

Efektivitas Pembelajaran Science Technology Engineering and Math (STEM) terhadap Hasil Belajar di Sekolah: Meta Analisis**Winda Lestari Siregar¹, Syafrijon^{2*}, Giatman³, Ganefri⁴, Krismadinata⁵, Nizwardi Jalinus⁶**

windalestarisiregar6@gmail.com, syafrijon@ft.unp.ac.id, giatman@ft.unp.ac.id,

ganefri@unp.ac.id, krisma@ft.unp.ac.id, nizwardi@ft.unp.ac.id

Universitas Negeri Padang

Informasi Artikel

Diterima : 6 Mei 2024

Direview : 13 Mei 2024

Disetujui : 30 Jun 2024

Kata KunciSTEM, Hasil Belajar,
Meta Analisis**Abstrak**

Pendidikan di tingkat Sekolah Menengah Atas (SMA) dan Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) menghadapi tantangan dalam menyiapkan peserta didik yang kreatif dan berkompetensi. Dalam menghadapi tantangan tersebut perlu kombinasi teknologi terhadap bidang Sains, matematika dan keteknikan. Penelitian mengenai penerapan STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) dalam pembelajaran di Indonesia. Untuk menguji efektifitasnya, dilakukan meta-analisis yang mencakup 25 artikel yang diterbitkan antara tahun 2018 dan 2023. temuan menunjukkan bahwa pembelajaran STEM memiliki peran yang signifikan dalam meningkatkan hasil belajar peserta didik dengan ukuran efek keseluruhan sebesar 6,89. Berdasarkan analisis data penerapan pendekatan STEM, dapat mengembangkan kemampuan menyelesaikan masalah secara rasional, berkolaborasi, mengkritik, menganalisis dan juga dapat meningkatkan kemampuan mengakses informasi, beradaptasi dengan perubahan, mengambil keputusan, memproduksi, bertanggung jawab, menunjukkan rasa ingin tahu, berinteraksi dalam konteks sosial dan budaya, serta mengembangkan sifat kepemimpinan dan kewirausahaan peserta didik. Pendekatan STEM memberikan landasan yang kokoh untuk mengembangkan beragam keterampilan dan sikap yang penting dalam menghadapi tantangan dan tuntutan dunia modern peserta didik.

KeywordsSTEM, Learning Outcomes,
Meta-Analysis**Abstract**

Education at the high school (SMA) and vocational school (SMK) levels faces challenges in preparing creative and competent students. To address these challenges, a combination of technology is needed in the fields of science, mathematics, and engineering. A study on the implementation of STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) in learning in Indonesia. To test its effectiveness, a meta-analysis was conducted which included 25 articles published between 2018 and 2023. The findings showed that STEM learning has a significant role in improving student learning outcomes with an overall effect size of 6,89. Based on the data analysis of the application of the STEM approach, it can develop the ability to solve problems rationally, conduct research, question, collaborate, criticize, analyze and can also improve the ability to access information, adapt to change, make decisions, produce, be responsible, show curiosity, interact in a social and cultural context, and develop leadership and entrepreneurship traits in students. The STEM approach provides a solid foundation for developing a variety of skills and attitudes that are important in facing the challenges and demands of the modern world of students.

A. Pendahuluan

Pesatnya perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi dalam era modern, berbagai inovasi teknologi terus bermunculan, dirancang untuk memberikan kemudahan dalam aktivitas manusia (30). Keberadaan teknologi yang dapat mempermudah pekerjaan manusia menjadi sangat penting, terutama dalam sektor pendidikan. Pendidik dihadapkan pada tuntutan untuk meningkatkan kreativitas dalam memanfaatkan perkembangan teknologi pada proses pembelajaran (19). Pendidikan di tingkat Sekolah Menengah Atas (SMA) dan Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) menghadapi tantangan dalam menyiapkan peserta didik yang kreatif dan berkompotensi. Dalam menghadapi tantangan tersebut perlu kombinasi teknologi terhadap bidang Sains, matematika dan keteknikan. Penelitian mengenai penerapan STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) dalam pembelajaran di Indonesia sedang menjadi topik yang menarik saat ini. Penerapan STEM dalam pembelajaran mengintegrasikan komponen sains, teknologi, rekayasa, dan matematika sebagai satu kesatuan, dengan memfokuskan pada penyelesaian masalah nyata dalam kehidupan sehari-hari (14). Dengan penerapan STEM, peserta didik akan mampu membangun pengetahuannya dalam memahami konsep untuk diaplikasikan dalam kehidupan sehari-hari (21). Penerapan STEM membekali peserta didik agar mampu memiliki Critical Thinking, Creativity, Collaboration, dan Communication (4C) dalam menyelesaikan masalah pada penerapan STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics).

