

## STEM Learning Can Improve Argumentation Skill: A literature Review

Putri Adita Wulandari<sup>1</sup>, I Wayan Dasna<sup>2</sup>, Nazriati<sup>3</sup>

Pendidikan Kimia, Universitas Negeri Malang

*E-mail:* putriaditawulandari88@gmail.com

**Abstrak:** Perkembangan pada abad 21 yang kini sudah memasuki era revolusi industri 4.0 menjadi dampak tersendiri bagi seluruh lapisan kehidupan. Berdasarkan studi pendahuluan yang telah dilakukan pembelajaran STEM dapat menjadi salah satu alternatif untuk mengatasi tantangan generasi muda khususnya pada pembelajaran sains. Beberapa studi mengulas bahwa sebagian besar pembelajaran STEM mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan kreatif siswa. Keterampilan lain yang juga harus dimiliki siswa adalah keterampilan berargumentasi. Langkah-langkah pelaksanaan pembelajaran STEM yang mencakup empat disiplin ilmu yaitu *science, technology, engeneering*, dan *mathematics* melibatkan siswa dalam proses penyelidikan yang menghasilkan pemahaman dan penjelasan yang didukung oleh bukti-bukti yang relevan. Proses penyelidikan ini termasuk dalam kegiatan berargumentasi. Namun, penelitian terkait untuk mengukur kemampuan berargumentasi masih jarang dilakukan terutama di bidang kimia. Ditinjau berdasarkan studi ini, peneliti mengusulkan bahwa diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai pembelajaran STEM dapat meningkatkan kemampuan berargumentasi pada siswa pada mata pelajaran kimia.

**Kata kunci:** STEM, kemampuan argumentasi

**Abstract:** The development of the 21st century which has now entered the era of the industrial revolution 4.0 has been a distinct impact on all walks of life. Based on preliminary studies that have been conducted STEM learning can be one alternative to overcome the challenges of the younger generation, especially in science learning. Several studies review that most STEM learning is able to improve students' critical and creative thinking skills. Another skill that students must also have is argumentation skills. The steps in implementing STEM learning covering four disciplines which is science, technology, engineering, and mathematics involve students in the process of inquiry that results in understanding and explanation supported by relevant evidence. This investigation process is included in the argumentation activities. However, research related to measuring the ability to argue is still rarely done, especially in chemistry. Based on this study, the researcher proposes that further research on STEM learning is needed to improve students' ability to argue in chemistry subjects.

**Keywords:** STEM, argumentation skill

### PENDAHULUAN

Abad ke-21 adalah abad teknologi, di mana setiap negara menerapkan banyak reformasi kebijakan terkait pendidikan khususnya sains. Salah satu upaya yang telah dilakukan adalah penggunaan pendekatan integratif. Pendekatan ini merupakan pendekatan pembelajaran yang dapat dilakukan dengan menggunakan beberapa disiplin ilmu yang disebut sebagai STEM. Program integrasi STEM dalam pembelajaran merupakan program pembelajaran yang menggabungkan dua atau lebih bidang ilmu yang termuat didalamnya (Sains, Teknologi, Rekayasa, dan Matematika). Pembelajaran menggunakan pendekatan

STEM merupakan pendekatan baru dalam perkembangan dunia pendidikan yang menjalankan lebih dari satu disiplin ilmu. (Laboy Rush, 2010)

Pendidikan STEM sudah mulai berkembang di berbagai negara di belahan dunia. Beberapa negara yang telah menerapkan pendidikan STEM selama  $\pm$  3 dekade dan semakin signifikan di tahun-tahun terakhir antara lain Amerika Serikat, Taiwan, Finlandia, Australia, Vietnam, Tiongkok, dan Filipina. Literasi STEM, yaitu kesadaran akan beberapa disiplin ilmu seperti sains, teknologi, teknik, dan matematika dan terbiasa dengan beberapa konsep dasar dari setiap disiplin ilmu harus menjadi prioritas pendidikan untuk semua siswa (Bybee, 2010; National Academy of Engineering dan Dewan Penelitian Nasional, 2014).

