



Tersedia online di EDUSAINS
Website: <http://journal.uinjkt.ac.id/index.php/edusains>
EDUSAINS,14(1), 2022, 14-23



Research Artikel

PROFIL KESIAPAN SEKOLAH SMA NEGERI KOTA BOGOR DALAM MENERAPKAN PENDIDIKAN STEM (*SCIENCE, TECHNOLOGY, ENGINEERING, MATHEMATIC*)

PROFILE OF SCHOOL READINESS IN APPLYING STEM (SCIENCE, TECHNOLOGY, ENGINEERING, MATHEMATIC) EDUCATION

Yanti Herlanti^{1*}, Uswatun Amalia², Ai Nurlela³

¹ Program Studi Tadris Biologi, Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan, UIN Syarif Hidayatullah Jakarta, Indonesia

^{2,3} Program Studi Tadris Fisika, Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan, UIN Syarif Hidayatullah Jakarta, Indonesia

yantiherlanti@uinjkt.ac.id

Abstract

STEM knowledge and skills are needed by students in order to survive in the era of the industrial revolution 4.0. This study aims to determine the level of readiness of public high schools in Bogor City in implementing STEM education. Descriptive research with survey method with stratified sample selection. The number of samples is three principals, nine science teachers, and 75 students. The research instrument was in the form of a questionnaire assessing readiness from aspects of the curriculum, supporting extracurriculars, admission selection, and STEM supporting facilities as well as students' interest in STEM. Data analysis uses a modified readiness score according to Aydin & Tascy (2005). The findings of the study show that public high schools in the city of Bogor are ready to implement STEM education. Readiness to apply STEM education is shown by the Principal. Students also showed readiness to apply STEM education, but needed a little improvement. As for the teacher, it shows unpreparedness and needs improvement.

Keywords: *Industrial Revolution 4.0, School readiness, STEM education.*

Abstrak

Pengetahuan dan keterampilan STEM diperlukan peserta didik agar dapat bertahan pada era revolusi industry 4.0. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat kesiapan sekolah SMA Negeri di Kota Bogor dalam menerapkan pendidikan STEM. Penelitian deskriptif dengan metode survei dengan pemilihan sampel secara stratafikasi. Jumlah sampel adalah tiga orang kepala sekolah, sembilan orang guru Sains, dan 75 orang peserta didik. Instrumen penelitian berupa angket menilai kesiapan dari aspek kurikulum, ekstrakuruler penunjang, seleksi masuk, dan fasilitas penunjang STEM serta minat peserta didik terhadap STEM. Analisis data menggunakan skor kesiapan menurut Aydin & Tascy (2005) yang telah dimodifikasi. Temuan penelitian menunjukkan SMA Negeri di Kota Bogor siap menerapkan pendidikan STEM. Kesiapan penerapan pendidikan STEM ditunjukkan oleh Kepala Sekolah. Peserta didik pun menunjukkan kesiapan penerapan pendidikan STEM, namun perlu sedikit peningkatan. Adapun dari guru, menunjukkan ketidaksiapan dan perlu peningkatan.

Kata Kunci: Kesiapan sekolah; pendidikan science technology engineering mathematics; revolusi Industri 4.0.

Permalink/DOI: <http://doi.org/10.15408/es.v13i2.25541>

How To Cite: Yanti, H., Amalia, U., Nurlela, A. (2022). Profil Kesiapan Sekolah Sma Negeri Kota Bogor Dalam Menerapkan Pendidikan STEM (*Science, Technology, Engineering, Mathematic*). *EDUSAINS*, 14 (1) : 14-23.

*Corresponding author

Received: 05 April 2022; Revised: 21 May 2022; Accepted: 15 July 2022

EDUSAINS, p-ISSN 1979-7281 e-ISSN 2443-1281

This is an open access article under CC-BY-SA license (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>)

PENDAHULUAN

Pendidikan menyesuaikan dengan revolusi industri 4.0 menjadi fokus berbagai negara. Revolusi industri 4.0 dibangun atas landasan revolusi 3.0 yaitu membangun otomatisasi produksi menggunakan teknologi elektronika dan informasi. Revolusi industri 4.0 membangun digitilisasi, ditandai dengan tipisnya batas-batas antara bidang fisika, digital, dan biologi (Schwab, 2016). Akibat revolusi industri 4.0 yaitu masifnya otomatisasi mesin dan digitalisasi, maka akan hilang pekerjaan-pekerjaan yang biasa dilakukan oleh manusia. Digitilisasi bank di Amerika Serikat dengan pemberlakuan sistem bank online, telah memberhentikan 48.000 teller bank. Karnawati memprediksi digitalisasi terlihat pada lima tahun mendatang, ada 35% pekerjaan yang dipelajari di perguruan tinggi akan hilang, pada sepuluh tahun mendatang, ada 75% pekerjaan akan hilang (Karnawati, 2017). Prediksi ini diperkuat oleh hasil studi Manyika pada tahun 2011 di Paris, kehadiran internet telah menghilangkan 500.000 pekerjaan, namun juga menciptakan 1,2 juta pekerjaan baru (Manyika J, 2017).

