



Pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering, Mathematics*) pada Pembelajaran IPA Untuk Melatih Keterampilan Abad 21

Arief Muttaqin

Department of Science Education, Universitas Negeri Padang

muttaqin.a@fmipa.unp.ac.id

Abstrak: Keterampilan abad 21 merupakan salah satu tuntutan kurikulum dan seringkali dilatihkan kepada peserta didik, baik di tingkat sekolah maupun perguruan tinggi untuk mempersiapkan peserta didik yang mampu bersaing di dunia kerja. Penerapan pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering, Mathematics*) pada proses pembelajaran dapat merangsang peserta didik untuk berpartisipasi aktif dan mampu mengintegrasikan berbagai disiplin ilmu dalam menyelesaikan berbagai permasalahan menantang yang dihadapinya. Tujuan dari penulisan artikel ini adalah untuk menyajikan informasi dan hasil analisis artikel penelitian tentang pendekatan STEM pada pembelajaran IPA dan hubungannya dengan keterampilan abad 21. Metode yang digunakan dalam penulisan artikel ini adalah kajian literatur (*literature review*). Hasil kajian dari beberapa literatur dan artikel penelitian menunjukkan bahwa pendekatan STEM pada pembelajaran IPA seringkali dikombinasikan dengan berbagai model pembelajaran agar terdapat langkah-langkah yang sistematis. Hasil-hasil penelitian juga mengungkap bahwa pendekatan STEM yang diterapkan di kelas memiliki dampak yang positif terhadap keterampilan abad 21 peserta didik. Temuan dalam penelitian ini berimplikasi pada alternatif penerapan pendekatan STEM pada kurikulum di Indonesia dalam rangka meningkatkan keterampilan abad 21 peserta didik melalui model-model pembelajaran yang merangsang keterampilan berpikir tingkat tinggi peserta didik, khususnya dalam mata pelajaran IPA.

Kata Kunci: Pendekatan STEM, Keterampilan abad 21, berpikir tingkat tinggi

1. PENDAHULUAN

Terdapat berbagai keterampilan yang perlu dikuasai oleh peserta didik di abad 21 agar menjadi pribadi yang terdidik dan terampil. Sebenarnya, keterampilan abad 21 bukanlah hal baru, misalnya keterampilan berpikir kritis dan menyelesaikan masalah, yang mana keterampilan-keterampilan ini menjadi bagian dari perkembangan kehidupan manusia (Rotherham & Willingham, 2010). Lebih lanjut Rotherham & Willingham (2010) mengungkapkan bahwa yang benar-benar baru dari keterampilan-keterampilan tersebut adalah berkenaan dengan dukungan keterampilan abad 21 yang dapat menentukan kesuksesan seseorang. Pentingnya keterampilan abad 21 di dunia pendidikan dikarenakan oleh tuntutan dunia pekerjaan agar mampu menemukan dan menganalisis informasi dari berbagai sumber yang digunakan untuk membuat keputusan dan menghasilkan ide atau gagasan-gagasan baru (Larson & Miller, 2011). Dalam prakteknya, keterampilan abad 21 perlu didukung oleh pembelajaran abad 21. Beberapa komponen penting pembelajaran abad 21 terdiri dari proses kegiatan belajar mengajar, evaluasi, budaya atau iklim belajar, pengembangan dan alat/ tools (Trilling & Fadel, 2009).

Untuk mendukung pembelajaran abad 21, tidak serta merta menuntut guru untuk menambahkan suatu mata pelajaran baru, namun keterampilan abad 21 perlu diajarkan dan diintegrasikan dalam kurikulum dengan memberikan kesempatan belajar yang menarik secara kontekstual (Larson & Miller, 2011). Perwujudan pembelajaran yang kontekstual dapat meningkatkan minat dan interaksi sosial yang positif di kelas dan juga meningkatkan keterampilan berpikir seperti berpikir kritis karena peserta didik dituntut untuk melaksanakan aktifitas yang menantang dalam menghubungkan informasi baru dengan informasi yang telah dimilikinya (Suryawati & Osman, 2017). Pembelajaran kontekstual menekankan pada proses pembelajaran berbasis konteks dinamis dan menggabungkan unsur berpikir kritis dalam konteks kehidupan nyata (Forneris & Peden-McAlpine, 2006). Penekanan konteks pembelajaran dengan dunia nyata akan senantiasa merangsang keterampilan berpikir karena peserta didik dapat langsung mempelajari suatu konsep pada konteks yang dibahas.

Untuk memfasilitasi pembelajaran kontekstual, berbagai pendekatan dapat digunakan untuk memfasilitasi peserta didik menganalisis konsep-konsep penting di dunia nyata dalam merangsang keterampilan-keterampilan abad 21. Salah satunya adalah dengan menggunakan pendekatan yang populer saat ini yakni dengan pendekatan berbasis *Science, Technology, Engineering and Mathematics* (STEM). Pendekatan STEM penting karena pendekatan ini menuntut peserta didik untuk memecahkan masalah yang muncul pada kehidupan sehari-hari yang sesuai dengan tuntutan kerja saat ini (Widya et al., 2019). Lebih lanjut Widya et al. (2019) memaparkan bahwa melalui pendidikan STEM, peserta didik dilatih untuk menjadi pribadi yang mampu menangani permasalahan dan belajar akan hal baru, mampu menghasilkan solusi-solusi kreatif, menjadi seseorang yang mampu mengatur dirinya sendiri (*self-reliant*), mampu berpikir logis dan menjadi seseorang yang literat terhadap teknologi (*technologically literate*).

Konsep pendekatan STEM merupakan salah satu pendekatan pembelajaran yang populer saat ini untuk mendukung dan mempersiapkan peserta didik yang terampil dan mampu bersaing di dunia kerja. Penerapan pendekatan STEM pada pembelajaran sains khususnya, menjadi suatu celah untuk melatih peserta didik dalam meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi sebagai bagian dari keterampilan abad 21 melalui konteks-konteks yang ditawarkan pada pendekatan STEM. Berdasarkan paparan yang telah disampaikan, rumusan masalah dari artikel ini adalah apakah penerapan pendekatan STEM dalam pembelajaran memiliki pengaruh terhadap peningkatan keterampilan abad 21 peserta didik? Pentingnya konsep pendekatan STEM dan perannya dalam mendukung peningkatan keterampilan abad 21 menjadi tujuan penulisan artikel ini dalam rangka memaparkan dan menganalisis informasi terkait pendekatan STEM dan hubungannya dengan keterampilan abad 21 berdasarkan kajian literatur, khususnya pada pembelajaran IPA.

2. METODE

Penulisan artikel ini menggunakan metode kajian pustaka (*literature review*) yang terdiri dari 4 tahapan utama (Ramdhani et al., 2014), dapat dilihat pada Gambar 1. Penelitian dimulai dengan menentukan topik yang akan dikaji, dilanjutkan dengan pencarian artikel pada database. Selanjutnya, artikel-artikel yang sesuai dengan topik dan tujuan penelitian diseleksi kemudian dianalisis dan disintesis. Temuan pada hasil kajian literatur kemudian diorganisasikan sehingga menghasilkan deskripsi hasil penelitian yang runut.



