
Pendekatan Pembelajaran STEM untuk menghadapi Revolusi Industry 4.0

Tri Mulyani^{a*},

^a LPMP Jawa Tengah, Jl Kyai Mojo Sronдол Kulon Semarang, Indonesia

^b Afiliasi institusi penulis jika berbeda dengan penulis pertama, Alamat institusi, Kota dan Kode Pos, Negara

* Alamat Surel: trimulyani.71@gmail.com

Abstract

Abstract. STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics). Facing the industrial revolution 4.0 requires education with an approach that can equip students with competencies that are in accordance with the era. With the STEAM approach, individuals can compete globally to face more complex changes or progress. Learning with the STEM approach is actually able to train students to be able to communicate, collaborate, think critically and solve problems, as well as creativity and innovation so that students will be able to face global challenges. In this paper, we report the study of literature studies by finding theoretical references relevant to the case or problem found. This review is based on empirical and conceptual journals about STEM

Keywords: STEM, revolution industry, critical thinking, creative

Abstrak. STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics). Menghadapi revolusi industry 4.0 dibutuhkan pendidikan dengan pendekatan yang dapat membekali siswa dengan kompetensi yang sesuai dengan eranya. Dengan pendekatan STEAM, individu dapat bersaing secara global untuk menghadapi perubahan atau kemajuan yang lebih kompleks. Belajar dengan pendekatan STEM ini sebenarnya mampu melatih siswa untuk dapat berkomunikasi, berkolaborasi, kritis berpikir dan menyelesaikan masalah, serta kreativitas dan inovasi sehingga peserta didik akan mampu untuk menghadapi tantangan global. Dalam makalah ini, kami melaporkan studi studi literatur dengan menemukan referensi teori yang relevan dengan kasus atau masalah yang ditemukan. Ulasan ini didasarkan pada jurnal empiris dan konseptual tentang STEM

Kata kunci:

STEM, revolusi industry, kritis kreative

© 2019 Dipublikasikan oleh Universitas Negeri Semarang

1. Pendahuluan (Style-Bagian)

Gelombang peradaban keempat yang saat ini dikenal dengan era 4.0 memaksa kita menyesuaikan seluruh kerangka sendi dan perangkat kerja pada setiap segmen kehidupan, termasuk pengelolaan sekolah. Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi sangat pesat menuntut sekolah untuk mengembangkan mutunya secara berkelanjutan. Membangun pendidikan berorientasi mutu bagi bangsa Indonesia, selain merupakan amanat konstitusi, juga menjadi sebuah keharusan dalam menghadapi tuntutan global yang mensyaratkan tampil dan berperannya manusia-manusia berkualitas serta mampu menunjukkan eksistensi dan integrasinya di tengah-tengah persaingan yang semakin ketat di kancah internasional.

Hasil TIMMS tahun 2015 untuk kelas IV sekolah dasar, Indonesia mendapatkan rata-rata nilai 397 dan menempati peringkat 4 terbawah dari 43 negara yang mengikuti TIMMS (Sumber: TIMMS 2015 International Database). Sekitar 75% item yang diujikan dalam TIMSS telah diajarkan di kelas IV Sekolah Dasar dan hal tersebut lebih tinggi dibanding Korea Selatan yang hanya 68%, namun kedalaman

pemahamannya masih kurang. Dari sisi lama pembelajaran siswa Sekolah Dasar dan jumlah jam pelajaran matematika, Indonesia termasuk paling lama di antara negara lainnya, tetapi kualitas pembelajarannya masih perlu ditingkatkan.

Sementara untuk PISA tahun 2015, Indonesia mendapatkan rata-rata nilai 403 untuk sains (peringkat ketiga dari bawah), 397 untuk membaca (peringkat terakhir), dan 386 untuk matematika (peringkat kedua dari bawah) dari 72 negara yang mengikuti (Sumber: OECD, PISA 2015 Database). Meskipun peningkatan capaian Indonesia cukup signifikan dibandingkan hasil tahun 2012, namun capaian secara umum masih di bawah rerata negara OECD (*Organisation for Economic Co-operation and Development*).

