

PENGEMBANGAN MODUL PEMBELAJARAN MATEMATIKA BERBASIS STEAM PROJECT BASED LEARNING DALAM MENINGKATKAN KOGNITIF SISWA SEKOLAH MENENGAH PERTAMA

Emas Marlina

Prodi Matematika, Universitas Bale Bandung
emasmarlina@unibba.ac.id

Abstrak

Artikel ini mengkaji literature mengenai pengembangan modul pada pembelajaran matematika. Tujuan dari pengembangan ini adalah mengkaji literature tentang penyusunan model pembelajaran matematika pada siswa sekolah menengah pertama menggunakan model pembelajaran *STEAM Project Based Learning* dalam meningkatkan kognitif siswa. Metode pengembangan ini menggunakan kajian pustaka yang membahas mengenai pengembangan modul bahan ajar dengan mengangkat unsur kognitif pada proses pembelajaran tersebut. Modul ini dapat diimplikasikan terhadap pembelajaran matematika di sekolah menengah pertama, salah satunya pada materi bangun ruang dengan desain bangunan sederhana (mengintegrasikan konsep geometri dan seni). Modul pembelajaran matematika berbasis *STEAM project based learning* di Sekolah Menengah Pertama perlu digunakan dan dirancang dalam meningkatkan kemampuan kognitif siswa dengan melibatkan empat dimensi pengetahuan dalam pengembangan psikologi kognitif terdiri dari empat jenis pengetahuan, yaitu Faktual, Konseptual, Prosedural, dan Metakognisi.

Kata kunci: Modul Pembelajaran Matematika, *STEAM Project Based Learning*, dan Kognitif.

Abstract

This article reviews the literature on module development in mathematics learning. The purpose of this development is to review the literature on the preparation of mathematics learning models for junior high school students using the STEAM Project Based Learning learning model in improving students' cognitive abilities. This development method uses a literature review that discusses the development of teaching material modules by raising cognitive elements in the learning process. This module can be implied in mathematics learning in junior high schools, one of which is in the material of spatial structures with simple building designs (integrating geometry and art concepts). Mathematics learning modules based on STEAM project based learning in junior high schools need to be used and designed to improve students' cognitive abilities by involving four dimensions of knowledge in the development of cognitive psychology consisting of four types of knowledge, namely Factual, Conceptual, Procedural, and Metacognition.

Keywords: Mathematics Learning Modules, *STEAM Project Based Learning*, and Cognitive.

A. PENDAHULUAN

Belajar merupakan perubahan perilaku peserta didik yang membutuhkan interaksi stimulus dan respon pada proses pembelajaran. Guru dalam hal ini sebagai fasilitator mempunyai tanggungjawab dalam menciptakan suasana yang bermakna dan menyenangkan serta dapat memberikan sarana belajar melalui perangkat pembelajaran

berupa modul bahan ajar sesuai dengan perkembangan otak siswa. Selaras dengan

peraturan pemerintah no. 19 tahun 2005 pasal 19 ayat satu yang berbunyi “proses pembelajaran pada satuan pendidikan diselenggarakan secara interaktif, inspiratif, menyenangkan, menantang, memotivasi peserta didik untuk berpartisipasi aktif, memberikan ruang gerak yang cukup bagi prakarsa, kreatifitas dan memandirikan siswa sesuai dengan bakat, minat, perkembangan fisik, serta psikologi”. selanjutnya didasari oleh peraturan pendidikan UU No. 20 Tahun 2003 adalah usaha sadar dan terencana untuk mewujudkan suasana belajar dan proses pembelajaran agar peserta didik secara aktif mengembangkan potensi dirinya untuk memiliki kekuatan spiritual keagamaan, pengendalian diri, kepribadian, kecerdasan, akhlak mulia, serta keterampilan yang diperlukan dirinya, masyarakat, bangsa, dan negara (Rosli et al., 2022). Berdasarkan peraturan pemerintah melandasi pendidikan agar dapat membentuk kepribadian seseorang dan membangun kemampuan kecerdasan peserta didik sehingga mampu memecahkan masalah yang ada. Dengan demikian kemampuan kognitif siswa perlu di tingkatkan melalui penyajian materi yang sesuai dengan individu yang berbeda-beda satu dengan lainnya dan kemampuan menangkap materi yang berbeda-beda (Rosa et al., 2020).

