

Effect Size Model Pembelajaran Project Based Learning Berbasis IoT terhadap Keterampilan Berpikir Abad 21 Siswa

Effect Size IoT Based Project Based Learning Model on Students 21st Century Thinking Skills

Baso Intang Sappaile

Universitas Negeri Makassar, Indonesia
Email: baso.sappaile@unm.ac.id

Andi Yustira Lestari

Universitas Islam Syekh Yusuf, Indonesia

Nadriyah

STIKIP Syafi'iyah Internasional Medan, Indonesia

Andri Kurniawan

Universitas Islam Syekh Yusuf, Indonesia

Ellina Reinovita

Universitas Pendidikan Indonesia

Sukini

Universitas Widya Dharma Klaten, Indonesia

Tomi Apra Santosa

Akademi Teknik Adikarya, Indonesia

Abstract

This research aims to determine the effect of IoT based Project Based Learning on Students' 21st Century Skills. This type of research is a meta-analysis research type. The data source in this research comes from an analysis of 13 journals published 2020-2024. Data source search process via Google Scholar, ScienceDirect, Researchgate, Taylor of Francis and ERIC. Data search keywords are Internet of Things, Project Based Learning, Influence of IoT based on Project Based Learning on students' critical thinking skills. Data collection techniques are direct observation and documentation. Data analysis calculates the effect size value of the entire research using the JSAP application. The results of this research conclude that there is an influence of the Internet of Things based on project based learning on students' critical thinking skills with an average effect size value of 1.18 in the high effect size category. These findings show that the application of the Internet of Things based on project based learning is effective in encouraging students' critical thinking skills

Keywords— *Internet of Things; Project Based Learning; Effect Size, Critical Thinking*

1. PENDAHULUAN

Keterampilan berpikir abad ke-21 menjadi semakin penting di era di mana teknologi terus berkembang dengan cepat dan kompleksitas masalah global semakin meningkat. Salah satu keterampilan utama adalah kemampuan untuk berpikir kritis, yaitu mampu menganalisis informasi dengan objektif, mengevaluasi argumen, dan membuat keputusan yang baik berdasarkan bukti yang ada (Fradila et al., 2021; Rahman et al., 2023); Di samping itu, keterampilan berpikir kreatif juga menjadi sangat berharga dalam menghadapi tantangan baru dan menemukan solusi inovatif untuk masalah kompleks (Widiawati & Joyoatmojo, 2018). Keterampilan berpikir abad-21 siswa harus memiliki keterampilan berpikir kritis, kreatif, kolaborasi dan komunikatif (Tajudin et al., 2019; Elfira et al., 2023).

Keterampilan berpikir kritis dan kreatif, keterampilan berpikir kolaboratif juga menjadi kunci dalam menghadapi revolusi industri 4.0 (Kuloglu & Karabekmez, 2022). Kemampuan untuk bekerja sama dengan orang-orang dari latar belakang yang berbeda, memecahkan masalah bersama, dan membangun hubungan yang saling menguntungkan sangatlah penting. Keterampilan berpikir abad ke-21 juga mencakup kemampuan untuk mengelola informasi dengan efisien, termasuk kemampuan literasi digital dan literasi informasi, agar dapat memilah informasi yang relevan dari berbagai sumber dan memahami implikasi serta dampaknya secara holistik (Tajudin et al., 2019). Dengan mengembangkan keterampilan berpikir abad ke-21 ini, individu dapat siap menghadapi perubahan yang cepat dan menjadi kontributor yang berarti dalam masyarakat yang semakin kompleks dan terhubung secara global (Zainil et al., 2023; Harahap et al., 2020; Chouari et al., 2002).