Hasil pengukuran capaian siswa berdasar UN ternyata selaras dengan capaian PISA maupun TIMSS. Hasil UN tahun 2018 menunjukkan bahwa siswa-siswa masih lemah dalam keterampilan berpikir tingkat tinggi (*Higher Order Thinking Skill*) seperti menalar, menganalisa, dan mengevaluasi. Oleh karena itu pembelajaran yang berorientasi kepada keterampilan berpikir tingkat tinggi (*Higher Order Thinking Skill*) agar mendorong kemampuan berpikir kritisnya adalah sebuah keharusan. 65% anak-anak kita yang kini memulai sekolah nantinya bakal mendapatkan pekerjaan-pekerjaan yang saat ini belum ada. 75 juta (42%) pekerjaan manusia akan digantikan oleh robot dan artificial intelligence pada tahun 2022 (World Economic Forum, 2018). 60% universitas di seluruh dunia akan menggunakan teknologi virtual reality (VR) pada tahun 2021 untuk menghasilkan lingkungan pembelajaran yang imersif (Gartner, 2018).

Disrupsi Kompetensi Teknologi 4.0 menghasilkan kompetensi (skill-set) baru sekaligus mendisrupsi kompetensi lama yang tak relevan lagi karena tergantikan oleh robot dan Artificial Intelligence. Tak hanya pekerjaan-pekerjaan yang bersifat repetitif, pekerjaan-pekerjaan analitis dari beragam profesi seperti dokter, pengacara, analis keuangan, konsultan pajak, wartawan, akuntan, hingga penerjemah.

“The fourth industrial revolution seems to be creating fewer jobs in new industries than previous revolutions,” ujar Klaus Schwab pendiri World Economic Forum dan penulis *The Fourth Industrial Revolution* (2016).

Dari sisi hard skill, dengan kemajuan teknologi machine learning, Artificial Intelligence, big data analytics, Internet of Things, Augmented Reality /Virtual Reality, hingga 3D printing, maka pekerjaan akan bergeser dari manual occupations dan routine/repetitive jobs ke cognitive/creative jobs. Dan nantinya kesuksesan ditentukan oleh kemampuan kolaborasi “human dan robot”.

Untuk soft skill, Tony Wagner (2008) merumuskan “Seven Survival Skills for 21st Century” yaitu: critical thinking and problem solving; collaboration across network; agility and adaptability; Initiative and entrepreneurship; Accessing and analysing information; effective communication; curiosity and imagination.

Tujuh soft skills tersebut minim diajarkan di sekolah-sekolah kita saat ini. Karena itu sekolah-sekolah kita harus mendefinisikan pembelajarannya dengan mengakomodasi skill-set baru tersebut.

Pendidikan abad 21 harus berorientasi pada ilmu pengetahuan matematika dan sains alam disertai dengan sains sosial dan kemanusiaan. Pendidikan membangun sikap keilmuan yaitu kritis, logis, analitis, kreatif dan mampu beradaptasi. Pada setiap jenjang pendidikan perlu ditanamkan jiwa kemandirian.

Sebagai wahana pembelajaran, sekolah tradisional akan tergeser dari posisi “core” menjadi “peripheral”. Proses pembelajaran tak melulu di kelas tapi bisa dilakukan anytime, anywhere, any platform/device. Guru juga tak hanya yang ada di kelas tapi bisa dari manapun termasuk “guru” yang diperankan oleh AI atau AR/VR.

Anak didik milenial adalah generasi yang highly-mobile, apps-dependent, dan selalu terhubung secara online (“always connected”). Mereka begitu cepat menerima dan berbagi informasi melalui jejaring sosial. Mereka adalah self-learner yang selalu mencari sendiri pengetahuan yang mereka butuhkan melalui YouTube atau Khan Academy. Mereka menolak digurui.

Mereka adalah generasi yang sangat melek visual (*visually-literate*), oleh karena itu lebih menyukai belajar secara visual (melalui video di YouTube, online games, bahkan menggunakan *augmented reality*) ketimbang melalui teks (membaca buku) atau mendengar ceramah guru di kelas.

Mereka juga sangat melek data (*data-literate*) sehingga piawai berselancar di Google mengulik, memproses, mengurasi, dan menganalisis informasi ketimbang pasif berkubang di perpustakaan. Itu dilakukan dengan super-cepat melalui 3M: multi-media, multi-platform, dan multi-tasking.

