

IMPLEMENTASI KONSTRUKSI PENDEKATAN STEM DALAM PEMBELAJARAN KIMIA

IMPLEMENTATION OF STEM APPROACH CONSTRUCTION IN CHEMISTRY LEARNING

Nadiyah Nailuz Zulfa*, Erintri Martina, Mutia Eka Yuwana, Revita Putri Permatasari, Oktavia
Sulistina, dan Parlan

Jurusan Pendidikan Kimia FMIPA Universitas Negeri Malang

e-mail: nadiyah.nailuz.2203316@students.um.ac.id

Abstrak

Penulisan artikel ini ditujukan untuk mendeskripsikan konsep STEM dan implementasi pendekatan STEM pada pembelajaran kimia. Penelitian ini menggunakan metode kajian literatur dan analisis konten untuk mengkaji pendekatan STEM di tingkat Madrasah Aliyah/SMA. Data diperoleh dari berbagai sumber cetak dan elektronik, seperti buku, jurnal, dan laporan penelitian. Analisis konten dari 62 artikel diperoleh 20 artikel yang digunakan untuk memahami teori dan konsep secara mendalam. Berdasarkan beberapa sumber literatur yang telah dianalisis, implementasi pendekatan STEM sudah banyak diterapkan dalam pembelajaran. Penggabungan pendekatan STEM dengan model pembelajaran dan pembentukan pola pikir siswa menjadi yang paling menarik untuk dianalisis. Dari berbagai sumber tersebut pendekatan STEM terpadu dengan dengan model pembelajaran inquiry berdasarkan pendekatan *design thinking* yang paling cocok digunakan pada pembelajaran kimia.

Kata kunci: STEM, model pembelajaran, kimia

Abstract

The writing of this article aims to describe the concept of STEM and the implementation of the STEM approach in chemistry learning. This research uses literature review and content analysis methods to examine the STEM approach at the Madrasah Aliyah/SMA level. Data were obtained from various printed and electronic sources, such as books, journals, and research reports. Content analysis of 62 articles obtained 20 articles used to understand theories and concepts in depth. Based on several literature sources that have been analyzed, the implementation of the STEM approach has been widely applied in learning. Combining the STEM approach with learning models and shaping students' mindsets is the most interesting to analyze. From these various sources, the integrated STEM approach with an inquiry learning model based on the design thinking approach is most suitable for use in chemistry learning.

Keywords: STEM, learning model, chemistry

PENDAHULUAN

Peradaban era 4.0 menjadi tantangan bagi seluruh bidang kehidupan, hal tersebut menunjukkan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang sangat pesat. Pendidikan merupakan salah satu aspek kehidupan yang akan terus berkembang mengikuti perkembangan teknologi. Bidang pendidikan berkaitan erat dengan era 4.0, perkembangan teknologi menjadi dampak positif dalam pembelajaran dengan

pengembangan inovasi kreatif dalam metode pembelajaran [1]. Selain perkembangan teknologi keterampilan berpikir kritis, kolaborasi, dan kreativitas menjadi kemampuan dasar penting yang harus dimiliki untuk menghadapi pendidikan berbasis teknologi 4.0.

Beberapa ahli bidang pendidikan berupaya untuk mengembangkan model, metode, dan pendekatan pembelajaran yang lebih baik untuk membentuk karakter siswa yang siap untuk

