
SmaLFil: Media Pembelajaran *Smart Gamified Learning* Adaptif untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep IPA pada Siswa Tunagrahita**Inayatul Risqi¹**¹Universitas Negeri Semarang, Semarang

*Email Korespondensi: inayatull15@students.unnes.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model pembelajaran adaptif berbasis gamifikasi, yaitu SmaLFil (*Smart Gamified Learning for Intellectual Disability*) dalam pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) bagi siswa tunagrahita. Latar belakang penelitian ini didasarkan pada keterbatasan siswa tunagrahita dalam memahami konsep abstrak akibat rendahnya kapasitas memori serta kemampuan generalisasi. Pendekatan pembelajaran konvensional yang seragam dinilai kurang mampu mengakomodasi kebutuhan individual siswa. Oleh karena itu, penelitian ini menawarkan integrasi media animasi interaktif dan *mini games digital* adaptif sebagai solusi untuk mengonkretkan konsep IPA serta meningkatkan keterlibatan belajar siswa. Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan jenis penelitian konseptual melalui studi literatur terhadap berbagai sumber ilmiah relevan. Hasil kajian menunjukkan bahwa model SmaLFil (*Smart Gamified Learning for Intellectual Disability*) terdiri atas tiga komponen utama, yaitu *input* (profil kognitif siswa), proses (gamifikasi adaptif), dan *output* (pemahaman konsep dan kemampuan sebab-akibat). Model ini mengintegrasikan prinsip Cognitive Load Theory, UDL (*Universal Design for Learning*), dan konstruktivisme untuk menciptakan pembelajaran yang adaptif, bertahap, dan personal. Implementasi model ini terbukti berpotensi meningkatkan pemahaman konseptual, mengurangi beban kognitif, serta meningkatkan motivasi dan keterlibatan belajar siswa tunagrahita dalam pembelajaran IPA.

Kata kunci: *Smart Gamified Learning*, Pembelajaran IPA, Tunagrahita, *Mini Games*

PENDAHULUAN

Transformasi pendidikan abad ke-21 menuntut sistem pembelajaran yang tidak hanya berorientasi pada capaian hasil, tetapi juga menekankan proses yang inklusif, adaptif, dan berpusat pada peserta didik. Dalam pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA), siswa tunagrahita memiliki keterbatasan dalam memahami hubungan sebab-akibat, khususnya pada konsep pembelajaran yang menuntut kemampuan abstraksi. Keterbatasan pada fungsi intelektual, memori kerja, serta kemampuan generalisasi berdampak pada kesulitan dalam memproses informasi, membangun pemahaman konseptual (Ferreira *et al.*, 2025). Selain itu, keterbatasan ini juga menyebabkan rendahnya kemampuan transfer pengetahuan ke situasi kehidupan nyata. Kondisi ini diperkuat oleh pendekatan pembelajaran konvensional yang bersifat seragam dan kurang responsif terhadap kebutuhan individual, sehingga pembelajaran IPA cenderung kurang bermakna dan belum mampu mengoptimalkan pemahaman konseptual siswa (Ying *et al.*, 2022).

Penelitian ini difokuskan pada siswa tunagrahita yang memiliki keterbatasan dalam memori kerja dan pemrosesan abstrak, namun masih mampu mengikuti instruksi sederhana serta merespons pembelajaran berbasis visual. Karakteristik tersebut menunjukkan perlunya pendekatan pembelajaran yang konkret, terstruktur, dan adaptif. Dalam konteks ini, penggunaan media visual berbasis teknologi, seperti animasi interaktif, menjadi relevan karena mampu menyajikan konsep abstrak ke dalam bentuk yang mudah dipahami serta meningkatkan keterlibatan belajar siswa dengan kebutuhan khusus (Almufareh *et al.*, 2023). Animasi interaktif memungkinkan siswa mengamati secara langsung proses sebab-akibat, misalnya pada perubahan wujud benda atau siklus sederhana dalam IPA, sehingga membantu mengurangi beban kognitif dan meningkatkan pemahaman konseptual. Selain itu, integrasi *mini games digital* dalam pembelajaran juga memberikan kesempatan bagi siswa untuk belajar melalui pengalaman langsung (*learning by doing*), pengulangan, serta umpan balik instan yang terbukti efektif dalam meningkatkan hasil belajar pada siswa dengan kebutuhan khusus.

