88a4afd1e95>.
- Roberts, G. et al. (2011). Can improving working memory prevent academic difficulties? A school based randomised controlled trial. *BMC Pediatrics*, 11. <https://doi.org/10.1186/1471-2431-11-57>.
- Schneider, W., & Niklas, F. (2017). Intelligence and verbal short-term memory/working memory: Their interrelationships from childhood to young adulthood and their impact on academic achievement?, *Journal of Intelligence*, 5(2), 1-19. <https://doi.org/10.3390/jintelligence5020026>.
- Skulmowski, A., & Rey, G.D. (2020). Subjective cognitive load surveys lead to divergent results for interactive learning media. *Human Behavior and Emerging Technologies*, 2(2), 149-157. <https://doi.org/10.1002/hbe2.184>.
- St Clair-Thompson, H. (2014). Establishing the reliability and validity of a computerized assessment of children's working memory for use in group settings. *Journal of Psychoeducational Assessment*, 32(1), 15-26. <https://doi.org/10.1177/0734282913497344>.
- Suprihatiningrum, J., Palmer, C., & Aldous, C. (2022). The orthodoxy of special education among public, private, and islamic secondary schools providing inclusive education. *Jurnal Pendidikan Agama Islam*, 19(1), 55-68. <https://doi.org/10.14421/jpai.2022.191-05>.
- Suryani, M. et al. (2024). Role, methodology, and measurement of cognitive load in computer science and information systems research. *IEEE Access*, 12, 190007-190024. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2024.3514355>.
- Vernucci, S., Canet-Juric, L., & Richard's, M.M. (2023). Effects of working memory training on cognitive and academic abilities in typically developing school-age children. *Psychological Research*, 87(1), 308-326. <https://doi.org/10.1007/s00426-022-01647-1>.
- Wang, Y., Liu, Y., & Liu, J. (2024). Working memory predicts receptive vocabulary: a two-year longitudinal study of children with intellectual disabilities. *Current Psychology*, 43(26), 22519-22530. <https://doi.org/10.1007/s12144-024-06006-4>.
- Yao, J. (2015). Multilayer model for on-line learning resources based on cognitive load theory. *World Transactions on Engineering and Technology Education*, 13(3), 245-250. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84946410518&partnerID=40&md5=7b7dd8d94d2c7732f67fa16470aab6bc>.