Pengetahuan dan keterampilan *Science Technology Mathematic Engineering* (STEM) memberikan kontribusi yang tinggi terhadap pekerjaan-pekerjaan teknologi digital. Sebanyak 75% pekerjaan disediakan bagi pekerja yang memiliki pengetahuan dan keterampilan STEM (Makgato, 2020). Namun, sistem pendidikan tidak mengikuti perubahan sifat pekerjaan. Survei pada para pengusaha menunjukkan 60% lulusan tidak siap untuk dunia kerja, salah satu kesenjangan pada keterampilan teknis STEM (Manyika J, 2017). Hal yang sama dikemukakan oleh Schlosser, NcAree, & Mohtadi survei terhadap 300 pekerja di Inggris, menyatakan terjadi kesenjangan antara harapan pengusaha dan keterampilan lulusan, sehingga Inggris harus berinvestasi lebih banyak dalam pendidikan STEM (Schlosser et al., 2014).

Pendidikan STEM penting diterapkan untuk mengatasi kesenjangan antara mutu lulusan dan kebutuhan industri. Pendidikan STEM tidak hanya diterapkan pada jenjang pendidikan tinggi, berbagai pihak mendorong dilakukan pada level pendidikan menengah dan dasar. National Science Teacher Association disingkat NSTA (2020) mendorong

pendidikan STEM untuk pencapaian pengetahuan dan keterampilan STEM pada jenjang pendidikan dasar dan menengah. Pendidikan STEM bertujuan agar semua siswa belajar menerapkan konten dasar dan praktik disiplin STEM ke situasi yang mereka hadapi dalam kehidupan atau dengan kata lain tujuan pendidikan STEM adalah literasi STEM (Bybee, 2013).

Berbeda dengan pendidikan tinggi, yang mempersiapkan pendidikan STEM untuk keperluan industri, pada tingkat pendidikan dasar dan menengah STEM difokuskan pada literasi. Bybee (2013) menjelaskan literasi STEM mengacu pada kemampuan individu yang meliputi: a) pengetahuan, sikap, dan keterampilan untuk mengidentifikasi pertanyaan dan masalah dalam situasi kehidupan, menjelaskan alam dan dunia yang dirancang, dan menarik kesimpulan berbasis bukti tentang masalah terkait STEM; b) pemahaman tentang fitur karakteristik disiplin STEM sebagai bentuk pengetahuan manusia, penyelidikan, dan desain; c) kesadaran tentang bagaimana disiplin STEM membentuk lingkungan material, intelektual, dan budaya; d) kesediaan untuk terlibat dalam isu-isu terkait STEM dan dengan ide-ide sains, teknologi, teknik, dan matematika sebagai warga negara yang konstruktif, peduli, dan reflektif.

Amerika serikat adalah negara pelopor yang mendorong pendidikan STEM pada tingkat pendidikan dasar dan menengah. Sejak tahun 1990-an beberapa guru Amerika telah melakukan berbagai uji coba pendidikan STEM (Kelley & Knowles, 2016). Harland (2011) membukukan praktik-pratik terbaik STEM yang dilakukan oleh guru-guru di Amerika. Praktik baik ini memberikan gambaran tentang desain pembelajaran STEM, yang mana peserta didik tidak lagi fokus pada menghafal tetapi pada mengidentifikasi masalah dan menemukan cara untuk memecahkan masalah tersebut (Harland, 2011). Desain pembelajaran STEM yang melibatkan siswa dengan keterampilan penyelidikan yang sama yang digunakan oleh para profesional STEM. Praktik baik guru-guru telah mendukung peserta didik mempraktikkan keterampilan merancang dan melakukan eksperimen serta menganalisis dan mempresentasikan temuan mereka. Wojnowski &

Pea (2014) merangkum berbagai model dan pendekatan pengembangan profesi STEM pada beberapa negara bagian di Amerika. Model dan Pendekatan Pengembangan Profesional STEM menjadikan arahan untuk mengelola perubahan yang diperlukan dalam penerapan standar baru dibutuhkan untuk mencapai Next Generation Science Standards (NGSS) (Wojnowski & Pea CH, 2014).

Pendidikan STEM telah dilakukan di berbagai negara seperti Australia, China, Perancis, Korea Selatan, Taiwan, dan Inggris (Freeman et al., 2019). Pada saat ini di negara-negara ASEAN termasuk di Indonesia mulai mengenal STEM melalui kerjasama USAID (United States Agency for International Development). Berdasarkan laporan Sudiono (2015) USAID telah membantu pembelajaran STEM dengan menyediakan program smart lab dan pelatihan guru (Sudiono, 2015). Kementrian pendidikan dan kebudayaan (2020), juga membuat Ki Hajar STEM (Kita harus belajar Science Technology Mathematics Engineering) sebagai wadah bagi peserta didik dalam menyelesaikan proyek berbasis STEM melalui penggunaan teknologi dan informasi (Kemendikbud, 2020).