Gambar 1. Alur Kajian Literatur

Penelitian ini berfokus pada topik kajian yang terdiri dari pendekatan STEM, dan Keterampilan Abad 21 yang harus dikuasai oleh peserta didik dalam rangka mempersiapkan keterampilan untuk menghadapi dunia kerja. Metode pengumpulan data diawali dengan pemilihan topik yang akan ditinjau, dalam hal ini adalah pendekatan STEM dan keterampilan abad 21. Selanjutnya, dilakukan pencarian dan penyeleksian artikel-artikel penelitian yang mengkaji pengaruh pendekatan STEM pada pembelajaran sains terhadap keterampilan abad 21. Setelah artikel yang dianggap sesuai ditemukan, dilakukan analisis dan sintesis literatur yang dideskripsikan melalui organisasi tulisan. Artikel ini menyajikan berbagai sudut pandang dan teori mengenai pendekatan STEM dan Keterampilan Abad 21. Kajian pertama berkenaan dengan sudut pandang dari berbagai teori dan hasil penelitian pada pendekatan/ pembelajaran STEM. Fokus kajian kedua adalah pemaparan tentang Keterampilan Abad 21, yang dilanjutkan dengan pembahasan interseksi antara pendekatan STEM dan keterampilan abad 21.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pendekatan STEM pada pembelajaran IPA telah banyak diterapkan di kelas sebagai upaya untuk mendukung implementasi kurikulum di Indonesia saat ini. Pembelajaran yang berpusat pada siswa digunakan sebagai suatu metode untuk melaksanakan pembelajaran IPA dalam rangka mempersiapkan lulusan untuk dapat memiliki berbagai keterampilan yang harus dikuasai pada abad 21. Dengan demikian, topik yang ditinjau pada kajian literatur ini berfokus kepada pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering, Mathematics*) dan keterampilan abad 21.

Konsep Pendekatan STEM

Pendekatan STEM seringkali diinterpretasikan sebagai pengintegrasian empat disiplin sesuai dengan akronimnya, yaitu Sains (*Science*), Teknologi (*Technology*), Enjiniring (*Engineering*) dan Matematika (*Mathematics*) (Mart'in-Páez et al., 2019), sehingga pada implementasinya pembelajaran STEM kerap kali melibatkan empat unsur disiplin tersebut. Walaupun demikian, sebagian menganggap bahwa pengertian tentang pendekatan STEM belumlah terlalu jelas karena masih terdapat anggapan bahwa STEM juga dapat diterapkan pada satu disiplin saja. Perbedaan sudut pandang mengenai pendekatan STEM tidaklah begitu menjadi permasalahan asalkan tujuan dari pendekatan STEM itu sendiri tercapai. Pada hakikatnya, tujuan utama dari pendekatan STEM/ *STEM Education* adalah untuk melatih peserta didik dalam menerapkan informasi dasar dan praktik disiplin STEM sehingga mampu mengidentifikasi, memahami dan tertarik untuk menyelesaikan berbagai permasalahan dalam kehidupan di dunia nyata, khususnya terkait isu-isu yang berkaitan dengan STEM (Bybee, 2013). Lebih lanjut Bybee (2013) mengungkapkan bahwa dalam prakteknya di kelas, hal penting yang perlu menjadi perhatian adalah bahwa pembelajaran dengan pendekatan STEM harus melibatkan hubungan antara guru dan peserta didik serta interaksi antara peserta didik dengan penilaian, teknologi pembelajaran, laboratorium, dan berbagai jenis strategi pembelajaran. Dengan demikian, melalui pendekatan STEM, pengalaman peserta didik dalam belajar akan semakin kaya.

Pendekatan STEM perlu menekankan pada keseimbangan masing-masing disiplin, baik sains, teknologi, enjiniring ataupun matematika dan peserta didik diharapkan mampu untuk membuat koneksi baru pada dua atau lebih disiplin ilmu yang dibuktikan dengan meningkatnya minat dan keterlibatan peserta didik pada pembelajaran (English, 2016). Kelley & Knowles (2016) mengilustrasikan kerangka kerja pembelajaran STEM seperti sistem katrol dimana pembelajaran STEM terintegrasi dan saling berhubungan sebagai suatu sistem dengan penyelidikan sains (ilmiah), desain enjiniring, literasi teknologi dan pemikiran matematis. Pendekatan STEM fokus kepada integrasi sains, teknologi, enjiniring dan matematika untuk memecahkan suatu permasalahan pada situasi kehidupan nyata, dimana masing-masing aspek memiliki peran dalam proses pemecahan dan penyelidikan masalah. Penjelasan mengenai aspek pendekatan STEM dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Aspek pada Pendekatan STEM (Kelley & Knowles, 2016)

Aspek	Proses	Deskripsi
<i>Science</i> (S)	Penyelidikan Sains (<i>Science Inquiry</i>)	Aspek <i>Science</i> (S) mempersiapkan peserta didik untuk dapat berpikir layaknya ilmuwan, aktif bertanya, berhipotesis dan melakukan penyelidikan ilmiah berdasarkan standar ilmiah
<i>Technology</i> (T)	Literasi Teknologi (<i>Technology Literacy</i>)	Mitcham (1994) dalam Kelley & Knowles (2016) menyebut <i>Technology</i> (T) atau teknologi sebagai proses yang melibatkan aktivitas dengan menggunakan teknologi, baik dalam hal perancangan maupun pembuatan sesuatu
<i>Engineering</i> (E)	Rancangan teknik/ enjiniring (<i>engineering design</i>)	Aspek <i>Engineering</i> (E) berkaitan dengan proses rancangan enjiniring yang memungkinkan peserta didik untuk membangun pengetahuan sains dan matematika melalui analisis perancangan dan penyelidikan ilmiah
<i>Mathematics</i> (M)	Berpikir matematis (<i>mathematical thinking</i>)	Aspek <i>Mathematics</i> (M), yaitu penggunaan konsep matematika atau berpikir matematis dalam proses penyelidikan ilmiah

Hakikat dan Karakteristik Pendekatan STEM

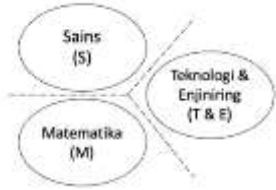
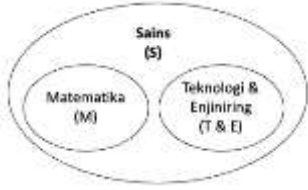
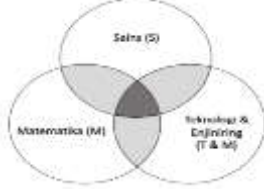
Hakikat dari pendidikan STEM adalah melatih peserta didik untuk dapat menguasai keterampilan abad 21 sehingga dapat menerapkan ilmu pengetahuan yang diperoleh di kelas atau laboratorium pada pekerjaan di masa yang akan datang (Ejiwale, 2013). Lebih lanjut Ejiwale (2013) menyatakan bahwa dalam hal pengembangan kurikulum, berbagai kegiatan yang berlandaskan kolaborasi sekolah dan profesional sangat dibutuhkan, misalnya melalui program magang, mentoring dan aktifitas *hands-on* (langsung). Dengan adanya kolaborasi, diharapkan pembelajaran baik dari segi pengalaman maupun penguasaan konten, dapat menghasilkan ide-ide lintas disiplin yang merupakan hakikat dari pendekatan STEM (Asghar et al., 2012).