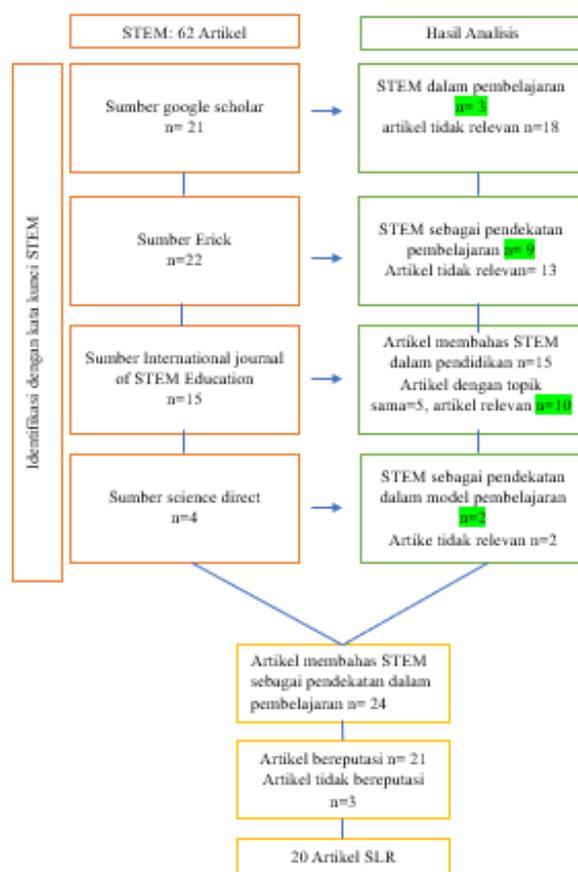
menghadapi pendidikan teknologi. Pendidikan dengan pendekatan STEM yang merupakan model pendekatan pembelajaran yang menggabungkan empat disiplin ilmu menjadi salah satu pengembangan pendidikan yang dinilai cocok dalam pendidikan era 4.0 [2]. STEM merupakan pendekatan dalam pembelajaran yang menggunakan empat ilmu yaitu sains, teknologi, *engineer* atau teknik, dan matematika. Pendekatan STEM menekankan pada kerja kelompok bagi siswa untuk mengembangkan kemampuan berpikir kritis dan kerja sama tim [3]. Pendekatan ini memberikan konsep bagi guru untuk mengintegrasikan empat disiplin ilmu dalam pembelajaran, sehingga peserta didik dapat terus berkembang dan dapat bersaing di era perkembangan teknologi yang semakin pesat [4]. Saat ini minat untuk mengembangkan pendekatan STEM meningkat pesat untuk menerapkan dan mengkolaborasikan dengan berbagai jenis sistem pendidikan.

Perkembangan pendekatan STEM yang pesat tersebut menjadi tolak ukur untuk mata pelajaran Kimia. Pendekatan STEM pada mata pelajaran kimia diharapkan dapat menjadi bentuk pembelajaran yang lebih menyenangkan dan tidak monoton. Selain itu, salah satu disiplin ilmu dalam pendekatan ini berhubungan dengan teknik atau membuat suatu inovasi, sehingga dapat menjadi implementasi ilmu terapan dari kimia. Oleh karena itu, diperlukan suatu model pembelajaran dengan pendekatan STEM pada mata pelajaran kimia siswa SMA.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode analisis SLR (*systematic literature review*), yang merupakan metode dengan tinjauan literatur untuk mengidentifikasi, mengevaluasi, dan menginterpretasikan semua hasil dari penelitian tertentu [5]. Metode SLR diterapkan untuk mengidentifikasi pendekatan STEM dalam pembelajaran untuk mengonstruksinya dalam pembelajaran kimia MA/SMA. Tahapan pertama yaitu proses identifikasi dari permasalahan yang diangkat yaitu bagaimana implementasi dan konstruksi pendekatan STEM dalam pembelajaran

kimia. Pada penelitian ini masalah dianalisis berdasarkan penelitian sebelumnya. Tahapan kedua yaitu mencari literatur atau identifikasi dengan pencarian jurnal dan artikel yang relevan melalui beberapa sumber yang berkualitas. Identifikasi jurnal dilakukan sebagai berikut:



Gambar 1. *Systematic Literature Review*

Berdasarkan sistematika diatas tahapan ketiga yaitu data jurnal yang diperoleh sejumlah 62 jurnal/artikel yang memenuhi kriteria berdasarkan kata kunci pendekatan STEM. Data artikel kemudian diolah kembali berdasarkan kriteria yang membahas STEM sebagai pendekatan dalam pembelajaran yaitu didapatkan beberapa artikel seperti pada grafik diatas dari *google scholar*, *Erick*, *International Journal of STEM Education*, dan *science direct*. Tahapan selanjutnya yaitu penentuan artikel yang akan dianalisis yaitu sejumlah 20 artikel, yang kemudian akan dibahas dan disimpulkan berdasarkan hasil *review*.