Salah satu permasalahan yang muncul sehubungan dengan keterampilan abad ke-21 adalah kesenjangan keterampilan di antara individu dan komunitas. Meskipun penting untuk memperoleh keterampilan berpikir kritis, kreatif, dan kolaboratif, tidak semua orang memiliki akses yang sama terhadap pendidikan dan pelatihan yang diperlukan untuk mengembangkan keterampilan ini. Hal ini dapat mengakibatkan kesenjangan dalam kemampuan individu untuk bersaing dalam pasar kerja yang semakin kompetitif, serta dalam kemampuan mereka untuk berpartisipasi secara aktif dalam masyarakat yang semakin kompleks dan terhubung secara global (Laar et al., 2017). Kesulitan ini diperparah oleh perubahan teknologi yang cepat, yang memerlukan adaptasi yang serba cepat dari individu dan lembaga pendidikan untuk tetap relevan.

Selain itu, masih ada tantangan dalam integrasi keterampilan abad ke-21 ke dalam kurikulum pendidikan formal. Sistem pendidikan di banyak negara masih cenderung berfokus pada penguasaan pengetahuan faktual daripada pengembangan keterampilan berpikir (Utari, & Suwarma, 2019; Afandi et al., 2018). Kurangnya penekanan pada keterampilan abad ke-21 dalam kurikulum dapat mengakibatkan lulusan yang kurang siap menghadapi tuntutan dunia kerja dan masyarakat yang semakin kompleks. Perubahan dalam pendekatan pembelajaran dan penilaian diperlukan untuk memastikan bahwa keterampilan berpikir abad ke-21 benar-benar diperkuat dan diberdayakan pada semua tingkatan pendidikan. Selain itu, dalam kegiatan pembelajaran guru menggunakan model pembelajaran yang belum tepat untuk mendorong keterampilan berpikir abad-21 siswa. Oleh karena itu, perlu adanya model pembelajaran yang dapat mendorong keterampilan berpikir abad-21 siswa.

Project based learning merupakan salah satu model pembelajaran yang dapat mendorong keterampilan berpikir abad-21 siswa. Project Based Learning merupakan model pembelajaran yang menempatkan siswa sebagai agen aktif dalam proses belajar-mengajar (Ichsan et al., 2023; Nilsook et al., 2021). Project Based Learning siswa terlibat dalam proyek nyata yang memerlukan pemecahan masalah, kolaborasi, dan penerapan pengetahuan serta keterampilan dalam konteks kehidupan nyata (Lim et al., 2023). Melalui proyek-proyek ini, siswa tidak hanya mengembangkan pemahaman mereka tentang materi pelajaran, tetapi juga memperoleh keterampilan kritis seperti kemampuan berpikir kreatif, komunikasi efektif, dan kerja tim. Dengan fokus pada penerapan konsep dalam situasi dunia nyata, model PBL membantu mempersiapkan siswa untuk menghadapi tantangan abad ke-21 dan menjadi pembelajar seumur hidup yang mandiri dan berpikiran terbuka (Rahman et al., 2023; Suryono et al., 2023).

Selanjutnya, model pembelajaran project based learning dapat digabungkan dengan Internet of Things (IoT). Internet of Things (IoT) merupakan jaringan perangkat fisik yang terhubung melalui internet, memungkinkan pertukaran data dan kontrol otomatis yang lebih efisien (Veeramanickam., 2023). Dalam konteks ini, perangkat-perangkat yang dilengkapi dengan sensor, perangkat lunak, dan konektivitas internet dapat saling berkomunikasi dan berinteraksi untuk memantau, mengumpulkan, dan menganalisis informasi secara real-time. Dari rumah pintar hingga kota pintar, IoT telah mengubah cara kita berinteraksi dengan lingkungan sekitar, meningkatkan efisiensi, kenyamanan, dan keamanan (Ghudkam et al., 2023). Selain itu, IoT juga memberikan potensi besar dalam berbagai bidang, termasuk kesehatan, industri, transportasi, dan pertanian, membuka peluang baru untuk inovasi dan meningkatkan kualitas pembelajaran siswa (Frydenberg, 2023).