Namun pada kenyataannya Studi literatur mendukung pandangan dan mencatat bahwa minat peserta didik terhadap pendekatan STEM umumnya mengalami penurunan dari tingkat sekolah dasar hingga sekolah menengah terlihat belum adanya penelitian yang secara khusus menyelidiki dampak dari penerapan STEM terhadap prestasi akademik peserta didik pada sekolah menengah dan minat mereka terhadap bidang Keahlian dan juga penelitian yang mengevaluasi apakah minat peserta didik terhadap mata pelajaran dengan pendekatan STEM telah mengalami perubahan, dan seringkali mengalami penurunan (7). Tingkat penguasaan kelas yang belum optimal dan jumlah peserta didik yang lebih dari ideal atau ukuran kelas penuh, belum diterapkannya kondisi peserta didik yang menghasilkan sesuatu dalam pembelajaran dan memecahkan masalah yang berkaitan dengan kehidupan sehari-hari (15; 11). Minat belajar peserta didik menurun dapat dilihat peserta didik mengalami kesulitan dalam belajar dan menganggap pelajarannya menantang, sulit untuk diselesaikan dan tidak menarik karena itu peserta didik cenderung tidak berpartisipasi dalam pembelajaran, kepasifan peserta didik menyebabkan kesulitan besar memahami topik pembelajaran (5).

Dalam upaya untuk meningkatkan efektivitas pembelajaran dan keterampilan yang relevan, penerapan Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) telah muncul sebagai pendekatan yang inovatif. Dengan menerapkan pendekatan STEM, peserta didik dapat mengembangkan kemampuan menyelesaikan masalah secara rasional, melakukan penelitian, mempertanyakan, berkolaborasi, mengkritik, menganalisis dan juga dapat meningkatkan kemampuan mengakses informasi, beradaptasi dengan perubahan, mengambil keputusan, memproduksi, bertanggung jawab, menunjukkan rasa ingin tahu,

berinteraksi dalam konteks sosial dan budaya, serta mengembangkan sifat kepemimpinan dan kewirausahaan. Pendekatan STEM memberikan landasan yang kokoh untuk mengembangkan beragam keterampilan dan sikap yang penting dalam menghadapi tantangan dan tuntutan dunia modern. Maka dari itu, penelitian ini bertujuan untuk memberikan tinjauan menyeluruh mengenai pengaruh penerapan STEM dalam lingkungan pendidikan menengah (SMA dan SMK) dari tahun 2018 hingga 2023 yang dibatasi 25 Artikel yang memenuhi persyaratan.

B. Metode Penelitian

1. Metode Penelitian

Dalam meta analisis ini, rentang waktu pencarian artikel yang relevan ditetapkan antara tahun 2018-2023. Untuk memastikan koleksi literatur yang relevan secara komprehensif, dilakukan pencarian artikel dengan menggunakan kata kunci di database elektronik beriku ini: Crosserf, google Scholar, Scopus, Web of Science, Semantic Scholar, Science Direct untuk mengidentifikasi artikel-artikel terkait yang mungkin terlewatkan dalam proses pencarian database. Selain itu digunakan kata kunci berikut: a.“education, teaching, learning”, b.experimental, c.Vocational School, d.Senior High School, e.STEM learning outcomes, f.achievement.

2 Proses Penelitian

2.1 Kriteria Seleksi

Penelitian ini menggunakan daftar periksa dan diagram alir dari pedoman PRISMA untuk membantu meningkatkan kualitas tinjauan sistematis. Proses penyaringan literatur secara spesifik ditunjukkan pada gambar 1. Untuk menguji pengaruh STEM pada pembelajaran SMK dan SMA, diterapkan kriteria berikut untuk memilih artikel yang akan dianalisis: 1) Topik penelitian tentang pengaruh STEM pada Pembelajaran di SMK dan SMA, 2) Penelitian dilakukan antara tahun 2018 hingga 2023, 3) Penelitian ditulis dalam bahasa indonesia, 4) Desain penelitian berupa Eksperimen, dan 5) Data penelitian yang lengkap harus dilaporkan, seperti jumlah sampel, rata-rata, dan SD, untuk memudahkan perhitungan Effect Size. Sebanyak 2664 artikel disaring dalam pencarian awal. Setelah mengecualikan artikel yang tidak memenuhi kriteria penyaringan, sebanyak 25 yang memenuhi persyaratan artikel yaitu 12 artikel penerapan pembelajaran STEM di SMK dan 13 artikel penerapan pembelajaran STEM di SMA.

