

IMPLEMENTASI PENDEKATAN *STEM* DALAM PEMBELAJARAN MATEMATIKA

Sumaji

Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Muria Kudus
sumaji@umk.ac.id

Abstrak

Pendekatan *STEM* sangat relevan untuk diterapkan pada kurikulum pendidikan abad 21 era revolusi industri 4.0. Pendekatan *STEM* sangat penting karena menggunakan sains, teknologi, rekayasa, dan matematika yang menghubungkan antara dunia sekolah, dengan dunia kehidupan sehari-hari. Pendekatan *STEM* menjadikan siswa pemecah masalah, mandiri, melek teknologi, mampu berkomunikasi, berkolaborasi, dan beradaptasi. Dalam implementasi pendekatan *STEM* terdapat tiga pendekatan yaitu: (1) pendekatan *STEM* silo, (2) pendekatan *STEM* tertanam, dan (3) pendekatan *STEM* terpadu. Implementasi pendekatan *STEM* di Indonesia adalah sejalan dengan kurikulum 2013 dimana kurikulum ini lebih menonjolkan berpikir kritis, berpikir kreatif, kemampuan menyelesaikan masalah. Untuk jenjang Sekolah Dasar (SD) penerapan pendekatan *STEM* lebih relevan menggunakan pendekatan *STEM* terpadu karena kurikulum SD adalah tematik integratif. Untuk SMP, SMA dan SMK penerapan *STEM* lebih cocok menggunakan pendekatan *STEM* tertanam. Untuk mengimplementasikan pendekatan *STEM* yang lebih baik harus dilakukan telaah kurikulum antara lain: (1) membentuk tim pengembang kurikulum untuk mengidentifikasi KD-KD yang bisa diberikan muatan *STEM*, merumuskan indikator keberhasilan, mengevaluasi waktu proses pembelajaran, TIK masuk kembali dalam kurikulum, (2) untuk kurikulum SMP, SMA dan SMK disarankan beberapa hal antara lain: pembelajaran dibuat tematik, proyek dibuat dengan mengintegrasikan dari beberapa KD.

Kata kunci: Pendekatan *STEM*, Pembelajaran, Matematika.

A. PENDAHULUAN

Permasalahan kehidupan abad ke-21 pada era revolusi industri 4.0 yang semakin kompleks melahirkan tantangan tersendiri bagi dunia pendidikan. Dunia pendidikan menjawab tantangan tersebut dengan menjadikannya sebagai isu penting dalam pendidikan. Greenstein (2012) menjelaskan bahwa keterampilan abad 21 yang harus dikuasai siswa antara lain: *Thinking*, *Acting*, dan *Living in the World*. *Thinking* meliputi berpikir kritis, dan memecahkan masalah. *Acting* meliputi komunikasi, kolaborasi, melek teknologi, *fleksibilitas* dan *adaptabilitas*. *Living in the world* meliputi tanggungjawab dan kepemimpinan. Untuk membekali siswa dengan ketrampilan yang sesuai tuntutan abad 21 pada era revolusi industri 4.0 adalah melaksanakan pembelajaran dengan pendekatan *STEM*. Pembelajaran dengan pendekatan *STEM* membekali siswa antara lain: mampu berkomunikasi, berkolaborasi, fleksibel, beradaptasi dan melek teknologi.

STEM (*Science, Technology, Engineering, dan Mathematics*) pertama kali diluncurkan oleh *National Science Foundation* Amerika Serikat pada tahun 1990-an (Rustaman, 2016). Hal ini dilatarbelakangi karena banyaknya lowongan pekerjaan dibidang *STEM*, tingkat iliterasi sains serta posisi tingkat capaian siswa sekolah menengah di AS dalam PISA (Roberts, 2012). Selanjutnya

pendekatan *STEM* diikuti di negara maju antara lain: Jepang, Korea, Australia, dan Inggris dan negara berkembang di Asia antara lain: Thailand, Singapura, Malaysia. Pendekatan *STEM* di Indonesia baru tahap pengembangan.