Penelitian sebelumnya model project based learning memberikan pengaruh positif terhadap keterampilan berpikir abad-21 siswa (Hujjatusnaini et al., 2022; Astuti et al., 2022; Rusnawati et al., 2021). Kesenjangan penelitian, banyak penelitian mengenai model project based learning belum ditemukan effect size project based learning berbasis Internet of Things terhadap keterampilan abad 21 siswa. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh Project Based Learning berbasis IoT terhadap

2. METODE

Jenis penelitian ini adalah penelitian meta-analisis. Meta-analisis merupakan suatu jenis penelitian yang mengumpulkan dan menganalisis data penelitian sebelumnya secara kuantitatif (Suharyat et al., 2022; Juandi et al., 2021; Oktarina et al., 2021; Zulkifli et al., 2022; Ichsan et al., 2022; Diah et al., 2022). Meta-analisis ini bertujuan mengetahui effect size Project Based Learning berbasis IoT terhadap Keterampilan Abad-21 Siswa. Sumber data dalam penelitian ini berasal dari analisis 13 jurnal terbitan 2020-2024. Proses pencarian sumber data melalui google Scholar, ScienceDirect, Researchgate, Taylor of Francis dan ERIC. Kata kunci pencarian data adalah Internet of Things, Project Based Learning, Pengaruh IoT berbasis Project Based Learning terhadap keterampilan berpikir kritis siswa. Teknik pengumpulan data adalah observasi secara langsung dan dokumentasi. Analisis data menghitung nilai effect size dari keseluruhan penelitian dengan aplikasi JSAP. Selanjutnya, kriteria effect size dalam penelitian dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kriteria Nilai Effect Size

Effect Size	Kriteria
$0.0 \leq ES \leq 0.2$	Rendah
$0.2 \leq ES \leq 0.8$	Sedang
$ES \geq 0.8$	Tinggi

Sumber:(Cohen et a., 2007)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan penelusuran sumber data melalui google Scholar, ScienceDirect, Researchgate, Taylor of Francis dan ERIC diperoleh 217 penelitian. Akan tetapi hanya 13 penelitian yang relevan dengan pengaruh Project Based Learning berbasis IoT terhadap Keterampilan Abad-21 Siswa. Data tersebut dihitung nilai effect size yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai Effect Size 13 Penelitian

Kode Jurnal	Tahun	Negara	Effect Size	Kriteria Effect Size
Y1	2023	Indonesia	1.16	Tinggi
Y2	2020	Indonesia	0.65	Sedang
Y3	2020	Turki	1.90	Tinggi
Y4	2021	Inggris	2.15	Tinggi
Y5	2022	Inggris	1.30	Tinggi
Y6	2023	Indonesia	0.96	Tinggi
Y7	2024	Indonesia	0.72	Sedang
Y8	2023	Indonesia	0.99	Tinggi
Y9	2021	China	1.19	Tinggi
Y10	2022	Meksiko	2.03	Tinggi
Y11	2022	Indonesia	0.53	Sedang
Y12	2023	India	0.64	Sedang
Nilai rata-rata Effect Size			1.18	Tinggi

Berdasarkan Tabel 2, nilai effect size berkisar antara 0.52 hingga 2.15. Selanjutnya, menurut kriteria effect size Cohen's (2007) diperoleh 8 penelitian yang memiliki nilai effect size kriteria tinggi dan 5 penelitian yang mempunyai nilai effect size rendah. Selanjutnya, nilai rata-rata effect size sebesar 1.18 dengan kriteria tinggi. Hasil ini menyimpulkan bahwa model project based learning berbasis IoT memberikan pengaruh yang tinggi terhadap keterampilan berpikir abad-21 siswa. Penelitian ini sejalan dengan Putri et al., (2022) model project based learning memberikan pengaruh positif terhadap keterampilan berpikir abad-21 siswa. Project based learning berbasis IoT membantu siswa belajar secara mandiri dan kreatif untuk menyelesaikan suatu masalah (Sri et al., 2021; Hariyadi et al., 2023).