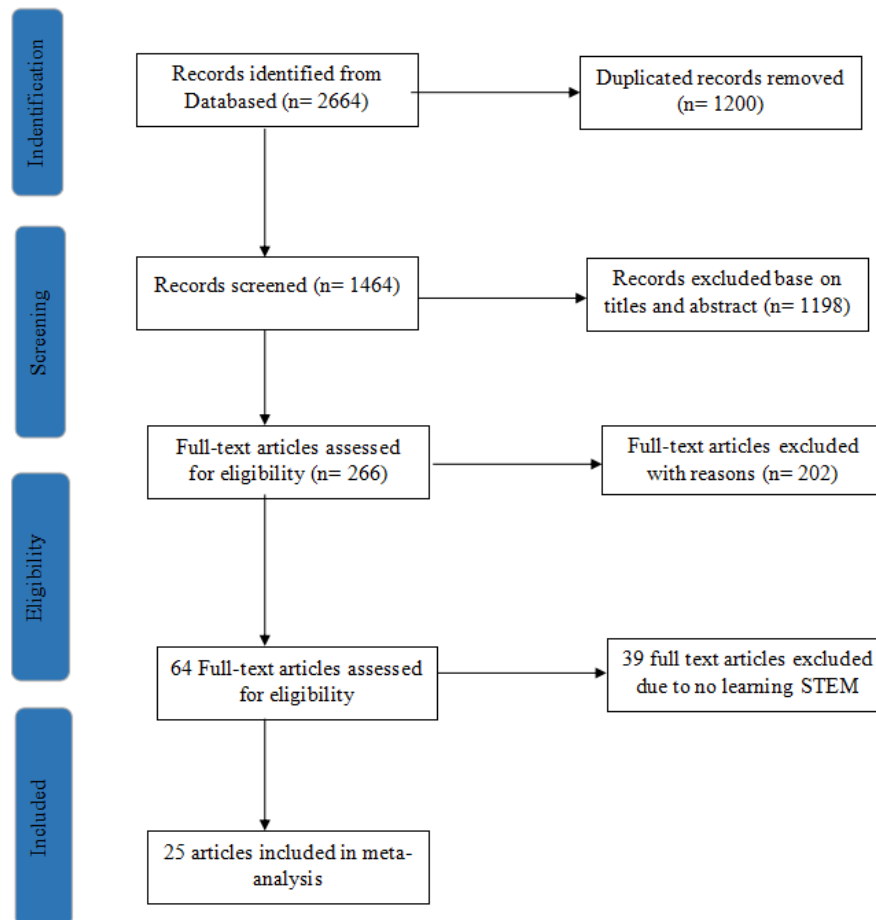
2.2 Skema Pengkodean

Penelitian ini dikodekan setelah mendapatkan literatur yang memenuhi syarat. Objek pengkodean meliputi ilmu eksperimental, tingkat kelas, jenis hasil belajar, model pembelajaran. Skema pengkodean spesifiknya adalah sebagai berikut:

1. Disiplin ilmu eksperimental: termasuk Teknik Sipil, Teknik Otomotif, Fisika, Matematika, Akutansi, dan perhotelan.
2. Tingkat kelas: kategori meliputi Sekolah Menengah Kejuruan dan Sekolah Menengah Atas.
3. Learning outcome: Achievement, Creativity, Problem Solving, Thinking Skill, Achievement Test of Project Competence, Achievement Test of learning motivation, Interest in technology, Desire to learn technological subjects in

depth, Desire to deal with STEM in the future, Self-efficacy beliefs about dealing with technology, Learning technology requires knowledge in physics, Girls and boys are equal in learning STEM.

Dalam proses pengkodean, pertama-tama diberikan pengkodean terhadap artikel yang memenuhi standar hingga terbentuk skema pengkodean yang konsisten yang dapat dilihat pada gambar 1.