Pendekatan *STEM* dalam pembelajaran matematika memegang peranan yang sangat penting. Rustaman, (2016) menyatakan bahwa dalam pembelajaran dengan pendekatan *STEM* mengajarkan siswa menggunakan sains, teknologi, rekayasa, dan matematika dengan menghubungkan antara dunia sekolah, dengan kehidupan sehari-hari. Williams (2011) berpendapat bahwa pendekatan *STEM* menjadikan siswa sebagai pemecah masalah, mandiri, melek teknologi, mampu berkomunikasi, berkolaborasi, beradaptasi dan fleksibel. Berbeda dengan pendapat di atas Carnevale, dkk., (2011) menyatakan bahwa pendekatan *STEM* dapat membantu memenuhi kebutuhan tenaga kerja pada sektor teknik dan sains.

Moore dkk (2014) menyatakan bahwa *STEM* merupakan suatu pendekatan dan upaya menggabungkan beberapa atau keempat subjek *STEM* dalam satu pelajaran. Kelley & Knowles (2016) mendefinisikan *STEM* sebagai pendekatan untuk mengajarkan dua atau lebih subjek *STEM* yang berhubungan dengan kehidupan sehari-hari sehingga meningkatkan minat belajar siswa. Sanders (2009) menjelaskan bahwa *STEM* merupakan suatu pendekatan yang mengeksplorasi dua atau lebih subjek *STEM* serta satu atau lebih mata pelajaran yang ada di sekolah. Pendekatan *STEM* dapat berkembang apabila dikaitkan dengan lingkungan, sehari-hari sehingga menghasilkan pembelajaran yang dapat menghadirkan dunia nyata (*real life*) yang dialami peserta didik dalam kehidupan sehari-hari (Mayasari et al, 2014).

Selain mengembangkan konten pengetahuan di bidang sains, teknologi, rekayasa/desain dan matematika, integrasi *STEM* juga berupaya untuk menumbuhkan soft skill seperti penyelidikan ilmiah dan kemampuan memecahkan masalah, berpikir kritis, kemampuan komunikasi, dan kolaborasi.. Berikut ini adalah tabel yang menunjukkan definisi dari literasi *STEM* pada empat bidang studi yang saling berhubungan (Rustaman, 2016).

<i>STEM</i>	Keterangan
Sains (<i>Science</i>)	Sains adalah kajian tentang fenomena alam yang melibatkan observasi dan pengukuran, sebagai wahana untuk menjelaskan secara obyektif alam yang selalu berubah
Teknologi (<i>Technology</i>)	Teknologi merujuk pada inovasi-inovasi manusia yang digunakan untuk memodifikasi alam agar dapat memenuhi kebutuhan dan keinginan manusia,
Rekayasa (<i>Engineering</i>)	Rekayasa (<i>engineering</i>) merupakan pengetahuan dan keterampilan untuk memperoleh dan mengaplikasikan pengetahuan ilmiah, ekonomi, sosial, serta praktis untuk mendesain dan mengkonstruksi mesin, peralatan.
Matematika (<i>Mathematics</i>)	Matematika berkenaan dengan pola-pola dan hubungan-hubungan, dan menyediakan bahasa untuk teknologi, sains, dan rekayasa

Science merupakan ilmu pengetahuan yang meliputi fisika, kimia dan biologi. *Technology* memberikan kemudahan dalam mengakses data dan membantu segala kebutuhan manusia. *Engineering* /rekayasa merupakan penerapan dari teknologi untuk menyelesaikan permasalahan manusia dan *mathematic* merupakan konsep perhitungan yang digunakan untuk mengkonseptualisasi permasalahan kehidupan sehari-hari.