Kemampuan kognitif adalah keterampilan berbasis otak yang dibutuhkan untuk melakukan tugas dari tingkat sederhana hingga paling kompleks (Hasanah et al., 2022; Kano et al., 2022; Quiñones et al., 2020). Dimensi pengetahuan dalam pengembangan psikologi kognitif terdiri dari empat jenis pengetahuan, yaitu Faktual, Konseptual, Prosedural, dan Metakognisi. Pada dimensi faktual, siswa dituntut untuk memiliki pengetahuan yang digunakan untuk memecahkan masalah. Pada dimensi konseptual, siswa dibekali dengan pengetahuan tentang klasifikasi dan kategori, prinsip dan generalisasi, serta model dan struktur. Pada dimensi prosedural, siswa dibekali dengan pengetahuan tentang proses berpikir, dan pengetahuan tentang proses berpikir. Siswa dibimbing untuk melakukan penyelidikan dengan menggunakan metode yang tepat dan dalam dimensi metakognisi, menyangkut kognisi secara umum serta kesadaran dan pengetahuan tentang kognisi sendiri. (Rozi et al., 2024).

Suatu proses pembelajaran dapat berjalan dengan baik tergantung pada pendekatan pembelajaran yang dilakukan. Pendekatan yang dapat meningkatkan kemampuan kognitif siswa adalah pendekatan STEAM berbasis proyek. STEAM merupakan pendekatan yang menghubungkan empat disiplin ilmu yaitu, sains, teknologi, rekayasa, seni dan matematika. Dalam proses pembelajaran berbasis proyek, pendekatan STEAM mampu melatih siswa secara kognitif, keterampilan, afektif, dan tidak hanya diajarkan teori tetapi juga diajarkan praktik sehingga siswa dapat mengalami pembelajaran yang nyata dalam proses pembelajaran.

Pendekatan *Science Technology Engineering Arts and Mathematics* (STEAM) dapat membantu pembelajaran matematika menjadi lebih menarik dengan mengekspresikan kreativitas melalui seni visual dan sains sehingga dapat meningkatkan semangat belajar (Conradty & Bogner, 2020). Pendekatan ini merupakan pembelajaran berbasis desain yang dapat menumbuhkan pemecahan masalah dan kreativitas yang dapat memfasilitasi perolehan pengetahuan matematika secara berkolaboratif sehingga menghasilkan

diskusi, berkomunikasi secara terbuka dan menyelesaikan konflik secara bersama-sama. Proyek STEAM digunakan sebagai metode pemecahan masalah yang dapat diterapkan di dunia nyata (Graham., 2020). Proyek ini diperoleh dari proses pembelajaran yang dilakukan oleh peserta didik sehingga disebut dengan pembelajaran berbasis proyek atau STEAM *Project Based Learning* (Ananda et al., 2023).

Analisis kebutuhan bahan ajar siswa di sekolah menengah pertama, dari aspek kurikulum, strategi pembelajaran dan evaluasi pembelajaran menunjukkan bahwa RPS yang ada belum terdapat unsur teknologi, rekayasa, seni, dan belum terdapat unsur matematika sebagai alat bantu pemecahan masalah berdasarkan kemampuan kognitif siswa. Selanjutnya hasil analisis RPS menyatakan belum terdapat rencana penugasan, instrumen penilaian dan bahan ajar. Dampak positif dari hasil analisis adalah proses pembelajaran menggunakan bahan ajar berupa modul, namun modul yang digunakan hanya memuat unsur Matematika saja tanpa ada unsur teknologi, rekayasa, dan seni. Modul yang hanya memuat unsur Matematika menyebabkan siswa kurang menguasai teknologi. Berdasarkan analisis kebutuhan bahan ajar, siswa membutuhkan bahan ajar yang bersifat praktis dan memuat unsur STEAM sehingga dapat diakses dimana saja dan kapan saja (Haddar et al., 2023).

Modul yang dikembangkan ini diharapkan dapat meningkatkan kemampuan kognitif siswa karena mengandung unsur sains, teknologi, rekayasa, seni, dan matematika dengan kegiatan proyek terkait pemecahan masalah dalam kehidupan sehari-hari. Modul bahan ajar Matematika berbasis STEAM ini dilengkapi dengan permainan, tes, dan lembar validasi sehingga dapat meningkatkan hasil belajar kognitif siswa (Sofia et al., 2020). Modul berbasis e-book dengan cocok untuk meningkatkan minat belajar dan hasil belajar kognitif siswa (Rusli et al., 2019)