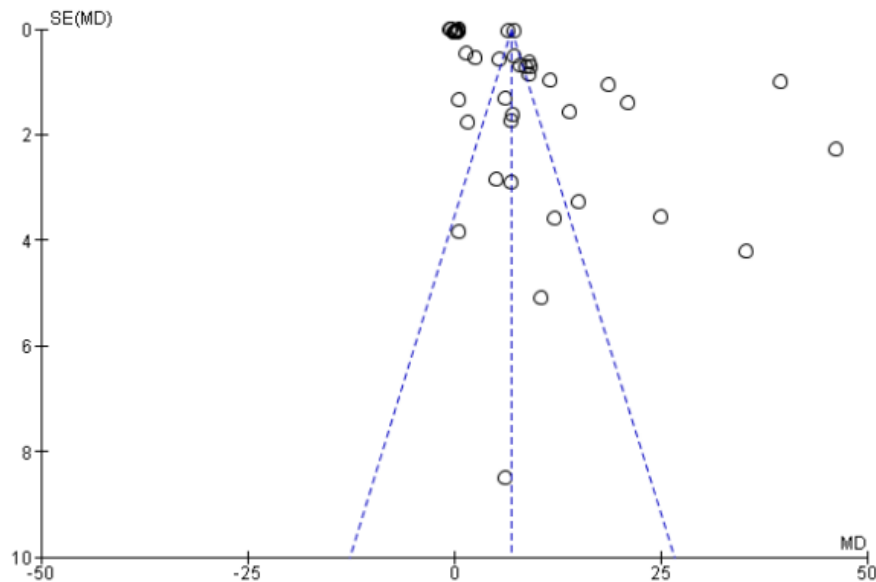
Gambar 1. Proses Penyaringan Pencarian

2.3 Perhitungan Ukuran Efek

Untuk analisis data, digunakan model efek acak untuk mensintesis ukuran efek. Menurut teori Cohen, $d < 0.19$ (efek tidak berpengaruh), $d = 0.20-0.49$ (efek kecil), $d = 0.5-0.79$ (efek sedang) dan $d = 0.8$ ke atas (efek besar). Kemudian, digunakan statistik Q dan 12 untuk mengevaluasi homogenitas ukuran efek, semua analisis dilakukan oleh Review Manager 5.4.

2.4 Bias Publikasi

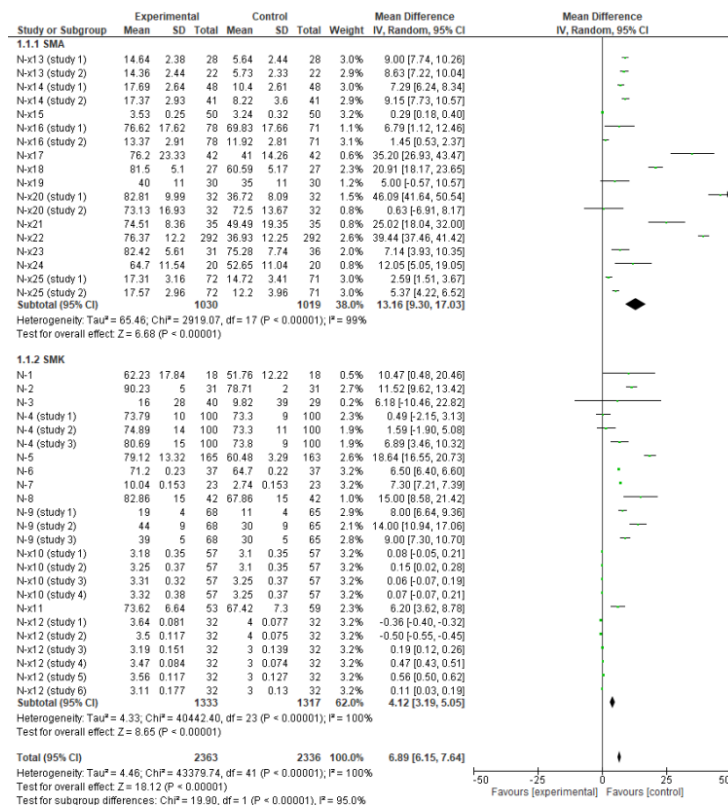
Untuk memastikan keakuratan hasil perhitungan, digunakan plot corong untuk menguji bisa publikasi. Hasilnya ditunjukkan pada gambar 2, yang menunjukkan distribusi ukuran efek yang simetris di kedua sisi ukuran efek rata-rata, yang mengindikasikan bahwa bias publikasi dari penelitian yang disertakan lebih kecil kemungkinannya, dan kesimpulannya lebih dapat diandalkan.



