



ANALISIS KRITIS PENDIDIKAN SAINS DI INDONESIA: (Problematika, Solusi dan Model Keterpaduan Sains Dasar)

Ahmad Khoiri^{1)*}, Nasokah²⁾, Tesya Amalia³⁾, Hefi Slamet⁴⁾

^{1,3} Pendidikan Fisika, Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan, UNSIQ Jawa Tengah di Wonosobo

^{2,4} PGMI, Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan, UNSIQ Jawa Tengah di Wonosobo

*akhoiri@unsiq.ac.id

Nomor Handphone: 08562566827

Dikirimkan: 06/05/2020.

Diterima: 12/05/2020.

Dipublikasikan: 30/05/2020.

Abstrak

Pendidikan Sains Indonesia memiliki permasalahan yang kompleks meliputi didaktik, kurikulum, content dan fasilitas yang berbeda dengan negara pendidikan Sains maju. Metode pengumpulan data *library research* dari berbagai sumber *review* untuk mengidentifikasi masalah; solusi atau upaya perbaikan dan model keterpaduan efektif yang direkomendasikan dalam pembelajaran Sains dengan mempertimbangkan kemampuan dan potensi yang dimiliki. Hasil Analisis deskriptif kualitatif menunjukkan: 1) Analisis Kritis pendidikan Sains Indonesia melalui Standar bahan ajar, proses pembelajaran dan penilaian (assessment) sarana laboratorium masih belum optimal dibandingkan negara pendidikan Sains maju. Titik perbandingannya terletak pada orientasi tujuan pembelajaran yang berbeda sehingga cara membelajarkannya baik model, teknik, assessment dan evaluasi berbeda; 2) Analisis SWOT, seperti kesiapan Bahan atau sumber belajar, kebijakan kurikulum, SDM Guru yang professional, dan pembelajaran dengan pendekatan STEM (Science Teknologi, Engineering and Mathematic). Analisis tersebut dapat digunakan sebagai upaya memperbaiki pembelajaran Sains di Indonesia; 3) Model keterpaduan Sains integrated STEM yang direkomendasikan dengan mempertimbangkan kajian literature, potensi dan kondisi Indonesia dapat mewujudkan generasi unggul dalam menghadapi tantangan dan isu-isu global serta dapat bersaing dengan negara pendidikan Sains maju tanpa meninggalkan *living value* Pancasila sebagai ideologi negara.

Kata Kunci: Analisis Kritis, Pendidikan Sains, Model Keterpaduan, STEM

Abstract

Science Indonesia's education has complex problems including didactics, curriculum, content, and facilities that are different from developed science education countries. Research library data collection methods from various review sources to identify problems; solutions or improvement efforts and effective cohesive models recommended in SAINS learning by considering the capabilities and potentials they have. The results of the qualitative descriptive analysis show: 1) Critical Analysis of Indonesian Science education through the standard of teaching materials, learning process, and assessment of laboratory facilities is still not optimal compared to developed science education countries. The point of comparison lies in the orientation of different learning objectives so that the way to teach both models, techniques, assessment, and evaluation is different; 2) SWOT Analysis are the readiness of learning Materials or resources, curriculum policies, professional Teacher and learning with the STEM approach (Science Technological, Engineering, and Mathematics). This analysis can be used as an effort to improve the learning of science in Indonesia; 3) The integrated STEM Science integrated model recommended by considering literature studies, the potential and conditions of Indonesia can create a superior generation is facing challenges and global issues and can compete with advanced science education countries without abandoning Pancasila living values as the state ideology.

Keywords: Critical Analysis, Science Education, Integration Model, STEM

PENDAHULUAN

Indonesia telah menjalankan beberapa kurikulum dalam upaya mencerdaskan kehidupan bangsa sesuai dengan amanat pembukaan Undang-Undang Dasar 1945. Terakhir diterapkan kurikulum yang disebut kurikulum 2013. Penerapan kurikulum 2013 merupakan perubahan yang dilakukan pemerintah dalam rangka menghadapi tantangan zaman dengan era literasi untuk mencari solusi tepat dengan arus globalisasi. Kurikulum dirancang untuk dapat mengantarkan peserta didik menguasai tiga dimensi pengetahuan (sikap, pengetahuan dan keterampilan). Selain itu diharapkan dapat menguasai berbagai keterampilan, 1) kreativitas, 2) produktivitas, 3) kritis, 4) mandiri, 5) kolaboratif, dan 6) komunikatif yang terangkum dalam keterampilan abad 21 siswa yang dibutuhkan [1].

Keterampilan abad 21 siswa sebagai luaran pendidikan Sains Indonesia. Mengkaji pendidikan terintegrasi STEM (Science Technology, Engineering and Mathematic) yang merupakan topik update pada abad 21 dapat digunakan untuk bersaing secara global dan menyelesaikan isu-isu kehidupan melalui literasi STEM [2]. Literasi STEM menunjukkan konsep, prinsip, dan teknik dari Sains, teknologi, rekayasa, dan matematika yang digunakan secara terintegrasi dalam pengembangan produk, proses, dan sistem dalam kehidupan [3].

Rendahnya SDM berdasarkan TIMSS dan PISA [4] disebabkan kurangnya keterampilan karir yang mahir untuk mengisi lapangan kerja. Hal ini dikuatkan oleh [5] dan [6] bahwa Pendekatan STEM terintegrasi dalam pembelajaran berpotensi untuk membekali keterampilan bekerja abad 21 siswa melalui hasil belajar. Berdasarkan hal ini studi analisis kritis pada pendidikan Sains terpadu di Indonesia perlu

diperhatikan mengingat problematika permasalahan yang sangat kompleks.