Penelitian menunjukkan bahwa gamifikasi efektif dalam mendorong partisipasi aktif serta meningkatkan keterlibatan siswa melalui integrasi elemen permainan serta berkontribusi terhadap peningkatan motivasi intrinsik dan hasil belajar dalam berbagai konteks pembelajaran berbasis teknologi (Balalle, 2024). Selain itu, pendekatan game-based learning dalam pendidikan kebutuhan khusus dilaporkan mampu meningkatkan kemampuan kognitif dan pemahaman konsep apabila dirancang sesuai dengan karakteristik peserta didik (Tlili *et al.*, 2022). Dalam implementasinya, gamifikasi tidak hanya terbatas pada pemberian poin atau reward, tetapi juga dapat diwujudkan melalui *mini games digital* berbasis konsep IPA yang terintegrasi dengan animasi interaktif, sehingga siswa tidak hanya bermain, tetapi juga membangun pemahaman melalui simulasi visual dan aktivitas eksploratif. Meskipun demikian, sebagian besar penelitian masih berfokus pada aspek motivasional dan belum mengkaji integrasi gamifikasi dengan mekanisme adaptif untuk mendukung pemahaman konseptual. Kesenjangan penelitian terletak pada belum adanya model yang secara khusus mengintegrasikan gamifikasi adaptif dengan karakteristik kognitif siswa tunagrahita dalam pembelajaran IPA berbasis hubungan sebab-akibat (Gini *et al.*, 2025).

Model Smart Gamified Learning merupakan pendekatan pembelajaran inovatif yang mengintegrasikan gamifikasi dengan sistem pembelajaran adaptif. Kebaruan dari model ini terletak pada pengembangan mekanisme adaptivitas yang menyesuaikan tingkat kompleksitas materi, jenis tantangan, serta bentuk umpan balik berdasarkan respons dan kemampuan kognitif siswa tunagrahita. Implementasi model ini diwujudkan melalui penggunaan media animasi interaktif yang dipadukan dengan *mini games digital* adaptif, di mana setiap aktivitas pembelajaran dirancang dalam bentuk simulasi visual dan permainan sederhana yang

menyesuaikan kemampuan siswa secara real-time. Berbeda dengan gamifikasi konvensional yang cenderung bersifat statis, model ini mengombinasikan elemen permainan dengan prinsip *adaptive learning* untuk menciptakan pengalaman belajar yang lebih personal, bertahap, dan kontekstual. Model SmaLFil (*Smart Gamified Learning for Intellectual Disability*) terdiri dari tiga komponen utama, yaitu *Input* (profil kognitif siswa), *Proses* (gamifikasi adaptif: level, tantangan, dan umpan balik), serta *Output* (pemahaman konsep dan kemampuan sebab-akibat). Model ini divisualisasikan dalam bentuk diagram alur interaktif untuk memperjelas hubungan antar komponen (Derks *et al.*, 2022).

Model SmaLFil (*Smart Gamified Learning for Intellectual Disability*) memanfaatkan elemen permainan sebagai strategi pedagogis. Materi dipecah menjadi unit kecil melalui level permainan yang terstruktur dalam bentuk tahapan *mini games digital* berbasis konsep IPA. Setiap level dirancang menggunakan prinsip scaffolding adaptif, di mana kompleksitas meningkat secara bertahap berdasarkan capaian siswa. Pendekatan ini memberikan pembelajaran melalui pengalaman langsung dan pengulangan. Penggunaan visualisasi, animasi, dan reward meningkatkan perhatian dan retensi memori. Model ini didasarkan pada *Cognitive Load Theory* dan konstruktivisme. Selain itu, model ini juga mengintegrasikan prinsip *Universal Design for Learning* (UDL) untuk memastikan fleksibilitas dan aksesibilitas pembelajaran.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan jenis penelitian konseptual (*conceptual paper*). Penelitian ini bertujuan untuk merumuskan model SmaLFil (*Smart Gamified Learning for Intellectual Disability*) melalui kajian teoritis dan sintesis hasil penelitian terdahulu yang relevan dengan gamifikasi, *adaptive learning*, serta karakteristik kognitif siswa tunagrahita dalam pembelajaran IPA. Data yang digunakan berupa data sekunder yang diperoleh dari artikel jurnal ilmiah, prosiding, dan buku referensi yang dipublikasikan dalam rentang waktu 5 tahun terakhir dan memiliki relevansi dengan topik penelitian.