Penerapan STEM di berbagai sekolah Indonesia baru terbatas pada pendekatan yang memotivasi guru membelajarkan STEM di kelas dan memotivasi peserta didik membuat proyek berbasis STEM. Dalam Penerapan STEM di Indonesia, STEM diimplementasikan dalam pembelajaran berupa pendekatan pembelajaran atau diintegrasikan dengan model Project Based Learning (PjBL STEM) (Fathoni et al., 2020). Kajian ini memperkuat bahwa penerapan masih parsial berupa pendekatan pembelajaran di kelas belum holistik berupa pendidikan STEM yang meliputi kurikulum kurikuler, intrakurikuler dan ekstrakurikuler. Hal ini diperkuat pula oleh Winarni, Zubaidah, & Koes (2016) menyatakan Indonesia belum menerapkan pendidikan STEM hanya baru menggunakannya sebagai pendekatan dalam pembelajaran, hal ini terlihat dari kurikulum 2013 yang hanya memunculkan mata pelajaran sains dan matematika, sedangkan teknologi dan Teknik hanya minor bahkan tidak ada. Namun bukan berarti pendidikan STEM tidak dapat

dilakukan di Indonesia, dengan model kurikulum terpadu atau embedded STEM tetap dapat dilakukan tanpa mengubah struktur kurikulum (Winarni et al., 2016).

Berdasarkan fenomena pentingnya STEM, dan peluang penerapan pendidikan STEM di Indonesia. Maka peneliti mengkaji lebih dalam kesiapan pendidikan STEM di sekolah, terutama di Kota Bogor.

Tujuan dari penelitian ini adalah mendapatkan profil kesiapan Sekolah Menengah Atas dalam menerapkan pendidikan STEM dengan fokus pada wilayah Kota Bogor. Profil kesiapan sekolah menerapkan STEM ini akan memberikan informasi awal untuk pengambil kebijakan di lingkungan kemendikud untuk merancang pelatihan atau proses sosialisasi yang berkelanjutan pendidikan STEM. Upaya mengedukasi seluruh komponen (guru, kepala sekolah, peserta didik) berimplikasi pada penyiapan sumber daya manusia/peserta didik yang siap menghadapi tantangan revolusi industri 4.0.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kuantitatif. Penelitian ini dilaksanakan pada tahun 2019. Populasi penelitian adalah seluruh SMA Negeri Kota Bogor. Penelitian ini menggunakan teknik stratified sampling, pemilihan sampel berdasarkan nilai UN SMAN Kota Bogor Tahun 2019 dipilih satu sekolah tiap kelompok. Tabel 1. Memperlihatkan kelompok sekolah yang menjadi target penelitian. Setiap kelompok sekolah pada Tabel 1 dipilih satu sekolah.

Tabel 1. Populasi Sekolah

Nilai UN	Nama Sekolah
Kelompok I $\bar{x} = 79,39$	SMAN 1 Kota Bogor
	SMAN 2 Kota Bogor
	SMAN 3 Kota Bogor
Kelompok II $\bar{x} = 68,93$	SMAN 5 Kota Bogor
	SMAN 8 Kota Bogor
	SMAN 6 Kota Bogor
Kelompok III $\bar{x} = 63,16$	SMAN 4 Kota Bogor
	SMAN 7 Kota Bogor
	SMAN 9 Kota Bogor
	SMAN 10 Kota Bogor

Angket diberikan kepada kepala sekolah dan perwakilan satu orang guru IPA (biologi, kimia, fisika) di sekolah, dan kuisioner disebarkan pada

peserta didik. Pemilihan peserta didik dilakukan atas kesepakatan guru IPA. Jumlah sampel tiap sekolah terlihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Sampel Penelitian

SMA	Jumlah sampel kepek	Jumlah sampel guru	Jumlah sampel siswa/i
Kelompok I	1	3	25
Kelompok II	1	3	25
Kelompok III	1	3	25
Jumlah	3	9	75

Instrumen yang digunakan dibagi dua yaitu instrumen untuk tenaga pendidik dan peserta didik. Instrumen bagi tenaga pendidik dibedakan menjadi dua yaitu instrumen untuk kepala sekolah dan guru. Instrumen bagi tenaga pendidik dielaborasi dari Pendidikan STEM yang dipaparkan Kemendikbud dan Means et al (2015). Ada empat aspek tinjauan kesiapan sekolah dalam menerapkan pendidikan STEM yaitu kurikulum penunjang STEM, ekstrakurikuler penunjang STEM, seleksi masuk jurusan IPA, dan fasilitas penunjang STEM (Means et al., 2015).

