

PEMBELAJARAN KIMIA DENGAN PENDEKATAN STEM (SCIENCE, TECHNOLOGY, ENGINEERING, AND MATHEMATICS) SEBAGAI UPAYA MENINGKATKAN KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS SISWA: SYISTEMATIC LITERATURE REVIEW

Suci Rahmah Zaliani¹, Adia Heriana Putri², Novia Siska³, Dian Rifa Audina⁴
^{1,2,3,4}Pendidikan Kimia Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau
sucirahmazaliani@gmail.com¹,

ABSTRACT

Critical thinking is a skill that students must possess in 21st-century learning, particularly in chemistry education. This study aims to analyze the application of the STEM approach to enhance students' critical thinking skills in chemistry education. The research method used is a Systematic Literature Review. The Systematic Literature Review method consists of three stages: planning, implementation, and reporting. The planning stage involves determining the topic, formulating the research question, and establishing criteria for the articles to be used as references. The implementation stage involves conducting the systematic literature review, and the reporting stage involves writing the systematic literature review article. The systematic literature review was conducted on articles aligned with the study's objectives. Articles were obtained using SciSpace and Google Scholar and selected based on criteria from Sinta S2–S6 published between 2019 and 2024. The review of these articles identified fourteen articles that met the research criteria, and their quality was assessed. The research findings conclude that the application of the STEM approach can enhance students' critical thinking skills in chemistry learning.

Keywords: *STEM Approach, Critical Thinking Skills, Chemistry Education, Systematic Literature Review*

ABSTRAK

Berpikir kritis merupakan kemampuan yang harus dimiliki siswa dalam pembelajaran abad 21, khususnya dalam pembelajaran kimia. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penerapan pendekatan STEM untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa dalam pembelajaran kimia. Metode penelitian yang digunakan adalah Syistematic Literature Review. Metode Syistematic Literature Review terdiri dari tiga tahap, yaitu perencanaan, pelaksanaan, dan pelaporan. Tahap perencanaan merupakan tahap penentuan topik, perumusan masalah, dan penentuan kriteria artikel yang akan dijadikan sumber rujukan. Tahap pelaksanaan merupakan tahap pelaksanaan telaah pustaka sistematis dan tahap pelaporan merupakan tahap penulisan artikel telaah pustaka sistematis. Telaah pustaka sistematis dilakukan terhadap artikel-artikel yang sesuai dengan

tujuan penelitian. Artikel diperoleh dengan menggunakan scispace dan google scholar dan dipilih berdasarkan kriteria dari Sinta S2-S6 yang terbit pada tahun 2019 – 2024. Telaah terhadap artikel tersebut menemukan empat belas artikel yang memenuhi kriteria penelitian dan dinilai kualitasnya. Hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa penerapan pendekatan STEM dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa dalam pembelajaran kimia.

Kata Kunci: Pendekatan STEM, Keterampilan Berpikir Kritis, Pembelajaran Kimia, *Syistematic Literature Review*

A. Pendahuluan

Belajar merupakan matrik mendasar dalam pelaksanaan proses pendidikan (Wahyuningtyas et al., 2023). Pendidikan merupakan upaya yang disengaja dan sistematis yang bertujuan untuk membangun lingkungan dan proses pedagogis di mana siswa dapat secara aktif menumbuhkan potensi bawaan mereka, meliputi ketabahan spiritual dan agama, pengaturan diri, karakter individu, kecakapan kognitif, standar etika, dan kompetensi yang diperlukan untuk pengembangan pribadi, kontribusi masyarakat, identitas nasional, dan kenegaraan. Peran pendidikan sangat penting dalam membentuk individu untuk menavigasi kebutuhan masyarakat kontemporer dan menghadapi lanskap global yang terus berubah (Bambut, 2024). Persyaratan utama pendidikan abad ke-21 adalah penggabungan teknologi sebagai

instrumen pedagogis untuk meningkatkan kompetensi belajar (Rosyid & Mubin, 2024).