B. ISI

Pendekatan *STEM* sejalan dengan prinsip-prinsip kurikulum 2013. Pembelajaran kurikulum 2013 dirancang sedemikian rupa sehingga siswa dapat mengeksplorasi dirinya dan mengeluarkan ide dan kemampuannya tentang materi pembelajaran yang dibahas. Ciri lainnya adalah berorientasi kekinian, dimana guru sebagai pendidik wajib “melek teknologi”, senantiasa selalu meng-*update* pengetahuan dibidangnya sehingga diharapkan dapat memotivasi siswa untuk terus berkembang (Kemendikbud, 2017). Salah satu karakteristik pendekatan *STEM* adalah ada sebuah produk yang dihasilkan hampir sama dengan pembelajaran berbasis proyek yang sering kita lakukan namun terdapat sedikit perbedaan. Perbedaannya adalah pada pendekatan *STEM* terdapat proses desain atau buat, dan uji. Setelah siswa selesai membuat proyek harus diuji kelayakannya dan kebermanfaatannya, jika terjadi kesalahan dalam mendesain suatu produk maka dilakukan desain ulang.

Sebagaimana ditemukan dalam Kerangka Dasar dan Struktur Kurikulum 2013 (Kemendikbud, 2013), bahwa kurikulum 2013 bertujuan untuk mempersiapkan manusia Indonesia supaya memiliki kecakapan hidup sebagai pribadi dan warga negara yang beriman, produktif, kreatif, inovatif, dan afektif serta mampu berkontribusi pada kehidupan bermasyarakat, berbangsa, bernegara, dan peradaban dunia. Dalam dokumen tersebut dinyatakan bahwa pola pikir pembelajaran ilmu pengetahuan tunggal (*monodiscipline*) menjadi pembelajaran ilmu pengetahuan jamak (*multidiscipline*) sebagai dasar pengembangan kurikulum 2013. Rumusan tujuan dan pola pikir dalam pengembangan kurikulum 2013 tersebut mengisyaratkan bahwa Kurikulum 2013 memberikan ruang bagi pengembangan dan implementasi pendekatan *STEM*.

Robert dan Cantu (2012) menjelaskan isi *STEM* yang digunakan di dalam pembelajaran. Pendekatan-pendekatan tersebut meliputi pendekatan Silo *STEM*, pendekatan *STEM* tertanam (*Embedded*) dan pendekatan *STEM* terintegrasi.

1. Pendekatan Silo

Pada pendekatan *STEM* silo siswa tidak diberi kesempatan untuk mengeksplorasi pengetahuan dengan caranya sendiri melainkan diajarkan mengenai apa yang harus diketahui bahwa dalam penerapannya, terdapat tiga macam pendekatan *STEM* dipraktikan di berbagai tempat. Perbedaan antara ketiga pendekatan *STEM* tersebut terletak pada tingkat saja (Morrison, 2006). Pendekatan *STEM* silo dapat meningkatkan pengetahuan siswa yang dapat dievaluasi (Morrison, 2006). Pendekatan silo bertujuan untuk membimbing siswa agar menguasai pengetahuan di satu bidang tertentu. Pada pendekatan *STEM* silo tidak ada integrasi antar mata pelajaran sehingga memungkinkan siswa gagal dalam memahami integrasi antara subjek *STEM* dalam menyelesaikan masalah di dunia nyata (Breiner, Harkness, Johnson, & Koehler, 2012).

2. Pendekatan Tertanam

Pada pendekatan *STEM* tertanam (*Embedded*) pengetahuan mengenai domain mata pelajaran diperoleh melalui penekanan pada permasalahan dunia nyata dengan teknik penyelesaian masalah (Chen, 2001). Dalam pendekatan *STEM* tertanam salah satu materi atau mata pelajaran lebih diutamakan (seperti pada pendekatan silo). Perbedaan pendekatan tertanam dengan silo adalah pada pendekatan tertanam menghubungkan materi utama dengan materi lain yang tidak utama/tertanam. Bidang yang tidak diutamakan dirancang untuk tidak dievaluasi/dinilai.

3. Pendekatan Terpadu

Pendekatan *STEM* terpadu berbeda dari pendekatan *STEM* lainnya. Pada pendekatan terpadu, mata pelajaran tidak diajarkan secara terpisah melainkan saling terintegrasi satu sama lain. Integrasi *STEM* menuntut siswa untuk menghubungkan berbagai subjek *STEM* yang berbeda. Pengintegrasian mata pelajaran tersebut dimulai dengan identifikasi masalah nyata yang terjadi di lingkungan siswa dengan menggunakan pemikiran tingkat tinggi dan kemampuan pemecahan masalah sehingga dapat diambil kesimpulan sebagai upaya penyelesaian masalah tersebut (Wang dkk., 2011).