Tujuan kajian kurikulum Sains adalah untuk mengidentifikasi permasalahan dalam memahami dokumen Standar Isi (KI dan KD mata pelajaran SAINS); pengembangannya sebagai silabus dan RPP; hingga pada pelaksanaannya dalam kegiatan belajar mengajar yang dipengaruhi oleh beberapa *factor* SDM dan fasilitas [7]. Pada akhirnya pendidikan di Indonesia belum dapat berkembang pesat karena: terlalu banyak konten materi yang harus dipelajari sehingga siswakurang fokus dalam belajar. Kompetensi yang diminat oleh siswa sebagian besar belum dapat terakomodir dengan baik karena kurangnya *system* yang mendukung baik SDM maupun fasilitas. Sehingga pada penulisan ini bertujuan untuk mengidentifikasi permasalahan pendidikan Sains di Indonesia meliputi diktatik, kurikulum, content dan fasilitas yang terangkum dalam *system* pendidikan; kemudian solusi alternative yang tepat untuk menjawab permasalahan tersebut; serta model pelaksanaan keterpaduan Sains yang direkomendasikan dengan mempertimbangkan kondisi Indonesia saat ini

METODE

Jenis penelitian kualitatif melalui *library research* dengan memanfaatkan sumber pustaka untuk memperoleh data penelitian Artinya sumber data yang digunakan hanya dibatasi pada bahan-bahan koleksi perpustakaan, tanpa memerlukan riset lapangan. Analisis data menggunakan deskriptif dan *systematic review* yaitu mendeskripsikan segala sesuatu yang berkaitan dengan objek penelitian. Sumber data primer yang digunakan melalui website dari berbagai negara: National science Teacher Assosiation (NSTA) <http://www.nsta.org/> tentang Asosiasi guru sains di Amerika sebagai

pengendali mutu pendidikan di Amerika baik tentang konten, perubahan kurikulum SAINS dan sumber belajar. Selanjutnya Australian Curriculum, Assessment and Reporting Authority (ACARA), www.australiancurriculum.edu.au. tentang Kurikulum Australia ditayangkan secara online untuk memungkinkan semua penduduk melihat apa yang diajarkan di seluruh Australia. Analisis data menggunakan deskriptif kualitatif kemudian dilakukan interpretasi data dan digeneralisasikan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan tujuan penulisan terdiri dari tiga komponen permasalahan yang dianalisis:

Problematika pendidikan Sains, Solusi perbaikan serta model keterpaduan Sains yang direkomendasikan.

1. Problematika Pendidikan Sains di Indonesia

Keterlaksanaan pembelajaran adalah ketercapaian standar isi dibandingkan dengan keadaan ideal. Terdapat kelompok masalah yang nampaknya sulit dilakukan oleh para guru dalam melaksanakan hal-hal di atas. Masalah-masalah tersebut disebabkan oleh beberapa faktor yang dapat dijelaskan melalui tabel 1.

Tabel 1. Analisis kritis guru Sains di Indonesia

Sumber	Fakta permasalahan
[8]	1) Guru sains terpadu masih sedikit jumlahnya, Guru mempunyai latar belakang yang berbeda dengan tugas mengajarnya. 2) Beberapa layanan pelatihan guru tidak efektif. 3) Beberapa guru tidak terbiasa dengan peralatan laboratorium. 4) Fasilitas penunjang pembelajaran yang kurang memadai. 5) Kebijakan resmi (tentang pendidikan dasar dan menengah) belum berafiliasi terhadap rekomendasi Unesco.
[9 – 10]	Kurangnya kompetensi guru disebabkan: 1) Intensitas pelatihan laboratorium untuk guru kurang. 2) Pemahaman guru terhadap konsep dan penggunaan alat laboratorium masih rendah. 3) Guru belum mampu merancang LKS sendiri. 4) Praktikum cukup memakan waktu sedangkan materi Sains cukup padat sehingga guru lebih memilih metode ceramah. 5) Tidak ada laboran yang membantu praktikum
[11 – 12]	Guru dan peserta didik mengalami ketertinggalan penguasaan karena fokus pembelajaran yang tidak terlalu menekankan pada aspek tersebut.
[13]	Minimnya Penggunaan teknologi terutama berkaitan dengan penelusuran sumber-sumber referensi terbaru baik yang bersifat keilmuan terkait ataupun kolaorasi keilmuan yang sedang dipelajari
[14]	Melakukan penelitian bahwa Guru Sains di Kota Banda Aceh belum menerapkan pembelajaran SAINS terpadu. Berdasarkan hasil pengolahan data ditemukan sejumlah kendala: 1) Sarana belajar seperti laboratorium kurang lengkap, 2) motivasi belajar siswa rendah, 3) buku pelajaran yang menunjang PBM kurang tersedia, 4) kompetensi guru yang kurang memadai, sehingga guru mengalami kesukaran dalam mengaitkan konsep antar subdisiplin dalam Sains, 5) rasio antara guru dan siswa rendah, jumlah siswa melampaui kapasistas kelas, 7) alokasi waktu yang tidak efektif. Jam pelajaran yang

tercakup ke dalam bidang kajian Sains berkurang, padahal muatan kurikulum Sains cukup banyak.

Berdasarkan tabel 1, ternyata masalah guru Sains saja sudah sangat kompleks belum ada solusi yang tepat untuk mengatasinya, namun sebagian besar masalah muncul dari temuan masalah berdasarkan pusat kurikulum Indonesia yang disajikan dalam tabel 2 berikut:

Tabel 2. Temuan Masalah Pembelajaran Sains

Sumber Masalah	Uraian
Ruang lingkup Bahan Ajar sains sedikit	<ul style="list-style-type: none"> - Sistematika kurang memenuhi urutan logika yang benar - Kedalaman dan atau keluasan kompetensi/ materi pada beberapa SK/KD kurang jelas. - Distribusi kompetensi/ materi pada setiap semester kurang merata dan kurang sesuai konteks kemampuan/ kebutuhan. - Hubungan antara pernyataan Standar Kompetensi dengan Kompetensi Dasar kurang sesuai. - Penggunaan bahasa yang kurang jelas dan atau kurang konsisten
Proses Pembelajaran belum Sains seutuhnya	<ul style="list-style-type: none"> - Proses pembelajaran menekankan pada pemberian pengalaman langsung, kontekstual dan berpusat kepada siswa, sedangkan guru bertindak sebagai fasilitator. - Minimnya pembelajaran Sains secara inkuiri ilmiah (<i>scientific inquiry</i>) untuk menumbuhkan kemampuan berpikir, bekerja dan bersikap ilmiah serta mengkomuni-kasikannya sebagai aspek penting kecakapan hidup.
Penilaian atau assessment kurang tepat.	<ul style="list-style-type: none"> - penilaian kinerja atau penilaian otentik (<i>authentic assessment</i>) dan pemecahan masalah (<i>problem solving</i>). Penilaian otentik memerlukan bukti langsung dalam penilaian di lapangan atau pada situasi yang sesungguhnya. <i>Problem solving</i> menuntut pembelajaran yang berbeda dengan yang biasa berlangsung di lapangan
Sarana Prasarana dan penggunaannya belum optimal	<ul style="list-style-type: none"> - Keterkaitan dengan sarana yang paling menonjol dalam pembelajaran Sains adalah laboratorium sebagai tempat aktivitas siswa dalam melakukan eksperimen atau penemuan yang sesuai dengan hakikat Sains. - Laboratorium merupakan sarana vital. dalam pembelajaran Sains, tanpa laboratorium aktivitas siswa melakukan praktikum akan terhambat ketika memerlukan alat-alat laboratorium. Hal ini menjadi perhatian bersama bagaimana caranya mengemas pembelajaran yang sesuai dengan hakikat Sains yang sesungguhnya. Namun tidak menutup kemungkinan kurang optimalnya penggunaan pun dapat terjadi atau keterampilan guru yang belum memadai, meskipun terdapat fasilitas yang mendukung pembelajaran Sains.