Abad ke-21 ditandai dengan transformasi intensif di segala bidang pendidikan, perdagangan dunia, ekonomi, teknologi, dan masyarakat. Perubahan ini mendorong para pakar untuk mengidentifikasi serangkaian keterampilan baru yang disebut keterampilan abad ke-21 yang dianggap mendasar bagi kemampuan masyarakat untuk berkembang dan berpartisipasi penuh di dunia saat ini (Todorova et al., 2024). Kemampuan berpikir kritis merupakan kemampuan yang dianggap penting untuk dimiliki oleh siswa di era digital saat ini dimana masyarakat dapat mengakses banyak informasi dengan mudah. Selain itu, hidup di era masyarakat multikultural, mobilitas manusia, kemajuan teknologi digital, jejaring sosial, inovasi dan inklusivitas menjadi tuntutan yang semakin tinggi

pada abad 21, khususnya bagi pelajar (Jumariati et al., 2024).

Berpikir kritis adalah kemampuan yang harus dimiliki seseorang dalam berpikir secara rasional dan sistematis. Dalam laporan yang disusun oleh *National Council on Measurement in Education* keterampilan berpikir kritis merupakan kemampuan yang tingkatnya lebih tinggi, terdiri dari keterampilan memecahkan masalah dan membuat keputusan (Jumariati et al., 2024). Kemampuan berpikir kritis dapat diberdayakan melalui pembelajaran di sekolah dengan menekankan bahwa berpikir kritis merupakan keterampilan abad 21 yang harus dimiliki oleh siswa (Miterianifa et al., 2021).

Kompetensi berpikir kritis siswa belum mencapai tingkat memahami dan menerapkan keterampilan berpikir kritis dalam kegiatan sehari-hari mereka (Priawasana & Waris, 2019). Oleh karena meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa sangatlah penting, mulai dari sekolah dasar hingga perguruan tinggi. Peningkatan keterampilan berpikir kritis mengharuskan lembaga pendidikan memprioritaskan

pengembangan kompetensi ini terhadap peserta didik untuk memfasilitasi kesuksesan masa depan mereka (Elisa & Wiratmaja, 2019). Akuisisi keterampilan berpikir kritis membekali siswa dengan kapasitas untuk pemecahan masalah yang efektif. Sifat rumit dan multi-segi dari proses pemecahan masalah kolaboratif mencakup perolehan keterampilan pemecahan masalah kolaboratif melalui partisipasi aktif (Ngatminiati et al., 2024).

Menurut Ennis, pemikiran kritis dapat digambarkan melalui lima aspek indikator yang menonjol: (1) Memberikan klarifikasi mendasar, yang meliputi: mengarahkan pertanyaan, membedah argumen, mengajukan dan menjawab pertanyaan yang memerlukan penjelasan atau pengawasan; (2) Membangun dukungan dasar, yang melibatkan penilaian keandalan sumber dan melakukan evaluasi observasional; (3) Kesimpulan: mengartikulasikan dan merenungkan deduksi dan induksi, merumuskan keputusan dan merefleksikan hasil; 4) Memberikan penjelasan lebih lanjut (klarifikasi lanjutan), yang meliputi: mengenali terminologi dan

mempertimbangkan definisi, mengidentifikasi asumsi yang mendasarinya; (5) Strategi penataan dan metodologi, yang mencakup: menentukan tindakan dan terlibat dalam interaksi dengan orang lain. (Putri Agviolita et al., 2022).

Orientasi peserta didik saat ini hanya pada nilai atau hasil bukan pada proses. Oleh karena itu, model pembelajaran yang dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik diperlukan. Dengan kemampuan bernalar kritis, siswa dapat menemukan solusi atas permasalahan yang terjadi (Mubarak et al., 2023). Model pembelajaran merupakan suatu pendekatan atau metode dalam proses pembelajaran yang digunakan untuk membantu siswa dalam memperoleh informasi dan keterampilan melalui interaksi antara siswa dengan guru, atau antara siswa dengan lingkungan tempat belajarnya (Wantu et al., 2023). Salah satu pendekatan yang dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa adalah STEM. Di samping berpikir kritis, pendidikan STEM dapat meningkatkan penalaran, kreativitas, serta inovasi siswa melalui kurikulumnya, yang

pada akhirnya mendorong kesetaraan di antara siswa dari berbagai latar belakang. (Yakman, 2020).