Berikut adalah integrasi *STEM* pada Pendidikan Anak Usia Dini (PAUD), Sekolah Dasar (SD) dan Sekolah Menengah Pertama (SMP), dan Sekolah Menengah Atas/Kejuruan (SMA/SMK).

a. Pendidikan Anak Usia Dini (PAUD)

Penerapan *STEM* pada anak usia dini disesuaikan dengan tumbuh kembangnya. Untuk membelajarkan *STEM* pada anak usia dini (3-5) tahun bukan mengajarkan teknologi tetapi bagaimana memotivasi untuk membangkitkan kemampuan berpikir ilmiah anak. Misalnya, pada tema lingkungan sub tema lingkungan sekolah guru dapat mengajak anak bermain di lingkungan sekitar lingkungan sekolah sambil mengamati, mengumpulkan data dan melaporkannya. Berikut contoh penerapan *STEM* pada anak PAUD.

No	Kelas	Kompetensi yang akan dipakai pada subjek <i>STEM</i>			
		<i>Science</i>	<i>Technologi</i>	<i>Engineering</i> /rekayasa	<i>Mathematic</i>
	KB	Mengamati dan mengelompokkan jenis bunga berdasarkan ciri-ciri yang sama			Menghitung banyaknya bunga berdasarkan kelompoknya dengan jari

b. Sekolah Dasar (SD)

Pembelajaran di Sekolah Dasar (SD) pada kurikulum 2013 revisi 2018 untuk kelas rendah (1-3) adalah tematik terpadu. Untuk kelas tinggi (4-6) mata pelajaran matematika diajarkan secara terpisah. Oleh karena karena pembelajaran matematika terpadu dengan IPA/sain maka kelas rendah pendekatan lebih sesuai adalah pendekatan terpadu, tetapi karena kelas tinggi pembelajaran matematika terpisah dengan mata pelajaran IPA dan yang lainnya maka lebih sesuai dengan pendekatan tertanam. Walaupun untuk SD kelas rendah materi matematika dan IPA sudah terintegrasi dalam satu tema tetapi untuk menerapkan pembelajaran berbasis *STEM* tidak mudah. Untuk bisa menerapkan pembelajaran berbasis *STEM* perlu telaah kurikulum dengan membentuk tim pengembang kurikulum untuk mengidentifikasi KD-KD yang bisa diberikan muatan *STEM*, merumuskan indikator keberhasilan, meengevaluasi waktu proses pembelajaran *STEM*.

Berikut contoh integrasi *STEM* untuk SD kelas rendah kurikulum 2013 tema pertumbuhan dan perkembangan makhluk hidup sub tema pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan. Sub tema pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan kelas III alokasi waktu 6 hari dengan 3 KD. Integrasi komponen *STEM* dilakukan dengan memberikan tugas proyek dengan cara berkelompok.

Tugas proyek diberikan pada pertemuan ke 3 untuk dikerjakan diluar jam sekolah. Produk kegiatan proyek dilaporkan untuk dipresentasikan pada pertemuan ke 6. Tugas yang diberikan sebagai berikut.

Judul Percobaan : Pertumbuhan dan Perkembangan Tubuhan

Tujuan : Mengamati pertumbuhan dan perkecambahan kacang hijau.

Alat dan Bahan:

1. Biji kacang hijau 6 buah
2. Botol aqua
3. Tisu secukupnya
4. Kertas label secukupnya
5. Gunting 1 buah

Cara Kerja:

1. Rendam biji kacang hijau dalam air semalaman.
2. Lipat tisu sehingga lebarnya setinggi dasar sampai leher botol aqua.
3. Gulung tisu dan masukan kedalam botol aqua sehingga menempel pada dinding botol bagian dalam.
4. Sisipkan 6 biji kacang hijau pada botol. Tambahkan air secukupnya, sehingga tisu tetap basah.
5. Simpan sediaan di tempat terang tetepi tidak terkena sinar matahari langsung. Jika air tampak berkurang, tambah air secukupnya agar tisu tetap basah, tapi permukaan air tidak merendam biji.
6. Amati perkecambahan dan pertumbuhan biji-biji tumbuhan dari sediaan tersebut. Amati bagaimana akar, batang dan daun tumbuh.