Selanjutnya, penelitian tentang Project Based Learning (PBL) berbasis Internet of Things (IoT) dalam konteks pengembangan keterampilan abad ke-21 pada siswa menunjukkan potensi yang signifikan dalam meningkatkan keterampilan yang dibutuhkan untuk sukses di era digital ini. Dengan menggunakan teknologi IoT sebagai landasan untuk proyek-proyek pembelajaran, siswa dapat terlibat dalam pengalaman belajar yang lebih terkait dengan dunia nyata, yang memungkinkan mereka untuk memperoleh keterampilan praktis yang diperlukan dalam masyarakat dan tempat kerja modern (Francisti, 2023). Penelitian juga menunjukkan bahwa PBL berbasis IoT dapat membantu siswa mengembangkan keterampilan berpikir kritis, kreatif, kolaboratif, dan komunikasi, karena mereka harus merancang, mengimplementasikan, dan menganalisis solusi untuk masalah yang kompleks menggunakan teknologi tersebut (Arabloo et al., 2022).

Selain itu, model project based learning berbasis IoT memberikan tantangan dan peluang bagi siswa dalam mengimplementasikan model ini secara efektif dalam lingkungan pembelajaran (Aydin, 2023; Made et al., 2020). Perlunya sumber daya yang memadai, dukungan dari guru, dan infrastruktur teknologi yang memadai menjadi faktor penting dalam kesuksesan PBL berbasis IoT. Namun, ketika diimplementasikan dengan baik, PBL berbasis IoT dapat memberikan pengalaman pembelajaran yang mendalam dan berdampak bagi siswa, membantu mereka mempersiapkan diri untuk menghadapi tantangan dan peluang di dunia yang semakin terhubung dan berubah dengan cepat (Mulyani & Arif, 2021).

Project based learning berbasis IoT menawarkan banyak manfaat dalam pengembangan keterampilan abad ke-21, ada tantangan dalam mengimplementasikan pendekatan ini secara efektif. Pengembangan model ini membutuhkan sumber daya yang memadai, dukungan dari guru yang terlatih, dan infrastruktur teknologi yang memadai untuk menyelenggarakan proyek-proyek semacam ini (Hikmah et al., 2023). Selain itu, evaluasi yang memadai juga diperlukan untuk mengukur kemajuan siswa dalam mengembangkan keterampilan abad ke-21 melalui pendekatan Project based learning berbasis IoT. Oleh karena itu adanya model ini memberikan suatu tantangan dan berkomitmen untuk mengatasinya, pendekatan ini memiliki potensi untuk menjadi model pembelajaran yang efektif dalam mempersiapkan siswa untuk sukses di era abad ke-21.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian ini dapat disimpulkan bahwa bahwa terdapat pengaruh Internet of Thing berbasis project based learning terhadap keterampilan berpikir kritis siswa dengan nilai rata-rata effect size 1.18 dengan kategori effect size yang tinggi. Temuan ini menunjukkan bahwa penerapan Internet of Things berbasis project based learning efektif untuk mendorong keterampilan berpikir kritis siswa. Melalui proyek-proyek yang melibatkan penggunaan teknologi IoT, siswa tidak hanya mengasah keterampilan berpikir kritis dalam menganalisis data yang diperoleh dari perangkat IoT, tetapi juga mengembangkan keterampilan

berpikir kreatif dalam merancang solusi inovatif untuk masalah-masalah yang dihadapi. Selain itu, kolaborasi dalam tim dan komunikasi efektif dalam menyampaikan ide-ide menjadi bagian penting dari pengalaman pembelajaran ini, memperkuat keterampilan kolaboratif dan komunikatif yang sangat dihargai dalam dunia kerja modern