Teknik pengumpulan data dilakukan melalui studi literatur dengan menelusuri berbagai database ilmiah seperti Google Scholar dan Scopus dengan menggunakan kata kunci yang sesuai. Analisis data dilakukan menggunakan teknik analisis isi (*content analysis*) yang meliputi proses reduksi data, pengelompokan konsep, serta pengintegrasian teori (Mulyana, 2024). Hasil analisis digunakan untuk menyusun kerangka model konseptual yang terdiri atas komponen input, proses, dan output. Model yang dikembangkan kemudian dianalisis secara teoritis untuk menunjukkan keterkaitan antar komponen serta potensi implementasinya dalam meningkatkan pemahaman konsep IPA pada siswa tunagrahita.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Siswa tunagrahita (*intellectual disability*) merupakan kelompok peserta didik dengan keterbatasan pada fungsi intelektual dan perilaku adaptif yang berdampak pada kemampuan belajar, khususnya dalam memahami konsep abstrak dan hubungan sebab-akibat (Orio-Aparicio *et al.*, 2026). Dalam pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA), karakteristik ini menjadi tantangan utama karena sebagian besar materi IPA bersifat konseptual, sistematis, serta menuntut kemampuan berpikir logis dan analitis. Keterbatasan yang dimiliki siswa tunagrahita meliputi rendahnya kapasitas memori kerja, kesulitan dalam pemrosesan informasi abstrak, serta keterbatasan dalam melakukan generalisasi konsep ke situasi baru. Memori kerja yang terbatas menyebabkan siswa kesulitan dalam menyimpan dan memanipulasi informasi dalam waktu singkat, sehingga berdampak pada proses pembentukan dan pemahaman konsep (Dai *et*

al., 2024). Selain itu, kemampuan generalisasi yang rendah menghambat siswa dalam mengaitkan konsep yang dipelajari dengan konteks kehidupan sehari-hari, sehingga pembelajaran menjadi kurang bermakna. Kondisi tersebut menunjukkan perlunya pendekatan pembelajaran yang lebih konkret, terstruktur, dan kontekstual. Oleh karena itu, penggunaan media berbasis visual seperti animasi interaktif, serta aktivitas belajar melalui mini games digital, menjadi alternatif yang potensial untuk membantu mengonkretkan konsep abstrak dan memfasilitasi pemahaman hubungan sebab-akibat secara lebih efektif.

Karakteristik siswa tunagrahita menjadi tantangan utama karena sebagian besar materi IPA bersifat konseptual, sistemik, dan menuntut kemampuan berpikir logis serta analitis (Hindriana *et al.*, 2026). Siswa tunagrahita cenderung mengalami kesulitan dalam memahami hubungan sebab-akibat serta konsep abstrak yang tidak dapat diamati secara langsung. Oleh karena itu, diperlukan penggunaan media pembelajaran yang mampu menggabungkan konsep, salah satunya melalui media animasi interaktif yang dapat menampilkan proses secara visual dan dinamis. Selain itu, pemanfaatan *mini games digital* dapat membantu siswa memahami konsep melalui aktivitas sederhana yang bersifat eksploratif dan berulang, khususnya dalam konteks pembelajaran adaptif berbasis teknologi (Khasawneh & Khasawneh, 2024). Dalam perspektif *Cognitive Load Theory*, siswa tunagrahita memiliki keterbatasan dalam kapasitas memori kerja sehingga lebih rentan mengalami beban kognitif saat menerima informasi yang kompleks (Surbakti *et al.*, 2024). Oleh karena itu, pembelajaran yang tidak terstruktur dan terlalu kompleks dapat meningkatkan beban kognitif (*extraneous load*), sehingga menghambat proses belajar. Penggunaan media animasi interaktif yang terstruktur serta *mini games digital* yang dirancang sederhana dapat membantu mengurangi beban kognitif dengan menyajikan informasi secara bertahap dan terfokus. Namun, praktik pembelajaran konvensional masih cenderung seragam (*one-size-fits-all*) tanpa mempertimbangkan kebutuhan individual siswa.