Tabel 1. Hasil Artikel SLR

No	Judul	Sumber Journal
1	“Not a cookie cutter situation”: how neurodivergent students experience group work in their STEM courses	International Journal of STEM Education
2	The S in STEM: gender differences in science anxiety and its relations with science test performance-related variables	International Journal of STEM Education
3	The transfer effect of computational thinking (CT)-STEM: a systematic literature review and meta-analysis	International Journal of STEM Education
4	Science teacher identity research: a scoping literature review	International Journal of STEM Education
5	Attending to STEM education in servingness at Hispanic-serving institutions: a systematic review of more than a decade of scholarship	International Journal of STEM Education
6	Examination of pre-service chemistry teachers’ STEM conceptions through an integrated STEM course	Turkish Journal of Education
7	STEM Education Teaching approach: Inquiry from the Context Based	Journal of Physics: Conference Series
8	Feasibility of STEM-based basic chemistry teaching materials to improve students’ science literature in wetland context	Journal of Physics: Conference Series
9	STEM Education in Secondary Schools: Teachers’ Perspective towards Sustainable Development	sustainability
10	STEM Project-Based Learning in Chemistry: Opportunities and Challenges to Enhance Students’ Chemical Literacy	International Journal of Innovation, Creativity and Change.
11	Literature review: a STEM approach to improving the quality of science learning in Indonesia	Journal for the Education of Gifted Young Scientists
12	The Effectiveness of STEM-Based on Gender Differences: The Impact of Physics Concept Understanding	European Journal of Educational Research
13	Implementation of performance assessment in STEM-based science learning to improve students’ habits of mind	International Journal of Evaluation and Research in Education (IJERE)
14	Assessing chemistry teachers’ needs and expectations from integrated STEM education professional developments	Journal of Pedagogical Research
15	Critical Thinking Skills Of Chemistry Education Students In Team Project-Based Stem-Metacognitive Skills Learning During The Covid-19 Pandemic	Journal of Technology and Science Education
16	Critical Thinking Skills Of Chemistry Students By Integrating <i>Design thinking</i> With STEM-Pjbl	Journal of Technology and Science Education
17	Students’ Perceptions of Low Stakes Positioning Tests at the Start of Higher STEM Education: A Mixed Methods Approach	International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology
18	Modeling The Factors Influencing Secondary Students’ Performance In Stem Subjects	Journal of Baltic Science Education
19	Using Active Learning Strategies in Calculus to Improve Student Learning and Influence	Science and Mathematics Education Commons

No	Judul	Sumber Journal
	Mathematics Department Cultural Change	
20	Developing Students' Chemical Literacy Through The Integration Of Dilemma Stories Into A STEM Project On Petroleum Topic	Journal of Technology and Science Education

HASIL DAN PEMBAHASAN Konsep dan Pengertian STEM

STEM adalah singkatan dari *science*, *technology*, *engineering* dan *mathematics*. STEM menjadi pendekatan pada proses pembelajaran yang mengintegrasikan empat subjek ilmu tersebut yang berfokus dalam pemecahan masalah kehidupan sehari-hari yang nyata [6]. Sebagai bagian dari pendekatan STEM, sains merupakan studi terkait fenomena alam yang meliputi observasi dan pengukuran serta menjelaskan alam secara objektif [7]. Di tingkat pendidikan dasar dan menengah, sains mencakup beberapa bidang utama seperti ilmu MIPA serta ilmu kebumihan dan antariksa.

Teknologi merupakan inovasi yang dibuat manusia untuk mengubah alam agar memenuhi kebutuhan dengan tujuan kehidupan yang nyaman [8]. Teknologi berkesinambungan dengan kebutuhan manusia yaitu aspek ekonomi, sosial, budaya, dan lingkungan yang diperoleh dengan pemecahan masalah dan pembuatan produk baru. Pendekatan STEM memberikan peluang bagi siswa untuk melihat teknologi sebagai sarana perubahan yang positif dan bermanfaat.

Rekayasa merupakan pengetahuan dan keterampilan yang digunakan dalam menerapkan

ilmu pengetahuan, ekonomi, sosial, dan keterampilan praktik dalam membangun mesin, peralatan, sistem sebagai proses yang menguntungkan manusia dalam ekonomi dan ramah lingkungan [9]. Desain rekayasa digunakan dalam pembelajaran STEM untuk mengintegrasikan empat subjek STEM dalam satu media. Desain rekayasa dapat digunakan oleh siswa untuk menyelesaikan masalah secara sistematis dalam bidang STEM. Hal ini memungkinkan siswa untuk mencari hubungan koneksi antar subjek STEM sebagai kunci dalam implementasi masing-masing bidang.

Matematika sebagai bidang yang mempelajari pola dan hubungan, menyediakan bahasa yang digunakan dalam teknologi, sains, dan rekayasa [10]. Pendidikan STEM tidak hanya penguatan pendidikan dalam bidang secara terpisah, akan tetapi merupakan pengembangan pendekatan pendidikan yang menggabungkan ilmu sains, teknologi, enjiniring, dan matematika, dengan menggunakan proses pendidikan dalam pemecahan masalah nyata kehidupan sehari-hari maupun profesi [11]. Menurut Roberts dan Cantu (2012) pengembangan tiga pendekatan pembelajaran STEM yaitu sebagai berikut:

Tabel 2. Jenis Pendekatan STEM

No.	Jenis Pendekatan	Tujuan	Pengembangan pendekatan
1.	Pendekatan Silo	membimbing siswa agar menguasai pengetahuan di satu bidang tertentu	Pada pendekatan STEM silo siswa tidak diberikan kesempatan dalam eksplorasi pengetahuan dengan caranya sendiri, akan tetapi diajarkan tentang apa yang harus diketahui
2.	Pendekatan Tertanam	Dalam pendekatan STEM tertanam salah satu materi atau mata pelajaran lebih diutamakan	Pada pendekatan STEM <i>tertanam (Embedded)</i> pengetahuan mengenai fokus utama mata pelajaran ditekankan pada permasalahan dunia nyata menggunakan teknik penyelesaian masalah
3.	Pendekatan Terpadu	Integrasi STEM menuntut siswa untuk memiliki kemampuan dalam	Pendekatan STEM terpadu berbeda dari pendekatan STEM lainnya yaitu

No.	Jenis Pendekatan	Tujuan	Pengembangan pendekatan
		menghubungkan berbagai subjek STEM yang berbeda	mata pelajaran diajarkan dengan saling terintegrasi satu sama lain.

STEM sebagai pendekatan dalam pembelajaran

1. Project Based Learning (PjBL) dengan Pendekatan STEM

Berdasarkan literatur yang sudah kami kaji bahwa, pendekatan STEM memberikan kesempatan bagi siswa dalam memahami pentingnya integrasi dari beberapa jenis keilmuan dan penerapannya pada proses pembelajaran. STEM mengembangkan keterampilan pemecahan masalah, meningkatkan minat siswa agar tertarik pada pembelajaran, serta proses pengembangan keterampilan berpikir kritis siswa. Model PjBL diterapkan dan diintegrasikan dalam pendekatan STEM melatih siswa untuk berkolaborasi, memecahkan masalah, berpikir kritis, kreatif, dan ilmiah untuk meningkatkan pola keterampilan berpikir pada siswa [12].

PjBL-STEM memberikan kesempatan siswa dalam mengaitkan pengetahuan yang dimiliki untuk menghadapi situasi di kehidupan sehari-hari. Hal ini menciptakan pengalaman fokus pemecahan masalah yang baik karena siswa dilatih untuk berpikir kritis. Selain itu, siswa juga dituntut untuk menciptakan kolaborasi yang bersinergi, sehingga mereka dapat menyampaikan ide, mengembangkan produk, dan menerapkan keterampilan desain (inovasi). Pendekatan PjBL-STEM tidak hanya memotivasi siswa, tetapi juga mendorong pemikiran kritis dan analitis, yang pada akhirnya meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi [13]. PjBL-STEM selaras dengan tuntutan globalisasi dan karakteristik abad ke-21, yang menekankan pentingnya berpikir tingkat tinggi dan berpikir kedepan bagi siswa.

2. Inquiry dengan Pendekatan STEM

Pembelajaran inquiry merupakan salah satu metode pembelajaran yang berkaitan dengan mahasiswa atau peserta didik yang aktif [14]. Inquiry menekankan pada proses pencarian dan penemuan pengetahuan secara aktif oleh peserta didik. Didalam pembelajaran inquiry siswa dilibatkan secara langsung dalam bertanya, menyelidiki, menganalisis dan mendapatkan

jawaban terhadap masalah atau pertanyaan yang diajukan [15]. Sedangkan guru dalam pembelajaran inquiry ini berperan sebagai fasilitator yang membentuk siswa atau peserta didik dalam proses eksplorasi.

pendekatan STEM adalah metode pendidikan yang mengintegrasikan empat disiplin ilmu utama, yaitu Science (Ilmu Pengetahuan Alam), Technology (Teknologi), Engineering (Teknik), dan Mathematics (Matematika), dalam proses pembelajaran. Pendekatan ini bertujuan untuk memberikan pemahaman yang holistik dan kontekstual kepada siswa dengan menghubungkan teori dengan aplikasi praktis di kehidupan nyata. STEM tidak hanya fokus pada penguasaan konsep, tetapi juga pada keterampilan siswa dalam berpikir tingkat tinggi, memecahkan masalah, berinovasi, dan berkolaborasi. STEM merupakan cara yang efektif untuk memfasilitasi dan memelihara keterpaduan ilmu pengetahuan, teknologi, matematika, dan teknis. Meningkatnya pencapaian aspek STEM sangat mempengaruhi sikap ilmu siswa.

Berdasarkan riset bahwa model inquiry terbimbing yang terintegrasi dengan pendekatan STEM berpengaruh pada proses belajar peserta didik, dimana pembelajaran inquiry terbimbing dengan pendekatan STEM dinilai efektif untuk pembelajaran kimia, dimana dibuktikan dengan meningkatnya nilai rata-rata pre-test dan post-test yang berpengaruh dalam penguasaan konsep siswa [16]. Selain itu, pembelajaran inquiry terbimbing terintegrasi pendekatan STEM ini juga dapat meningkatkan kemandirian siswa dalam belajar, yaitu siswa lebih aktif, mandiri, dan percaya diri dalam proses belajar. Hal tersebut berdampak positif untuk meningkatkan prestasi siswa di sekolah [17].