Selanjutnya mengapa perlu *benchmarking* dan membandingkannya dengan hasil-hasil studi internasional?. Seluruh stakeholders (orangtua, siswa, para pengajar dan pengelola sistem pendidikan perlu mendapat informasi yang cukup tentang seberapa baik sistem pendidikan di negaranya dalam mempersiapkan para siswa untuk dapat bertahan hidup. Asesmen dan evaluasi dibarengi dengan insentif yang tepat dapat memotivasi siswa untuk belajar lebih baik (a), memotivasi guru-guru untuk mengajar secara lebih efektif (b) dan memotivasi sekolah-sekolah

menjadi lingkungan yang lebih mendukung dan lebih produktif (c) Studi komparasi internasional dapat memperluas dan memperkaya gambaran nasional dengan menyiapkan konteks yang lebih luas untuk menafsirkan hasil sebuah negara. Berikut disajikan komparasi negara pendidikan Sains maju dibandingkan dengan Indonesia dalam tabel 3.

Tabel 3. Studi komparasi Pendidikan Sains Indonesia dengan Negara Pendidikan Sains Maju

NO	Aspek yang ditinjau	Indonesia	Amerika Serikat	Australia
1	Filosofi Kurikulum	Pancasila (multidimensi)	Kapitalis menyesuaikan demografi lingkungan sekitar [15]	Essensial berdasarkan kebutuhan siswa. [16]
2.	Aspek	Aspek pedagogik dan aspek didaktis	sekolah diperkenankan mendesain program sesuai petunjuk yang dikeluarkan negara bagian. [17]	Diatur berdasarkan negara bagian territory serta kebijakan dalam across curriculum [18 – 19]
3.	Tujuan kurikulum SAINS	Mengupayakan siswa untuk mencapai kompetensi tertentu	Hidup social, tingkah laku dan penguasaan teknologi. [20]	Kebutuhan esensial siswa yaitu <i>inquiry</i> [21]
4.	Penyusun kurikulum SAINS	KEMENDIKNAS sesuai dengan BSNP untuk sekolah umum, dan dinaungi KEMENAG untuk sekolah berbasis agama	Masyarakat lokal dan negara bagian (states), Pemerintah Daerah (Distrik). [22]	Masing-masing negara bagian mempunyai kebijakan kurikulum terkandung dalam <i>Across Curriculum</i> [21]
5	Konten SAINS	Materi pembelajaran ditentukan oleh sekolah berdasarkan standar kompetensi	kurikulum sangat beragam, disesuaikan dengan keadaan masyarakat dan negara bagian tersebut.	Konten menuju pada kebutuhan esensial siswa

6	Model Pembelajaran SAINS	<i>Discovey Learning</i> , PBL, PjBL, <i>Production Based Training</i> (PBT), Pendekatan Saintifik	A+ <i>Scholarship Program</i> <i>Professional Studies</i> <i>Blended Learning</i> <i>Clasroom Structure</i>	Model Pembelajaran lebih ditekankan pada inquiry (penemuan)
7.	Alokasi Waktu	6-7 jam alokasi waktu	antara 6-7 jam, termasuk makan siang dibagi dalam 4 kuartal @ 9 minggu	6-7 jam dengan waktu part time
8.	Penilaian	kognitif, afektif,	psikomotorik, penilaian menggunakan riset/penelitian	Penilaian berbasis kerja siswa yaitu project
9.	Proses pembelajaran	Guru sebagai fasilitator, Pembelajaran berpusat pada siswa dan berdasar pada kompetensi dasar yang harus dicapai.	Student center, dengan pembelajaran dapat dilakukan dimanapun dan kapan pun. [23]	Penggunaan pendekatan inquiry dalam proses penemuan konsep.
10.	Evaluasi Pembelajaran	UN ujian Nasional	Tidak ada Ujian Nasional persyaratan kompetensi level. [24]	ujian hanya uji Literacy and Numeracy (NAPLAN) [19]

Dari kajian berbagai literatur diperoleh bahwa pendidikan Sains di negara maju mengacu pada keterampilan teknologi bukan pedagogik untuk mendukung persaingan global sehingga pemberlakuan kurikulum di setiap daerah berbeda menyesuaikan demografi lingkungannya dengan beberapa program seperti: *blended learning*, *classroom structure*, *Profesional studies*, *Inquiry*. Sedangkan di Indonesia mengacu pada kerangka kurikulum Nasional, materi Sains yang diajarkan diseluruh daerah adalah sama. Titik perbandingan antar negara terletak pada orientasi tujuan pembelajaran yang berbeda sehingga cara

membelajarkannya baik model, teknik cara *assessment* dan evaluasi berbeda, meskipun beberapa terdapat kemiripan pada adopsi negara Indonesia dengan diberlakukan kurikulum 2013.

2. Solusi perbaikan pendidikan Sains di Indonesia

Upaya untuk memperbaiki berdasarkan masalah menggunakan analisis sederhana SWOT untuk melakukan strategi yang baik melalui: *Strength* (Kekuatan), *Weakness* (Kelemahan), *Opportunities* (Peluang), dan *Threats* (Tantangan).