STEM merupakan pendekatan dan model pembelajaran terpadu Sains, Teknologi, Rekayasa, Seni dan Matematika sebagai wadah untuk mengembangkan aktivitas inkuiri siswa, keterampilan komunikasi dan berpikir kritis dalam pembelajaran. Hal tersebut didasarkan pada 3 aspek yaitu capaian pembelajaran, respon dan aktivitas terhadap pembelajaran. Mempelajari kimia berarti menggabungkan konsep kimia dan prinsip pendidikan. Mata pelajaran ini berfokus pada bagaimana siswa memahami konsep kimia yang sering dianggap sulit. STEM dapat diterapkan sebagai metodologi pengajaran yang mengajarkan kimia secara kontekstual dan relevan dengan kehidupan sehari-hari. STEM dapat menjadi alternatif dalam meningkatkan persepsi siswa tentang kimia, menggambarkan kompleksitas pembelajaran kimia, dan meningkatkan persepsi positif siswa terhadap profesi berbasis kimia (Safitri et al., 2023).

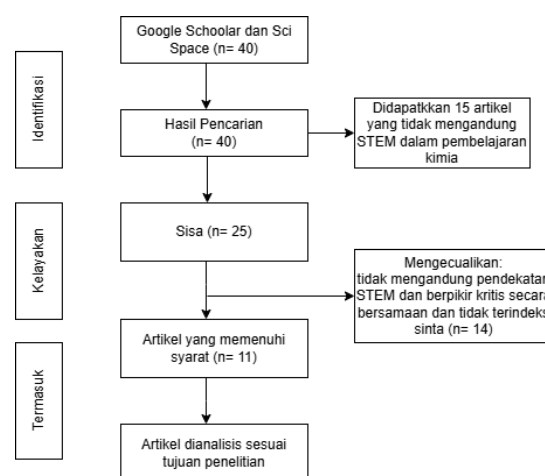
Pendekatan Sains Teknologi Teknik Seni dan Matematika (STEM) dapat membantu mengembangkan kemampuan berpikir kritis siswa saat mereka mempelajari kimia. STEM dapat membuat pembelajaran lebih menarik karena mendorong siswa untuk mengekspresikan kreativitas mereka melalui seni visual dan dapat meningkatkan dorongan mereka untuk mempelajari sains. Sebagai bagian dari proses pembelajaran, STEM meningkatkan keterampilan pemecahan masalah, pemikiran inovatif, komunikasi, dan kerja sama tim. Siswa akan mencapai hasil pembelajaran yang lebih relevan melalui pendekatan ini karena mereka dapat menghubungkan pembelajaran mereka dengan bidang studi lain dan mengembangkan pemahaman yang lebih dalam tentang materi yang mereka gunakan dalam proyek mereka (Ananda et al., 2023).

Berdasarkan uraian diatas kemampuan berpikir kritis siswa dalam pembelajaran kimia masih perlu dikembangkan. Sehingga peneliti melakukan telaah putaka secara sistematis untuk memperoleh informasi mengenai pendekatan

STEM sebagai upaya meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa SMA.

B. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Systematic Literature Review* (SLR). SLR adalah teknik penelitian yang mencari, mengevaluasi, dan menganalisis temuan penelitian terkait. (Kamila & Waluya, 2023). *Systematic Literature Review* (telaah pustaka sistematis) ada tiga tahap yang dilakukan yaitu: perencanaan, pelaksanaan, pelaporan.



Gambar 1. Model Penyaringan Artikel

Tahap perencanaan

Pada tahap perencanaan, peneulis menentukan topik penelitian, yaitu pembelajaran kimia dengan pendekatan STEM untuk

meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa. Pada tahap ini juga ditentukan kriteria artikel yang akan digunakan. Kriteria tersebut diuraikan dalam tabel berikut.

Tabel 1. Kriteria Artikel

Kriteria	Deskripsi
Inkusi	1. Artikel ini membahas tentang pembelajaran kimia dengan pendekatan STEM sebagai upaya untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa 2. Artikel yang digunakan adalah artikel yang diterbitkan pada rentang tahun 2019 – 2024 3. Artikel terindeks sinta 4. Artikel internasional yang sesuai dengan topik penelitian
Ekslusi	1. Studi yang dilakukan diluar fokus atau ruang lingkup penelitian. 2. Artikel yang terlalu lama diterbitkan

Tahap pelaksanaan

Tahap ini dilakukan dengan mengumpulkan berbagai artikel yang relevan dengan kriteria yang ditentukan. Pencarian artikel dilakukan pada basis data seperti *SciSpace* dan *Google Scholar*. Kata kunci yang digunakan dalam pencarian adalah “keterampilan

berpikir kritis dalam pembelajaran kimia” dan “pendekatan STEM”. Berdasarkan hasil pencarian judul artikel, diperoleh 25 artikel. Artikel-artikel tersebut ditelaah secara bertahap dengan membaca abstrak. Apabila abstrak sesuai dengan topik penelitian, dilanjutkan dengan membaca isi artikel. Langkah selanjutnya setelah mendapatkan artikel yang diinginkan adalah mengekstrak data dan mensintesis berbagai hal yang dipilih.