Penerapan pendekatan STEM dapat diajarkan melalui model pembelajaran berbasis proyek/ *project-based learning* (Falloon et al., 2020) sehingga penerapan pembelajaran lintas disiplin dapat dimasukkan ke dalam proses pembelajaran di kelas/ sekolah. Hal ini sesuai dengan karakteristik pada pendekatan STEM yang melatih peserta didik untuk dapat memecahkan masalah secara mandiri dengan melibatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi (Falloon et al., 2020). Berdasarkan kajian yang dikemukakan oleh Carter (2013), pendekatan STEM yang terintegrasi haruslah mencakup aktifitas berbasis proyek pada masalah terbuka dan adanya eksplorasi permasalahan di dunia nyata yang mengharuskan peserta didik untuk berpikir. Dalam hal ini, guru memainkan peranan penting untuk memfasilitasi peserta didik dalam mendapatkan pengalaman belajar multidisiplin untuk memecahkan masalah dengan melibatkan kemampuan berpikir. Dengan demikian, guru harus memiliki keterampilan prasyarat yang dibutuhkan dalam merancang pembelajaran abad 21 (Carter, 2013).

Penerapan Pendekatan STEM dan Keterampilan Abad 21

Untuk mengimplementasikan program pendidikan STEM ke dalam pembelajaran, terdapat beberapa pendekatan yang dapat digunakan seperti yang dikemukakan oleh Roberts & Cantu (2012). Pendekatan-pendekatan tersebut terdiri dari tiga jenis pendekatan, yaitu Pendekatan Silo (*Silo Approach*), Pendekatan Tertanam (*Embedded Approach*) dan Pendekatan Terpadu (*Integrated Approach*) (Roberts & Cantu, 2012). Prinsip dari pendekatan yang dimaksud adalah tentang bagaimana memposisikan disiplin *Science, Technology, Engineering* dan *Mathematics* dalam proses pembelajaran. Pada pembelajaran IPA, konten diposisikan pada aspek *Science* (S), penerapan konsep teknologi diposisikan pada aspek *Technology* (T), proses perancangan pada aspek *Engineering* (E) dan penggunaan konsep matematika pada aspek *Mathematics* (M). Adanya pendekatan-pendekatan dalam pendidikan STEM akan memudahkan penerapan pembelajaran berbasis STEM di dalam kelas karena pendekatan-pendekatan tersebut diilustrasikan sedemikian rupa sehingga akan lebih mudah dipahami. Lebih rinci, pendekatan-pendekatan yang dapat digunakan dalam *STEM Education* dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Jenis-jenis Pendekatan pada Penerapan *STEM Education* (Roberts & Cantu, 2012)

Jenis	Prinsip	Ciri	Ilustrasi Pendekatan pada <i>STEM Education</i>
Pendekatan Silo (<i>Silo Approach</i>)	Perolehan pengetahuan/ pemahaman yang mendalam	Pembelajaran diarahkan oleh guru, peserta didik kurang beraktifitas, berfokus pada konten materi dan masing-masing disiplin masih dibelajarkan secara terpisah.	
Pendekatan Tertanam (<i>Embedded Approach</i>)	Penekanan pembelajaran pada konteks dunia nyata dan teknik pemecahan masalah	Salah satu konten/ materi lebih diutamakan, namun menghubungkan materi utama dengan materi lain. Penilaian/ evaluasi hanya dirancang untuk materi utama.	
Pendekatan Terpadu (<i>Integrated Approach</i>)	Memandang disiplin pada STEM sebagai satu kesatuan untuk meningkatkan minat pada bidang STEM.	Menghubungkan berbagai materi pada disiplin STEM dan memandangnya sebagai satu subjek. Pendekatan ini minimal melibatkan dua disiplin atau lebih.	

Banyaknya variasi dalam menerapkan pendekatan STEM dapat memberikan manfaat pada guru untuk memilih pendekatan yang sesuai dengan karakteristik peserta didik maupun materi pelajaran. Berdasarkan kajian beberapa literatur, pendekatan STEM juga memiliki berbagai manfaat pada hasil belajar peserta didik. Manfaat yang diperoleh dapat mencakup aspek kognitif, psikomotor, dan afektif. Beberapa manfaat pendekatan STEM terhadap aspek-aspek tersebut dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Manfaat Pendekatan STEM pada Hasil Belajar

Mengacu kepada	Manfaat
Aspek Kognitif	Pembelajaran STEM secara signifikan meningkatkan pengetahuan keberlanjutan (<i>sustainability knowledge</i>) (Craig et al., 2022)
	Pembelajaran dengan pendekatan STEM berpengaruh positif terhadap keterampilan berpikir kritis, kreatif, dan pemecahan masalah (Alifa et al., 2018), (Ismayani, 2016), (Dywan & Airlanda, 2020), (Sukmawijaya et al., 2019), (Widana & Septiari, 2021), (Mawarni & Sani, 2020), (Octaviyani et al., 2020), (Santoso & Arif, 2021), (Fadhilah et al., 2022), (Ananda & Dasna, 2019), (Wastiti & Sulur, 2020), (Lukitawanti et al., 2020), (Nurazmi & Bancong, 2021)
Aspek Psikomotor	Pendekatan STEM secara signifikan berpengaruh terhadap keterampilan menggambar teknik (Pradani et al., 2021).
Aspek Afektif	Pendekatan STEM merangsang perubahan positif pada peserta didik, tidak hanya dalam variabel pembelajaran tetapi juga dalam hal emosional (Mart'inez-Borreguero et al., 2019). Selain itu, pendekatan STEM juga memiliki dampak positif terhadap afeksi peserta didik (Lee et al., 2019).

Contoh penerapan STEM pada pembelajaran IPA Terpadu (Integrative Science) di tingkat SMP dapat dilakukan dengan mengintegrasikan konsep STEM pada salah satu konsep atau materi yang hendak diajarkan pada peserta didik di kelas (dapat dilihat pada Gambar 2). Pada aspek Science, dilakukan identifikasi konsep/materi yang akan diajarkan berdasarkan kurikulum yang telah ditetapkan. Selanjutnya, pada aspek Technology, dilakukan analisis teknologi dapat mendukung aktifitas peserta didik dalam pembelajaran, baik hardware maupun software, misalnya dalam hal mencari informasi atau pemanfaatan aplikasi pihak ketiga untuk membantu proses pengolahan data. Sementara itu, proses perancangan merupakan salah satu bagian penting dari pembelajaran STEM yang meliputi kegiatan perancangan dan penyelidikan ilmiah pada aspek Engineering (Kelley & Knowles, 2016). Penggunaan konsep matematika dasar digunakan untuk membantu proses penyelidikan ilmiah merupakan bagian dari aspek Mathematics.