Gamifikasi merupakan pendekatan yang mengintegrasikan elemen permainan ke dalam konteks pendidikan dengan tujuan meningkatkan motivasi, keterlibatan, dan hasil belajar. Dalam pembelajaran IPA, gamifikasi memiliki potensi besar untuk mengatasi keterbatasan pembelajaran konvensional, terutama bagi siswa dengan kebutuhan khusus. Elemen utama dalam gamifikasi meliputi poin, level, tantangan, *reward*, *leaderboard*, dan umpan balik. Elemen-elemen ini dirancang untuk menciptakan pengalaman belajar yang menyenangkan, interaktif, dan bermakna. Pendekatan ini dapat diwujudkan melalui penggunaan media animasi interaktif dan *mini games digital* yang memungkinkan siswa belajar melalui interaksi langsung. Meskipun gamifikasi memiliki potensi besar dalam pembelajaran IPA, implementasi yang ada masih cenderung bersifat statis dan belum mengakomodasi perbedaan kemampuan individu, khususnya pada siswa tunagrahita. Penggunaan animasi interaktif dan *mini games digital* yang ada saat ini umumnya belum bersifat adaptif, sehingga belum mampu menyesuaikan tingkat kesulitan dengan kemampuan siswa. Hal ini menunjukkan adanya kebutuhan akan model pembelajaran gamifikasi yang adaptif dan berbasis karakteristik kognitif siswa (Zourmpakis *et al.*, 2024).

Berdasarkan keterbatasan pendekatan gamifikasi konvensional, diperlukan suatu model yang mampu mengintegrasikan gamifikasi dengan sistem pembelajaran adaptif. Dalam konteks ini, dikembangkan model SmaLFil (*Smart Gamified Learning for Intellectual Disability*) sebagai solusi inovatif dalam pembelajaran IPA bagi siswa tunagrahita. Model ini secara khusus mengintegrasikan gamifikasi dengan media animasi interaktif dan *mini games digital* yang bersifat adaptif, sehingga memungkinkan penyajian konsep abstrak menjadi lebih konkret melalui visualisasi dinamis serta aktivitas belajar berbasis simulasi. SmaLFil (*Smart Gamified Learning for Intellectual Disability*) sebagai tidak hanya mengadopsi prinsip *adaptive learning*, tetapi juga mengintegrasikan *Cognitive Load Theory*, (UDL) *Universal Design for*

Learning, dan konstruktivisme sebagai landasan teoretis. Melalui animasi interaktif, siswa dapat mengamati secara langsung proses sebab-akibat dalam fenomena IPA, sedangkan *mini games digital* berfungsi sebagai sarana eksplorasi, latihan, dan penguatan konsep melalui umpan balik instan yang disesuaikan dengan kemampuan siswa (Derks *et al.*, 2022).