Tabel 4. Analisis SWOT Pembelajaran Sains

<i>Strength</i>	<i>Weakness</i>	<i>Opportunities</i>	<i>Threats</i>
Filosofi pancasila dalam melakukan kebijakan kurikulum	Nilai-nilai Pancasila dalam pendidikan sebagian besar	Integrasi pembelajaran Sains melalui sikap ilmiah siswa sangat	Tidak semua guru akan menjalankan pembelajran yang

	belum tercermin dalam pelaksanaan pembelajaran	memungkinkan ditumbuhkan	mengorientasikan sikap siswa lebih cenderung tpada aspek kognitif.
Tujuan kurikulum berorientasi kompetensi sehingga akan focus outcome siswa	Kompetensi yang diinginkan dalam kurikulum setiap siswa melihat kondisi siswa	Kompetensi siswa diarahkan pada kebutuhan esensial siswa agar lebih tepat guna	Cara mengetahui kometensi dan kebutuhan siswa terkadang sulit bagi guru
Konten SAINS yang dicantumkan dalam kurikulum sudah jelas	Muatan materi sangat banyak dengan alokasi waktu sedikit	Manajemen waktu dalam menyampaikan materi memerlukan metode belajar yang efektif	Belum semua guru mengetahui cara memilih metode yang efektif dengan mempertimbangkan materi, kondisi siswa dll
Proses penilaian sudah tercantum dengan 3 aspek kognitif, afektif dan psikomotorik	Kebiasaan menilai menggunakan kognitif saja, padahal sikap dan keterampilan sangat penting untuk diukur.	Penilaian berbasis kinerja atau <i>performance</i> sangat dibutuhkan untuk meningkatkan kualitas capaian belajar siswa	Guru lebih kompleks dalam pembelajaran yang tidak hanya mempersiapkan materi namun instrument penilaian yang tepat .
Aktivitas pembelajaran Sains sangat ditentukan melalui proes penemuan/praktikum	Tidak adanya sarana laboratorium yang Mendukung pembelajaran SAINS	Guru dapat menentukan model pembelajaran yang tepat (<i>labotarory virtual</i>)	Bagaimana seorang guru bijaksana dalam menyikapi kurangnya sarana laboratorium namun pembelajaran tetap efektif melalui aktivitas Sains.
Solusi yang hendaknya dilakukan			
Kurikulum SAINS	<ul style="list-style-type: none"> - menekankan pada pembelajaran Sains yang seimbang antara konsep, proses dan aplikasinya; - mengembangkan kemampuan kerja ilmiah yang mencakup proses Sains dan sikap ilmiah; 		
Pembelajaran SAINS	<ul style="list-style-type: none"> - Membelajarkan Sains tidak hanya membelajarkan konsep-konsepnya saja, namun juga disertai dengan pengembangan sikap dan keterampilan ilmiah (domain pengetahuan dan proses kognitif); - Pembelajaran Sains memberikan pengalaman belajar siswa yang bermakna. - merevitalisasi "keterampilan proses Sains" bagi siswa, guru, dan calon guru sebagai misi utama Pembelajaran Sains di sekolah. 		

Sistem Penilaian (Asesmen)	<ul style="list-style-type: none"> - direncanakan untuk mengukur pengetahuan dan konsep, keterampilan proses Sains (KPS) dan penalaran tingkat tinggi (berpikir kritis, logis, kreatif); - menggunakan penilaian portofolio dan <i>asesment</i> kinerja untuk KPS dan kemampuan kerja ilmiah; - mengadopsi bentuk tipe soal serupa dengan PISA dan TIMSS untuk mendorong dalam berkontribusi pada peningkatan literasi Sains siswa dan sekaligus menggali kemampuan berpikir ilmiah, kritis, kreatif, dan inovatif; - menekankan penguasaan konsep tingkat rendah dan tinggi dengan variasi bentuk penilaian (pilihan ganda, pilihan ganda beralasan, uraian terbatas);
Guru dan Steockholder	<ul style="list-style-type: none"> - Guru sebagai tolak ukur keberhasilan belajar siswa harus menguasai kompetensi pedagogic, professional dan sikap. - Guru harus bijaksana dalam menentukan metode belajar dengan mempertimbangkan segala sesuatunya baik materi, kondisi, alat pendukung, sumber belajar dll.
Sarana prasarana (Laboratorium)	<ul style="list-style-type: none"> - Adanya pelatihan guru professional dalam keamhiran menggunakan sarana laboratorium Sains; - Keterbatasan alat tidak jadi hambatan utama dalam melaksanakan pembelajaran Sains; - Adanya laboratorium virtual sebagai salah satu <i>alternative</i> pelaksanaan praktikum.

3. Model Keterpaduan Sains yang direkomendasikan

Mengimplementasikan pembelajaran Sains secara *holistic* dan bermakna, sehingga model keterpaduan yang direkomendasikan penulis adalah model integrasi (*integrated*), alasannya integrase multidisiplin ilmu adalah jawaban dari tantangan global di Indonesia. Tidak cukup hanya menguasai satu disiplin ilmu saja, namun keterkaitan ilmu dengan yang lain menjadi senjata untuk menyelesaikan isu-isu global. Sebelum menentukan model keterpaduan yang diimplementasikan pada pembeajaran Sains di Indonesia, penulis menjabarkan melalui kegiatan literature review dari model integrasi STEM yang ditawarkan.

3.1. Analisis kritis literature Pembelajaran Sains pada implementasi integrasi STEM

Kajian literature bertujuan untuk memetakan hasil riset dari berbagai negara untuk mengetahui implementasi STEM dalam pembelajaran Sains yang dapat digunakan untuk memecahkan solusi kritis Sains di Indonesia [25]. Berdasarkan metode penelitian diperoleh 9 (sembilan) artikel yang dianalisis dan disintesis dengan beberapa kategori yaitu: Jenis kompetensi siswa belajar STEM terintegrasi keseluruhan atau sebagian. Selanjutnya untuk mengetahui informasi keberhasilan belajar melalui STEM terintegrasi dapat disajikan dalam tabel 5 berikut:

Tabel 5. Rekapitulasi 9 Hasil Systematic Review Implementasi Integrasi STEM

Kode Sumber Data	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
A-1 [26]	<i>Mixed Methode</i> melalui data survei yang dianalisis secara deskriptif	STEM dapat memberikan pemahaman siswa secara utuh karena pembelajaran yang berorientasi secara regulasi STEM
A-2 [27]	Kuantitatif dengan pre-post experiment desain	Pembelajaran STEM-PjBL melalui kegiatan menggabungkan konsep-konsep ilmiah dan matematika menjadi bermakna, sehingga dapat meningkatkan minat atau perhatian siswa dan pemahaman siswa
A-3 [28]	Mixed methode dengan analisis co variate dan regresi.	Pembelajaran berbasis proyek menunjukkan adanya dampak positif pada retensi dan kinerja siswa di bidang STEM dengan mengendalikan gender, major, semester berdiri, ras, dan kinerja sebelumnya. Dimana kinerja akademik siswa STEM dan Non STEM mengalami perbedaan yang signifikan.
A-4 [29]	Deskriptif kuantitatif	Pembelajaran proyek menyediakan peneliti mahasiswa termotivasi untuk menyelesaikan pekerjaan secara independen dan pengalaman belajar mandiri di bidang STEM.
A-5 [30]	Mixed Methode (Kualitatif dengan survei dan Kuantitatif dengan analisis <i>Chi Square</i> dan <i>Cronboach</i>).	Keterlibatan STEM yang mempunyai banyak disiplin ilmu membuat <i>Self Efficacy</i> siswa sangat diperlukan. Selanjutnya Motivasi ditandai dengan <i>self efficacy</i> siswa melalui pembelajaran STEM.
A-6 [31]	Deskriptif Kuantitatif dengan Penelitian perbandingan tiga kelompok data (<i>three group Comparison</i>)	Kemampuan memecahkan masalah dalam menyelesaikan kegiatan proyek dalam belajar
A-7 [32]	Kualitatif dengan literature review	Menumbuhkan motivasi belajar siswa karena pembelajaran yang berorientasi penemuan sehingga siswa tertarik dengan kegiatan tersebut.
A-8 [33]	Kuantitatif dengan membandingkan menghubungkan variable dan mengumpulkan data dengan cara <i>cross-</i>	Hasilnya terungkap bahwa motivasi diri ditemukan paling berpengaruh pada faktor minat siswa menjadi alasan

	<i>sectional survey</i>	paling penting untuk minat dalam karir STEM siswa Amerika dan Turki.
A-9 [34]	Kuantitatif dengan analisis <i>multivariate</i> dan survei	STEM berkontribusi untuk menumbuhkan Kreativitas siswa. Kreativitas siswa dalam pembelajaran STEM dapat dibangun melalui kegiatan proyek yang menuntut ide-ide baru yang dapat menyelesaikan permasalahan dalam belajar.

Kompetensi belajar dengan model terintegrasi dalam bidang STEM baik keseluruhan atau sebagian. Berdasarkan hasil penelitian [35 – 37] mengungkapkan adanya peningkatan hasil belajar dan ketekunan belajar dengan pembelajaran STEM terintegrasi *Science and Mathematic* (S-E) yang dikuatkan oleh [37] Adanya perbedaan hasil belajar antara *Science Mathematic* (S-M), *Science Technology* (S-T), *Tecnology Mathematic* (T-M). Kompetensi siswa yang ditemukan dalam jurnal

yang dikaji terdapat berbagai jenis hasil belajar pada tabel 6 berikut:

Tabel 6. Jenis Kompetensi siswa dalam Implementasi Integrasi STEM

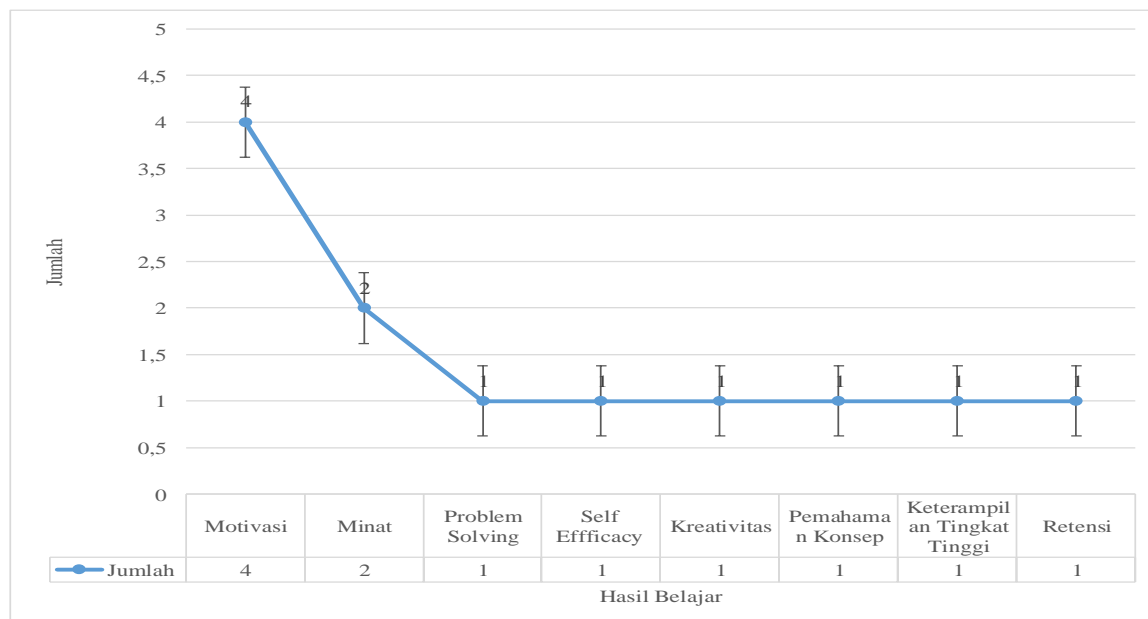
Kode	Sumber Data	Kompetensi siswa							
		B-1	B-2	B-3	B-4	B-5	B-6	B-7	B-8
A-1	[26]						X		
A-2	[27]		X					X	
A-3	[28]								X
A-4	[29]	X							
A-5	[30]	X			X				
A-6	[31]			X					
A-7	[32]	X							
A-8	[33]	X	X						
A-9	[34]					X			

Keterangan

Kode	Kompetensi siswa
B-1	Motivasi
B-2	Minat
B-3	Problem Solving
B-4	Self Efficacy
B-5	Kreativitas
B-6	Pemahaman Konsep
B-7	Keterampilan Tingkat Tinggi
B-8	Retensi