Tahap pelaporan

Tahap yang terakhir adalah menulis hasil tinjauan pustaka sistematis.

C.Hasil Penelitian dan Pembahasan

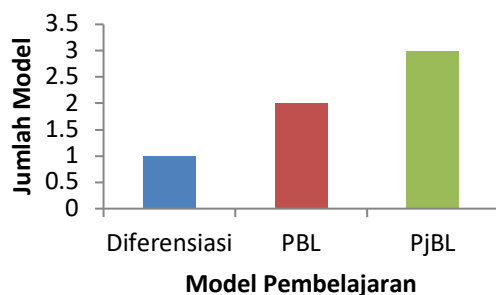
Pilih studi berdasarkan kriteria seleksi

Berdasarkan hasil review artikel melalui *SciSpace* dan *Google Scholar* menggunakan kata kunci “keterampilan berpikir kritis dalam pembelajaran kimia” dan “pendekatan STEM”, diperoleh sebanyak 25 artikel. Artikel tersebut kemudian diseleksi berdasarkan kriteria yang telah ditentukan sebelumnya pada metode penelitian. Hasil seleksi

didapatkan sebelas artikel yang memenuhi kriteria inklusi.

Menilai kualitas artikel

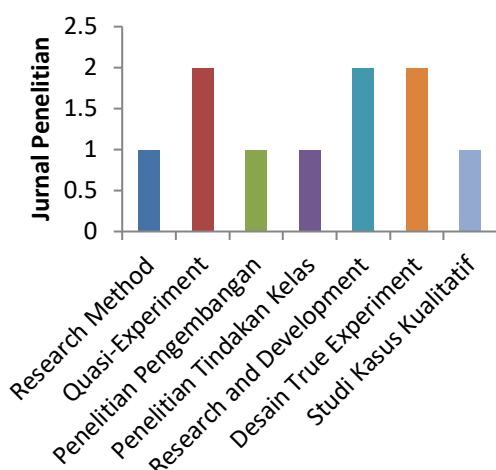
Artikel dievaluasi dengan memeriksa setiap bagian secara menyeluruh yang sesuai dengan tujuan penelitian itu yang akan diambil. Dalam studi ini STEM merupakan pendekatan pembelajaran, sehingga diperlukan suatu model pembelajaran dalam menerapkannya. Tinjauan dari 11 artikel menunjukkan ada enam artikel yang memuat model pembelajaran yang digunakan. Sementara lima artikel lainnya tidak menyebutkan model pembelajaran yang digunakan. Untuk model pembelajaran yang diterapkan dalam jurnal yang diteliti dapat dilihat pada Gambar berikut.



Gambar 2. Model Pembelajaran yang digunakan

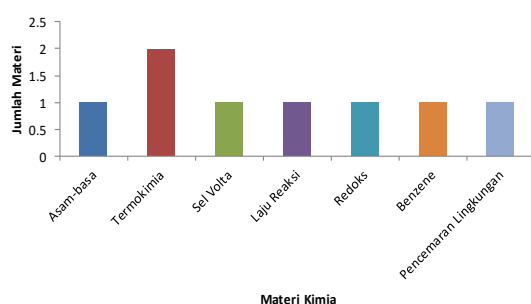
Setiap artikel yang di analisis menggunakan metode penelitian

yang berbeda, tetapi tujuannya sama yaitu untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa dalam pembelajaran kimia. Sebelumnya ada 25 artikel yang di review dari 25 artikel tersebut 14 artikel tidak sesuai kriteria, karena ada artikel yang membahas tentang upaya meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa jenjang sekolah dasar, sekolah menengah pertama dan materinya diluar pembelajaran kimia dan ada yang menggunakan metode penelitian *Meta-Analysis*. Sementara itu, 11 artikel lainnya sudah sesuai. Untuk artikel yang sesuai dengan tujuan penelitian ini, metode penelitian yang digunakan ada *Quasi Eksperiment*, *Qualitative Research Method*, penelitian pengembangan, studi kasus kualitatif, eksperimen kuantitatif jenis *Desain True Experimental*, penelitian tindakan kelas (PTK), dan *Research and Development*, yang dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Jenis metode dalam jurnal penelitian