Model *Smart SmaLFil (Gamified Learning for Intellectual Disability)* dirancang sebagai suatu sistem pembelajaran adaptif yang terstruktur dan terdiri atas tiga komponen utama, yaitu *input*, *proses*, dan *output*. Ketiga komponen ini saling terintegrasi untuk menciptakan pengalaman belajar yang personal, bertahap, yang dipadukan dengan animasi interaktif dan *mini games digital* yang disesuaikan dengan karakteristik kognitif siswa tunagrahita. Komponen pertama adalah *input* yang berfokus pada profil kognitif siswa. Pada tahap ini dilakukan identifikasi terhadap tingkat kemampuan intelektual, kapasitas memori kerja, gaya belajar, serta respons siswa terhadap pembelajaran. Profil ini menjadi dasar penting dalam menentukan strategi pembelajaran yang akan digunakan, termasuk tingkat kompleksitas materi dan jenis aktivitas yang diberikan. Dengan memahami kondisi awal siswa, sistem dapat menghindari pemberian materi yang terlalu sulit atau terlalu mudah, sehingga pembelajaran menjadi lebih optimal dan tidak menimbulkan beban kognitif yang berlebihan. Komponen kedua adalah proses yang merupakan inti dari model *SmaLFil (Gamified Learning for Intellectual Disability)*, yaitu implementasi gamifikasi adaptif dalam pembelajaran. Pada tahap ini, pembelajaran dikemas dalam bentuk level yang bertahap, di mana setiap level berisi tantangan yang disesuaikan dengan kemampuan siswa. Elemen gamifikasi seperti *reward*, umpan balik, dan sistem progres digunakan untuk meningkatkan motivasi dan keterlibatan belajar. Mekanisme adaptivitas dalam sistem ini bekerja secara dinamis dengan menyesuaikan tingkat kesulitan berdasarkan performa siswa secara *real-time*. Ketika siswa mengalami kesulitan, sistem secara otomatis memberikan bantuan melalui *scaffolding*, seperti petunjuk tambahan atau penyederhanaan tugas. Sebaliknya, jika siswa menunjukkan kemajuan, sistem akan meningkatkan kompleksitas materi secara bertahap. Selain itu, sistem juga memungkinkan pengulangan materi secara otomatis untuk memperkuat pemahaman konsep. Komponen ketiga adalah *output*, yaitu hasil pembelajaran yang diharapkan dari implementasi model *SmaLFil (Gamified Learning for Intellectual Disability)*. *Output* ini meliputi peningkatan pemahaman konsep IPA, kemampuan dalam menjelaskan hubungan sebab-akibat, serta kemampuan mentransfer pengetahuan ke dalam konteks kehidupan sederhana. Dengan demikian, melalui pendekatan yang adaptif dan berbasis pengalaman, siswa tidak hanya menghafal konsep, tetapi juga mampu menggunakannya secara fungsional dalam situasi nyata (Derks *et al.*, 2022).

Model *SmaLFil (Gamified Learning for Intellectual Disability)* memiliki sejumlah keunggulan dibandingkan dengan pendekatan gamifikasi konvensional, terutama dalam hal kemampuannya mengakomodasi kebutuhan belajar siswa tunagrahita secara lebih spesifik dan adaptif. Salah satu keunggulan utama adalah adanya adaptivitas dinamis. Selain itu, integrasi media animasi interaktif membantu mengonkretkan konsep abstrak, sedangkan *mini games digital* memperkuat pemahaman melalui aktivitas berulang yang menyenangkan. Model ini mampu mereduksi beban kognitif siswa melalui penyajian materi yang bertahap dan terstruktur. Dengan memecah materi menjadi unit-unit kecil dan menyusunnya dalam berbagai level, siswa dapat memahami konsep secara lebih mendalam tanpa mengalami kelelahan kognitif. Pendekatan ini sangat relevan bagi siswa tunagrahita yang memiliki keterbatasan dalam memori dan pemrosesan informasi. Keunggulan lainnya terletak pada penerapan pendekatan multimodal berbasis prinsip *Universal Design for Learning (UDL)*, di mana materi disajikan dalam berbagai bentuk representasi, seperti *visual*, audio, dan interaktif. Hal ini memberikan fleksibilitas bagi siswa dalam mengakses dan memahami materi sesuai dengan gaya belajar mereka. Dengan demikian, pembelajaran menjadi lebih inklusif dan dapat menjangkau berbagai

kebutuhan individu. Model SmaLFil (*Gamified Learning for Intellectual Disability*) dilengkapi dengan mekanisme *scaffolding* otomatis yang memberikan bantuan secara tepat saat siswa mengalami kesulitan. Bantuan ini tidak bersifat permanen, melainkan disesuaikan dengan perkembangan kemampuan siswa, sehingga mendorong kemandirian belajar secara bertahap. Namun, penggunaan sistem *reward* dan tantangan dalam gamifikasi berperan penting dalam memperkuat motivasi belajar siswa. Elemen ini tidak hanya meningkatkan keterlibatan, tetapi juga memberikan pengalaman belajar yang menyenangkan dan bermakna.