Dan mereka lebih nyaman belajar secara kolaboratif di dalam proyek riil atau pendekatan *peer-to-peer* melalui komunitas atau jejaring sosial (menggunakan *social learning platform*). Bagi mereka *peers* lebih kredibel ketimbang guru. Dan ingat, mereka lebih suka menggunakan *interactive gaming* (*gamifikasi*) untuk belajar, ketimbang suntuk mengerjakan pekerjaan rumah (PR).

Inovasi menjadi kunci paling utama di era industri 4.0 yang menuntut sekolah membentuk peserta didik memiliki kompetensi abad 21 yang mampu berfikir kritis, kreatif, kolaboratif, dan komunikatif. Peserta didik yang berkualitas merupakan keluaran (*output*) dari sistem persekolahan yang baik.

Kajian literatur ini mendeskripsikan pendekatan pembelajaran STEAM bermanfaat bagi peserta didik agar memiliki kompetensi abad 21 yang mampu berfikir kritis, kreatif, kolaboratif, dan komunikatif

2. Metode

Metode kajian literature ini menggunakan deskriptif analisis dan referensi teoritis yang relevan dengan kasus atau masalah yang ditemukan. Jurnal ulasan ini didasarkan pada sejumlah artikel empiris dan konseptual tentang STEM.

3. Pembahasan

STEM adalah singkatan dari *Science, Technology, Engineering and Math*. Beberapa kalangan ada yang menambahkan disiplin Seni (*Art*) ke dalamnya, sehingga menjadi STEAM.

STEM yang digagas oleh Amerika Serikat ini merupakan pendekatan yang menggabungkan keempat disiplin ilmu tersebut secara terpadu ke dalam metode pembelajaran berbasis masalah. Metode pembelajaran berbasis STEM menerapkan pengetahuan dan keterampilan secara bersamaan untuk menyelesaikan suatu kasus.

Istilah STEM pertama kali digunakan oleh NSF pada tahun 1990 menjadi singkatan dari STEM Definisi dasar dari setiap kata adalah: (1) Ilmu: adalah bagian dari ilmu yang mempelajari esta alam, fakta, fenomena dan keteraturan yang ada di dalamnya. (2) Teknologi: dibuat sebagai inovasi, perubahan, modifikasi lingkungan alami memberikan kepuasan terhadap kebutuhan dan keinginan manusia. Teknologi bertujuan untuk melakukan modifikasi pada dunia untuk memenuhi kebutuhan manusia, (3) Rekayasa: terdiri dari menentukan masalah (bertanya), membayangkan (membayangkan), merancang (merencanakan), membuat (menciptakan), dan mengembangkan (meningkatkan). Teknik adalah profesi di mana pengetahuan ilmiah dan matematika diperoleh melalui studi, eksperimen, dan praktik atau diterapkan untuk mengoperasikan atau merancang prosedur untuk memecahkan masalah guna memenuhi kebutuhan hidup manusia (4) Matematika: cabang dari disiplin yang mempelajari pola atau hubungan

Sebagaimana dijabarkan oleh Torlakson (2014), definisi dari keempat aspek STEM sebagai berikut :

Sains (*science*) memberikan pengetahuan kepada peserta didik mengenai hukum-hukum dan konsep-konsep yang berlaku di alam; Teknologi (*technology*) adalah keterampilan atau sebuah sistem yang digunakan dalam mengatur masyarakat, organisasi, pengetahuan atau mendesain serta menggunakan sebuah alat buatan yang dapat memudahkan pekerjaan; Teknik (*engineering*) adalah pengetahuan untuk mengoperasikan atau mendesain sebuah prosedur untuk menyelesaikan sebuah masalah;

Matematika (*math*) adalah ilmu yang menghubungkan antara besaran, angka dan ruang yang hanya membutuhkan argumen logis tanpa atau disertai dengan bukti empiris. Masing-masing aspek STEM (*Science, Technology, Engineering and Math*) jika diintegrasikan akan membantu peserta didik menyelesaikan suatu masalah secara jauh lebih komprehensif. Pengintegrasian seluruh aspek ini ke dalam proses pembelajaran, akan membuat pengetahuan menjadi lebih bermakna.