Dalam hal frekuensi, penelitian di bidang STEM Education cenderung meningkat (Chomphuphra et al., 2019). Hal ini menunjukkan bahwa semakin banyak upaya yang dilakukan oleh praktisi pendidikan untuk mempersiapkan peserta didik agar dapat bersaing di dunia kerja. Pendekatan STEM memiliki hubungan yang erat dengan keterampilan abad 21, yang ditandai dengan banyaknya penelitian yang menyelidiki pengaruh pendekatan STEM terhadap keterampilan abad 21. Kunci dari pentingnya pengembangan keterampilan abad 21 adalah karena cepatnya perkembangan teknologi beserta dampaknya terhadap masyarakat dalam hal cara hidup, bekerja dan belajar (Voogt & Roblin, 2010). Kerangka kerja pembelajaran abad 21 terdiri dari tiga keterampilan utama seperti yang dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Kerangka Keterampilan Abad 21 (Kids, 2019; Trilling & Fadel, 2009)

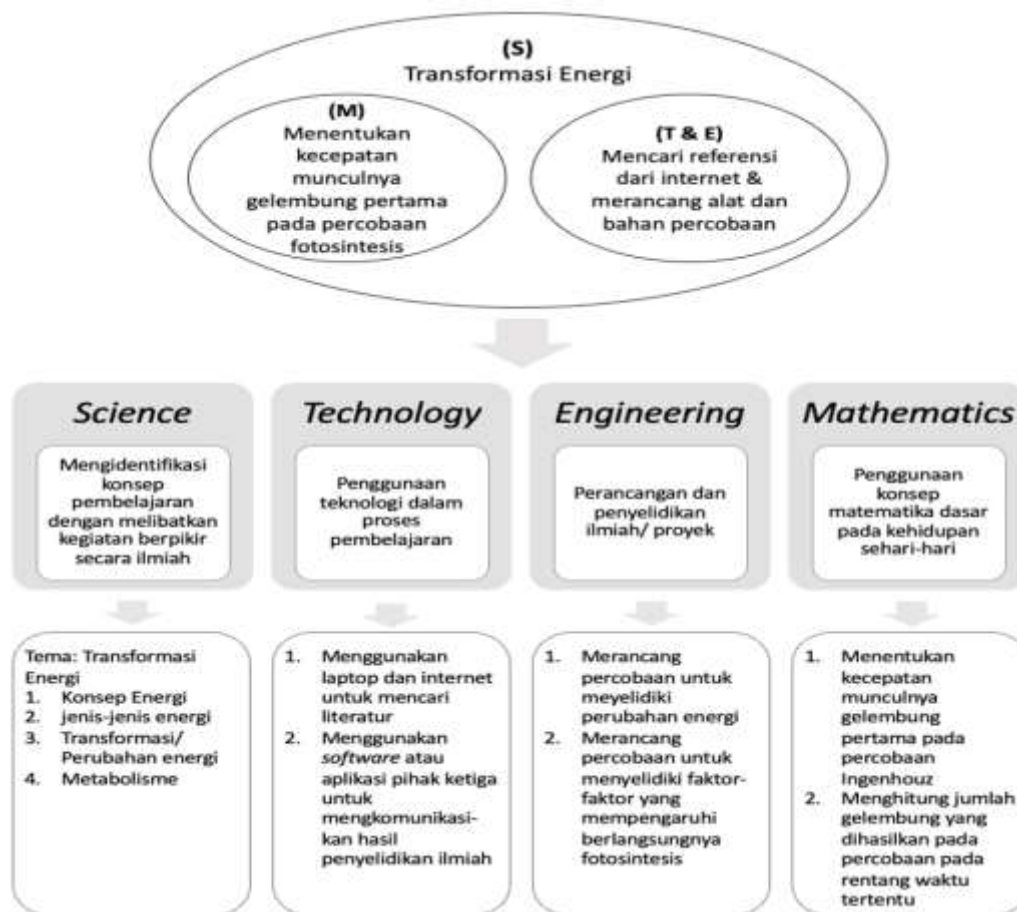
Keterampilan	Meliputi
Pembelajaran dan Inovasi	Kolaborasi Komunikasi Berpikir Kritis dan Pemecahan Masalah Kreatifitas dan Inovasi
Informasi, Media dan Teknologi	Literasi Informasi Literasi Media Literasi TIK (Teknologi, Informasi dan Komunikasi)
Hidup dan Karir	Keterampilan antar budaya dan sosial Fleksibilitas dan adaptabilitas Inisiatif dan <i>self-direction</i> Produktifitas dan akuntabilitas Kepemimpinan dan tanggung jawab

Stauffer (2021) menjelaskan bahwa peserta didik memerlukan empat keterampilan khusus pada aspek pembelajaran dan inovasi atau yang dikenal dengan "the four C's" atau 4Cs (*Critical Thinking, Creativity,*

Collaboration, *Communication*) dikarenakan *critical thinking* mengajarkan peserta didik untuk mencari kebenaran atas pernyataan (klaim), *creativity* mengajarkan cara yang berpikir yang unik, *collaboration* mengajarkan peserta didik untuk dapat menciptakan sesuatu yang lebih besar dan lebih baik secara berkelompok dan *communication* mengajarkan peserta didik untuk menyampaikan ide secara efisien sehingga peserta didik memiliki keterampilan yang lengkap. Dengan dimilikinya keterampilan 4Cs, peserta didik akan mampu bersaing di dunia kerja karena telah memiliki berbagai keterampilan yang menunjang. Informasi lanjutan mengenai “*the four C’s*” dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. “*The Four C’s*” Keterampilan Abad 21 pada Bidang Pembelajaran dan Inovasi (Stauffer, 2021)

The Four C’s	Deskripsi
<i>Critical thinking</i> (Berpikir kritis)	Menekankan pada pemecahan masalah, melatih peserta didik untuk menemukan kebenaran dalam suatu pernyataan, khususnya saat harus memisahkan antara fakta dan opini.
<i>Creativity</i> (Kreatifitas)	Berpikir “out of the box”. Inti dari kreatifitas adalah mendorong peserta didik untuk berpikir secara berbeda dari yang lainnya, misalnya menemukan cara yang lebih baik dan membagikannya kepada yang lain.
<i>Collaboration</i> (Kolaborasi)	Bekerja bersama untuk mencapai tujuan. Melalui kolaborasi, peserta didik akan dilatih untuk menyelesaikan masalah, menghasilkan solusi dan menentukan tindakan terbaik dalam mengatasi permasalahan yang muncul.
<i>Communication</i> (Komunikasi)	Proses penyampaian informasi secara cepat dan jelas. Di era komunikasi berbasis teks seperti saat ini – sms, email, media sosial – penyampaian informasi yang dapat dipahami orang lain menjadi hal yang sangat penting sehingga mampu memberikan kesan positif.