Artikel yang di review berfokus pada pembelajaran kimia. Dari 11 artikel yang relevan ada enam artikel yang secara spesifik menyebutkan materi kimia pada penelitiannya. Sementara lima artikel lainnya hanya menyebutkan pembelajran kimia tidak spesifik pada materi kimianya. Adapun materi yang dicantumkan adalah termokimia, laju reaksi, sel volta, asam-basa, redoks, benzene beserta turunannya dan pencemaran lingkungan. Jumlah materi kimia dalam jurnal penelitian dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Materi kimia dalam jurnal penelitian

Hasil Sintesis Artikel

Hasil penelitian yang dimasukkan dalam artikel ini adalah hasil analisis dan rangkuman dari beberapa artikel terkait pendekatan STEM dalam upaya peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa pada pembelajaran kimia. Ada 11 artikel yang sesuai dengan judul penelitian. Adapun hasil dari ke sebelas artikel yang relevan disajikan dalam tabel berikut.

Tabel 2. Review Jurnal

Penulis	Hasil Penelitian
(Haetami, 2023)	Model pembelajaran terdeferensiasi berbasis STEM secara signifikan dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa, dengan ukuran efek rata-rata 0,982 menunjukkan tingkat efektifitas yang tinggi
(Ananda et al., 2023)	Mengintegrasikan <i>Desain Thinking</i> dengan STEM-PjBL secara signifikan terjadi peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa terutama dalam kimia dalam materi redoks. Analisis kualitatif mengungkapkan bahwa

	siswa secara efektif membingkai masalah, menemukan solusi dan terlibat dalam pengaturan diri selama pembelajaran.		dan masyarakat untuk mengidentifikasi pentingnya jenis pembelajaran interdisipliner di tingkat sekolah menengah.
Amalia Yunia Rahmawati, 2020)	Metode penelitian yang digunakan ialah penelitian pengembangan level 3. Dengan mengembangkan modul berbasis STEM pada materi termokimia. Modul ini dengan signifikan meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan kreatif.	(Marpaung et al., 2022)	Penelitian ini menggunakan metode <i>Quasi-Experimental</i> . Berdasarkan perhitungan N-Gain (0%), rata-rata nilai untuk kelas eksperimen mencapai 68,71%, yang termasuk dalam kategori cukup efektif. Sementara itu, rata-rata nilai N-Gain untuk kelas kontrol sebesar 52,84%, masuk dalam kategori kurang efektif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan pendekatan STEM pada materi asam-basa melalui <i>Google Classroom</i> cukup efektif dalam meningkatkan hasil belajar siswa, serta kemampuan berpikir kreatif dan keterampilan pemecahan masalah yang merupakan bagian dari berpikir kritis.
(Rahmawati et al., 2020)	Rancangan berbasis STEAM mendorong siswa untuk bertanya dan menunjukkan antusiasme mereka terhadap materi termokimia. <i>Identify The Question at Issue</i> berarti siswa pertanyaan ketika mereka termotivasi untuk mengeksplorasi atribut kapal uap dan menghubungkan pertanyaan dengan konsep termokimia. Terdapat peningkatan berpikir kritis siswa.		
(Minarti et al., 2023)	Pengajaran sains berbasis STEM lebih efektif dalam mengembangkan keterampilan berpikir kritis. Pendekatan ini membantu guru untuk membuat siswa berpikir secara divergen dan kreatif. Pendekatan STEM dalam pengajaran sains akan bermanfaat bagi siswa	(Siborus, 2022)	Metode penelitian ini menggunakan pendekatan penelitian tindakan kelas (PTK). Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan pendekatan STEM pada materi benzena dan turunannya berhasil meningkatkan kemampuan