3. Konstruksi Pendekatan STEM dengan pendekatan *design thinking*

Berdasarkan literatur yang sudah dikaji, *design thinking* adalah proses berpikir yang melibatkan akal (*Head*), perasaan (*Heart*), dan keterampilan (*Hand*) yang hasil pemikirannya

yaitu gabungan antara logika, imajinasi, intuisi, dan seni [18]. *Design thinking* merupakan jenis pola pikir baru yang memiliki tujuan dalam melatih kreativitas pemikiran seseorang dalam pemecahan masalah kontekstual dan berpatokan pada kebutuhan individu dengan pola tertentu [19]. Jadi, *design thinking* merupakan pola pikir dalam perancangan produk inovatif yang juga efektif dari segi fungsi tetapi tetap mengutamakan estetika.

Pola berpikir dalam *design thinking* dilalui secara bertahap, sistematis dan menyeluruh. Kelima tahapan pola berpikir *design thinking* sebagai berikut, yaitu: (1) *empathy*, (2) *define*, (3) *ideate*, (4) *prototype*, dan (5) *test* (Plattner, 2018). Empati merupakan pemahaman kebutuhan fisik, psikis, dan emosional seseorang, sehingga dengan berempati kita dapat menemukan suatu hal bermakna dalam kehidupan [20]. Tahapan *define* merupakan langkah awal yang penting dalam menentukan target pencapaian. Ketika sasaran ditetapkan, selanjutnya yaitu fokus berpikir bagaimana cara untuk menuju sasaran tersebut.

Tahapan *ideate* merupakan pengumpulan ide kreatif yang diawali dengan mengintegrasikan logika dan kreativitas dalam pembuatan model suatu produk yang siap untuk uji kelayakan. Tahapan tersebut membutuhkan kerja keras karena harus merealisasikan konsep dan prosedur yang dipersiapkan pada tahap sebelumnya agar dapat dilihat, diraba, dan diaplikasikan. Produk final akan dibuat dalam skala besar. Tahap *test* bertujuan untuk mengetahui sejauh mana *prototype* yang telah dibuat mampu memecahkan masalah dan sesuai dengan kebutuhan pengguna.

Oleh karena itu, model pembelajaran *STEM* sangat relevan dengan kebutuhan pendidikan yaitu keterampilan abad 21 dengan pendekatan *design thinking* untuk memperkuat model pembelajaran yang lebih kontekstual. Konstruksi model pembelajaran *STEM* terintegrasi dengan pola berpikir *design thinking* memerlukan media pembelajaran yang mengorganisasikan setiap tahapan berpikir untuk menyelesaikan suatu masalah yaitu meliputi (1) *empathy*; (2) *define*; (3) *ideate*; (4) *prototyping*; (5) *test*. Pendekatan *design thinking* dapat dikembangkan dan diterapkan untuk

membentuk keterampilan peserta didik yang sesuai dengan perkembangan zaman.

Implementasi STEM dalam Pembelajaran Kimia

Mata pelajaran kimia merupakan mata pelajaran yang berhubungan dengan struktur, susunan, dan sifat materi [21]. Kimia berhubungan erat dengan kehidupan manusia dan alam sekitarnya, semua partikel zat yang ada di alam semesta dan yang dibutuhkan makhluk hidup tidak terlepas dari unsur serta reaksi kimia. Mata pelajaran kimia seringkali dianggap sulit dipahami siswa, dari statement tersebut diperlukan sistem pembelajaran yang menarik dan mudah dipahami. Selain itu untuk menghadapi era pendidikan teknologi 4.0 sangat diperlukan pembaharuan sistem pembelajaran yang melibatkan kemajuan teknologi [22].

Pendekatan STEM dengan pengaplikasian teknologi menjadi salah satu pembaharuan dunia pendidikan yang mengaplikasikan beberapa disiplin ilmu dengan pemanfaatan kemajuan teknologi. Kimia erat hubungannya dengan eksperimen, praktikum, laboratorium, dan bahan-bahan kimia berbahaya, mengacu pada hal tersebut pendekatan STEM dalam kimia juga harus memperhatikan bagaimana pembelajaran tetap interaktif dengan ilmu pengetahuan prosedural kimia dan penerapan kemajuan teknologi [23].