Berdasarkan Tabel 6 menunjukkan adanya 8 jenis kompetensi siswa berupa: 4 Motivasi belajar (4 B-1), 2 Minat belajar (2 B-2), 1 *problem solving* (1 B-3), 1 *Self Efficacy* (1-B-4), 1 Kreativitas (1 B-5), 1 Pemahaman Konsep (1B-6), 1

Keterampilan tingkat Tinggi (1 B-7) dan 1 Retensi siswa (1 B-8), yang dapat disajikan dalam gambar 1 berikut:



Gambar 1. Temuan 12 jenis kompetensi siswa dari 9 Penelitian

Berdasarkan Tabel 6 menunjukkan keberhasilan belajar STEM tidak hanya berupa motivasi dan ketertarikan siswa [29 – 30] namun keterampilan berpikir tingkat tinggi juga ditunjukkan dari hasil penelitian [38] tentang menghasilkan berpikir kreatif dan mandiri oleh [40]. [41] menghasilkan keterampilan problem solving. Artinya dengan STEM dapat mempengaruhi hasil belajar bukan hanya pemahaman saja namun keterampilan berpikir tingkat tinggi (HOTS) siswa yang dapat digali melalui karakteristik STEM itu sendiri sebagai alat untuk mengatasi masalah dalam kehidupan secara global dengan berbagai situasi.

STEM terintegrasi PjBL berbasis proyek dSainsndang lebih efektif dalam mempengaruhi hasil belajar siswa [26, 29, 30, 31] dan [42] Dari ke-8 jenis hasil belajar motivasi mempunyai keterlibatan belajar paling banyak dibandingkan dengan yang lain,

menunjukkan adanya kontribusi besar pada pembelajaran STEM-PjBL dalam meningkatkan motivasi siswa. Motivasi diri juga sangat berpengaruh pada minat siswa atau ketertarikan siswa pada pembelajaran. Kegiatan yang ditawarkan pada siswa berorientasi penemuan sehingga siswa akan belajar sendiri dan mandiri.

[41] bahwa Kemampuan memecahkan masalah dalam belajar bermakna sangat diperhitungkan, tanpa kemampuan yang bagus siswa tidak akan berhasil dalam mencapai hasil belajarnya, selanjutnya diperlukan ide-ide kreatif dalam menyelesaikan permasalahan yang ada [40] Ketika pembelajaran bermakna siswa terlibat langsung diasumsikan siswa akan dapat mempertahankan retensi dan pemahaman konsep siswa meningkat. Orientasi kegiatan pembelajaran STEM-PjBL yang menekankan pada kegiatan proyek dengan tools pembelajaran melalui 4 disiplin ilmu yang sangat

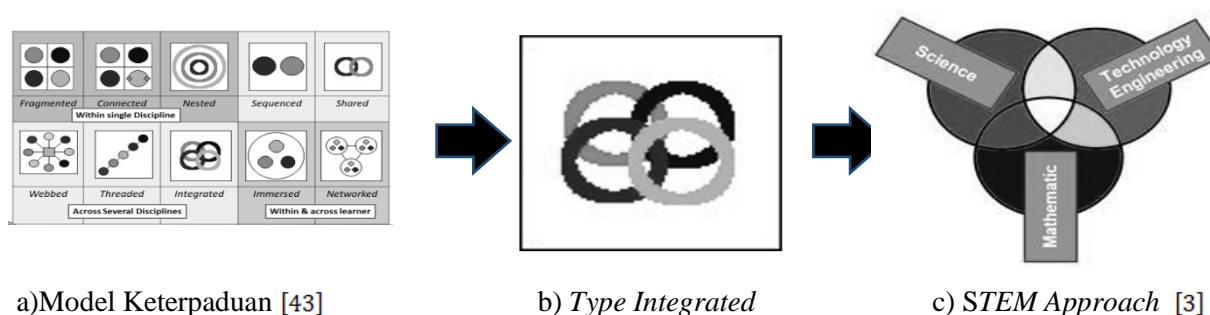
komprehensif diperlukan keterampilan berpikir tingkat tinggi (High Order Thinking Skills) dalam setiap aktivitas pembelajaran untuk mencapai tujuan Pendidikan STEM. Tujuan STEM yaitu menjadikan lulusan STEM yang siap untuk bekerja dengan segala keterampilan mahir. Tanpa HOTS akan sulit diraih kemampuan kerja yang professional. Namun hal ini juga tidak cukup dengan mengandalkan keterampilan berpikir saja, *self efficacy* diri siswa harus digali dan dialtih agar siswa mempunyai keyakinan diri yang baik.

Berdasarkan kajian literature dapat direkomendasikan bahwa Implementasi Pembelajaran STEM terintegrasi dapat mengukur kompleksitas kompetensi siswa yang tidak bersebrangan dengan nilai-nilai Pancasila dan sangat sesuai dengan tujuan kurikulum 2013 serta menjawab dari permasalahan pembelajaran sains di Indonesia. Pendidikan STEM perlu menjadi kerangka-rujukan bagi proses pendidikan di Indonesia ke depan.

3.2. Model Integrasi (Integrated)

Berdasarkan *literature review* dari implementasi Integrasi STEM-PjBL dapat dipertimbangkan model keterpaduan yang

direkomendasikan adalah model *integrated*, karena konsep-konsep dalam KD Sains memiliki karakteristik yang berbeda-beda, sehingga memerlukan model yang sesuai agar memberikan hasil yang optimal [43] dengan mengasumsikan ciri-ciri keterpaduan meliputi: *Holistik yaitu* Suatu peristiwa yang menjadi pusat perhatian, dikaji dari beberapa bidang studi sekaligus untuk memahami suatu fenomena dari segala sisi. *Bermakna*, Keterkaitan antara konsep menambah kebermaknaan konsep yang dipelajari dan diharapkan siswa mampu menerapkannya untuk memecahkan masalah nyata di dalam kehidupannya. *Aktif*, Pembelajaran terpadu dikembangkan melalui pendekatan *discovery-inquiry* siswa terlibat secara aktif dalam proses pembelajaran.