	berpikir kreatif, kemampuan berpikir kritis, serta hasil belajar siswa.		pada materi laju reaksi dapat membantu mengembangkan proses berpikir ilmiah siswa dalam menghadapi permasalahan. Siswa dilatih untuk berpikir logis, kreatif, kritis, dan disiplin.
(Ariyatun & Octavianelis, 2020)	Penerapan model PBL-STEM terbukti mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan hasil belajar kognitif siswa dalam pembelajaran kimia. Pengujian dilakukan melalui pemberian soal tes tertulis. Hasil analisis menunjukkan bahwa kelompok eksperimen yang menggunakan model PBL-STEM memiliki N-Gain sebesar 0,56 (kategori sedang), lebih tinggi dibandingkan kelompok kontrol dengan N-Gain sebesar 0,33 (kategori sedang).	(Hasanah et al., 2021)	Implementasi model PBL yang dipadukan dengan LKPD berbasis STEM terbukti mampu meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik, terutama dalam materi pencemaran lingkungan. Penelitian ini memberikan bukti empiris bahwa pendekatan pembelajaran inovatif dapat berkontribusi signifikan terhadap peningkatan kualitas pendidikan.
(Yani et al., 2023)	Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) sel volta yang dikembangkan dengan pendekatan STEAM-PjBL memiliki hasil uji validitas dan kepraktisan yang sangat baik. Penggunaan LKPD ini efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa dalam memahami materi.		
(Gultom & Amdayani, 2023)	Penelitian ini menggunakan metode <i>Research and Development</i> (R&D). Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengembangan e-Modul kimia berbasis STEM		

Penggunaan model atau pendekatan pembelajaran dapat memengaruhi kemampuan berpikir kritis siswa. Dengan demikian, guru perlu menentukan pendekatan pembelajaran yang dapat digunakan untuk mengembangkan kemampuan berpikir kritis siswa (Dusturi et al., 2024). Berdasarkan analisis sebelas artikel, dilakukan beberapa upaya peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa dengan pendekatan

STEM menggunakan beberapa model seperti.

Pada artikel (Haetami, 2023) menyebutkan pembelajaran berbasis STEM secara signifikan meningkatkan keterampilan bernalar kritis siswa, dengan ukuran efek rata-rata 0,982 menunjukkan tingkat efektivitas yang tinggi. Pendekatan STEM dalam pembelajaran kimia dapat juga dengan memberikan proyek kepada siswa seperti jurnal yang di tulis oleh (Rahmawati et al., 2020), di dalam artikelnya membahas mengenai materi termokimia. Pengetahuan awal tentang termokimia berguna sebagai dasar bagi siswa dalam mengembangkan proyek. Setelah diperkenalkan dengan materi termokimia, siswa juga dikenalkan dengan konsep STEM. Dengan demikian, guru mengintegrasikan Sains, Teknologi, Teknik, Seni, dan Matematika ke dalam proyek tersebut. Sains terkait dengan topik termokimia, sementara Teknologi mengharuskan siswa untuk memanfaatkannya dalam membuat proyek, yang dalam hal ini berupa kapal uap.

Dalam artikel (Amalia Yunia Rahmawati, 2020) ia

mengembangkan modul berbasis STEM pada materi termokimia. Melalui modul ini kemampuan berpikir kritis siswa meningkatkan. Selain model pembelajaran perangkat ajar berbasis STEM seperti modul juga dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa. Sama halnya dengan artikel (Yani et al., 2023), dengan membuat lembar kerja peserta didik (LKPD) pada materi sel volta dengan pendekatan STEM-PjBL yang dikembangkan memiliki uji validitas dan uji kepraktisan yang sangat baik. Hal tersebut menunjukkan ada peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa.

Dari hasil penelitian (Hasanah et al., 2021), implementasi model PBL yang dipadukan dengan LKPD berbasis STEM dapat efektif meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik, terutama dalam konteks materi pencemaran lingkungan. Pendekatan ini mendorong siswa untuk berpikir secara analitis, kreatif, dan solutif terhadap isu-isu lingkungan yang dihadapi. Penelitian ini memberikan bukti empiris bahwa pendekatan pembelajaran yang inovatif dapat berkontribusi pada peningkatan

kualitas pendidikan. PBL-STEM dalam pembelajarannya dilakukan dengan menyajikan permasalahan, mengajukan pertanyaan, melakukan penyelidikan, membuka dialog dengan siswa serta mengaktualisasi literasi lingkungan dan kreativitas siswa. Sehingga dalam pembelajaran PBL-STEM terjadi kerjasama dan interaksi kolaboratif siswa dalam menganalisis suatu permasalahan. Dengan PBL-STEM siswa dapat menunjukkan sikap positif dan niat perilaku aktif (Ariyatun & Octavianelis, 2020).