Berdasarkan beberapa sumber literatur yang telah dianalisis, implementasi pendekatan STEM sudah banyak diterapkan dalam pembelajaran. Penggabungan pendekatan STEM dengan model pembelajaran dan pembentukan pola pikir siswa menjadi yang paling menarik untuk dianalisis. Dari berbagai sumber tersebut pendekatan STEM terpadu dengan dengan model pembelajaran inquiry berdasarkan *design thinking* cocok untuk diterapkan pada pembelajaran kimia.

Pada pembelajaran inquiry siswa berperan aktif dalam mengonstruksi pengetahuan yang akan dipelajari [24]. Pada konsep *design thinking* pembelajaran STEM diajarkan agar siswa dapat menciptakan suatu karya sekaligus menguji karya yang dihasilkan, dengan konsep tersebut pembelajaran STEM terpadu dapat diaplikasikan dengan model pembelajaran inquiry berdasarkan

pendekatan *design thinking* dalam pembelajaran kimia yang menerapkan ilmu pengetahuan dan kemajuan teknologi [25]. Berikut konsep pembelajaran kimia dengan model pembelajaran *inquiry* berdasarkan pendekatan *design thinking* menggunakan pendekatan STEM terpadu.

Pembelajaran *inquiry* memberikan ranah guru sebagai fasilitator dan siswa berperan aktif untuk dilibatkan secara langsung dalam bertanya, menyelidiki, menganalisis dan mendapatkan jawaban terhadap masalah atau pertanyaan yang diajukan [26]. Pada pendekatan STEM dalam pembelajaran kimia tidak hanya penguasaan konsep tetapi bagaimana siswa berkolaborasi untuk melatih kemampuan berpikir kritis, problem solving dengan menggunakan ide kreatif [27]. *design thinking* adalah proses berpikir yang

melibatkan akal (*Head*), perasaan (*Heart*), dan keterampilan (*Hand*) yang hasil pemikirannya yaitu gabungan antara logika, imajinasi, intuisi, dan seni [28]. Definisi pola berpikir *design thinking* ini berhubungan erat dengan pembelajaran STEM.

Oleh karena itu, model pembelajaran *STEM* relevan untuk kebutuhan keterampilan abad 21 dengan pendekatan pola pikir *design thinking* dalam memperkuat model pembelajaran yang lebih kontekstual untuk memberikan pemahaman dengan penyelesaian permasalahan kehidupan sehari-hari [29]. Pembelajaran kimia lebih menarik jika menggunakan pendekatan STEM berdasarkan pendekatan pola berpikir *design thinking* dengan konstruksi model pembelajaran *inquiry* kimia. Berikut tahapan pembelajarannya:

Tabel 3. Tahapan Pembelajaran Pendekatan STEM Berdasarkan Pendekatan Pola Berpikir *Design Thinking* dengan Konstruksi Model Pembelajaran *Inquiry* Kimia

No.	Tahapan	Keterangan
1.	Orientasi	Guru memperkenalkan topik atau masalah yang akan dipelajari. Siswa juga diminta untuk <i>empathy</i> pada permasalahan dengan mengeksplorasi lebih dalam topik pembahasan dengan literasi digital baik dari jurnal melalui website atau dengan Ai dengan pantauan langsung dari guru.
2.	Merumuskan masalah	Pada tahap awal guru membimbing siswa untuk merumuskan masalah atau dengan <i>define</i> atau menemukan permasalahan dari topik/tujuan pembahasan yang diangkat.
3.	Menentukan hipotesis	Guru membimbing peserta didik untuk <i>ideate</i> atau mengembangkan kemampuan merumuskan hipotesis dengan cara menyampaikan berbagai pertanyaan yang dapat mendorong siswa untuk bisa merumuskan berbagai perkiraan kemungkinan jawaban dari suatu permasalahan yang terjadi.
4.	Mengumpulkan data	Teknik pengumpulan data dalam pembelajaran kimia berhubungan dengan eksperimen yaitu guru membimbing siswa untuk menentukan alat dan bahan serta metode percobaan. Selain itu guru membimbing siswa untuk menentukan variabel kontrol, bebas, dan terikat dalam percobaan yang dilakukan.
5.	Menguji hipotesis	Pengujian hipotesis dengan eksperimen percobaan untuk membuktikan apakah hipotesis yang sudah dirumuskan terbukti kebenarannya. Pengujian hipotesis ini berdasarkan eksperimen dengan konstruksi STEM yaitu menggunakan pemanfaatan teknologi dan perhitungan matematika untuk tahap lebih lanjut mengacu pada pembuatan <i>prototype</i> produk. Pada konsep pembelajaran yang menggunakan <i>prototype</i> dilanjutkan pada tahap <i>test</i> yaitu menguji apakah suatu produk yang dibuat berhasil dan layak untuk digunakan publik.
6.	Penarikan kesimpulan	Untuk mencapai kesimpulan yang akurat guru menunjukkan pada siswa data yang relevan, kemudian dilanjutkan dengan presentasi hasil menggunakan PPT dengan desain yang interaktif.