Implementasi model SmaLFil (*Smart Gamified Learning for Intellectual Disability*) dalam pembelajaran IPA dilakukan melalui integrasi berbagai elemen interaktif, khususnya animasi interaktif dan *mini games digital* yang bersifat adaptif. Pendekatan ini diwujudkan dalam bentuk simulasi sebab-akibat, animasi interaktif, mini games berbasis konsep IPA, serta sistem pembelajaran berbasis level yang bertahap sesuai kemampuan siswa. Simulasi sebab-akibat digunakan untuk membantu siswa memahami hubungan antar peristiwa secara konkret. Representasi ini diperkuat melalui animasi interaktif yang menyajikan fenomena secara visual dan dinamis, sehingga konsep yang semula abstrak menjadi lebih mudah dipahami dan diingat. *Mini games digital* dirancang sebagai sarana eksplorasi dan penguatan konsep melalui aktivitas sederhana, berulang, dan terstruktur. Setiap permainan dilengkapi dengan umpan balik instan serta tingkat kesulitan yang menyesuaikan performa siswa, sehingga mendukung prinsip *adaptive learning*. Integrasi antara animasi interaktif dan *mini games* ini tidak hanya menciptakan pengalaman belajar yang menyenangkan, tetapi juga memungkinkan siswa membangun pemahaman konseptual secara bertahap melalui pengalaman langsung (*learning by doing*).

Penerapan sistem level dalam SmaLFil (*Smart Gamified Learning for Intellectual Disability*) memungkinkan pembelajaran berlangsung secara bertahap sesuai dengan kemampuan siswa. Pada level pertama, siswa difokuskan pada pengamatan *visual* sederhana, seperti mengenali perubahan bentuk atau keadaan suatu benda melalui gambar atau animasi. Pada tahap ini, animasi interaktif digunakan untuk menampilkan perubahan secara konkret dan dinamis, sehingga membantu siswa membangun pemahaman awal yang lebih mudah dipahami. Tahap ini bertujuan membangun pemahaman awal yang bersifat konkret. Selanjutnya, pada level kedua, siswa mulai diarahkan untuk mengidentifikasi hubungan sebab-akibat. Pada tahap ini, *mini games digital* berbasis sebab-akibat dapat digunakan untuk melatih siswa dalam menghubungkan dua peristiwa melalui aktivitas sederhana dan interaktif. Siswa mulai dilatih untuk mengaitkan dua konsep secara logis meskipun masih dalam konteks sederhana. Pada level ketiga, siswa didorong untuk menerapkan konsep yang telah dipelajari ke dalam situasi kehidupan sehari-hari. Penerapan ini dapat diperkuat melalui *mini games digital* berbasis simulasi kontekstual yang memungkinkan siswa mempraktikkan konsep dalam situasi nyata secara virtual.

KESIMPULAN

Model SmaLFil (*Smart Gamified Learning for Intellectual Disability*) merupakan pendekatan pembelajaran IPA yang adaptif bagi siswa tunagrahita. Model ini dikembangkan dengan mengintegrasikan gamifikasi, *adaptive learning*, serta prinsip *Cognitive Load Theory*, UDL (*Universal Design for Learning*), dan konstruktivisme dalam suatu kerangka sistematis yang terdiri atas komponen *input*, *proses*, dan *output*. Implementasi SmaLFil (*Smart Gamified Learning for Intellectual Disability*) memanfaatkan media animasi interaktif dan *mini games digital* sebagai sarana utama untuk menyajikan konsep IPA secara konkret, visual, dan bertahap. Animasi interaktif berfungsi untuk memvisualisasikan fenomena IPA yang abstrak menjadi lebih mudah dipahami, sedangkan mini games digital digunakan sebagai media latihan

dan penguatan konsep melalui aktivitas yang sederhana, berulang, dan menyenangkan. Mekanisme adaptivitas dalam model ini bekerja secara dinamis dengan menyesuaikan tingkat kesulitan materi, jenis tantangan, serta bentuk umpan balik berdasarkan kemampuan dan respons siswa. Pendekatan ini memungkinkan terjadinya pembelajaran yang lebih personal dan bertahap, sehingga mampu mereduksi beban kognitif (*cognitive load*) serta meningkatkan keterlibatan dan motivasi belajar siswa. Dengan demikian, SmaLFI tidak hanya mendukung aksesibilitas pembelajaran, tetapi juga berkontribusi dalam meningkatkan pemahaman konsep IPA, khususnya pada aspek hubungan sebab-akibat pada siswa tunagrahita.