Gambar 2. Contoh Penerapan Pembelajaran STEM dengan Pendekatan Tertanam (*Embedded Approach*) pada Mata Pelajaran IPA Terpadu SMP dengan Tema Transformasi Energi (Muttaqin et al., 2020) berdasarkan *STEM Education Framework*

Keterampilan 4C's merupakan keterampilan-keterampilan yang sering diukur dan dilatihkan pada pembelajaran dengan pendekatan STEM. Beberapa literatur yang ditemukan sebagian besar bertujuan untuk menginvestigasi keefektifan pendekatan STEM terhadap keterampilan abad 21. Hasil-hasil penelitian menunjukkan bahwa pendekatan STEM biasanya dikolaborasikan dengan model-model pembelajaran seperti *project-based learning*, *problem-based learning*, *inquiry learning* dan sebagainya (lihat Tabel 5). Berdasarkan analisis yang dilakukan terhadap beberapa artikel terkait pengaruh pendekatan STEM terhadap keterampilan abad 21 (Table 5), diketahui bahwa dari sebanyak 13 artikel yang terpilih, 8 artikel diantaranya menggunakan *project-based learning*, 2 artikel menggunakan pembelajaran *Inquiry*, 2 artikel menggunakan *problem-based learning*, dan 1 artikel menggunakan *learning cycle 5E*. Temuan ini menunjukkan bahwa dalam penerapan pendekatan STEM, pembelajaran yang diterapkan merupakan pembelajaran yang merangsang peserta didik untuk berpartisipasi aktif selama proses pembelajaran. Pembelajaran aktif dalam pendidikan STEM memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk dapat meningkatkan *performance* atau kinerjanya (Sandrone et al., 2021). Berdasarkan temuan pada Tabel 6, diketahui bahwa pendekatan STEM berpengaruh positif terhadap keterampilan abad 21, seperti keterampilan berpikir kritis, berpikir kreatif, dan pemecahan masalah. Dengan demikian, pendekatan STEM dapat diterapkan untuk melatih peserta didik dalam memperoleh pengetahuan dan keterampilan yang dibutuhkan saat ini (Khalil & Osman, 2017).

Tabel 6. Hasil-hasil Penelitian Pembelajaran STEM terhadap Keterampilan Abad 21

Penulis	Tahun	Materi	Model Pembelajaran	Keterampilan Abad 21	Hasil/ pengaruh
Alifa et al., (2018)	2018	Gas Ideal	<i>Project-based</i>	Kreatifitas	+
Ismayani, (2016)	2016	Statistika	<i>Project-based</i>	Kreatifitas Matematis	↑
Dywan & Airlanda (2020)	2020	IPA	<i>Project-based</i>	Berpikir Kritis	+
Sukmawijaya et al. (2019)	2019	Pencemaran Lingkungan	<i>Project-based</i>	Berpikir Kreatif	+
Widana & Septiari (2021)	2021	Matematika	<i>Project-based</i>	Berpikir Kreatif	+
Mawarni & Sani (2020)	2020	Fluida Statis	<i>Project-based</i>	Berpikir Kreatif	+
Octaviyani et al. (2020)	2020	Matematika	<i>Project-based</i>	Berpikir Kreatif	+
Santoso & Arif (2021)	2021	Ekosistem	<i>Inquiry</i>	Berpikir Kritis	+
Fadhilah et al. (2022)	2022	Biologi	<i>Problem-based</i>	Berpikir Kritis	+
Ananda & Dasna (2019)	2019	Laju Reaksi	<i>Learning Cycle 5E</i>	Berpikir Kritis	+
Wastiti & Sulur (2020)	2019	Suhu dan Kalor	Inkuiri Terbimbing	Berpikir Kritis	+
Lukitawanti et al. (2020)	2020	Elastisitas dan Hukum Hooke	<i>Project-based</i>	Pemecahan masalah	+
Nurazmi & Bancong (2021)	2021	Fisika	<i>Problem-based</i>	Berpikir Kritis	+

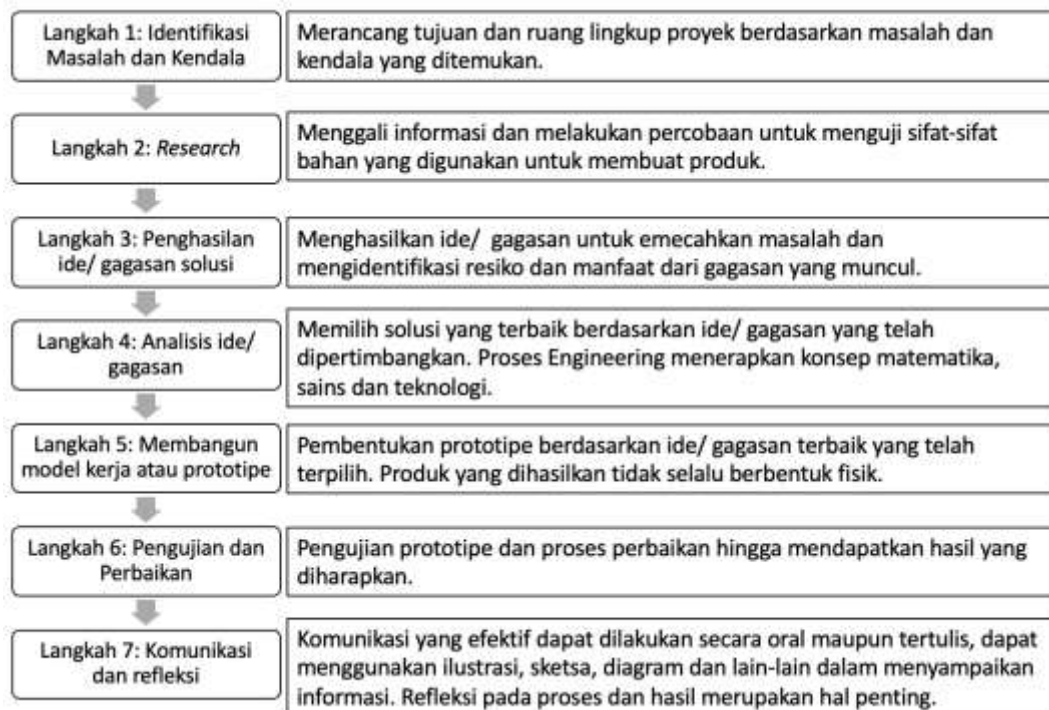
Keterangan: + = berpengaruh positif, ↑ = peningkatan

Hasil analisis artikel menunjukkan bahwa pembelajaran dengan pendekatan STEM seringkali dikombinasikan dengan model-model pembelajaran. Hasil analisis yang dilakukan kepada beberapa artikel menunjukkan bahwa peneliti mengkombinasikan pendekatan STEM dengan model-model pembelajaran sehingga penerapan pendekatan STEM dapat lebih terorganisir karena terdapat langkah-langkah dalam menerapkan pembelajaran. Lebih jauh, dari 13 artikel yang dianalisis, pendekatan STEM dikombinasikan dengan model-model pembelajaran tertentu sehingga pembelajaran dapat mengakomodasi peserta didik untuk mendapatkan pengalaman belajar yang lebih bermakna. Contoh kombinasi antara pendekatan STEM dan model-model pembelajaran ini diantaranya adalah STEM-PjBL dan STEM-PBL.