Gambar 2. Model Keterpaduan Sains pada *STEM Integrated*

Model integrated merupakan pemaduan sejumlah topik dari mata pelajaran yang berbeda, tetapi esensinya sama dalam sebuah topik tertentu. Pendekatan *integrated*, dimana setiap bidang STEM diajarkan seolah-olah terintegrasi dalam satu subjek [44] Pendidikan STEM

Terwujud dalam situasi tertentu ketika pembelajaran Sains atau matematika melibatkan aktivitas pemecahan masalah otentik dalam konteks sosial, kultural, dan fungsional [4] yang juga dikuatkan oleh [45] bahwa pembelajaran berbasis masalah dapat menumbuhkan sikap

ilmiah dan kreativitas siswa. STEM juga bagian dari media audio visual yang dapat memberikan dampak pada keefektifan hasil belajar sains siswa [46].

PENUTUP

Analisis Kritis pendidikan sains di Indonesia melalui Standar Bahan ajar, proses pembelajaran dan penilaian (*assessment*) sarana laobarorium masih belum optimal dibandingkan negara pendidikan Sains maju. Titik perbandingan dengan negara maju terletak pada orientasi tujuan pembelajaran yang berbeda sehingga cara membelajarkannya baik model, teknik, Waktu, assessment dan evaluasi berbeda.

Upaya memperbaiki pembelajaran sains di Indonesia melalui Analisis SWOT adalah kesiapan Bahan atau sumber belajar, kebijakan kurikulum, SDM Guru yang professional serta fasilitas yang memadai melalui pendekatan STEM (Science Teknologi, Engineering and Mathematic).

Model keterpaduan sains integrated STEM yangng direkomendasikan dengan mempertimbangkan kajian literature, potensi dan kondisi Indonesia yang dapat mewujudkan generasi unggul dalam menghadapi tantangan dan isu-isu global.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih ditujukan kepada Tim Penelitian Dosen Program Studi Pendidikan Fisika dan Pendidikan Guru Madrasah Ibtidaiyah serta tim mahasiswa yang telah menyelesaikan tugas penelitian dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kurikulum, P., Pengembangan, B. P. D., & Nasional, D. P. 2007. Naskah Akademik Kajian Kebijakan Kurikulum SMK. Departemen Pendidikan Nasional: Badan Penelitian dan Pengembangan.
- [2] Hanover Research. 2011. K-12 STEM education overview.
- [3] Bybee, R. W. 2013. *The case for STEM education: Challenges and opportunity*. Arlington, VI: National Science Teachers Association (NSTA) Press.
- [4] Roberts, A. 2012. A justification for STEM education. *Technology and Engineering Teacher*, 74 (8), 1-7.
- [5] Apedoe, X. S., Reynolds, B., Ellefson, M. R., & Schunn, C. D. (2008). Bringing engineering design into high school science classrooms: The heating/cooling unit. *Journal of science education and technology*, 17(5), 454–465.
- [6] Cachaper, C., Spielman, L. J., Soendergaard, B. D. Dietrich, C. B. Rosenzweig, M., Tabor, L., & Fortune, J. C. (2008). Universities as Catalysts for Community Building among Informal STEM educators: The Story of POISED. *American Educational Research ssociation Conference*, New York, New York.
- [7] Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia No. 104 Tahun 2014 tentang Penilaian Hasil Belajar Oleh Pendidik Pada Pendidikan Dasar dan Pendidikan Menengah.
- [8] Unesco. (1990). *New Trends in Integrated Science Teaching. Volume VI*. 7 Place de Fontenoy, 75700 Paris: Published in 1990 by the United Nations Educational,

- Scientific and Cultural Organization. ISBN 92-3-102665-8.
- [9] Jamaludin, Kade dan Nurjanah. (2015). Analisis Pelaksanaan Praktikum Menggunakan KIT SAINS Fisika di SMP Sekecamatan Donggala. *Ejournal Pendidikan Fisika Tadulako. Vol.3 No.1 (2015)*. 23-38.
- [10] Yennita, Sukmawati & Zulirfan. (2012). Hambatan Pelaksanaan Praktikum SAINS Fisika yang Dihadapi Guru SMP Negeri di Kota Pekanbaru. *Jurnal Pendidikan Universitas Riau. Volume 3 No.1.2012*, 1-11
- [11] Hapsari, R. (2017). Perbedaan Pendidikan Negara Indonesia dengan Negara Lain. Retrieved January 2, 2019, from <https://renihapsari13.wordpress.com/2017/07/22/perbedaan-pendidikan-negara-indonesia-dengan-negara-lain/>.
- [12] Wiryanti, S. P. (2017). Studi Perbandingan Kurikulum Indonesia Dengan Negara Lain. Retrieved January 2, 2019, from <http://subjekbelajar.blogspot.com/2017/06/studi-perbandingan-kurikulum-indonesia.html>.
- [13] Taho, F. (2013). Perbandingan Kurikulum Indonesia, Malaysia, dan Korea Selatan. Retrieved January 2, 2019, from <http://dokumenbelajarku.blogspot.com/>
- [14] Soewarno, S dan A. Hidayat. (2012). Implementasi Pembelajaran SAINS Terpadu di SMP Kota Banda Aceh. *Jurnal Pendidikan Serambi Ilmu. Hal 41-45. Volume 12 No.1 Juli 2012*.
- [15] Langton, K. P., & Jennings, M. K. (1968). *Political socialization and the high school civics curriculum in the United States*. American political science review, 852-867.
- [16] Acara. (2012). The shape of Australian Curriculum Version 4.0.
- [17] Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia No. 104 Tahun 2014 tentang Penilaian Hasil Belajar Oleh Pendidik Pada Pendidikan Dasar dan Pendidikan Menengah.
- [18] Acara. (2013). *Curriculum desain paper version 3.1*, Sydney, Acara, 2013 Sydney.
- [19] Acara. (2014). The Australian Curriculum Version 7.2.
- [20] Rasinen, A. (2003). *An Analysis of the Technology Education Curriculum of Six Countries*. Journal of Technology Education, 31-47.
- [21] Melbourne Declaration on Educational Goals for Young Australians December 2008.
- [22] Park Hill School District Program Teaching And Learning. (2017). US Kingdom.
- [23] Bahri. 2015. Pendidikan sejarah di Amerika Serikat. *Jurnal Pendidikan Sejarah. Vol 4. No. 1 Januari 2015*. 69-82. ISSN 2301-461X. Universitas Negeri Jakarta
- Bybee, R. W. 2013. *The case for STEM education: Challenges and opportunity*. Arlington, VI: National Science Teachers Association (NSTA) Press.
- [24] Imas Kurinarsih dan Berlin Sani. 2014. Implementasi Kurikulum 2013 Konsep dan Penerapan. Kata Pena. Surabaya.
- [25] Khoiri A, Sunarno, W. (2018) Vol. IV No. 02, September 2018. Pendekatan Etnosains Dalam Tinjauan Fisafat (Implementasi Model Pembelajaran STEM: Science, Technology, Engineering, and Mathematic. *Spektra: Jurnal Kajian Pendidikan Sains*, 4 (02): 145-1523.