Instrumen kepala sekolah berupa angket untuk menggali keempat aspek kesiapan menerapkan pendidikan STEM. Angket berupa daftar cek (ya/tidak). Validasi angket dilakukan secara konstruk (isi) melibatkan dua orang ahli pendidikan. Kisi-kisi angket kepala sekolah terlihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Aspek Kesiapan Pendidikan STEM, Indikator, dan Isi Angket Kepala Sekolah

Aspek	Indikator	Isi Angket Kepala Sekolah
Kurikulum penunjang STEM	Bertujuan menyiapkan SDM integratif	Sekolah mengadakan kegiatan yang dapat mengintegrasikan sains dan teknologi dalam semua mata pelajaran
	Proses pembelajaran menggunakan EDP (engineering design process), PBL (problem based learning),	Kepala sekolah mengintruksikan penggunaan model pembelajaran PBL, 5E, PjBL. Kepala sekolah

Aspek	Indikator	Isi Angket Kepala Sekolah
Ektrakurikuler	PjBL (project based learning), 5E (engage, explore, explain, elaboration, evaluation) yang diintegrasikan antara sains, teknologi, Teknik dan matematika, serta saintifik dan praktik engineering.	mengintruksikan integrasi antara sains, teknologi, Teknik, dan matematika dalam proses pembelajaran Kepala sekolah mengintruksikan untuk melatih keterampilan pemecahan masalah dalam konteks dunia nyata.
	Evaluasi pembelajaran menggunakan assesmen otentik dan HOTS	Sekolah mengadakan pelatihan pembuatan assesmen dan soal-soal HOTS pada guru
	Robotik STEM	Sekolah mempunyai ekstrakurikuler "KIR(Karya Ilmiah Remaja) dan Robotik
Seleksi masuk jurusan IPA	Seleksi masuk menggunakan tes matematika dan sains	Sekolah menyelenggarakan tes matematika dan sains untuk masuk jurusan IPA
Fasilitas penunjang	Penggunaan e-learning dan laboratorium	Ketersediaan laboratorium IPA, komputer

Instrumen yang diberikan pada guru adalah angket skala likert lima katagori berupa frekuensi dari tidak pernah, jarang, kadang-kadang, sering, dan selalu. Angket ditujukan kepada guru mata pelajaran sains, yaitu fisika, kimia dan biologi. Angket difokuskan untuk menggali aktifitas guru dalam menerapkan kurikulum penjang Pendidikan STEM. Validasi angket dilakukan secara konstruk (isi) melibatkan dua orang ahli Pendidikan. Kisi-kisi angket untuk guru dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Indikator dan Isi Angket untuk Guru untuk mengetahui Penerapan Kurikulum Penunjang STEM

Indikator	Isi
Bertujuan menyiapkan SDM integratif	Pembelajaran di kelas mengintegrasikan dengan pembelajaran lain dan ada kegiatan proyek bersama lintas mata pelajaran sains dan matematika.

Proses pembelajaran menggunakan EDP, PBL, PjBL, 5E yang diintegrasikan antara sains, teknologi, Teknik dan matematika, serta saintifik dan praktik <i>engineering</i> .	Penggunaan model pembelajaran PjBL, PBL, 5E, serta penerapan keterampilan ilmiah dalam pembelajaran yang berupa: keterampilan memecahkan masalah, menginvestigasi, menginterpretasikan data, menganalisis data, berpikir matematis, berargumentasi, mengambil keputusan, mengevaluasi solusi, dan mengkomunikasikan proses dan hasil.
Asesmen otentik dan HOTS	Penggunaan soal-soal HOTS dalam ulangan harian, tengah semester, dan akhir. Juga soal-soal yang mengukur keterampilan berfikir kreatif dan kritis.

$$\bar{x} = \frac{x}{n}$$

Keterangan

- \bar{x} = rata-rata akhir
- \bar{x} = jumlah total skor
- n = jumlah pertanyaan

Adapun kategori kesiapan dimodifikasi dari rentang 1-5 menjadi rentang 0-100. Oleh sebab itu hasil pada pengolahan data dikalikan dengan 100 untuk mendapatkan rentang 100. Rentang dan katagori modifikasi dari Aydin & Tasci (Aydin & Tasci, 2005) terlihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Rentang Nilai dan Kategori Aydin & Tasci yang Dimodifikasi

Rentang Nilai	Kategori
$0 \leq \bar{x} \leq 52$	Tidak siap, memerlukan banyak peningkatan
$52 \leq \bar{x} \leq 68$	Tidak siap, memerlukan
$68 \leq \bar{x} \leq 84$	Siap, tetapi memerlukan sedikit peningkatan
$84 \leq \bar{x} \leq 100$	Siap

Angket minat peserta didik diadaptasi dari Wood, Knezek, & Cristensen (2010). Angket ini menggunakan skala 1-7 untuk mengukur persepsi terhadap teknologi, sains, matematika, Teknik (*engineering*) (Means et al., 2015). Angket diterjemahkan ke dalam bahasa Indoensia, dan mendapatkan validasi atas terjemahan yang dilakukan oleh Pusat Bahasa UIN Jakarta. Contoh angket minat peserta didik terhadap STEM adalah sebagai berikut:

Bagi saya sains/matematika/Teknik/teknologi sesuatu yang.....

Biasa saja	1	2	3	4	5	6	7	Menye- nangkan
Tidak Menakjubkan	1	2	3	4	5	6	7	Menakjubkan
Tidak Membangkitkan	1	2	3	4	5	6	7	membangkitkan
Tidak berarti apa-apa	1	2	3	4	5	6	7	Berarti banyak
Membo- sankan	1	2	3	4	5	6	7	menarik

Selain instrumen berupa angket, tersedia juga catatan lapangan, terkait dengan latar belakang pendidikan kepala sekolah, dan keberadaan guru sains, matematika, dan teknologi infromasi. Catatan lapangan ini diperlukan untuk memperdalam data yang ada dalam kuisioner.