Secara umum, penerapan STEM dalam pembelajaran dapat mendorong peserta didik untuk mendesain, mengembangkan dan memanfaatkan teknologi, mengasah kognitif, manipulatif dan afektif, serta mengaplikasikan pengetahuan. (Permanasari, 2016). Pendekatan STEM bertujuan mengembangkan siswa yang melek STEM (Bybee, 2010), yang mempunyai: (1) pengetahuan, sikap, dan keterampilan untuk mengidentifikasi pertanyaan dan masalah dalam situasi kehidupannya, menjelaskan fenomena alam, mendesain, serta menarik kesimpulan berdasar bukti mengenai isu-isu terkait STEM; (2) memahami karakteristik fitur-fitur disiplin STEM sebagai bentuk-bentuk pengetahuan, penyelidikan, serta desain yang digagas manusia; (3) kesadaran bagaimana disiplin-disiplin STEM membentuk lingkungan material, intelektual dan kultural, (4) mau terlibat dalam kajian isu-isu terkait STEM (misalnya efisiensi energi, kualitas lingkungan, keterbatasan sumberdaya alam) sebagai warga negara yang konstruktif, peduli, serta reflektif dengan menggunakan gagasan-gagasan sains, teknologi, engineering dan matematika.

Pendekatan STEM terwujud dalam situasi tertentu ketika pembelajaran sains atau matematika melibatkan aktivitas pemecahan masalah otentik dalam konteks sosial, kultural, dan fungsional. Penerapan STEM dapat didukung oleh berbagai metode pembelajaran. STEM yang bersifat integratif memungkinkan berbagai model pembelajaran dapat digunakan untuk mendukung penerapannya. Pendekatan berbasis inkuiri direkomendasikan dalam dokumen kebijakan pendidikan STEM dan dalam kajian literatur (Bransford, Brown, Cocking, & A.S. (Bransford, Brown, Cocking, & U.S. National Research Council, 1999; Bybee & Fuchs, 2006; National Research Council, 2000; National Research Council, 2012; National Science Teachers Association, 2011). Salah satu model pembelajaran berbasis inkuiri yang dapat digunakan adalah Problem Based Learning (PBL) yang menyajikan situasi permasalahan yang otentik dan bermakna yang dapat menumbuhkan rasa ingin tahu mahasiswa untuk melakukan eksplorasi masalah kontekstual yang berhubungan dengan kehidupan sehari-hari serta memecahkannya melalui tahapan metode ilmiah (Arends, 2012). Hal ini sesuai dengan pernyataan Matthews (2007) yang menjelaskan bahwa PBL adalah pembelajaran yang dihasilkan dari proses belajar sehingga memahami dan mampu memecahkan masalah yang ada.

Proses mencari solusi dari suatu masalah tentu bukan merupakan proses berpikir yang sederhana, dalam proses menentukan penyelesaian suatu masalah memerlukan banyak kemampuan berpikir. Kemampuan melakukan pengumpulan informasi dan data, mengemukakan argumen, menentukan teori yang mendukung, menentukan alur pemecahan

masalah, merupakan proses berpikir yang memungkinkan mahasiswa dapat memecahkan masalah. Siswa perlu dibekali kemampuan argumentasi agar mampu memecahkan masalah yang dihadapi secara kritis. Argumentasi merupakan inti dari pemikiran ilmiah (Cross, 2007).