5. SARAN

Atas kesimpulan ini penulis menyarankan: 1) penerapan model project based learning berbasis IoT efektif diterapkan di sekolah mulai dari jenjang pendidikan dasar hingga tinggi, 2) memberikan informasi penting tentang penerapan model project based learning disekolah dalam mendorong keterampilan berpikir abad-21 siswa.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kepada seluruh peneliti yang telah berkontribusi dalam menyelesaikan penelitian ini,serta penulis mengucapkan terima kasih kepada dewan redaksi jurnal puan indonesia yang telah menerima dan menerbitkan paper ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Afandi, A., Sajidan, S., Akhyar, M., & Suryani, N. (2018). Pre-Service Science Teachers' Perception About High Order Thinking Skills (HOTS) in the 21st Century. *International Journal of Pedagogy and Teacher Education*, 2(1), 107. <https://doi.org/10.20961/ijpte.v2i1.18254>
- Ahmed Chouari et al. (2002). Teaching and Assessing 21st Century Critical Thinking Skills in Morocco: A Case Study. *Arab World English Journal (AWEJ)*, 7(4), 21–41.
- Arabloo, P., Hemmati, F., Rouhi, A., & Khodabandeh, F. (2022). The Effect of Technology-Aided Project-Based English Learning on Critical Thinking and Problem Solving as Indices of 21st Century Learning. *Journal of Modern Research in English Language Studies*, 9(1), 125–150. <https://doi.org/10.30479/jmrels.2020.14077.1730>
- Astuti, N., Efendi, U., & Haya, F. F. (2022). The Impact of Project Based Learning Model on Creative Thinking Ability of Forth Grade Students. *International Journal of Elementary Education*, 6(3), 440–445.
- Aydin, A. (2023). Examining the Effects of Physical Variables in Classrooms on Students ' Attention via the Internet of Things Yüksel GÖKTAŞ. *Participatory Educational Research (PER)*, 10(January), 160–177.
- Cohen, L., Manion, L., Lecturer, P., Morrison, K., & Lecturer, S. (2007). *Research Methods in Education*. New York,: Routledge is an imprint of the Taylor & Francis Group, an informa business.
- Diah et al. (2022). Meta-Analysis of Focusky Learning Media on Student Learning Outcomes. *INTERNATIONAL JOURNAL OF ASIAN EDUCATION*, 3(2), 20–22. <https://doi.org/10.55943/jipmukjt.v3i2.34>
- Elfira, I., & Santosa, T. A. (2023). Literature Study : Utilization of the PjBL Model in Science Education to Improve Creativity and Critical Thinking Skills. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(1), 133–143. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i1.2555>