D. Kesimpulan

Pendekatan STEM telah terbukti secara signifikan dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa terkhususnya dalam kimia. Siswa yang memiliki keterampilan berpikir kritis mampu menunjukkan keterampilan pemecahan masalah. Siswa yang terlibat dalam pembelajaran dengan pendekatan STEM lebih cenderung berpikir kritis, kreatif, dan inovatif. Berbagai model seperti PBL-STEM, *Design Thinking*, PjBL telah diidentifikasi efektif dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa SMA.

DAFTAR PUSTAKA

- Amalia Yunia Rahmawati. (2020). Pengembangan Modul Kimia SMA Berbasis STEM Pada Materi Termokimia Teuku. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 8(July), 1–23.
- 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>
- Ariyatun, A., & Octavianelis, D. F. (2020). Pengaruh Model Problem Based Learning Terintegrasi Stem Terhadap n Kemampuan Berpikir Kritis Siswa. *JEC: Journal of Educational Chemistry*, 2(1), 33.
<https://doi.org/10.21580/jec.2020.2.1.5434>
- Bambut, M. Y. O. A. K. W. K. E. N. (2024). Kajian Literatur : Mengembangkan Keterampilan Abad-21 Peserta Didik Dalam Pembelajaran Kimia. *Jurnal Pendidikan Biologi*, 9(1), 982–991.
- Dusturi, N., Nurohman, S., & Wilujeng, I. (2024). Socio-Scientific Issues (SSI) Approach Implementation in Science Learning to Improve Students' Critical Thinking Skills: Systematic Literature Review. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 10(3), 149–157.
<https://doi.org/10.29303/jppipa.v10i3.6012>

- Elisa, E., & Wiratmaja, Ig. (2019). Augmented reality: Analisis Pengembangan Media Pembelajaran Kimia untuk Meningkatkan Keterampilan 4C Mahasiswa. *Journal of The Indonesian Society of Integrated Chemistry*, 11(2), 73–81. <https://doi.org/10.22437/jisic.v11i2.8124>
- Gultom, E. H., & Amdayani, S. (2023). Pengembangan E-Modul Kimia Berbasis STEM Pada Materi Laju Reaksi. *Jurnal Teknologi Pendidikan: Jurnal Penelitian Dan Pengembangan Pembelajaran*, 8(2), 425. <https://doi.org/10.33394/jtp.v8i2.7081>
- Haetami, H. (2023). Effect of STEM-Based Differentiated Learning to Improve Students' Critical Thinking Skills: A Meta-Analysis Study. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(9), 655–663. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i9.5084>
- Hasanah, Z., Tenri Pada*, A. U., Safrida, S., Artika, W., & Mudatsir, M. (2021). Implementasi Model Problem Based Learning Dipadu LKPD Berbasis STEM untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis pada Materi Pencemaran Lingkungan. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 9(1), 65–75. <https://doi.org/10.24815/jpsi.v9i1.18134>
- Jumariati, J., Asrimawati, I. F., Mulya, J. N., & Taka, D. D. L. (2024). Measuring Critical Thinking Skills through Performance Assessment: The Profile of EFL Students' Critical Thinking Skills. *JEES (Journal of English Educators Society)*, 9(1), 49–56. <https://doi.org/10.21070/jees.v9i1.1791>
- Kamila, S. H., & Waluya, S. B. (2023). Systematic Literature Review: Model Pembelajaran Dalam Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Pada Pembelajaran Matematika. *Prosiding Seminar Nasional OPPSI 2023*, 2, 8–21.
- Marpaung, M. E., Dariarti, Santoso, T., & Afadil. (2022). Pengaruh Penerapan Pendekatan STEM dengan Menggunakan Google Classroom terhadap Hasil Belajar Siswa pada Materi Asam Basa. *Jurnal Kreatif Online*, 10(3), 47–55.
- Minarti, I. B., Dzakiy, M. A., & Nilautama, D. (2023). The Effect of STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) Based Learning Approach on Critical Thinking Skills and Cognitive Learning Outcomes of Class X SMA Negeri 1. *At-Tasyrih: Jurnal Pendidikan Dan Hukum Islam*, 8(2), 126–136. <https://doi.org/10.55849/attasyrih.v8i2.151>
- Miterianifa, M., Ashadi, A., Saputro, S., & Suciati, S. (2021). *Higher Order Thinking Skills in the 21st Century: Critical Thinking*. <https://doi.org/10.4108/eai.30-11-2020.2303766>
- Mubarok, H., Anggraini, D. M., & Charis, A. (2023). The Urgency of Critical Thinking Character for Elementry Student. *Quality*, 11(1), 97. <https://doi.org/10.21043/quality.v11i1.20523>