Analisis data kesiapan menggunakan Aydin & Tasci (2005). Pertanyaan yang diajukan dalam angket kepala sekolah, guru, dan peserta didik, selanjutnya dihitung rata-rata akhir dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kesiapan manajemen kepala sekolah dalam menerapkan STEM.

Kesiapan sekolah menerapkan STEM secara keseluruhan dilihat dari empat aspek yaitu aspek fasilitas, kurikulum guru, dan ekstrakurikuler yang mendukung pembelajaran. Kesiapan secara menyeluruh terlihat pada Tabel 6. Pada Tabel 6 terlihat berdasarkan kategori kesiapan semua SMA di Kota Bogor siap menerapkan STEM.

Tabel 6. Kesiapan Penerapan STEM di Sekolah

SMA	Nilai Kesiapan	Katagori
Kelompok I	95	Siap
Kelompok II	95	Siap
Kelompok III	85	Siap
Rerata	91	Siap

Rincian nilai untuk setiap aspek kesiapan terlihat pada Tabel 7 terlihat bahwa hampir pada semua aspek sekolah di kota Bogor siap menerapkan STEM kecuali aspek estrakurikuler pada semua sekolah terlihat tidak siap, dan aspek kurikulum pada sekolah III menunjukkan kesiapan tapi memerlukan peningkatan.

Tiga kepala sekolah sebagai responden berlatar belakang pendidikan matematika (S3),

kimia (S1), dan sejarah (S3). Latar belakang pendidikan kepala sekolah ini tidak menunjukkan perbedaan dalam menyiapkan pendidikan STEM. Baik latar belakang matematika, sains, maupun sosial kepala sekolah menunjukkan kesiapan mengelola perangkat pendukung pendidikan STEM. Kepala sekolah di Kota Bogor telah mengelola dengan sangat baik aspek fasilitas, guru, dan seleksi masuk kelas sains. Dukungan kepala sekolah merupakan faktor pendukung penting dalam efektifitas penerapan STEM di sekolah (Wilson, 2011).

Fasilitas SMAN di kota Bogor sudah memadai untuk melakukan *e-learning*, akses internet sangat baik, laboratorium komputer, laboratorium sains dan pembelajaran di kelas sudah dilengkapi sarana audio visual. Guru sains, matematika, dan Teknologi Infomasi tersedia di sekolah dan linier dengan keilmuannya. Seleksi masuk untuk kelas IPA atau IPS juga sudah dilakukan sekolah bekerjasama dengan biro psikologi. Kesiapan penerapan STEM disekolah dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Analisis Aspek Kesiapan Penerapan STEM di Sekolah

Aspek	SMA	Nilai	Kategori
Kurikulum	Kelompok I	100	Siap
	Kelompok II	100	Siap
	Kelompok III	70	Siap tetapi memerlukan peningkatan
Ekstrakurikuler	Rerata	90	Siap
	Kelompok I	50	Tidak siap
	Kelompok II	50	Tidak siap
	Kelompok III	100	Siap
Seleksi masuk kelas sains	Rerata	67	Tidak siap
	Kelompok I	100	Siap
	Kelompok II	100	Siap
	Kelompok III	100	Siap
Fasilitas	Rerata	100	Siap
	Kelompok I	100	Siap
	Kelompok II	100	Siap
	Kelompok III	90	Siap
	Rerata	95	Siap

Namun untuk kurikulum, tidak semua kepala sekolah siap. Kesiapan sekolah pada kategori III masih memerlukan peningkatan. Hasil kuisioner kepala sekolah pada kategori III menunjukkan sekolah perlu meningkatkan integrasi pembelajaran antara sains, matematika, dan teknologi informasi; menerapkan pembelajaran dengan model *problem based learning* (PBL), *project based learning*

(PjBL), dan 5E (*Engage, Explore, Explain, Elaborasi, Evaluation*). Hal ini senada dengan hasil kuisioner guru, pada kegiatan intrakurikuler yaitu pembelajaran di kelas merasakan tidak siap dan memerlukan peningkatan dalam menerapkan kurikulum STEM. Ketidaksiapan sekolah kategori III dalam menerapkan kurikulum STEM dalam aspek perencanaan pembelajaran, penerapan model pembelajaran, dan penerapan keterampilan saintifik dan *engeneering*.