- Fradila, E., Razak, A., Santosa, T. A., Arsih, F., & Chatri, M. (2021). Development Of E-Module-Based Problem Based Learning (PBL) Applications Using Sigil The Course Ecology And Environmental Education Students Master Of Biology. *International Journal of Progressive Sciences and Technologies (IJPSAT)*, 27(2), 673–682.
- Francisti, J. (2023). THE USE OF INTERNET OF THINGS TECHNOLOGY IN THE PEDAGOGICAL PROCESS. *Proceedings of the 5th International Baltic Symposium on Science and Technology Education, BalticSTE2023*, 65–75.
- Frydenberg, M. (2023). Teaching Case Alexa , Help Me Learn About the Internet of Things! *Information Systems Education Journal (ISEDJ)*, 21(May), 69–81.
- Ghudkam, S., Chatwattana, P., & PiriyaSurawong, P. (2023). An Imagineering Learning Model using Advance Organizers with Internet of Things. *Higher Education Studies*, 13(2), 128–134. <https://doi.org/10.5539/hes.v13n2p128>
- Harahap, L. J., Ristanto, R. H., & Komala, R. (2020). Evoking 21st-Century Skills: Developing Instrument of Critical Thinking Skills and Mastery of Ecosystem Concepts. *Tadris: Jurnal Keguruan Dan Ilmu Tarbiyah*, 5(1), 27–41. <https://doi.org/10.24042/tadris.v5i1.5943>
- Hariyadi, S., Santosa, T. A., & Sakti, B. P. (2023). Effectiveness of STEM-Based Mind Mapping Learning Model to Improve Students ' Science Literacy in the Era of Revolution. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(10), 791–799. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i10.5125>
- Hikmah, N., Febriya, D., Asrizal, A., & Mufit, F. (2023). Impact of the Project-Based Learning Model on Students' Critical and Creative Thinking Skills in Science and Physics Learning: A Meta-Analysis. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(10), 892–902. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i10.4384>
- Hujjatusnaini, N., Corebima, A. D., Prawiro, S. R., & Gofur, A. (2022). THE EFFECT OF BLENDED PROJECT-BASED LEARNING INTEGRATED WITH 21ST-CENTURY SKILLS ON PRE-SERVICE BIOLOGY TEACHERS ' HIGHER-ORDER THINKING SKILLS. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 11(1), 104–118. <https://doi.org/10.15294/jpii.v11i1.27148>
- Ichsan, Tomi Apra Santosa, Ilwandri, Aulia Sofianora, U. Y. (2022). Efektivitas Evaluasi Model CIPP Dalam Pembelajaran IPA di Indonesia: Meta-Analysis. *Jurnal Pendidikan Dan Konseling*, 5(2), 1349–1358.
- Ichsan, Yayat Suharyat, Tomi Apra Santosa, E. (2023). The Effectiveness of STEM-Based Learning in Teaching 21 st Century Skills in Generation Z Student in Science Learning : A. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(1), 150–166. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i1.2517>
- Juandi, D., Kusumah, Y. S., Tamur, M., Perbowo, K. S., & Tanu, T. (2021). Heliyon A meta-analysis of Geogebra software decade of assisted mathematics learning : what to learn and where to go? *Heliyon*, 7(October 2020), e06953. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e06953>
- KULOĞLU, A., & KARABEKMEZ, V. (2022). The Relationship Between 21st-century Teacher Skills and Critical Thinking Skills of Classroom Teacher. *International Journal of Psychology and Educational Studies*, 9(1), 91–101. <https://doi.org/10.52380/ijpes.2022.9.1.551>
- Lim, S. W., Jawawi, R., Jaidin, J. H., Roslan, R., & Info, A. (2023). Learning history through project-based learning. *Journal of Education and Learning (EduLearn)*, 17(1), 67–75. <https://doi.org/10.11591/edulearn.v17i1.20398>