Tabel 2.1 Peta Integrasi Komponen *STEM*

No	Kelas	Kompetensi yang akan dipakai pada subjek <i>STEM</i>			
		<i>Science</i>	<i>Techno- logi</i>	<i>Engineering /rekayasa</i>	<i>Mathematic</i>
	III	1.4 Mencermati kosakata dalam teks tentang konsep ciri-ciri, kebutuhan (makanan dan tempat hidup), pertumbuhan, dan perkembangan makhluk hidup yang ada di lingkungan cd setempat yang disajikan dalam bentuk lisan, tulisan, tulis, visual, dan/atau eksplorasi lingkungan.	-	- Membuat laporan perkembangan dan pertumbuhan kacang hijau.	3.1 Menjelaskan sifat-sifat operasi hitung pada bilangan cacah. 4.1 Menyelesaikan masalah yang melibatkan penggunaan sifat-sifat operasi hitung pada bilangan cacah.

c. Sekolah Menengah Pertama (SMP)

Pembelajaran di Sekolah Menengah Pertama (SMP) pada kurikulum 2013 dilakukan secara terpisah antar mata pelajaran, oleh karena itu penerapan *STEM* yang paling mungkin dilakukan adalah dengan pendekatan tertanam yaitu materi utama adalah matematika sedangkan materi yang lain adalah tertanam yaitu: sains, teknologi dan *engineering*. Dalam penerapannya materi sains, teknologi dan *engineering* tertintegrated dalam matematika.

Berikut adalah contoh integrasi *STEM* pada pembelajaran matematika kurikulum 2013 siswa SMP materi perbandingan. Materi perbandingan kelas VII dengan alokasi waktu 8 x pertemuan (20 jam pelajaran) dan terdiri dari 4 KD. Integrasi komponen *STEM* dilakukan dengan memberikan tugas proyek dengan cara berkelompok. Tugas proyek diberikan pada pertemuan ke 4 untuk dikerjakan diluar jam sekolah. Produk kegiatan proyek dilaporkan untuk dipresentasikan pada pertemuan ke 8. Tugas yang diberikan sebagai berikut.

Judul: Perbandingan

Tujuan ; membuat denah rumahmu seperti halnya seorang arsitek

Alat dan Bahan:

1. Alat ukur: rol meter
2. Penggaris (untuk menggambar denah)
3. Kertas gambar A4

Petunjuk:

1. Ukurlah bagian-bagian dari rumah kalian, bisa mulai taman, teras, semua ruangan yang ada di dalamnya, lebar pintu dan jendela, beserta kebun belakang (kalau ada) dengan menggunakan rol meter.
2. Catatlah ukuran bagian rumah kalian dalam satuan meter.
3. Tentukan skala yang akan kalian gunakan untuk membuat denah.
4. Tentukan ukuran-ukuran bagian rumah yang akan kalian gambar di kertas.
5. Gambarlah denah rumah kalian dengan teliti dan benar sesuai ukuran skala. Setelah kalian selesai membuat gambar, tuliskan laporan yang meliputi:
 - a. Luas tanah tempat rumah kalian didirikan.
 - b. Luas bangunan rumah kalian.
 - c. Luas setiap bagian rumah kalian, misalnya luas ruang makan, luas kamar, luas kamar mandi, dan seterusnya.
 - d. Rasio luas bangunan terhadap luas tanah tempat didirikan rumah kalian.
 - e. Rasio luas setiap bagian dari rumah terhadap luas bangunan rumah kalian.