A. STEM-PjBL (STEM *Project-based learning*)

Pembelajaran berbasis proyek merupakan salah satu model pembelajaran yang sering digunakan untuk memfasilitasi pendekatan STEM. Berdasarkan hasil analisis, STEM-PjBL merupakan model yang paling banyak digunakan oleh peneliti. Pembelajaran berbasis proyek memberikan pengalaman otentik dan kontekstual kepada peserta didik sehingga jika dikombinasikan dengan STEM, menjadi model pembelajaran yang memotivasi dan menantang dalam merangsang peserta didik untuk berpikir tingkat tinggi (Capraro & Slaugh, 2013). Dengan

demikian, STEM PjBL dapat dijadikan pilihan untuk mengasah keterampilan abad 21 seperti keterampilan berpikir kritis (pemecahan masalah) dan kreatifitas. Menurut Slough & Milam (2013), prinsip-prinsip yang berdampak pada PjBL adalah 1) membuat konten yang mudah diakses, 2) memfasilitasi peserta didik untuk berpikir, 3) membantu peserta didik untuk dapat belajar dari orang lain dan 4) menekankan pada pembelajaran seumur hidup (*lifelong learning*). Pada pembelajaran PjBL yang dikombinasikan dengan STEM, salah satu ciri khas dari kombinasi ini adalah adanya *Engineering Process Design* (EDP) yang menekankan pada proses perancangan. Alasan melibatkan EDP dalam penerapan pembelajaran STEM adalah karena *Engineering* menerapkan konsep matematika, sains dan teknologi untuk menyelesaikan permasalahan yang kompleks secara sistematis (Morgan et al., 2013). Lebih lanjut, Morgan et al. menjelaskan bahwa terdapat 7 langkah dalam EDP (lihat Gambar 3).

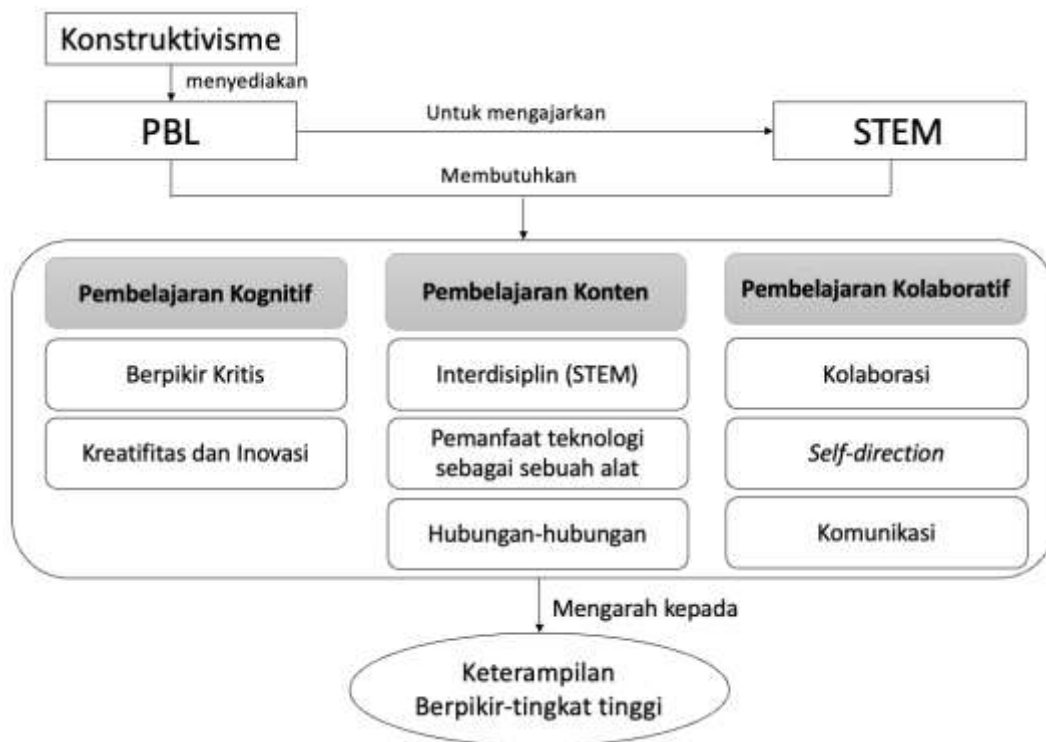


Gambar 3. Langkah-langkah Engineering Design Process (EDP) untuk menghasilkan kemungkinan solusi terbaik dalam memecahkan masalah (Morgan et al., 2013)

B. STEM-PBL (STEM *Problem-based learning*)

Selain pembelajaran berbasis proyek, salah satu model yang dapat dikombinasikan dengan pendekatan STEM adalah pembelajaran berbasis masalah (PBL). Terdapat 3 jenis pembelajaran dalam PBL yang terdiri dari pembelajaran kognitif, pembelajaran konten dan pembelajaran kolaboratif (El Sayary et al., 2015). Gambar 4 menunjukkan bahwa pembelajaran kognitif menekankan pada berpikir kritis, kreatifitas dan inovasi sedangkan pembelajaran kolaboratif berfokus pada kolaborasi, self-direction dan komunikasi, sementara pembelajaran konten fokus pada integrasi pengetahuan melalui STEM, penggunaan teknologi dan hubungan ke kehidupan nyata yang secara keseluruhan pada akhirnya mengarah kepada keterampilan berpikir tingkat tinggi (El Sayary et al., 2015). Dengan demikian, pendekatan STEM menjadi suatu alternatif untuk mengintegrasikan pengetahuan dari beberapa disiplin. Kombinasi antara PBL dan STEM menjadi STEM-PBL diterapkan sebagai upaya untuk mengasah keterampilan berpikir tingkat tinggi peserta didik yang merupakan bagian dari keterampilan abad 21.

Hal utama yang menjadi tuntutan keterampilan abad 21 pada negara berkembang di tahun 2030 adalah perkembangan teknologi sebagai pendorong utama dan juga keterampilan individu dalam pekerjaan berbasis kelompok dan proyek (*team- and project-based work*), keterampilan pemecahan masalah, dan kemampuan untuk secara terus menerus dalam memperbaharui keterampilan individu melalui pembelajaran mandiri atau peer-to-peer serta kesempatan dalam memperoleh pelatihan penggunaan teknologi (Joynes et al., 2019). Dengan adanya tuntutan penguasaan keterampilan abad 21 di tahun 2030, pendekatan STEM yang dikombinasikan dengan berbagai model pembelajaran diharapkan dapat menjadi alternatif solusi untuk mengasah keterampilan peserta didik dalam menguasai keterampilan abad 21.