Dalam pendekatan multidisiplin seperti gabungan dari science, technology, engineering, dan mathematics (STEM). Mengangkat masalah-masalah lingkungan sangat tepat dilakukan dengan pendekatan problem based learning (PBL). Integrasi PBL dalam STEM sangat memungkinkan mengaktualisasi literasi lingkungan dan kreativitas (Ratna Farwati, 2017)

Latar belakang Gerakan Reformasi Pendidikan di Bidang STEM adalah karena (1) kekurangan kandidat tenaga kerja berbasis STEM (2) tingkat literasi yang signifikan dalam bidang STEM serta posisi capaian siswa sekolah menengah AS dalam TIMSS dan PISA (Roberts, 2012), (3) Amerika menyadari pertumbuhan ekonominya datar dan akan tersaingi oleh China dan India karena perkembangan sains, teknologi, engineering dan matematika. (Friedman, 2005).

Kata STEM digunakan sebagai slogan reformasi pendidikan di AS Abad ke-21 untuk menghasilkan SDM (STEM-*workforce*) berkualitas bagi peningkatan daya saing bangsa. Pembelajaran Abad ke-21 perlu memotivasi dan menginspirasi peserta didik untuk memasuki profesi science dan *engineering* (bidang profesi yang secara langsung menopang pertumbuhan ekonomi).

Pembelajaran Abad ke-21 perlu lebih berkontribusi pada pengembangan kemampuan kerjasama, memecahkan masalah, kreativitas, dan inovatif yang berpotensi menopang ekonomi.

Pendidikan STEM adalah pendekatan dalam pendidikan di mana Sains, Teknologi, Teknik, Matematika terintegrasi dengan proses pendidikan berfokus pada pemecahan masalah dalam kehidupan sehari-hari yang nyata serta dalam kehidupan profesional. STEM Education menunjukkan kepada siswa bagaimana konsep, prinsip, teknik sains, teknologi, teknik dan matematika (STEM) digunakan secara terintegrasi untuk mengembangkan produk, proses, dan sistem yang bermanfaat bagi kehidupan manusia. Hakikat Pendidikan STEM adalah Mengintegrasikan Sains, Teknologi, Teknik, dan Matematika into a new trans-disciplinary subject subjek baru antar disiplin di sekolah- sekolah, menawarkan kesempatan bagi siswa untuk memahami dunia daripada mempelajari fenomena yang sepotong-potong,

Tujuan Pendidikan STEM menurut Bybee (2013) adalah Peserta didik yang melek STEM, diharapkan mempunyai Pengetahuan, sikap dan keterampilan untuk mengidentifikasi pertanyaan dan masalah dalam kehidupannya, menjelaskan fenomena alam, mendesain serta menarik kesimpulan berdasar bukti mengenai isu terkait STEM; memahami karakteristik fitur-fitur disiplin STEM sebagai bentuk pengetahuan, menyelidiki serta desain yang di gagas manusia; kesadaran bagaimana disiplin-disiplin STEM membentuk lingkungan material, intelektual dan kultural; mau terlibat dalam kajian isu-isu terkait STEM sebagai warga negara yang konstruktif, peduli serta reflektif dengan menggunakan gagasan STEM.

Tujuan STEM untuk Siswa adalah siswa mempunyai Literasi STEM, menguasai Kompetensi abad 21 dan Kesiapan Tenaga Kerja STEM, minat dan terlibat aktif dalam pembelajaran, dan membuat koneksi, sedangkan tujuan untuk pendidik adalah meningkatkan konten STEAM dan meningkatkan *paedagogical content knowlwdge* . Hasil Pendidikan STEM adalah Belajar dan Berprestasi, menguasai kompetensi abad 21, ketekunan dan kegigihan belajar dalam meningkatkan prestasi, siap dengan pekerjaan yang berhubungan dengan STEM, Meningkatkan minat STEM, mengembangkan identitas STEM dan kemampuan untuk membuat koneksi di antara disiplin STEM .

Hasil untuk Pendidik adalah perubahan dalam praktik mengajar serta peningkatan konten STEM adalah pembelajaran dengan pendekatan pembelajaran STEM dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa secara signifikan dengan taraf kepercayaan 95% dan nilai N-gain sebesar 0,63 dengan kategori sedang. (2) Peningkatan setiap indikator kemampuan berpikir kritis berbeda-beda (3) Hasil belajar dengan menerapkan pendekatan pembelajaran STEM pada kemampuan berpikir kritis lebih baik dibandingkan dengan menerapkan pendekatan pembelajaran konvensional. (Nailul Khoiriyah, dkk 2018)

Peningkatan Pembelajaran berbasis STEM akan membentuk karakter peserta didik yang mampu mengenali sebuah konsep atau pengetahuan (*science*) dan menerapkan pengetahuan tersebut dengan keterampilan (*technology*) yang dikuasainya untuk menciptakan atau merancang suatu cara (*engineering*) dengan analisa dan berdasarkan perhitungan data matematis (*math*) dalam rangka memperoleh solusi atas penyelesaian sebuah masalah sehingga pekerjaan manusia menjadi lebih mudah.