Tabel 3.1 Peta integrasi komponen *STEM*

No	Kelas	Kompetensi yang akan dipakai pada subjek <i>STEM</i>			
		<i>Science</i>	<i>Technologi</i>	<i>Engineering</i> /rekayasa	<i>Mathematic</i>
	VII	-	- Menggunakan komputer dalam presentasi	- Merancang desain/gambar denah rumah	3.9 Menjelaskan rasio dua besaran (satunya sama dan berbeda), 3.10 Menganalisis perbandingan senilai dan berbalik nilai dengan menggunakan tabel data, grafik,

					<p>dan persamaan, Menyelesaikan masalah yang berkaitan dengan rasio dua besaran (satunya sama dan berbeda), 4.9 Menyelesaikan masalah yang berkaitan dengan rasio dua besaran (satunya sama dan berbeda), dan 4.10 Menyelesaikan masalah yang berkaitan dengan perbandingan senilai dan berbalik nilai.</p>
--	--	--	--	--	--

d. Sekolah Menengah Atas (SMA)

Pembelajaran di SMA/SMK pada kurikulum 2013 dilakukan secara terpisah antar mata pelajaran, oleh karena itu penerapan *STEM* yang paling mungkin dilakukan adalah dengan pendekatan tertanam yaitu materi utama adalah matematika sedangkan materi yang lain adalah tertanam yaitu: sains, teknologi dan *engineering/rekayasa*.

Berikut adalah contoh integrasi *STEM* pada pembelajaran matematika kurikulum 2013 siswa SMA/SMK materi trigonometri. Materi trigonometri kelas X dengan alokasi waktu 10 Minggu x 4Jam pelajaran @ 45Menit dan terdiri dari 2 KD. Integrasi komponen *STEM* dilakukan dengan memberikan tugas proyek dengan cara berkelompok. Tugas proyek diberikan pada minggu ke 5 untuk dikerjakan diluar jam sekolah. Produk kegiatan proyek dilaporkan untuk dipresentasikan pada minggu ke 10. Tugas yang diberikan sebagai berikut.

Judul : Trigonometri

Tujuan : Memperkirakan tinggi suatu pohon jika diketahui jarak jarak antara pohon dengan pengamat dan tinggi pengamat

Alat dan Bahan:

1. Alat ukur: rol meter
2. Klinometer

Petunjuk:

1. Ukurlah jarak dari pohon sampai kira-kira nampak ujung pucuk pohon
2. Arahkan klinometer ke ujung pucuk tersebut, catatlah berapa derajat elevasi/kemiringannya
3. Carilah di tabel Tangen, berapa nilai derajat elevasi tersebut
4. Kalikan dengan jarak anda berdiri ke pohon. Akan di dapat tinggi pohon sebatas mata anda sampai pucuk pohon
5. Tambahkan dengan tinggi anda (dari tanah berpijak sampai mata) sehingga didapat perkiraan tinggi pohon

Catatan. Usahakan berdiri/telapak kaki anda sejajar dengan permukaan tanah tempat pohon tumbuh.

Tabel 4.1 Peta integrasi komponen *STEM*

No	Kelas	Kompetensi yang akan dipakai pada subjek <i>STEM</i>			
		<i>Science</i>	<i>Technologi</i>	<i>Engineering /reayasa</i>	<i>Mathematic</i>
	X	-	- Menggunakan komputer untuk presentasi	Mendisain langkah-langkah memperkirakan tinggi benda dalam sebuah video	3.7 Menjelaskan rasio trogonometri (sinus, cosinus, tangen, cosecant, secan, dan cotangent) pada segitiga siku-siku. 4.7 Menyelesaikan masalah kontekstual yang berkaitan dengan rasio trigonometri (sinus, cosinus, tangen, cosecant, secan, dan cotangent) pada segitiga siku-siku.

C. PENUTUP

Pendekatan *STEM* sejalan dengan prinsip-prinsip kurikulum 2013. Pada prinsip perencanaan, pembelajaran berpusat pada siswa. Pembelajaran dirancang sedemikian rupa agar siswa dapat mengeksplorasi dirinya dan mengeluarkan ide dan opininya mengenai materi pembelajaran. Prinsip lainnya yaitu berorientasi kekinian, dimana guru sebagai fasilitator wajib “melek teknologi”, senantiasa meng *update* dan meng*upgrade* pengetahuan di bidang keahliannya sehingga dapat memotivasi peserta didik untuk terus berinovasi.