Pengembangan modul berbasis STEAM *project based learning* untuk meningkatkan kemampuan kognitif siswa pada dimensi faktual, konseptual, prosedural dan metakognitif merupakan suatu kebaruan atau temuan baru yang belum pernah dikembangkan sebelumnya. Telah ada beberapa pengembangan modul berbasis STEAM sebelumnya namun belum secara spesifik mengukur kemampuan siswa pada empat dimensi kognitif khususnya pada pembelajaran matematika di jenjang sekolah menengah pertama. Modul dengan unsur STEAM memudahkan siswa beradaptasi dalam mengkonstruksi pengetahuan baru berdasarkan perkembangan teknologi. Unsur STEAM pada e-modul merupakan salah satu inovasi yang dilakukan dalam rangka mempersiapkan teknologi industri 4.0 dimana pembelajaran menggunakan digitalisasi. Aplikasi yang digunakan juga tidak sulit digunakan dalam pengembangan e-modul dan mampu menyertakan gambar, video, soal latihan yang dapat membantu proses pembelajaran secara mandiri.

B. IMPLIKASI

Modul berbasis STEAM *Project Based Learning* dapat meningkatkan kemampuan kognitif siswa karena mengandung unsur sains, teknologi, rekayasa, seni, dan matematika dengan kegiatan proyek terkait pemecahan masalah dalam kehidupan sehari-hari. Modul

ini dapat diimplikasikan terhadap pembelajaran matematika di sekolah menengah pertama, salah satunya pada materi bangun ruang dengan desain bangunan sederhana (mengintegrasikan konsep geometri dan seni). Pada pembelajaran dengan desain bangunan sederhana siswa mengaplikasikan pengetahuan bangun datar sesuai dengan kurikulum matematika dan pemecahan masalah dalam kehidupan sehari-hari. Dengan demikian proses pembelajaran matematika ini melibatkan pembelajaran kognitif terhadap siswa.

Pendekatan *STEAM Project Based Learning*, siswa diberikan metode pengajaran yang aktif dan kreatif, dengan latar belakang teori konstruktivisme yang didedikasikan pada pembelajaran matematika di sekolah menengah pertama, berdasarkan desain kurikulum terbaru yang diluncurkan oleh pemerintah yaitu kurikulum dengan pembelajaran bermakna (*deep learning*) sesuai dengan tingkatan sekolah. Pembelajaran STEAM muncul sebagai respon terhadap kebutuhan untuk meningkatkan minat dan bakat siswa keterampilan dalam Sains, Teknologi, Teknik, Seni, dan Matematika. Dalam kegiatan pembelajaran dengan STEAM, dapat menumbuhkan kemampuan siswa keterampilan berpikir logis, matematis, praktis, dan ilmiah memahami mata pelajaran. Hal ini disebabkan peningkatan motivasi siswa dapat dilakukan melalui pemecahan masalah dengan menghubungkan pembelajaran yang diperoleh dengan kondisi kehidupan nyata. Penerapan STEAM berbasis proyek (PjBL) dapat mendorong siswa untuk aktif dan mampu menerapkan ilmunya dan mengembangkan berbagai keterampilan berpikir dan keterampilan konkrit. Pembelajaran proyek ini melibatkan siswa dalam situasi otentik untuk mengeksplorasi dan menerapkan pengetahuan yang diperoleh untuk memecahkan masalah dan mengarahkan siswa untuk memilih dan mengatur kegiatan belajar serta menyelidiki dan mensintesis informasi (Mantecon, et al 2021)

Strategi pembelajar ini disajikan terhadap siswa dengan penekanan pemecahan masalah dengan berbasis penyelidikan, pembelajaran kooperatif, dan peta konsep. Tujuan pertama bertujuan untuk memberikan siswa instrument konseptual untuk mencapai dua tingkat kognitif pertama yaitu mengingat dan memahami dengan mencakup tiga dimensi pengetahuan pertama (faktual, konseptual dan prosedural) dan dilanjutkan dengan tingkat kognitif menerapkan dan menganalisa (pengetahuan konseptual dan procedural) serta mengevaluasi dan membuat proyek (pengetahuan metakognitif).

C. METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini menggunakan kajian teori dengan mengkaji beberapa jurnal internasional bereputasi terindeks scopus dengan mereviu beberapa artikel untuk dijadikan kajian pada penyusunan modul bahan ajar pembelajaran matematika menggunakan model pembelajaran STEAM Project Based Learning dengan tujuan untuk meningkatkan kemampuan kognitif siswa sekolah menengah pertama.