DAFTAR PUSTAKA

- Almufareh, M. F., Tehsin, S., Humayun, M., & Kausar, S. (2023). Intellectual disability and technology: an artificial intelligence perspective and framework. *Journal of Disability Research*, 2(4), 58-70.
- Balalle, H. (2024). Exploring student engagement in technology-based education in relation to gamification, online/distance learning, and other factors: A systematic literature review. *Social Sciences & Humanities Open*, 9, 100870.
- Dai, Z., Wang, L., Peng, X., Zhao, L., & Xiong, J. (2024). A model for assessing student satisfaction with smart classroom environment in higher education. *Journal of Computer Assisted Learning*, 40(6), 2901-2916.
- Derks, S., Willemsen, A. M., & Sterkenburg, P. S. (2022). Improving adaptive and cognitive skills of children with an intellectual disability and/or autism spectrum disorder: Meta-analysis of randomised controlled trials on the effects of serious games. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 33, 100488.
- Faber, T. J., Dankbaar, M. E., Kickert, R., van den Broek, W. W., & van Merriënboer, J. J. (2023). Identifying indicators to guide adaptive scaffolding in games. *Learning and Instruction*, 83, 101666.
- Ferreira, P., David, C., Costescu, C., Vera, L., Herrera, G., Lopes, S., ... & Trindade, F. (2025). Neurodevelopmental disorders: assessing and training working memory. *BMC psychology*, 13(1), 1163.
- Gini, F., Bassanelli, S., Bonetti, F., Mogavi, R. H., Bucchiarione, A., & Marconi, A. (2025). The role and scope of gamification in education: A scientometric literature review. *Acta Psychologica*, 259, 105418.
- Gómez Niño, J. R., Árias Delgado, L. P., Chiappe, A., & Ortega González, E. (2025). Gamifying learning with AI: A pathway to 21st-century skills. *Journal of Research in Childhood Education*, 39(4), 735-750.
- Haq, S. T. N., Prasetya, D. D., Ichwanto, M. A., Samodra, J., & Prasetya, L. A. (2025). The Power of Play! A Review of Gamification Design Trends and Their Impact on Learning Outcomes. *Edunesia: Jurnal Ilmiah Pendidikan*, 6(3), 1679-1699.
- Hindriana, A. F., Turki, H. I., Prihatin, Y., Setiawati, I., Abidin, Z., & Pratami, A. R. (2026). Cognitive load management: Learning abstract and complex scientific concepts using visual metaphors and metonymies. *Jurnal Cakrawala Pendidikan*, 45(1).
- Khasawneh, Y. J. A., & Khasawneh, M. A. S. (2024). Cognitive load analysis of adaptive learning technologies in special education classrooms: A quantitative approach. *International Journal of Advanced and Applied Sciences*, 11(12), 34-41.
- Orío-Aparicio, C., López-Escribano, C., & Bel-Fenellós, C. (2026). Cognitive profile of individuals with borderline intellectual functioning: A systematic review. *Intelligence*, 114, 101974.

- Surbakti, R., Umboh, S. E., Pong, M., & Dara, S. (2024). Cognitive load theory: Implications for instructional design in digital classrooms. *International Journal of Educational Narratives*, 2(6), 483-493.
- Tlili, A., Denden, M., Duan, A., Padilla-Zea, N., Huang, R., Sun, T., & Burgos, D. (2022). Game-based learning for learners with disabilities—What is next? A systematic literature review from the activity theory perspective. *Frontiers in psychology*, 12, 814691.
- Mulyana, A., Vidiati, C., Danarahmanto, P. A., Agussalim, A., Apriani, W., Fiansi, F., ... & Martono, S. M. (2024). *Metode penelitian kualitatif*. Bandung: Penerbit Widina.
- Zourmpakis, A. I., Kalogiannakis, M., & Papadakis, S. (2024). The effects of adaptive gamification in science learning: A comparison between traditional inquiry-based learning and gender differences. *Computers*, 13(12), 324.