- Ngatminiati, Y., Hidayah, Y., & Suhono, S. (2024). Keterampilan Berpikir Kritis Untuk Mengembangkan Kompetensi Abad 21 Siswa Sekolah Dasar. *Jurnal Review Pendidikan Dan Pengajaran (JRPP)*, 7(3), 8210–8216.
- Priawasana, E., & Waris, W. (2019). Peningkatan Kemampuan Berfikir Kritis Dengan Pendekatan Problem Based Learning. *Madrosatuna: Journal of Islamic Elementary School*, 3(1), 49–58. <https://doi.org/10.21070/madrosatuna.v3i1.1975>
- Putri Agviolita, Sudarti, S., & Rif'Ati Dina Handayani. (2022). Analisis Komparasi Keterampilan Berpikir Kritis Siswa pada Pembelajaran IPA dengan Media Buku Ajar dan Media PhET Simulation. *Jurnal Pendidikan Mipa*, 12(2), 241–246. <https://doi.org/10.37630/jpm.v12i2.573>
- Rahmawati, Y., Ramadhani, S. F., & Afrizal. (2020). Developing students' critical thinking: A steam project for chemistry learning. *Universal Journal of Educational Research*, 8(1), 72–82. <https://doi.org/10.13189/ujer.2020.080108>
- Rosyid, A., & Mubin, F. (2024). Pembelajaran Abad 21: Melihat Lebih Dekat Inovasi Dan Implementasinya Dalam Konteks Pendidikan Indonesia. *Tarbawi: Jurnal Pemikiran Dan Pendidikan Islam*, 7(1), 1–12. <https://doi.org/10.51476/tarbawi.v7i1.586>
- Safitri, M., Nurlina, N., & Bancong, H. (2023). the Influence of the Steam Learning Model on Motivation and Results in Science Learning in Class V Students. *Jurnal Pendidikan (Teori Dan Praktik)*, 8(2), 129–137. <https://doi.org/10.26740/jp.v8n2.p129-137>
- Siborus, B. (2022). Penerapan Model Pembelajaran Berbasis STEM dalam Upaya Meningkatkan Hasil Belajar Siswa. *Indonesian Journal of Educational Development*, 3(1), 25–33. <https://doi.org/10.5281/zenodo.6566334>
- Todorova, S., Cyril, S., Universitas, M., & Tarnovo, V. (2024). *Aku* 21. 10, 101–111.
- Wahyuningtyas, D. A., Rohmanurmeta, F. M., & Widyastuti, S. (2023). Improving the Critical Thinking Ability Science through Problem-Based Learning Model Assisted Student Worksheet Ethnoscience. *Jurnal PTK Dan Pendidikan*, 9(1), 27–36. <https://doi.org/10.18592/ptk.v9i1.9002>
- Wantu, H. M., Djafri, N., Lamatenggo, N., & Umar, M. K. (2023). Learning Models: A Literature Review. *International Journal of Social Science and Human Research*, 06(05), 2763–2767. <https://doi.org/10.47191/ijsshr/v6-i5-31>
- Yakman. (2020). *International journal of pedagogy and teacher education (IJPTE)*. 4(1), 261–266.
- Yani, F., Mulia, M., & Autor, C.

(2023). Pengembangan LKPD terintegrasi STEAM-PjBL pada materi sel volta untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik kelas XII SMA/MA. *Jurnal Pendidikan Kimia FKIP Universitas Halu Oleo*, 8(2), 83–94. <https://doi.org/10.36709/jpkim.v8i2.18>

Zulyusri, Z., Santosa, T. A., Festiyed, F., Yerimadesi, Y., Yohandri, Y., Razak, A., & Sofianora, A. (2023). Effectiveness of STEM Learning Based on Design Thinking in Improving Critical Thinking Skills in Science Learning: A Meta-Analysis. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(6), 112–119. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i6.3709>