D. PEMBAHASAN

Pembelajaran matematika di sekolah menengah pertama sering kali menggunakan modul pembelajaran matematika tanpa terintegrasi dengan sains, teknologi, dan seni. Untuk mengatasi hambatan ini, dirancang sebuah modul pembelajaran matematika pada jenjang sekolah menengah pertama dengan materi bangun ruang yang di implementasikan kedalam desain bangunan sederhana. Metode pembelajaran ini merupakan pendekatan yang menggabungkan antara sains, matematika, seni dan teknologi. Pada pembelajaran matematika berbagai metode pedagogis dan teknologi pendidikan telah dirancang guna mendukung pemahaman konsep secara lebih terarah dan mendalam. Salah satu pendekatan utama yang digunakan adalah *STEAM Project Based Learning*, dimana pendekatan ini yang menggabungkan sains, matematika, seni dan teknologi yang dapat menumbuhkan prinsip-prinsip kognitif, seni dengan teknologi. Teori ini tidak hanya memberikan kerangka teoretis tentang cara memproses informasi secara optimal dalam memori kerja, tetapi juga menjadi dasar untuk menciptakan desain pembelajaran yang lebih fleksibel dan adaptif.

Artikel ini akan mengulas modul pembelajaran matematika berbasis *STEAM Project Based Learning* dengan dimensi penerapan CLT dalam pembelajaran matematika, dalam meningkatkan pengalaman belajar yang efektif dan bermakna sehingga dapat meningkatkan kemampuan kognitif siswa sekolah menengah pertama. Proses pembelajaran matematika dengan teori beban kognitif (*cognitive load theory*) dapat mengaplikasikan pemahaman siswa terhadap bagaimana informasi diproses dan disimpan selama pembelajaran khususnya di bidang matematika (Sweller et al., 2020). Keterbatasan kapasitas memori kerja yang dimiliki siswa dengan berbeda-beda antara satu dengan yang lainnya menjadi tantangan utama yang harus dikelola untuk mengoptimalkan efektivitas pembelajaran. Dalam konteks matematika, teori ini menunjukkan bahwa tugas-tugas pembelajaran perlu dirancang untuk mengurangi beban kognitif yang tidak relevan (ekstrinsik) dan memaksimalkan beban kognitif yang mendukung proses pembelajaran (germane). Prinsip-prinsip seperti *Worked Example* dan *Goal-Free Problem* terbukti efektif dalam meringankan beban kognitif ekstrinsik sekaligus memperkuat konstruksi skema dalam memori jangka panjang. Dengan teknologi seperti desain bangunan sederhana, teori ini diterapkan untuk menciptakan pengalaman pembelajaran yang tidak hanya efisien, tetapi juga mendalam, membantu peserta didik mengurai konsep matematika yang kompleks menjadi langkah-langkah yang lebih mudah dicerna.

E. KESIMPULAN

Modul pembelajaran matematika berbasis *STEAM project based learning* di Sekolah Menengah Pertama perlu digunakan dan dirancang dalam meningkatkan kemampuan kognitif siswa dengan melibatkan empat dimensi pengetahuan dalam pengembangan psikologi kognitif terdiri dari empat jenis pengetahuan, yaitu Faktual, Konseptual, Prosedural, dan Metakognisi. Pendekatan pembelajaran ini merupakan merupakan pendekatan yang menggabungkan antara sains, matematika, seni dan teknologi dengan

penerapan pembelajaran berbasis proyek pada materi bangun yang diaplikasikan terhadap desain bangunan sederhana sehingga dapat dipercaya dapat meningkatkan kemampuan kognitif siswa.

Dimensi pengetahuan dalam pengembangan psikologi kognitif terdiri dari empat jenis pengetahuan, yaitu Faktual, Konseptual, Prosedural, dan Metakognisi. Pada dimensi faktual, siswa dituntut untuk memiliki pengetahuan yang digunakan untuk memecahkan masalah pada penerapan materi bangun ruang adalah siswa mengingat definisi bangun ruang dan penyelesaiannya. Pada dimensi konseptual, siswa dibekali dengan pengetahuan tentang klasifikasi dan kategori, prinsip dan generalisasi, serta model dan struktur dengan penerapan materi bangun ruang adalah siswa dapat menjelaskan, menerapkan hubungan antara bangun ruang dengan desain bangun sederhana dan menganalisa jenis-jenis desain bangunan sederhana. Pada dimensi prosedural, siswa dibekali dengan pengetahuan tentang proses berpikir, dan pengetahuan tentang proses berpikir dengan penerapan pada materi bangun ruang adalah siswa dapat memahami konsep bangun ruang dan menerapkan pemecahan masalah dari hubungan bangun ruang dengan desain bangunan sederhana. Selanjutnya siswa dibimbing untuk melakukan penyelidikan dengan menggunakan metode yang tepat dan dalam dimensi metakognisi, menyangkut kognisi secara umum serta kesadaran dan pengetahuan tentang kognisi sendiri melalui tindakan evaluasi kesesuaian bangun ruang dengan desain bangunan sederhana, dan membuat desain bangunan sederhana serta menyajikan laporan akhir dari serangkaian kegiatan proyek.