SIMPULAN

Bidang pendidikan berkaitan erat dengan era 4.0, perkembangan teknologi menjadi dampak positif dalam pembelajaran dengan pengembangan inovasi kreatif dalam metode pembelajaran. STEM merupakan suatu pendekatan dalam pembelajaran yang menggabungkan empat disiplin ilmu yaitu sains, teknologi, *engineer* atau teknik, dan matematika. Berdasarkan beberapa sumber literatur yang telah dianalisis, implementasi pendekatan STEM sudah banyak diterapkan dalam pembelajaran.

Penggabungan pendekatan STEM dengan model pembelajaran dan pembentukan pola pikir siswa menjadi yang paling menarik untuk dianalisis. Dari berbagai sumber tersebut pendekatan STEM terpadu dengan dengan model pembelajaran inquiry berdasarkan pendekatan *design thinking* yang paling cocok untuk diterapkan pada pembelajaran kimia dengan tahapan pembelajaran dengan memasukkan pendekatan *design thinking* pada tahapan inquiry.

DAFTAR PUSTAKA

1. Salvatore, S., White, C., and Podowitz-Thomas, S. 2024. "Not A Cookie Cutter Situation": How Neurodivergent Students Experience Group Work in Their Stem Courses. *International Journal of STEM Education*, Vol. 11, No. 1, pp. 1–35.
2. Li, Z. and Oon, P. T. 2024. The Transfer Effect of Computational Thinking (Ct)-Stem: A Systematic Literature Review and Meta-Analysis. *International Journal of STEM Education*, Vol. 11, No. 1.
3. Tantayanon, S., Faikhamta, C., Prasoplarb, T., and Panyanukit, P. 2024. Teachers' Perceptions and Design of Small-Scale Chemistry Driven STEM Learning Activities. *Chemistry Teacher International*, pp. 1–15.
4. Casal-Otero, L., Catala, A., Fernández-Morante, C., Taboada, M., Cebreiro, B., and Barro, S. 2023. AI Literacy In K-12: A Systematic Literature Review. *International Journal of STEM Education*, Vol. 10, No. 29, pp. 1–17.
5. Zhai, Y., Tripp, J., and Liu, X. 2024. Science Teacher Identity Research: A Scoping Literature Review. *International Journal of STEM Education*, Vol. 11, No. 20, pp. 1–30.
6. Rozgonjuk, D., Täht, K., Soobard, R., Teppo, M., and Rannikmäe, M. 2024. The S in STEM: Gender Differences in Science Anxiety and Its Relations with Science Test Performance-Related Variables. *International Journal of STEM Education*, Vol. 11, No. 45, pp. 1–15.
7. Ro, H. K., Aguilar-Smith, S., Anderson, S. Y., Rodriguez, T., Ramon, E. J., and Javier, D. 2024. Attending to STEM Education in Servingness at Hispanic-Serving Institutions: A Systematic Review of More Than a Decade of Scholarship. *International Journal of Stem Education*, Vol. 11, No. 33, pp. 1–25.
8. Chen, P., Yang, D., Metwally, A. H. S., Lavonen, J., and Wang, X. 2023. Fostering Computational Thinking Through Unplugged Activities: A Systematic Literature Review and Meta-Analysis. *International Journal of STEM Education*, Vol. 10, No. 47, pp. 1–25.
9. Li, Y. 2024. A Decade of Advancing Development, Diversity, Engagement, and Excellence in STEM Education. *International Journal of STEM Education*, Vol. 11, No. 59, pp. 1–6.
10. Mezinska, S., Abolina, A., and Lubkina, V. 2024. Design-Driven Innovation in STEM Disciplines in Higher Education: The Role and Impact of Transversal Competences. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, And Complexity*, Vol. 10, No. 4, pp. 1–15.
11. Palid, O., Cashdollar, S., Deangelo, S., Chu, C., and Bates, M. 2023. Inclusion in Practice: A Systematic Review of Diversity-Focused STEM Programming in The United States. *International Journal of STEM Education*, Vol. 10, No. 2, pp. 1–16.
12. Rosenzweig, E. Q., Chen, X., Song, Y., Baldwin, A., Barger, M. M., Cotterell, M. E., Dees, J., Injaian, A. S., Weliveriya, N., Walker, J. R., Wiegert, C. C., and Lemons, P. P. 2024. Beyond STEM Attrition: Changing Career Plans within Stem Fields