Gambar 4. Kerangka konseptual hubungan antara Problem-based learning (PBL) dan STEM (Hewlett Foundation, 2010 dan de Graff & Kolmos 2003, 2007 dalam El Sayary et al. (2015).

4. SIMPULAN

Hasil kajian literatur menunjukkan bahwa pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*) telah diterapkan dalam berbagai kegiatan pembelajaran IPA di Indonesia. Sebagian besar penelitian mengombinasikan pendekatan STEM dengan model pembelajaran sehingga memiliki langkah yang terstruktur dan sistematis dalam pelaksanaan proses pembelajaran di kelas. Berbagai kajian literatur menunjukkan bahwa pendekatan STEM memiliki dampak yang positif terhadap keterampilan abad 21 seperti keterampilan berpikir kritis, pemecahan masalah dan kreatifitas. Penerapan pendekatan STEM diharapkan dapat menjadi salah satu penopang dalam kurikulum di Indonesia serta mampu mempersiapkan peserta didik yang terampil dalam menyoang persaingan di dunia kerja.

Pendekatan STEM menjadi penting saat terjadi pergeseran paradigma dari *student-centered* ke arah *teacher-centered* yang bertujuan untuk membuat peserta didik menjadi lebih partisipatif selama proses pembelajaran berlangsung. Perubahan paradigma ini mendorong penerapan berbagai pendekatan pembelajaran, termasuk diantaranya pendekatan STEM dalam rangka peningkatan keterampilan abad 21. Pendekatan pembelajaran STEM memiliki berbagai keunggulan, salah satunya dalam hal integrasi beberapa disiplin ilmu sehingga cocok digunakan untuk mengembangkan keterampilan abad 21. Dengan demikian, pendekatan STEM diharapkan dapat dijadikan sebagai salah satu alternatif untuk mengimplementasikan pembelajaran, khususnya IPA atau sains, di kelas dalam rangka mengasah keterampilan abad 21 peserta didik di berbagai tingkatan pendidikan.

Daftar Pustaka

- Alifa, D. M., Azzahroh, F., & Pangestu, I. R. (2018). Penerapan metode STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematic) berbasis proyek untuk meningkatkan kreativitas siswa SMA kelas XI pada materi gas ideal. *Prosiding SNPS (Seminar Nasional Pendidikan Sains)*, 88–109.
- Ananda, Y. Y. T., & Dasna, I. W. (2019). Pembelajaran learning cycle 5E dengan pendekatan STEM terhadap kemampuan berpikir kritis siswa pada materi laju reaksi. *Prosiding: Seminar Nasional Kimia Dan Pembelajarannya (SNKP)*, 3, 418–425.
- Asghar, A., Ellington, R., Rice, E., Johnson, F., & Prime, G. M. (2012). Supporting STEM education in

- secondary science contexts. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 6(2), 4. <https://doi.org/https://doi.org/10.7771/1541-5015.1349>
- Bybee, R. W. (2013). *The case for STEM education: Challenges and opportunities*.
- Capraro, R. M., & Slauch, S. W. (2013). Why PBL? Why STEM? Why Now? An Introduction to STEM Project-based Learning: An Integrated Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Approach. In R. M. Capraro, M. M. Capraro, & J. R. Morgan (Eds.), *STEM Project-Based Learning* (Second Edn). Sense Publisher.
- Carter, V. R. (2013). *Defining characteristics of an integrated stem curriculum in k-12 education*. University of Arkansas.
- Chomphuphra, P., Chaipidech, P., & Yuenyong, C. (2019). Trends and Research Issues of STEM Education: A Review of Academic Publications from 2007 to 2017. *Journal of Physics: Conference Series*, 1340(1), 12069. <https://doi.org/https://doi.org/10.1088/1742-6596/1340/1/012069>
- Craig, C. A., Petrun Sayers, E. L., Gilbertz, S., Karam, R., & Feng, S. (2022). The role of STEM-based sustainability in business and management curricula: Exploring cognitive and affective outcomes in university students. *Journal of Management Education*, 46(4), 656–684. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1177/10525629211056316>
- Dywan, A. A., & Airlanda, G. S. (2020). Efektivitas model pembelajaran project based learning berbasis stem dan tidak berbasis STEM terhadap kemampuan berpikir kritis siswa. *Jurnal Basicedu*, 4(2), 344–354. <https://doi.org/https://doi.org/10.31004/basicedu.v4i2.353>
- Ejiwale, J. A. (2013). Barriers to successful implementation of STEM education. *Journal of Education and Learning*, 7(2), 63–74. <https://doi.org/https://doi.org/10.11591/edulearn.v7i2.220>
- El Sayary, A. M. A., Forawi, S. A., & Mansour, N. (2015). STEM education and problem-based learning. *The Routledge International Handbook of Research on Teaching Thinking*, 357–369.
- English, L. D. (2016). STEM education K-12: Perspectives on integration. *International Journal of STEM Education*, 3(1), 1–8. <https://doi.org/https://doi.org/10.1186/s40594-016-0036-1>
- Fadhilah, N., Nurdiyanti, N., Anisa, A., & Wajdi, M. (2022). Integrasi STEM-Problem Based Learning melalui Daring Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Mahasiswa Pendidikan Biologi. *Jurnal IPA & Pembelajaran IPA*, 6(1), 1–10. <https://doi.org/https://doi.org/10.24815/jipi.v6i1.22721>
- Falloon, G., Hatzigianni, M., Bower, M., Forbes, A., & Stevenson, M. (2020). Understanding K-12 STEM education: A framework for developing STEM literacy. *Journal of Science Education and Technology*, 29(3), 369–385. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s10956-020-09823-x>
- Forneris, S. G., & Peden-McAlpine, C. J. (2006). Contextual learning: A reflective learning intervention for nursing education. *International Journal of Nursing Education Scholarship*, 3(1). <https://doi.org/https://doi.org/10.2202/1548-923X.1254>
- Ismayani, A. (2016). Pengaruh penerapan STEM project-based learning terhadap kreativitas matematis siswa SMK. *Indonesian Digital Journal of Mathematics and Education*, 3(4), 264–272.
- Joyes, C., Rossignoli, S., & Amonoo-Kuofi, E. F. (2019). *21st Century Skills: Evidence of issues in definition, demand and delivery for development contexts (K4D Helpdesk Report)*. Institute of Development Studies.
- Kelley, T. R., & Knowles, J. G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*, 3(1), 1–11. <https://doi.org/https://doi.org/10.1186/s40594-016-0046-z>
- Khalil, N., & Osman, K. (2017). STEM-21CS module: Fostering 21st century skills through integrated STEM. *K-12 STEM Education*, 3(3), 225–233.
- Kids, B. for. (2019). *Framework for 21st Century Learning*.
- Larson, L. C., & Miller, T. N. (2011). 21st Century Skills: Prepare Students for the Future. *Kappa Delta Pi Record*, 47(3), 121–123. <https://doi.org/10.1080/00228958.2011.10516575>