Adapun kepala sekolah pada kelompok I dan II menunjukkan kesiapan pada pengelolaan kurikulum. Kesiapan ini disebabkan latar belakang kepala sekolah. Berdasarkan catatan lapangan, kepala sekolah pada dua sekolah ini aktif di Direktorat Pendidikan Menengah Kemendikbud baik sebagai partisipan atau pun narasumber, sehingga informasi terkait kebaruan kurikulum dan pembelajaran senantiasa diperbaharui. Selain itu tingkat pendidikan terakhir kepala sekolah pada kelompok I dan II adalah S3. Kepala sekolah pada kelompok I dan II juga pernah mendapatkan prestasi dalam kepemimpinannya, Kepala sekolah pada kelompok I mendapatkan juara kepala sekolah berprestasi tingkat nasional, dan kepala sekolah pada kelompok II pernah mendapatkan juara kepala sekolah berprestasi tingkat Jawa Barat. Latar belakang Pendidikan, keaktifan kepala sekolah pada tingkat nasional, dan prestasi yang dimiliki, menimbulkan percaya diri kepala sekolah untuk menyiapkan sekolah lebih baik. Hal ini sesuai dengan penelitian Oyer (2015) kepercayaan diri kepala sekolah berdampak kepada efektifitas kepemimpinan. Salah satu ciri efektifitas kepemimpinan kepala sekolah adalah berpikir inovatif (Oyer, 2015).

Berkebalikan dengan kurikulum dan pembelajaran di kelas, pada kegiatan ekstrakurikuler, sekolah kelompok III mempunyai kesiapan baik. Dibandingkan sekolah lainnya, hanya sekolah kelompok III yang sudah mempunyai kelompok robotik. Pendidikan STEM memerlukan keterampilan saintifik dan *engeneering*. Keterampilan *engeneering* dapat diperoleh dengan kegiatan robotik. Namun bila ekstrakurikuler ini berjalan tanpa diintegrasikan dalam intrakurikuler (pembelajaran di kelas) tidak akan memperoleh capaian keterampilan STEM

yang optimal. Kegiatan ekstrakurikuler robotik mampu meningkatkan keterampilan berpikir kreatif (Suwarsono & Muhid, 2020), walaupun kontribusi ekskul robotic terhadap keterampilan berpikir kreatif hanya 2,8% (Asy Syifa D.N., 2018). Kegiatan robotik akan optimal meningkatkan keterampilan engineering bila diintegrasikan dalam pembelajaran di kelas oleh guru IPA, sebagaimana penelitian Latif & Hardinata (2020) menunjukkan penerapan STEM robotik pada kegiatan intrakurikuler di SMA membuat peserta didik mendapatkan literasi teknologi dan meningkatkan keterampilan *engineering* (Latif & Hardinata, 2020).

Fasilitas pembelajaran *e-learning* dan audio visual bagian yang sangat penting dalam penerapan pendidikan STEM. Pada tiga sekolah yang diteliti hasil pengamatan lapang menunjukkan, ketiga sekolah setiap kelas sudah terhubung dengan akses internet, peserta didik sebagian besar memiliki laptop dan gawai pintar, berdasarkan pengamatan ini setiap sekolah sudah dapat melaksanakan pembelajaran *e-learning* dengan baik di ruang kelas. Menurut Ejiwale (2013) ruang kelas adalah area terpenting di sekolah tempat siswa menghabiskan waktu luang (Ejiwale, 2013). Lengkapinya fasilitas kegiatan siswa membuat kegiatan siswa lebih efektif. Lingkungan ruang kelas dan laboratory harus dibuat kondusif untuk pembelajaran. Sekolah yang menerapkan pendidikan STEM harus membantu mempersiapkan banyak ilmuwan, insinyur, dan teknologi untuk masa depan. Fasilitas yang tidak memadai dan kurangnya guru yang terlatih dan berkomitmen akan terus melemahkan implementasi pendidikan STEM di semua tingkat pendidikan.

Kesiapan Guru menerapkan STEM pada pembelajaran

Kesiapan guru menerapkan STEM dilihat dari aspek pembelajaran yaitu tujuan, proses, dan evaluasi pembelajaran. Proses pembelajaran dibagi menjadi dua yaitu penerapan model pembelajaran STEM dan penerapan integrasi sains dan keterampilan saintifik dan *engineering*. Tabel 8 menunjukkan kesiapan guru sains dalam menerapkan STEM.

Tabel 8. Kesiapan Guru Menerapkan Pembelajaran STEM

SMA	Nilai Kesiapan	Kategori
Kelompok I	70,67	Siap, namun membutuhkan sedikit peningkatan
Kelompok II	62,40	Tidak siap, membutuhkan sedikit peningkatan
Kelompok III	65,87	Tidak siap, membutuhkan sedikit peningkatan
Rerata	66,31	Tidak siap, membutuhkan sedikit peningkatan

Tabel 8 menunjukkan guru pada sekolah katagori I memiliki kesiapan melaksanakan pembelajaran STEM dibandingkan dengan guru pada sekolah katagori II dan III. Tabel 9 memperlihatkan kesiapan guru pada setiap aspek penerapan kurikulum STEM. Secara umum menunjukkan kesiapan pembelajaran STEM hanya terlihat pada evaluasi pembelajaran, adapun berdasarkan aspek tujuan pembelajaran, penerapan model pembelajaran STEM dan penerapan keterampilan saintifik serta *engineering* menunjukkan tidak siap.