- in College is Associated with Lower Motivation, Certainty, and Satisfaction About One's Career. *International Journal of STEM Education*, Vol. 11, No. 15, pp. 1–18.
13. Anwar, R., Elbashir, A. M., Magdy, R., Ahmad, Z., and Al-Thani, N. J. 2024. Effectiveness of STEM Based Workshop for Deaf Education: Exploratory Study. *Heliyon*, Vol. 10, pp. 1–12.
 14. Stefani, A. 2024. Parental and Peer Influence on STEM Career Persistence: From Higher Education to First Job. *Advances In Life Course Research*, Vol. 62, pp. 1–12.
 15. Parviz, M. 2024. AI in Education: Comparative Perspectives from STEM and Non-STEM Instructors. *Computers And Education Open*, Vol. 6, pp. 1–12.
 16. Akaygun, S. and Aslan-Tutak, F. 2016. STEM Images Revealing STEM Conceptions of Pre-Service Chemistry and Mathematics Teachers. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, Vol. 4, No. 1, pp. 56–71.
 17. Shidiq, A. S., Permanasari, A., and Hernani. 2020. Chemistry Teacher's Perception toward STEM Learning. *Acm International Conference Proceeding Series*, pp. 40–43.
 18. Laksmiwati, P. A., Lavicza, Z., and Cahyono, A. N. 2024. Empowering STEAM Learning Implementation through Investigating Indonesian Teacher Experts' Views with A Delphi Method. *Indonesian Journal on Learning and Advanced Education (Ijolae)*, Vol. 6, No. 2, pp. 214–229.
 19. Darmadi, Budiono, and Rifai, M. 2022. Pembelajaran STEAM sebagai Pembelajaran Inovatif. *Jurnal Multidisiplin Madani*, Vol. 2, No. 8, pp. 3469–3474.
 20. Susanti, L. Y., Hasanah, R., dan Khirzin, M. H. 2018. Penerapan Media Pembelajaran Kimia Berbasis Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa SMA/SMK pada Materi Reaksi Redoks. *Jurnal Pendidikan Sains (JPS)*, Vol. 6, No. 2, pp. 32–40.
 21. Febriansari, D., Sarwanto, S., dan Yamtinah, S. 2022. Konstruksi Model Pembelajaran STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics) dengan Pendekatan *Design Thinking* pada Materi Energi Terbarukan. *Jinop (Jurnal Inovasi Pembelajaran)*, Vol. 8, No. 2, pp. 186–200.
 22. Pujiati, A. 2020. Penerapan Pendekatan STEAM pada Materi Struktur Atom terhadap Pemahaman Konsep Kimia. *Prosiding Seminar Nasional Sains 2020*, Vol. 1, No. 1, pp. 258–261.
 23. Jamal, S. N., Ibrahim, N. H., Surif, J., Suhairom, N., Abdullah, A. H., and Jumaat, N. F. 2017. Understanding of STEM Education among Chemistry Teachers in District of Melaka Tengah. *Man in India*, Vol. 97, No. 12, pp. 101–108.
 24. Rahma, D. F., Ariani, S. R. D., and Masykuri, M. 2023. How STEAM is a Chemistry Textbook for Class XI of a Public High School in Surakarta. *Jurnal Inovasi Teknologi Pendidikan*, Vol. 10, No. 1, pp. 10–21.
 25. Talib, S., Alias, B. S., Effendi, M., Matore, E. M., and Abdullah, A. H. 2025. Empowering STEM Education through the Role of Principals: A Systematic Literature Review. *Journal of Education and Learning (EduLearn)*, Vol. 19, No. 1, pp. 570–578.
 26. Terzieva, V., Paunova-Hubenova, E., and Slavcheva, S. 2024. Trends, Challenges, Opportunities, and Innovations in STEM Education. *IFAC PapersOnLine*, Vol. 58, No. 3, pp. 106–111.
 27. Afifah, A. N., Ilmiyati, N., dan Toto. 2020. Pengaruh Model Project Based Learning (PjBL) dengan Pendekatan STEM terhadap Penguasaan Konsep dan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa. *J-KIP (Jurnal Keguruan dan Ilmu Pendidikan)*, Vol. 1, No. 2, pp. 33–40.
 28. Badlisyah, T., Sabarni, Novalta, A. R., dan Mellyzar. 2022. Pengembangan Modul

- Kimia SMA Berbasis STEM pada Materi Termokimia. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, Vol. 8, No. 24, pp. 474–484.
29. Irmita, L. U. 2018. Pengembangan Modul Pembelajaran Kimia Menggunakan

Pendekatan Science, Technology, Engineering, and Mathematic (STEM) pada Materi Kesetimbangan Kimia. *Orbital: Jurnal Pendidikan Kimia*, Vol. 2, No. 2 pp. 27–37.