Sebagai sebuah tren yang sedang digalakkan dalam dunia pendidikan, STEM menjadi suatu pendekatan dalam mengatasi permasalahan di dunia nyata dengan menuntun pola pikir peserta didik menjadi pemecah masalah, penemu, inovator, membangun kemandirian, berpikir logis, melek teknologi, dan mampu menghubungkan pendidikan STEM dengan dunia kerjanya.

Selain di Amerika Serikat, metode pembelajaran berbasis STEM kini banyak diadopsi oleh beberapa negara, seperti : Taiwan, kurikulum pembelajaran mulai diintegrasikan dengan kurikulum STEM dan membuat siswa sebagai pusat kegiatan belajar (Lou, dkk, 2010), Malaysia, Finlandia, Australia, Vietnam, Tiongkok, Filipina, dan beberapa negara lainnya termasuk Indonesia. STEM telah dikembangkan di beberapa negara selama \pm 3 dekade dan semakin signifikan di tahun-tahun terakhir.

Kondisi dunia pendidikan saat ini sudah banyak berubah, sehingga tuntutan pembelajaran juga harus berubah. Kita tidak dapat lagi menerapkan pola pembelajaran seperti dahulu. Dengan pesatnya perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi maka paradigma pendidikan dan pembelajaran juga harus sesuai dengan perkembangan sains dan teknologi serta tuntutan zaman.

STEM merupakan sebuah jembatan (*bridge*) yang menghubungkan antara institusi pendidikan (*school*) dengan dunia yang sebenarnya (*real world*). Suatu dunia di masa mendatang yang memiliki ketergantungan akan teknologi canggih seperti : drone, robotika, otomasi industri, *smartphone*, IoT (*Internet of Things*), dan seterusnya.

Penerapan STEM dalam pembelajaran dapat mendorong peserta didik untuk mendesain, mengembangkan dan memanfaatkan teknologi, mengasah kognitif, afektif, serta mengaplikasikan pengetahuan. Pembelajaran berbasis STEM dapat melatih siswa dalam menerapkan pengetahuannya untuk membuat desain sebagai bentuk pemecahan masalah terkait lingkungan dengan memanfaatkan teknologi.

STEM (*Science, technology, engineering and mathematics*) education saat ini menjadi alternative pembelajaran yang dapat membangun generasi yang mampu menghadapi abad 21 yang penuh tantangan. Pembelajaran berbasis STEM dapat dikemas dalam model pembelajaran kooperatif, PBL, PjBL, dan pembelajaran lainnya. Membangun penguasaan konten harus dilakukan melalui proses memberikan keterampilan (Skills), yang dilandasi dengan sikap, karakter, dan kebiasaan yang baik. Akhir suatu proses pendidikan pada dasarnya adalah menanamkan kepribadian. Indonesia memiliki *grand design* dalam pendidikan karakter ini sejak nenek moyang kita, yaitu olah hati (*spiritual and emotional development*), olah pikir (*intellectual development*), olah raga (*physical and kinesthetic development*), dan olah rasa/karsa (*affective and creative development*).

STEM dibutuhkan dalam pembelajaran. Literasi STEM mengacu pada: a). Pengetahuan, sikap, dan keterampilan seorang individu untuk mengatasi masalah dalam kehidupan nyata, menjelaskan dunia alami dan desain, dan menjelaskan kesimpulan dari berbagai fakta yang berbeda tentang subjek STEM (Heather B. Gonzalez and Jeffrey J. Kuenzi 2012)

Pemahaman individu tentang karakteristik disiplin STEM sebagai bentuk pengetahuan, dan penyelidikan. c). Sensitivitas individu tentang bagaimana STEM membentuk budaya material, intelektual, dan lingkungan d. Keinginan seseorang untuk terikat pada masalah STEM dan terikat pada ide-ide STEM sebagai warga negara yang konstruktif, peduli dan reflektif (Scott R, 2017)

Pembelajaran STEM dimungkinkan bekerja sama dengan pembelajaran berbasis masalah. Dengan demikian, semua prestasi belajar yang ditampung oleh mata pelajaran Fisika dapat diwujudkan melalui penerapan PBL-STEM (Kelley T, 2010). Prestasi belajar dipotong dengan literasi lingkungan dan kreativitas. Dengan demikian, dapat dikatakan bahwa desain pembelajaran berbasis PBL-STEM sangat diyakini dapat meningkatkan dua kemampuan ini (Anna P, 2016).