Gambar 2. Plot Corong untuk pengaruh STEM pada pembelajaran SMK dan SMA

C. Hasil dan Pembahasan

1. Dampak STEM di SMA dan SMK



Gambar 3. Forest Plot pengaruh STEM pada pembelajaran SMK dan SMA

Statistik efek keseluruhan Signifikan jika $p < 0.05$, dapat dilihat pada penelitian $p < 0.00001$ maka dikatakan signifikan. Heterogenesitas efek antara semua studi jika

heterogenitas > 50%, dapat dilihat dari penelitian bahwa heterogenitas pada data 100% maka dinyatakan tinggi. Estimasi efek keseluruhan dari semua artikel yang disertakan efeknya besar dapat dilihat 6.89[6.15, 7.64]. Dengan pendekatan STEM Peserta didik dapat menyelesaikan masalah secara rasional, meneliti, mempertanyakan, berkolaborasi, mengkritik, menganalisis dan mensintesis, mengakses informasi, beradaptasi dengan perubahan, mengambil keputusan, memproduksi, bertanggung jawab, rasa ingin tahu, berada dalam interaksi sosial budaya, memiliki sifat kepemimpinan, kewirausahaan (27). Oleh karena itu, perlu dilakukan upaya peningkatan prestasi dengan mengurangi tingkat kesulitan siswa melalui keterlibatan dalam metode pengajaran aktif, yang diharapkan dapat memberikan pembelajaran yang lebih berkualitas (25).

2. Pembahasan

Pendekatan STEM dalam pendidikan vokasi dan dampaknya terhadap pembelajaran dan perkembangan peserta didik dan pendidik merupakan hal yang penting. Pendekatan STEM mengintegrasikan sains, teknologi, teknik, dan matematika, memungkinkan pelajar mengembangkan keterampilan pemecahan masalah yang kreatif dalam konteks multidisiplin. Temuan penelitian menunjukkan bahwa penerapan STEM tidak hanya meningkatkan keterampilan teknis peserta didik, namun juga secara signifikan mengubah perilaku dan sikap mereka. Peserta didik yang berpartisipasi dalam pendidikan STEM menunjukkan keterampilan kolaboratif, kreatif, komunikatif, dan kritis, yang penting untuk menavigasi kompleksitas dunia kerja.

Selain itu, para pendidik juga mengalami perubahan dalam pendekatan pengajarannya setelah menerapkan program STEM di kelas. Mereka terlibat dalam kolaborasi interdisipliner dan mengintegrasikan konsep-konsep dari berbagai mata pelajaran untuk meningkatkan pemahaman peserta didik. Namun, penerapan pendekatan STEM menghadirkan beberapa tantangan. Salah satu tantangan tersebut adalah menilai kemajuan peserta didik menurut pendekatan pembelajaran ini. Penilaian hendaknya mengukur kemampuan peserta didik dalam memecahkan masalah dan mengeksplorasi ide-ide baru.

Dukungan yang memadai dari pemerintah, sekolah, dan industri juga penting untuk efektivitas penerapan pendekatan STEM. Pelatihan guru, ketersediaan sumber daya, dan kerja sama dengan industri dapat memperkuat pendekatan STEM dan memberikan hasil yang lebih baik dalam mempersiapkan peserta didik memasuki dunia kerja. Rekomendasi dari artikel tersebut menekankan pentingnya STEM dalam membekali pelajar dengan keterampilan hidup yang penting untuk masa depan. Pendekatan ini juga memberikan pembelajaran berharga bagi guru kejuruan dan mempersiapkan peserta didik menghadapi tantangan dunia nyata. Artikel ini membahas pentingnya pendekatan STEM dalam meningkatkan efektivitas pendidikan kejuruan dan mempersiapkan peserta didik menghadapi masa depan yang kompetitif. Terlepas dari tantangan yang perlu diatasi, penerapan STEM dapat meningkatkan kualitas pendidikan vokasi dan berkontribusi terhadap pembangunan negara.