- [26] Lawanto O, Deborah Butler, Sylvie C. Cartier, Harry B. Santoso, Wade Goodridge, Kevin N. Lawanto, David Clark. (2013) Pattern of Task Interpretation and Self-Regulated Learning Strategies of High School Students and College Freshmen during an Engineering Design Project. *Journal of STEM Education*. 14(4), 15-27.
- [27] Riskowski, J. L., Todd, C. D., Wee, B., Dark, M., & Harbor, J. (2009). Exploring the effectiveness of an interdisciplinary water resources engineering module in an eighth grade science course. *International Journal of Engineering Education*, 25(1), 181–195.
- [28] Windsor. A, Anna Bargagliotti, Rachel Best, Donald Franceschetti, John Haddock, Stephanie Ivey, David Russomanno. (2015). Increasing Retention in STEM: Results from a STEM Talent Expansion Program at the University of Memphis. *Journal of STEM Education*. 16 (2), 11-19.
- [29] Zhan. W. (2014). Research Experience for Undergraduate Students and its Impact on STEM Education. *Journal of STEM Education*. 15(1), 32-38.
- [30] Icel. M and Davis, M (2018), Stem Focused High School And University Partnership: Alternative Solution For Senioritis Issue And Creating Students' Stem Curiosity. *Journal of STEM Education*. 19(1), 14-22.
- [31] Fox G. A. Scott Campbell, Arcadii Grinshpan, Xiaoying Xu, John Holcomb, Catherine Bénéteau, Jennifer E. Lewis, Kandethody Ramachandran. (2017). Implementing Projects in Calculus on a Large Scale at the University of South Florida. *Journal of STEM Education*. 18(3), 30-38.
- [32] Krehbiel. D and Jon K. Piper. (2017). Recruiting STEM Students with Brief Summer Research Experiences: An Opportunity for Colleges and Their Alumni. *Journal of STEM Education*. 18(4), 17-24.
- [33] Bahar, A. and Tufan Adiguzel. (2016). Analysis of Factors Influencing Interest in STEM Career: Comparison between American and Turkish High School Students with High Ability. *Journal of STEM Education*. 17(3), 64-69.
- [34] Knezek, G, Rhonda Christensen, Tandra Tyler-Wood, David Gibson (2015). Gender Differences in Conceptualizations of STEM Career Interest: Complementary Perspectives from Data Mining, Multivariate Data Analysis and Multidimensional Scaling. *Journal of STEM Education*. 16(4), 13-19.
- [35] Koch R, Koch. R, J. Kucsera, K. B. Angus, K. Norman, E. Bowers, P. Nair, H. S. Moon, A. Karimi, and S. Barua. (2018), Enhancing Learning Power through First-Year Experiences for Students Majoring in STEM Disciplines. . *Journal of STEM Education*. 19(1), 22-30.
- [36] Williams T.O.Jr. Jeremy, V. Ernst Toni, Marie Kau. (2015). Special Populations At-Risk for Dropping Out of School: A Discipline-Based Analysis of STEM Educators. *Journal of STEM Education*. 16 (1), 41-45.
- [37] Petros J. Katsioloudis . (2017). Impacts of Effective Temperature on Sectional View Drawing Ability and Implications for Engineering and Technology Education Students. *Journal of STEM Education*. 18(2), 17-22.

- [38] Ernst J. V. Thomas O. Williams Aaron C. Clark Daniel P. Kelly Kevin Sutton. (2018). K-12 STEM Educator Autonomy: An Investigation of School Influence and Classroom Control. *Journal of STEM Education*. 18(5), 5-9.
- [39] Kashyap U and S. Mathew. (2017) Corequisite Model: An Effective Strategy For Remediation In Freshmen Level Quantitative Reasoning Course. *Journal of STEM Education*. 18(2), 23-29.
- [40] Nugent, G., Barker, B., Grandenett, N., & Adamchuk, V. (2010). Impact of Robotics and Geospatial Technology Interventions on Youth STEM Learning and Attitudes. *Journal of Research on Technology in Education*, 42.
- [41] Moaveni .S and Karen C. Chou. (2016). Using the Five Whys Method in the Classroom: How to Turn Students into Problem Solvers. *Journal of STEM Education*. 17(4), 35-41.
- [42] Mativo J.M., Roger B. Hill, Paul W. (2013). Godfrey Effects of Human Factors in Engineering and Design for Teaching Mathematics: A Comparison Study of Online and Face-to-Face at a Technical College. *Journal of STEM Education*. 14(4), 36-44.
- [43] Fogarty, R. (1991). *How to integrate the curricula*. Palatine: IRI/Skylight Publishing, Inc.
- [44] Asmuniv. 2018. Pendekatan Terpadu Pendidikan STEM Upaya Mempersiapkan Sumber Daya Manusia Indonesia Yang Memiliki Pengetahuan Interdisipliner Dalam Menyosong Kebutuhan Bidang Karir Pekerjaan Masyarakat Ekonomi ASEAN (MEA). Widyaiswara PPPPTK-Malang. Online.
- [45] Jumini, S. (2016). *Problem Based learning* berbasis inquiry ditinjau dari sikap ilmiah dan kreativitas mahasiswa. *Spektra: Jurnal Kajian Pendidikan Sains*, 2(01), 10-19.
- [46] Firdaus, F. (2016). Efektivitas Penggunaan Media Audio-Visual Dalam Pembelajaran Sains. *SPEKTRA: Jurnal Kajian Pendidikan Sains*, 2(01), 46-54.