E. DAFTAR PUSTAKA

- Ananda, L.R., Rahmawati, Y., & Khairi, F. (2023). Critical Thinking Skills of Chemistry Students by Integrating Design Thinking with STEAM-PjBL. *Journal of Technology and Science Education*, 13(1), 352-367. <https://doi.org/10.3926/jotse.1938>
- Anderson, W.L.; Krathwohl, R.D.; Airasian, W.P.; Cruikshank, A.K.; Mayer, E.R.; Pintrich, R.; Rath, J.; Wittrock, M.C. *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*, 1st ed.; AddisonWesley Longman: Boston, MA, USA, 2001.
- Conradty, C., & Bogner, F. X. (2019). From STEM to STEAM: cracking the code? How creativity & motivation interacts with inquirybased learning. *Creativity Research Journal*, 31(3), 284–295. <https://doi.org/10.1080/10400419.2019.1641678>
- Graham, M.A. (2020). Deconstructing the Bright Future of STEAM and Design Thinking. *Art Education*, 73(3), 6-12. <https://doi.org/10.1080/00043125.2020.1717820>
- Haddar, G. A. H., Hendriyanto, D., Munandar, H., & Kelibia, M. U. (2023). Analysis Of The Effectiveness Of Project Steam-Based Learning Model To Improve Students'critical Thinking Skills. *Community Development Journal: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 4(5), 10519–10525. <https://doi.org/10.31004/cdj.v4i5.21559>
- Hasanah, M., Hermawati, N., Arifah, P. N. S. N., Khadijah, S., & Rasool, S. (2022). Meta-Cognitive Strategies in Teaching Listening in Higher Education 2291 (Online). *Elt Worldwide*, 9(1), 56–69. <https://doi.org/10.26858/eltww.v9i2.32816>

- Kano, T., Yokoyama, K., & Yamamoto, Y. (2022). The Influence of Shared Intentions With Others in Physical and Cognitive Tasks That Require Collaborative Solving in Elementary School. *Frontiers in Education*, 7(June), 1–13. <https://doi.org/10.3389/educ.2022.863267>
- Mantecon, J.M.D, Prodromou, T., Lavicza, Z., Blanco, T.F., Laso, Z.O. (2021). An Attempt to Evaluate STEAM Project-Based Instruction from a School Mathematics Perspective. *ZDM-Mathematics Education* 53: 1137-1148. <https://doi.org/10.1007/s11858-021-01303-9>
- Quiñones, A. E., Leimar, O., Lotem, A., & Bshary, R. (2020). Reinforcement learning theory reveals the cognitive requirements for solving the cleaner fish market task. *The American Naturalist*, 195(4), 664–677. <https://doi.org/10.5061/dryad.pnvxok6h5>
- Rosa, C. H. S. S., Gonçalves Mothé, M., Vieira Marques, M. F., Gonçalves Mothé, C., & Neves Monteiro, S. (2020). Steam-exploded fibers of almond tree leaves as reinforcement of novel recycled polypropylene composites. *Journal of Materials Research and Technology*, 9(5), 11791–11800. <https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2020.08.069>
- Rosli, R., & Ishak, N. A. (2022). Implementation of Virtual Laboratory in Learning Biology To Improve Students' Achievement, Science Process Skills and Self Efficacy. *Islamic Studies and Social Sciences Research (IJEISR)*, 7(1), 2550–1461. Retrieved from <https://ijeisr.net>
- Rozi, Z. F., Ruyani, A., & Badeni. (2024). Development of a STEAM-Based Homeostatic Module to Improve Students' Cognitive Abilities. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 10(6), 3099–3107. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v10i6.7253>
- Sweller, J. (2020). Cognitive load theory and educational technology. *Educational Technology Research and Development*, 68(1), 1–16. <https://doi.org/10.1007/s11423-019-09701-3>
- Sofia, H. W., Utomo, A. P., Hariyadi, S., Wahono, B., & Narulita, E. (2020). The validity and effectivity of learning using STEAM module with biotechnology game. *JPBI (Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia)*, 6(1), 91–100. <https://doi.org/10.22219/jpbi.v6i1.10979>