Keterampilan yang diperlukan siswa untuk menghadapi perkembangan abad 21 salah satunya adalah keterampilan berargumentasi ilmiah. Argumentasi ilmiah melibatkan penalaran ilmiah yang digunakan untuk kesimpulan dari informasi yang tersedia dan melibatkan keterampilan berpikir kritis dalam membuat suatu pernyataan yang berdasarkan fakta (Pallant & Lee, 2004). Heng, Surif dan Seng (2014) menjelaskan argumentasi ilmiah memainkan peran yang penting dalam menanamkan konsep-konsep ilmiah pada siswa yang mana merupakan inti dari kemampuan penalaran dan presentasi akademik, sehingga argumentasi ilmiah dapat digunakan untuk mengetahui penalaran siswa serta pemahaman siswa tentang konsep-konsep ilmiah.

Meskipun beberapa ulasan tentang STEM terintegrasi telah dilakukan (mis., Becker dan Park, 2011; Gresnigt et al., 2014), sebagian besar fokus pada efek integrasi pada hasil belajar siswa. Sejauh pengetahuan kami, belum ada tinjauan sistematis tentang praktik pengajaran dalam pendidikan STEM terintegrasi yang telah dilakukan terutama dalam pembelajaran kimia. Studi literature ini menyajikan tinjauan tentang PBL sebagai model pembelajaran yang menjanjikan untuk mendukung pendekatan STEM yang dapat berguna untuk desain pembelajaran dan peneliti dalam mengukur kemampuan berargumentasi siswa.

## METODE

**Pemilihan Manuskrip.** Artikel yang dianalisis diperoleh dengan mencari literature yang relevan secara online menggunakan beberapa database riset online terkenal yang terkait dengan pendidikan dan teknologi (ERIC dan ScienceDirect). Artikel yang digunakan dimulai pada tahun 2010 hingga tahun 2019. Pertama, semua artikel yang dipilih harus artikel jurnal peer-review atau bab buku yang ditulis dalam bahasa Inggris, mengakibatkan pengecualian, misalnya, makalah konferensi dan disertasi. Kedua, artikel harus fokus pada integrasi setidaknya tiga disiplin STEM. Artikel yang mempelajari kombinasi hanya dua disiplin ilmu, misalnya, matematika interdisipliner dan integrasi sains atau teknologi dalam matematika, dikeluarkan. Ketiga, artikel tersebut harus memberikan deskripsi yang jelas tentang praktik pengajaran untuk STEM terintegrasi. Akhirnya, semua artikel harus menggambarkan praktik pengajaran untuk STEM menggunakan PBL. Dengan meninjau judul dan abstrak, artikel yang dipilih kemudian diperiksa oleh penulis untuk menentukan apakah mereka cocok untuk keperluan penelitian. Artikel diunduh dan bagian metode ditinjau untuk memverifikasi bahwa artikel memenuhi kriteria untuk dimasukkan dalam ulasan. Sebanyak 5 artikel memenuhi kriteria untuk dimasukkan dalam ulasan akhir.

**Analisis.** Artikel-artikel yang memenuhi kriteria ulasan dianalisis menggunakan metode analisis isi kualitatif, yang merupakan analisis tematik yang berkonsentrasi pada hubungan antara konten dan konteks (Elo & Kyngäs, 2008; Hsieh & Shannon, 2005). Para penulis mendefinisikan sekelompok kategori untuk analisis dengan sub-kategori yang sesuai, sesuai dengan setiap pertanyaan penelitian. Kategori berguna untuk pengelompokan studi

sesuai dengan karakteristik mereka bersama. Selama proses peninjauan sistematis, beberapa sub-kategori muncul dan lainnya disempurnakan untuk mencerminkan informasi yang muncul.

### **HASIL**

Berdasarkan 5 artikel yang telah dianalisis dapat diketahui bahwa pembelajaran berbasis masalah (PBL) dapat meningkatkan keterampilan berargumentasi siswa. PBL juga diketahui dapat menjadi model pembelajaran yang mampu menunjang pendekatan STEM dalam pembelajaran.