Tabel 9. Analisis Aspek Kesiapan Guru Menerapkan Pembelajaran STEM

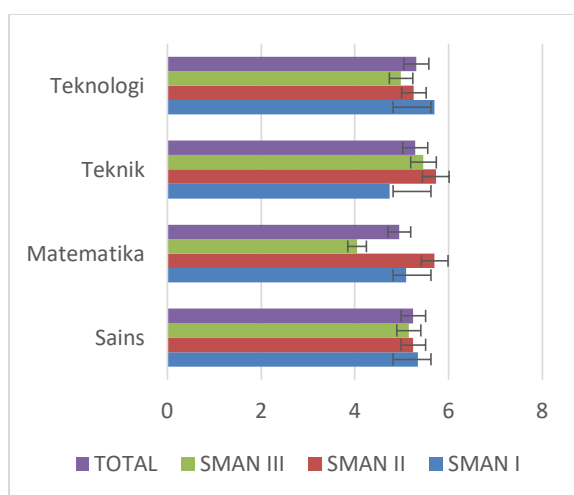
Aspek	SMA	Nilai	Kategori
Perencanaan pembelajaran	Kelompok I	66,67	Tidak siap
	Kelompok II	73,33	Siap
	Kelompok III	46,67	Tidak siap
	Rerata	62,22	Tidak siap
Penerapan model pembelajaran STEM	Kelompok I	73,33	Siap
	Kelompok II	68,33	Siap
	Kelompok III	56,67	Tidak siap
	Rerata	66,11	Tidak siap
Penerapan keterampilan saintifik dan <i>engineering</i>	Kelompok I	70	Siap
	Kelompok II	56,67	Tidak siap
	Kelompok III	66,11	Tidak siap
	Rerata	64,25	Tidak siap
Evaluasi pembelajaran	Kelompok I	71,42	Siap
	Kelompok II	65,71	Tidak siap
	Kelompok III	76,19	Siap
	Rerata	71,11	Siap

Rerata dari aspek guru, tidak siap menerapkan pendidikan STEM di sekolah. Kesiapan guru menerapkan pendidikan STEM perlu ditingkatkan dari mulai perencanaan, pelaksanaan, dan evaluasi. Hal-hal yang perlu disiapkan guru untuk menerapkan pendidikan STEM adalah 1) perancangan pembelajaran kolaborasi dan integrasi antara fisika, biologi, kimia, matematika, dan teknologi informasi; 2) penerapan model pembelajaran PBL, BJB, dan 5E; dan 3)

menyajikan evaluasi bersifat *high order thinking skill* dan penilaian yang dapat mengukur keterampilan berpikir kritis, kreatif, komunikatif, dan kolaboratif. Wilson (2011) menekankan pentingnya budaya kolaboratif antar guru sebagai upaya para guru mendukung efektifitas STEM di sekolah (Wilson, 2011). Selain itu penting juga kemampuan PCK (*pedagogy content knowledge*) berkaitan dengan perancangan pembelajaran integrasi, penerapan aneka model pembelajaran mendukung STEM, dan penilaian, William & Thorn (2016) menyatakan pemahaman konseptual dengan pengalaman praktis di kelas, membantu membangun pengetahuan pedagogis berorientasi konten yang diperlukan oleh seorang guru agar penerapan STEM berhasil di kelas .

Minat peserta didik menerapkan STEM

Minat peserta didik terhadap sains, matematika, Teknik, dan teknologi menunjukkan persepsi positif. Pada Gambar 1 terlihat minat peserta didik terhadap STEM. Gambar 1 menunjukkan minat peserta didik terhadap STEM berada pada angka 4-6 yang menunjukkan angka positif. Peserta didik menganggap bahwa teknologi, Teknik, matematika, dan sains menyenangkan, menakjubkan, membangkitkan, bermakna, menarik.



Gambar 1. Minat Peserta didik terhadap STEM

Tabel 10 menunjukkan kesiapan STEM dilihat dari minat peserta didik. Tabel menunjukkan siswa pada semua sekolah siap menerapkan STEM walaupun memerlukan sedikit peningkatan.

Tabel 10. Kesiapan Peserta Didik dalam Pendidikan STEM

SMA	Skor Kesiapan	Keputusan
Kelompok I	75	Siap, namun memerlukan sedikit peningkatan
Kelompok II	78	Siap, namun memerlukan sedikit peningkatan
Kelompok III	70	Siap, namun memerlukan sedikit peningkatan
Rerata	74	Siap, namun memerlukan sedikit peningkatan

Minat peserta didik positif dalam mendukung penerapan pendidikan STEM, namun perlu peningkatan. Beberapa peserta didik masih merasa bahwa sains, matematika, teknik, dan teknologi tidak menarik, merasa biasa saja, bahkan membosankan. Perasaan seperti ini akan menjadi penghambat dalam pendidikan STEM. Input peserta didik pada pendidikan STEM idealnya mempunyai perasaan senang, menakjubkan, tertarik, dan membangkitkan terhadap sains, matematika, teknik, dan teknologi. Minat yang merupakan gabungan antara persepsi dan sikap, memiliki peran penting dalam pembelajaran. Marzano & Pickering (1997) menempatkan minat sebagai dimensi dasar dalam pembelajaran (Marzano et al., 1997). Jika minat positif, maka akan dengan mudah beranjak pada dimensi kedua yaitu memperoleh dan mengintegrasikan pengetahuan. Hasil penelitian Kaleva *et al.* (2019) terhadap 802 pelajar juga menunjukkan minat terhadap STEM mempengaruhi pemilihan karir di masa depan. Penelitian ini menunjukkan pelajar SMA yang memiliki minat dan memilih mata pelajaran STEM, maka pada tingkat universitas memilih bidang yang terkait STEM juga, dan sebagian besar (lebih dari 90%) berkarir dalam bidang terkait sains dan teknologi (Kaleva et al., 2019).