Pembelajaran STEM dimungkinkan bekerja sama dengan pembelajaran berbasis masalah. Dengan demikian, semua prestasi belajar yang ditampung oleh mata pelajaran Fisika dapat diwujudkan melalui penerapan PBL-STEM (Rodger W. Bybee, 2010). Prestasi belajar dipotong dengan literasi lingkungan dan kreativitas. Dengan demikian, dapat dikatakan bahwa desain pembelajaran berbasis PBL-STEM sangat diyakini dapat meningkatkan dua kemampuan ini.

Dari hasil penelitian sebelumnya STEM telah banyak diterapkan dalam pembelajaran. Situasi ini ditunjukkan oleh hasil penelitian yang mengungkapkan bahwa penerapan STEM dapat meningkatkan prestasi akademik dan non-akademik peserta didik (Pamela W Garner 2017).

Oleh karena itu, penerapan STEM yang awalnya hanya bertujuan untuk meningkatkan minat siswa di bidang STEM menjadi lebih luas. Situasi ini muncul karena setelah diterapkan dalam pembelajaran, STEM mampu meningkatkan penguasaan pengetahuan menerapkan pengetahuan untuk menyelesaikan masalah, dan mendorong peserta didik untuk menciptakan sesuatu yang baru. Penerapan modul menggunakan pendekatan STEM untuk siswa sekolah menengah dapat memiliki efek positif (Jaka, Afriana 2016) sebagai berikut: (a) mendukung pengembangan keterampilan berpikir dan kesadaran siswa (b) membantu dalam pengembangan keterampilan berpikir kritis (c) meningkatkan minat siswa dalam sains dan matematika, dan minat dalam hal-hal yang berkaitan dengan STEM (d) mengembangkan sifat keingintahuan, dan kemampuan untuk memecahkan masalah dan (e) menyediakan siswa dengan pengalaman luas dunia di sekitar mereka. (Louis S Nadelson, 2013).

Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya telah ditemukan bahwa modul menggunakan pendekatan STEM dapat meningkatkan kompetensi sikap, kompetensi pengetahuan, dan kompetensi keterampilan siswa dan meningkatkan minat siswa dalam sains dan matematika, serta mendukung keberhasilan siswa kemudian di bidang pekerjaan yang terkait dengan STEM.

Belajar dengan menggunakan pendekatan STEM sangat penting, karena memberikan pelatihan kepada peserta didik untuk dapat mengintegrasikan setiap aspek sekaligus. Proses pembelajaran yang melibatkan empat aspek akan membentuk pengetahuan subjek yang sedang dipelajari lebih komprehensif. Dalam pembelajaran fisika, STEM membantu peserta didik untuk menggunakan teknologi dan mengumpulkan eksperimen yang dapat membuktikan hukum atau konsep sains. Kesimpulan ini didukung oleh data yang dikelola secara matematis (Permanasari A, 2016).

Problem Based Learning terintegrasi STEM dapat meningkatkan minat belajar siswa, belajar menjadi lebih bermakna, membantu pemecahan masalah siswa dalam kehidupan nyata (Indri S, 2017).

Pendekatan STEM saat ini merupakan alternatif untuk pembelajaran sains yang dapat membangun generasi yang mampu menghadapi abad ke-21 yang menantang (Hannover, 2017).

4. Simpulan (Style -Bagian)

Pembelajaran Berbasis STEM memfasilitasi siswa untuk menggunakan multidisiplin ilmu dalam problem Solving, mengenalkan proses *engineering* dan teknologi dan melatih ketrampilan abad 21. Sekolah perlu memberikan rekomendasi kepada guru untuk mendapatkan pengetahuan, mengimplementasikan dan mengembangkan pembelajaran berbasis STEM di sekolah, memfasilitasi proses implementasi serta turut mengembangkan menemukan cara melatih ketrampilan abad 21 melalui pembelajaran STEM.