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Yujin Lee (2019) menunjukkan perbedaan kelompok dalam pelajaran STEM PBL versus non-STEM PBL secara statistik signifikan ( $t = 5,587$ ,  $p < 0,001$ ,  $d = 0,960$ ). Khususnya, siswa dalam pembelajaran STEM PBL memiliki keterlibatan yang lebih besar dalam pengakuan diri dan hasil belajar dibandingkan dengan siswa non-STEM PBL. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengajaran yang sangat strategis dan terintegrasi memiliki dampak positif pada persepsi siswa pada keterlibatan mereka dalam pembelajaran. Andrew A (2014) juga menyatakan bahwa kombinasi PBL STEM dapat menjadi salah satu alternative dalam kegiatan pembelajaran karena hasil yang diperoleh mengarah pada peningkatan dalam pembelajaran siswa.

Penelitian yang dilakukan oleh Hsu Chan Kuo (2019) bertujuan untuk mengembangkan sistem interaksi manusia-komputer (HCI) untuk memecahkan masalah pada dunia nyata. Pendekatan PBL-STEM diterapkan untuk mengajar jumlah total 45 mahasiswa yang terdaftar di departemen teknik dan desain selama 18 minggu melalui empat fase, yaitu menemukan, mendefinisikan, mengembangkan, dan menyampaikan. Bukti yang diambil dari 6 poin Likert 'Strategi Termotivasi untuk Belajar Kuesioner (MSLQ)' menunjukkan bahwa pembelajaran PBL-STEM sangat berdampak pada pembelajaran siswa, yang meningkatkan peserta (a) motivasi belajar keseluruhan (Pre  $M = 4.4$ , Post  $M = 4.64$ ;  $p = .012$ ), (b) kemandirian belajar (Pre  $M = 4.03$ , Post  $M = 4.43$ ;  $p = .003$ ), (c) kesenangan belajar STEM (Pre  $M = 4.68$ , Post  $M = 4.75$ ;  $p = .556$ ), dan (d) mengakui pentingnya belajar STEM pada pengembangan karir masa depan (Pre  $M = 4.73$ , Post  $M = 4.94$ ;  $p = .077$ ).

Penelitian di Taiwan oleh Shi Jer Leu (2015) menunjukkan bahwa: (1) bahwa strategi PBL dapat membantu dalam meningkatkan sikap siswa terhadap pembelajaran STEM dan eksplorasi pilihan karir masa depan; (2) bahwa strategi pengajaran PBL membantu memimpin siswa langkah demi langkah dalam menyelesaikan misi kontes dan untuk mengalami makna pengetahuan STEM terintegrasi; (3) bahwa tidak hanya siswa yang dapat secara aktif menerapkan pengetahuan teknik dan sains, tetapi juga bahwa siswa cenderung mendapatkan pengetahuan sains dan matematika yang lebih kuat melalui pembelajaran STEM di PBL; dan (4) bahwa PBL dapat meningkatkan kemampuan siswa dan memberikan mereka pengalaman terkait dengan integrasi pengetahuan dan aplikasi.

Salih Gulen (2018) telah melakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh pendekatan STEM terintegrasi berbasis pembelajaran sains dalam menyelesaikan masalah kehidupan sehari-hari. Penelitian ini menggunakan desain mix-methode. Data kuantitatif dikumpulkan dengan desain eksperimen pre-test-post-test kelompok tunggal. Data kualitatif

dikumpulkan dengan ulasan dokumen dan formulir penentuan masalah kehidupan sehari-hari. Data disajikan dengan analisis deskriptif dan konten, frekuensi, persentase dan teknik uji peringkat bertanda Wilcoxon. Sampel homogen digunakan dalam penelitian ini dan dilakukan dengan kelas yang dipilih secara acak di sekolah menengah desa pegunungan. Dari analisis masalah kehidupan sehari-hari sebelum dan sesudah implementasi, diamati perubahan positif pada peserta yang berpikir tentang identifikasi dan solusi dari masalah kehidupan sehari-hari.

## SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil tinjauan pendahuluan yang dilakukan mengenai PBL sebagai model pembelajaran dinilai dapat mendukung pendekatan STEM yang dapat berguna untuk desain pembelajaran dan peneliti dalam mengukur kemampuan berargumentasi siswa. Penelitian selanjutnya dapat melakukan penerapan PBL-STEM dalam pembelajaran untuk melihat tingkat keberhasilan PBL-STEM dalam meningkatkan kemampuan berargumentasi siswa.

## DAFTAR RUJUKAN

- Andrew A. Tawfik, Rebecca J. Trueman, and Matthew M. Lorz. 2014. Engaging Non-Scientists in STEM through Problem-Based Learning and Service Learning. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 8(2), 76-84.
- Arends, Richard. 2012. *Learning to Teach 9th Edition*. New York : McGraw-Hill.
- Becker, K. and Park, K. 2011. Effects of integrative approaches among science, technology, engineering, and mathematics (STEM) subjects on students' learning: A preliminary meta-analysis. *Journal of STEM Education: Innovations and Research*, 12(5/6), 23-37.
- Bybee, R. W. 2010. Advancing STEM education: A 2020 vision. *Technology and Engineering Teacher*, 70(1), 30-35.
- Cross, D. 2007. *Creating Optimal Mathematics Learning Environments: Combining Argumentation and Writing to Enhance Achievement*. Disertasi. University of Georgia: Tidak diterbitkan
- Elo, S., & Kyngäs, H. 2008. The qualitative content analysis process. *Journal of Advanced Nursing*, 62(1), 107-115.
- Gresnigt, R., Taconis, R., van Keulen, H., Gravemeijer, K. and Baartman, L. 2014. Promoting science and technology in primary education: a review of integrated curricula. *Studies in Science Education*, 50(1), 47-84.
- Hsieh, H. F., & Shannon, S. E. 2005. Three approaches to qualitative content analysis. *Qualitative Health Research*, 15(9), 1277-1288.
- Hsu Chan Kuo, Yuan-Chi Tsengb and Ya-Ting Carolyn Yangc . 2019. Promoting College Student's Learning Motivation and Creativity Through A STEM Interdisciplinary PBL Human-Computer Interaction System Design and Development Course. *Thinking Skills and Creativity*, 31,1-10.
- Laboy Rush, D. 2010. *Integrated STEM Education through Project-Based Learning*. New York: Learning.com.
- Mattews-Aydinli, J. 2007. *Problem based learning and adult English language learners, Center for Adult English language acquisition, Center for Applied Linguistics*. ([http://www.cal.org/caela/esl\\_resources/briefs/Problem-based.pdf](http://www.cal.org/caela/esl_resources/briefs/Problem-based.pdf))

- National Academy of Engineering and National Research Council. 2014. *STEM Integration in K-12 Education: Status, Prospects, and an Agenda for Research*. Washington, DC: The National Academies Press.
- Pallant and Lee. 2004. Constructing Scientific Arguments Using Evidence from Dynamic Computational Climate Models. *Journal of Science Education and Technology*, 24(2-3), 378-395
- Permanasari, A. 2016. Stem Education: Inovasi Dalam Pembelajaran Sains. Seminar Nasional Pendidikan Sains, (pp. 23-34). Surakarta.
- Salih Gullen. 2018. Determination of The Effect Of STEM-Integrated Argumentation Based Science Learning Approach in Solving Daily Life Problems. *World Journal on Educational Technology: Current Issues*, 10 (4), 95-114.
- Shi Jer Lou, Ru Chu Shih, C. Ray Diez, Kuo Hung Tseng. 2011. The impact of problem-based learning strategies on STEM knowledge integration and attitudes: an exploratory study among female Taiwanese senior high school students. *Int J Technol Des Educ*, 2,195–215.
- Yujin Lee. 2019. Affective Mathematics Engagement: a Comparison of STEM PBL Versus Non-STEM PBL Instruction. *Can. J. Sci. Math. Techn. Educ*, (19), 270–289