- Lee, Y., Capraro, R. M., & Bicer, A. (2019). Affective mathematics engagement: A comparison of STEM PBL versus non-STEM PBL instruction. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 19(3), 270–289. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s42330-019-00050-0>
- Lukitawanti, S. D., Parno, P., & Kusairi, S. (2020). Pengaruh PjBL-STEM disertai asesmen formatif terhadap kemampuan pemecahan masalah pada materi elastisitas dan hukum hooke. *Jurnal Riset Pendidikan Fisika*, 5(2), 83–91. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.17977/um058v5i2p83-91>
- Mart'in-Páez, T., Aguilera, D., Perales-Palacios, F. J., & V'ilchez-González, J. M. (2019). What are we talking about when we talk about STEM education? A review of literature. *Science Education*, 103(4), 799–822. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/sce.21522>
- Mart'inez-Borreguero, G., Mateos-Núñez, M., & Naranjo-Correa, F. L. (2019). Implementation and Didactic Validation of STEM Experiences in Primary Education: Analysis of the Cognitive and Affective Dimension. In *Theorizing STEM Education in the 21st Century*. IntechOpen.
- Mawarni, R., & Sani, R. A. (2020). Pengaruh Model Project Based Learning Berbasis Stem Terhadap Kemampuan Berfikir Kreatif Siswa Padamateri Pokok Fluida Statis Di Kelas XI SMA Negeri 4 Tebing Tinggi TP 2019/2020. *INPAFI (Inovasi Pembelajaran Fisika)*, 8(2). <https://doi.org/https://doi.org/10.24114/inpafi.v8i2.18678>
- Morgan, J. R., Moon, A. M., & Barroso, L. R. (2013). Engineering Better Project. In Robert M. Capraro, M. M. Capraro, & J. R. Morgan (Eds.), *STEM Project-Based Learning: an Integrated Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Approach* (Second Edi). Sense Publisher.
- Muttaqiin, A., Putri, R. E., Sari, M. P., Lufri, L., & Rahim, F. R. (2020). Supporting STEM and critical thinking on energy transformation topic: pre-study of digital reality book. *Journal of Physics: Conference Series*, 1481(1), 12118. <https://doi.org/https://doi.org/10.1088/1742-6596/1481/1/012118>
- Nurazmi, N., & Bancong, H. (2021). Integrated stem-problem based learning model: its effect on students' critical thinking. *Kasuari: Physics Education Journal (KPEJ)*, 4(2), 70–77. <https://doi.org/https://doi.org/10.37891/kpej.v4i2.219>
- Octaviani, I., Kusumah, Y. S., & Hasanah, A. (2020). Peningkatan kemampuan berpikir kreatif matematis siswa melalui model project-based learning dengan pendekatan STEM. *Journal on Mathematics Education Research*, 1(1), 10–14.
- Pradani, Y. F., Saepuddin, A., & others. (2021). Efektivitas model PjBL STEM dalam meningkatkan keterampilan menggambar teknik mahasiswa. *Jurnal Taman Vokasi*, 9(2), 101–109. <https://doi.org/https://doi.org/10.30738/jtvok.v9i2.11325>
- Ramdhani, A., Ramdhani, M. A., & Syakur Amin, A. (2014). Writing a Literature Review Research Paper: A step-by-step Approach. *International Journal of Basics and Applied Sciences*, 03(01), 47–56.
- Roberts, A., & Cantu, D. (2012). Applying STEM instructional strategies to design and technology curriculum. *PATT 26 Conference; Technology Education in the 21st Century; Stockholm; Sweden; 26-30 June; 2012*, 073, 111–118.
- Rotherham, A. J., & Willingham, D. T. (2010). "21st-century" skills: Not New, but a Worthy Challenge. *American Educator*, 17(1), 17–20. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ889143.pdf>
- Sandrone, S., Scott, G., Anderson, W. J., & Musunuru, K. (2021). Active learning-based STEM education for in-person and online learning. *Cell*, 184(6), 1409–1414. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cell.2021.01.045>
- Santoso, A. M., & Arif, S. (2021). Efektivitas Model Inquiry dengan Pendekatan STEM Education terhadap Kemampuan Berfikir Kritis Peserta Didik. *Jurnal Tadris IPA Indonesia*, 1(2), 73–86. <https://doi.org/https://doi.org/10.21154/jtii.v1i2.123>
- Slough, S. W., & Milam, J. O. (2013). Theoretical Framework for The Design of Project-Based Learning. In R. M. Capraro, Mary Margaret Capraro, & James R. Morgan (Eds.), *STEM Project-Based Learning: an Integrated*

Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Approach (Second Edi). Sense Publisher.

- Stauffer, B. (2021). *What are the 4C's of the 21st Century Skills?* <https://www.aeseducation.com/blog/four-cs-21st-century-skills>
- Sukmawijaya, Y., Suhendar, S., & Juhanda, A. (2019). Pengaruh model pembelajaran STEM-PjBL terhadap kemampuan berpikir kreatif siswa pada materi pencemaran lingkungan. *Jurnal BIOEDUIN: Program Studi Pendidikan Biologi*, 9(2), 28–43. <https://doi.org/https://doi.org/10.15575/bioeduin.v9i2.5893>
- Suryawati, E., & Osman, K. (2017). Contextual learning: Innovative approach towards the development of students' scientific attitude and natural science performance. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(1), 61–76. <https://doi.org/https://doi.org/10.12973/ejmste/79329>
- Trilling, B., & Fadel, C. (2009). *21st Century Skills: Learning for Life in Our Times* (First Edit). Jossey-Bass A Wiley Imprint.
- Voogt, J., & Roblin, N. P. (2010). 21st century skills. In *Discussienota. Zoetermeer: The Netherlands: Kennisnet* (Vol. 23, Issue 03).
- Wastiti, L., & Sulur, S. (2020). Pengaruh STEM-thinking maps pada model pembelajaran inkuiri terbimbing terhadap kemampuan berpikir kritis siswa kelas XI pada materi suhu dan kalor. *J. Literasi Pendidik. Fis*, 4(2), 110–115. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.17977/um058v4i2p110-115>
- Widana, I. W., & Septiari, K. L. (2021). Kemampuan berpikir kreatif dan hasil belajar matematika siswa menggunakan model pembelajaran Project-Based Learning berbasis pendekatan STEM. *Jurnal Elemen*, 7(1), 209–220. <https://doi.org/https://doi.org/10.29408/jel.v7i1.3031>
- Widya, W., Rifandi, R., & Rahmi, Y. L. (2019). STEM education to fulfil the 21st century demand: a literature review. *Journal of Physics: Conference Series*, 1317(1), 12208. <https://doi.org/https://doi.org/10.1088/1742-6596/1317/1/012208>