- Made, N., Kusadi, R., Sriartha, I. P., & Kertih, I. W. (2020). Model Pembelajaran Project Based Learning Terhadap Keterampilan Sosial Dan Berpikir Kreatif. *TSCJ*, 3(1), 18–27.
- Muhajir, S. N., Utari, S., & Suwarma, I. R. (2019). How to develop test for measure critical and creative thinking skills of the 21st century skills in POPBL? *Journal of Physics: Conference Series*, 1157(3). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1157/3/032051>
- Mulyani, D. F., & Arif, S. (2021). Implementation of Project Based Learning (Pjbl) Based on Science, Technology, Engineering and Mathematics (Stem) To Improve Metacognitive Thinking Ability. *INSECTA: Integrative Science Education and Teaching Activity Journal*, 2(1), 117–129. <https://doi.org/10.21154/insecta.v2i1.2931>
- Nilsook, P., Chatwattana, P., & Seechaliao, T. (2021). The Project-based Learning Management Process for Vocational and Technical Education. *Higher Education Studies*, 11(2), 20–29. <https://doi.org/10.5539/hes.v11n2p20>
- Oktarina, K., Suhaimi, S., Santosa, T. A., & ... (2021). Meta-Analysis: The Effectiveness of Using Blended Learning on Multiple Intelligences and Student Character Education During the Covid-19 Period. ... *Journal of Education* ..., 4(3), 184–192. Retrieved from <http://journal.ummat.ac.id/index.php/IJECA/article/view/5505%0Ahttps://journal.ummat.ac.id/index.php/IJECA/article/download/5505/pdf>
- Putri, R. K., Bukit, N., & Simanjuntak, M. P. (2022). The Effect of Project Based Learning Model's on Critical Thinking Skills, Creative Thinking Skills, Collaboration Skills, & Communication Skills (4C) Physics in Senior High School. *Proceedings of the 6th Annual International Seminar on Transformative Education and Educational Leadership (AISTEEL 2021)*, 591(Aisteel), 323–330. <https://doi.org/10.2991/assehr.k.211110.103>
- Rahman, A. A., Santosa, T. A., Nurtamam, M. E., & Widoyo, H. (2023). Meta-Analysis : The Effect of Ethnoscience-Based Project Based Learning Model on Students ' Critical Thinking Skills. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(9), 611–620. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i9.4871>
- Rahman, A., Santosa, T. A., & Suharyat, Y. (2023). *The Effect of Problem Based Learning-STEM on Students ' 21st Century Skills in Indonesia : A Meta-Analysis*. 2(1).
- Rusnawati, M., Santyasa, I. W., & Tegeh, I. M. (2021). The Effect of Project Based E-Learning Models toward Learning Outcomes and Critical Thinking Skills of Vocational High School Students. *JPP (Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran)*, 27(2), 57–64. <https://doi.org/10.17977/um047v27i22020p057>
- Sri Kuwita Gandi, A., Haryani, S., & Setiawan, D. (2021). The Effect of Project-Based Learning Integrated STEM Toward Critical Thinking Skill Article Info. *Journal of Primary Education*, 10(1), 18–23. Retrieved from <https://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/jpe/article/view/33825>
- Suharyat, Y., Santosa, T. A., Aprilisia, S., & Yulianti, S. (2022). International Journal of Education and Literature (IJEL) Meta-Analysis Study: The Effectiveness of Problem Solving Learning in Science Learning in Indonesia. *International Journal of Education and Literature (IJEL) Amik Veteran Porwokerto*, 1(3), 6–13.
- Suryono, W., Haryanto, B. B., Santosa, T. A., Suharyat, Y., & Sappaile, B. I. (2023). The Effect of The Blended Learning Model on Student Critical Thinking Skill : Meta-analysis. *Edumaspul - Jurnal Pendidikan*, 7(1), 1386–1397.

- Tajudin, N. M., Zamzamir, Z., & Othman, R. (2019). A thinking-based learning module for enhancing 21st century skills. *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering*, 8(6 Special Issue 4), 397–401. <https://doi.org/10.35940/ijitee.F1080.0486S419>
- van Laar, E., van Deursen, A. J. A. M., van Dijk, J. A. G. M., & de Haan, J. (2017). The relation between 21st-century skills and digital skills: A systematic literature review. *Computers in Human Behavior*, 72, 577–588. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.03.010>
- Veeramanickam, M. R. M., Visalatchi, S., & ... (2023). Smart e-Learning System with IoT-Enabled for Personalized Assessment. ... *Sciences: A Multi and* <https://doi.org/10.1002/9781119763468.ch7>
- Widiawati, L., & Joyoatmojo, S. (2018). International Journal of Multicultural and Multireligious Understanding Higher Order Thinking Skills as Effect of Problem Based Learning in the 21st Century Learning. *International Journal of Multicultural and Multireligious Understanding (IJMMU)*, 5(3), 96–105.
- Zainil, M., Kenedi, A. K., Rahmatina, Indrawati, T., & Handrianto, C. (2023). The influence of a STEM-based digital classroom learning model and high-order thinking skills on the 21st-century skills of elementary school students in Indonesia. *Journal of Education and E-Learning Research*, 10(1), 29–35. <https://doi.org/10.20448/jeelr.v10i1.4336>
- Zulkifli, Z., Satria, E., Supriyadi, A., & Santosa, T. A. (2022). Meta-analysis : The effectiveness of the integrated STEM technology pedagogical content knowledge learning model on the 21st century skills of high school students in the science department. *Psychology, Evaluation, and Technology in Educational Research*, 5(1), 32–42.