Terdapat tiga macam pendekatan *STEM* dipraktikan di berbagai tempat. Perbedaan antara ketiga pendekatan *STEM* tersebut terletak pada tingkat isi *STEM* yang digunakan di dalam pembelajaran. Pendekatan-pendekatan tersebut meliputi pendekatan Silo *STEM*, pendekatan *STEM* tertanam(*Embedded*) dan pendekatan *STEM* terintegrasi. Untuk dapat menerapkan pendekatan *STEM* secara sempurna perlu telah kurikulum antara lain: membentuk tim pengembang kurikulum yang bertujuan untuk mengidentifikasi setiap KD yang bisa diberikan muatan *STEM*, merumuskan indikator keberhasilan, mengevaluasi waktu yang diperlukan dalam proses pembelajaran berbasis *STEM*, TIK masuk kembali dalam kurikulum, kurikulum SMP, SMA/SMK pembelajaran dibuat tematik integratif dan tugas proyek dibuat dengan mengintegrasikan dari beberapa KD.

D. DAFTAR PUSTAKA

Breiner, J., Harkness, S., Johnson, C., & Koehler, C. (2012). What is STEM? A discussion about conceptions of STEM in education and partnerships. *School Science and Mathematics*, 112(1), 3-1

- Carnevale, A.P., Smith, N., dan Melton, M. 2011. *STEM*. Georgetown University Center On Education and Workforce, (online), (www.georgetown.edu/grad/gppi/hpi/cew/pdfs/stem-complete.pdf). Diakses 5 April 2019.
- Chen, M. (2001). A potential limitation of *embedded-teaching* for formal learning. In J. Moore & K. Stenning (Eds.). *Proceedings of the Twenty-Third Annual Conference of the Cognitive Science Society*. Edinburgh, Scotland: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Greenstein, L. (2012). *Assessing 21st Century skills: A guide to evaluating mastery and authentic learning*. Thousand Oaks, CA: Corwin.
- Kelley, T.R. & J. Geoff. K. (2016). A conceptual for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*, 3(11):1-11.
- Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan (2013). *Panduan Penyusunan Rencana Pelaksanaan Pembelajaran Sekolah Menengah Pertama*. Direktorat Jenderal Pendidikan Dasar dan Menengah dan Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Pertama.
- (2017). *Panduan Penyusunan Rencana Pelaksanaan Pembelajaran Sekolah Menengah Pertama*. Direktorat Jenderal Pendidikan Dasar dan Menengah dan Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Pertama.
- Mayasari, tantri (2014). *Pengaruh Pembelajaran Terintegrasi Science, Teknologi, Engineering Mathematic pada hasil belajar peserta didik*. [online] diakses melalui <https://tantrifisikaku.files.wordpress.com/2015/07/e09makalah-tantri-mayasari.pdf>
- Moore, T., Stohlmann, M., Wang, H., Tank, K., Glancy, A., & Roehrig, G. (2014). Implementation and integration of engineering in K-12 STEM education. In S.
- Purzer, J. Strobel, & M. Cardella (Eds.). *Engineering in Pre-College Settings: Synthesizing Research, Policy, and Practices*. West Lafayette: Purdue University Press.
- Morrison, J. 2006. *TIES STEM Education Monograph Series: Attributes of STEM Education*. Baltimore, MD: TIES.
- Robert, A. dan cantu, D. 2012. *Applying STEM Instructional Strategies to Design and Technology Curriculum*. Department of STEM Education and Professional Studies Old Dominion University. Norfolk, VA, USA.
- Rustaman, N.Y. (2016). *Pembelajaran Sains Masa Depan Berbasis STEM*. Makalah kunci dalam Seminar Nasional Biologi di STIKIP PGRI Sumata barat tanggal 30 April 2016.
- Sanders, M. (2009). STEM, STEM education, STEMmania. *The Technology Teacher*, 68(4), 20–26.
- Wang, H., Moore, T., Roehrig, G., & Park, M. (2011). STEM integration: Teacher perceptions and practice. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*, 1(2), 1-13.
- Williams, J. 2011. STEM Educations: Proceed with caution. *Design and Technology Education. An International Journal* 16 (1): 26-35.