D. Simpulan

Dari hasil penelitian, efek keseluruhan dari semua artikel yang disertakan berada pada katagori sangat besar yaitu 6, 89 dan heterogenitas efek antara semua studi dinyatakan tinggi. Bias publikasi tidak terjadi pada artikel-artikel dalam meta analisis ini. Pendekatan STEM, peserta didik dapat mengembangkan kemampuan memecahkan masalah secara kreatif, pendekatan ini memungkinkan peserta didik untuk melihat masalah dari sudut pandang multidisiplin ilmu dan memperoleh pengetahuan serta keterampilan secara mendasar, banyak perkembangan baru yang membuat dunia pendidikan menjadi lebih baik berkat kontribusi dari pendekatan STEM, Seiring dengan perkembangan teknologi global pendekatan STEM tidak hanya membuka pintu menuju pemecahan masalah kreatif, tetapi juga berperan dalam mempersiapkan peserta didik untuk berkontribusi pada kemajuan ekonomi dan kepemimpinan global (7). STEM memberikan kecakapan hidup yang penting untuk masa depan peserta didik dan memberikan pembelajaran yang berharga bagi guru kejuruan. Pendekatan ini tidak hanya mempersiapkan peserta didik untuk berhasil, tetapi juga mengajarkan mereka bagaimana mengatasi kegagalan dengan cara yang konstruktif (15).

E. Referensi

- [1] Abdurrahman, A., Maulina, H., Nurulsari, N., Sukamto, I., Umam, A. N., & Mulyana, K. M. Impacts of integrating engineering design process into STEM makerspace on renewable energy unit to foster students' system thinking skills. *Heliyon*, 9(4). 2023.
- [2] Alatas, F., & Yakin, N. A. The Effect of Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Learning on Students' Problem Solving Skill. *JIPF (Jurnal Ilmu Pendidikan Fisika)*, 6(1), 1-9. 2021.
- [3] Ardianti, S., Sulisworo, D., Pramudya, Y., & Raharjo, W. The impact of the use of STEM education approach on the blended learning to improve student's critical thinking skills. *Universal Journal of Educational Research*, 8(3), 24-32. 2020.
- [4] Barak, M., & Assal, M. Robotics and STEM learning: students' achievements in assignments according to the P3 Task Taxonomy practice, problem solving, and projects. *International Journal of Technology and Design Education*, 28, 121-144. 2018.
- [5] Buyukdede, M., & Tanel, R. Effect of the STEM Activities Related to Work-Energy Topics on Academic Achievement and Prospective Teachers' Opinions on STEM Activities. *Journal of Baltic science education*, 18(4), 507-518. 2019.
- [6] Cevik, M., & Bakioglu, B. The Effect of STEM Education Integrated into Teaching-Learning Approaches (SEITLA) on Learning Outcomes: A Meta-Analysis Study. *International Journal of Progressive Education*, 18(2), 119-135. 2022.
- [7] Cevik, M. Impacts of the project based (PBL) science, technology, engineering and mathematics (STEM) education on academic achievement and career interests of vocational high school students. *Pegem Egitim ve ogretim Dergisi*, 8(2), 281-306. 2018.
- [8] Chang, D., Hwang, G. J., Chang, S. C., & Wang, S. Y. Promoting students' cross-disciplinary performance and higher order thinking: A peer assessment-