Daftar Pustaka (Style-BagianNoNumber)

R Ramli Role of learning module in STEM approach to achieve competence of physics learning, 2018 *International Conference on Research and Learning of Physics*

TIMSS, International Result in Since. International Study Center, 2015, pp. 1- 256.

<https://www.yuswohady.com/2019/10/25/ndiem-dan-disrupsi-pendidikan-kita/> diakses tanggal 2 November 2019

[<https://rohardonline.com/pendidikan-berbasis-stem/>] diakses tanggal 2 November 2019

- Klaus Schwab 2016. The Fourth Industrial Revolutions World Economic Forum
- Gartner (2018) Top 10 Strategic Technology Trends for 2020. Gartner.com.neswroom
- Tony Wagner (2008) Seven Survival Skills for 21st Century
- R. W. Bybee, Scientific and Engineering Practices in K-12 Classrooms: Understanding A Framework for K-12 Science Education, NSTA press; Arlington, Virginia, 2011.
- T. Torlakson, 2014. INNOVATE: A Blueprint for Science, Technology, Engineering, and Mathematics in California Public Education. California. California Department Of Education,
- Friedman, T. L. (2005). The world is flat: A brief history of the twenty-first century. New York, NY, US: Farrar, Straus and Giroux.
- Khoiriyah, Abdurrahman, dan I Wahyudi , Implementasi pendekatan pembelajaran STEM untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa SMA pada materi gelombang bunyi. (2018) *International Conference on Research and Learning of Physics journal JRKPF UAD* Vol.5 No.2.
- Shi Jer Lou, Shun Yuan Chuang, Hsiang Jen Meng, Ron Chuen Yeh, Kuo Hung Tseng, A study of project-based STEM learning in Taiwan, [2010 ASEE Annual Conference and Exposition](#) - Louisville, KY, United States
- Rahmiza M, Syarifah 2015 Pengembangan LKS STEM (*Science, Technology, Engineering, And Mathematics*) dalam meningkatkan motivasi dan aktivitas belajar siswa SMA negeri 1 Beutong pada materi induksi elektromagnetik *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia* 3(1) 239-250.
- Ratna Farwati1 2017 *Integrasi Problem Based Learning dalam STEM Education Berorientasi pada Aktualisasi Literasi Lingkungan dan Kreativitas*. Prosiding Seminar Nasional: UPI
- Heather B. Gonzalez and Jeffrey J. Kuenzi 2012 Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Education: A Primer Congressional Research Service
- Scott R. Bartholomew 2017 Integrated STEM through Tumblewing Gliders *journal of STEM Education* 3(1) 157-166 Published - 2010 Jan
- Kelley, T 2010 Staking the claim for the 'T' in STEM *Journal of Technological Studies* 31(1) 2-1
- Anna Permanasari 2016 *STEM Education: Inovasi dalam Pembelajaran Sains*. Seminar Nasional Pendidikan Sains: UPI
- Rodger W. Bybee (2010) *What Is STEM Education?* Science Vol. 329 (5995) 996
- Pamela W Garner 2017 *Innovations in science education: infusing social emotional principles into early STEM learning* 18 August 2016/Accepted: 23 June 2017
- Jaka, Afriana 2016 Penerapan Project Based Learning Terintegrasi STEM untuk Meningkatkan Literasi Sains Siswa Ditinjau dari Gender *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA* 2 (2) 1-9
- Louis S Nadelson 2013 Teacher STEM Perception and Preparation: InquiryBased STEM Professional Development for Elementary Teachers *The Journal of Educational Research* 106 (2)157-168
- Permanasari A 2016 STEM Education: Inovasi dalam Pembelajaran Sains, *Seminar Nasional Pendidikan Sains* (Surakarta, 22 Oktober 2016) pp 23-34
- Indri S 2017 Pengembangan Stem-A (Science, Technology, Engineering, Mathematic And Animation) Berbasis Kearifan Lokal Dalam Pembelajaran Fisika *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika* 6 (1) 67-73
- Hannover 2017 Successful K-12 STEM Education: *Identifying Effective Approaches in Science, Technology, Engineering, and Mathematics*. National Academies Press

OECD, PISA 2015 Results in Focus: What 15-year-olds know and what they can do with what they know, 2016. [Online], (<http://www.oecd.org/pisa/keyfindings/pisa-2016-results-overview.pdf>), diakses 1 November 2019