- facilitated STEM approach in a mathematics course. *Educational Technology Research and Development*, 69, 3281-3306. 2021.
- [9] Chen, Y., & Chang, C. C. The impact of an integrated robotics STEM course with a sailboat topic on high school students' perceptions of integrative STEM, interest, and career orientation. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(12), 1614. 2018.
- [10] Eroglu, S., & Bektaş, O. The effect of 5E-based STEM education on academic achievement, scientific creativity, and views on the nature of science. *Learning and Individual Differences*, 98, 102181. 2022.
- [11] Han, Y., Shuo, Z., & Nair, A. B. Effects of Content and Language Integrated Learning Instruction Model on Learning Outcomes in Chinese STEM Program: A Quasi-Experimental Comparative Study. *International TESOL & Technology Journal*, 17(2), 6-30. 2022.
- [12] Haryadi, R., Situmorang, R., & Khaerudin, K. Enhancing Students' High-Order Thinking Skills through STEM-Blended Learning on Kepler's Law During Covid-19 Outbreak. *Jurnal Penelitian Dan Pembelajaran IPA*, 7(2), 168-192. 2021.
- [13] Lin, C. L., & Tsai, C. Y. The effect of a pedagogical STEAM model on students' project competence and learning motivation. *Journal of Science Education and Technology*, 30(1), 112-124. 2021.
- [14] Lin, Y. T., Wang, M. T., & Wu, C. C. Design and implementation of interdisciplinary STEM instruction: Teaching programming by computational physics. *The Asia-Pacific Education Researcher*, 28, 77-91. 2019.
- [15] Nurtanto, M., Pardjono, P., & Ramdani, S. D. The effect of STEM-EDP in professional learning on automotive engineering competence in vocational high school. *Journal for the Education of Gifted Young Scientists*, 8(2), 633-649. 2020.
- [16] Pugar, Q. H., & Haristiani, N. STEAM Project Based Learning in Enhancing Japanese Speaking Skill in Online Classrooms. *Atlantis Press*, 595, 548-554. 2021.
- [17] Putri, N., Rusdiana, D., & Suwarma, I. R. Enhancing physics students' creative thinking skills using CBL model implemented in STEM in vocational school. *In Journal of Physics: Conference Series*, 1521(4), 53-61. 2020.
- [18] Qori, P. H., Sudarmin, S., Sumarni, W., Subali, B., & Saptono, S. Implementation of STEM Integrated Ethnoscience-based Vocational Science Learning in Fostering Students' Higher Order Thinking Skills (HOTs). *International Journal of Active Learning*, 5(2), 53-61. 2020.
- [19] Rahmawati, L., Juandi, D., & Nurlaelah, E. Implementasi STEM dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan kreatif matematis. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 11(3), 2002.
- [20] Ritonga, S. The Implementation of STEM-Based Discovery Learning Model in Motion Systems Concept to Improve Learning Outcomes. *Asian Journal of Science Education*, 3(2), 120-125. 2021.
- [21] Samsudin, M. A., Zain, A. N. M., Jamali, S. M., & Ebrahim, N. A. Physics Achievement in STEM PjBL: A Gender Study. *The Asia Pacific Journal of Educators and Education*, 32, 21-28. 2018.

-
- [22] Samsudin, M. A., Jamali, S. M., Md Zain, A. N., & Ale Ebrahim, N. The effect of STEM project based learning on self-efficacy among high-school physics students. *Journal of Turkish Science Education*, 16(1), 94-108. 2020.
- [23] Shahbazloo, F., & Mirzaie, R. A. Investigating the effect of 5E-based STEM education in solar energy context on creativity and academic achievement of female Junior high School students. *Thinking Skills and Creativity*, 101336. 2023.
- [24] Shi, H., Cheung, E. S., & Cheung, A. C. The impact of stratified teaching on the academic performance of Chinese middle school students: A meta-analysis. *Science Insights Education Frontiers*, 7(1), 735-760. 2020.
- [25] Simeon, M. I., Samsudin, M. A., & Yakob, N. Effect of design thinking approach on students' achievement in some selected physics concepts in the context of STEM learning. *International Journal of Technology and Design Education*, 1-28. 2020.
- [26] Sinurat, H. A. Y., Syaiful, S., & Muhammad, D. The Implementation of Integrated Project-Based Learning Science Technology Engineering Mathematics on Creative Thinking Skills and Student Cognitive Learning Outcomes in Dynamic Fluid. *Jurnal Penelitian & Pengembangan Pendidikan Fisika*, 8(1), 83-94. 2022.
- [27] Tezer, M., Orekhovskaya, N. A., Shaleeva, E. F., Knyazeva, S. A., & Krokhina, J. A. The Effectiveness of STEM Education Applied with a Distance Education Approach. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 16(19). 2021.
- [28] Tsai, L. T., Chang, C. C., & Cheng, H. T. Effect of a STEM-Oriented Course on Students' Marine Science Motivation, Interest, and Achievements. *Journal of Baltic Science Education*, 20(1), 134-145. 2021.
- [29] Wahono, B., Lin, P. L., & Chang, C. Y. Evidence of STEM enactment effectiveness in Asian student learning outcomes. *International Journal of STEM Education*, 7, 1-18. 2020.
- [30] Wan Ab Kadir, W. N. H., Abdullah, N. S. Y., & Mustapha, I. R. The Effectiveness of Form Four STEM-Based Physics Interactive Laboratory (I-Lab) by Employing Isman Instructional Design Model. *Turkish Online Journal of Educational Technology-TOJET*, 20(2), 140-145. 2021.