Berdasarkan kesiapan dari kepala sekolah, guru dan murid, maka beberapa kebijakan yang diperlukan untuk meningkatkan kesiapan sekolah dalam menerapkan STEM adalah sebagai berikut:

1. Kurikulum pembelajaran didesain lebih fleksible agar antar guru fisika, biologi, kimia, matematika, dan teknologi informasi dapat berkolaborasi merancang pembelajaran terintegrasi.

2. Guru perlu mendapatkan pelatihan dan pendampingan dalam pembelajaran berbasis problem solving, proyek, dan pendekatan 5E (Engage, Explore, Explain, Elaborasi, Evaluation).
3. Guru juga perlu mendapatkan pelatihan dan pendampingan dalam meningkatkan penilaian dan evaluasi berbasis keterampilan berfikir tingkat tinggi, kreatif, kritis, kolaboratif, dan komunikatif.
4. Kecintaan peserta didik terhadap sains, matematik, teknik, dan teknologi dilakukan dengan cara menyediakan ruang untuk berkreasi, salah satunya melalui ekstrakurikuler karya ilmiah remaja dan robotik.
5. Untuk mendapatkan input peserta didik yang menyukai STEM, tidak cukup dengan hasil tes minat secara psikologi saja. Persepsi peserta didik terhadap STEM juga perlu dipertimbangkan.

PENUTUP

Kesiapan sekolah menengah atas negeri di Kota Bogor secara rerata siap dalam menerapkan Pendidikan STEM, untuk aspek kurikulum fasilitas, dan seleksi masuk. Namun tidak siap pada aspek ekstrakurikuler. Guru secara rerata menunjukkan ketidaksiapan menerapkan STEM. Hanya pada aspek evaluasi pembelajaran guru menunjukkan kesiapan, namun tidak siap menerapkan STEM dari aspek perencanaan pembelajaran, penerapan model pembelajaran STEM, dan penerapan keterampilan saintifik dan *engeneering*. Minat peserta didik terhadap STEM menunjukkan positif, namun ditinjau dari kesiapan peserta didik siap menerapkan STEM tapi perlu peningkatan.

DAFTAR PUSTAKA

- Asy Syifa D.N. (2018). *Pengaruh Kegiatan Ekstrakurikuler Robotika Terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa Usia Mi /SD*.
- Aydin, C. H., & Tasci, D. (2005). Measuring readiness for e-learning: Reflections from an emerging country. *Educational Technology and Society*, 8(4), 244–257.
- Bybee, R. W. (2013). The Case for STEM Education: Challenges and Opportunities. In *The Case for STEM Education: Challenges and Opportunities*. <https://doi.org/10.2505/9781936959259>
- Ejiwale, J. A. (2013). Barriers To Successful Implementation of STEM Education. *Journal of Education and Learning (EduLearn)*, 7(2), 63–74. <https://doi.org/10.11591/edulearn.v7i2.220>
- Fathoni, A., Muslim, S., Ismayati, E., Rijanto, T., Munoto, & Nurlaela, L. (2020). STEM : Inovasi Dalam Pembelajaran Vokasi. *Jurnal Pendidikan Teknologi Dan Kejuruan*, 17(1), 33–42.
- Freeman, B., Marginson, S., & Tytler, R. (2019). STEM Education 2.0. *STEM Education 2.0*, 350–363. <https://doi.org/10.1163/9789004405400>
- Harland, D. J. (2011). *STEM Student research handbook*.
- Kaleva, S., Pursiainen, J., Hakola, M., Rusanen, J., & Muukkonen, H. (2019). Students' reasons for STEM choices and the relationship of mathematics choice to university admission. *International Journal of STEM Education*, 6(1). <https://doi.org/10.1186/s40594-019-0196-x>
- Karnawati, D. (2017). Revolusi industri, 75% jenis pekerjaan akan hilang. *Diambil Dari Https://Ekbis. Sindonews. Com/Read/1183599/34/Revolusi-Industri-75-Jenis-Pekerjaan-Akan-Hilang-1488169341*, 1–4.
- Kelley, T. R., & Knowles, J. G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*, 3(1). <https://doi.org/10.1186/s40594-016-0046-z>
- Kemendikbud. (2020). *Kemendikbud Selenggarakan KIHAJAR STEM 2020 Wujudkan Generasi Pelajar Pancasila*. <https://www.kemdikbud.go.id/main/blog/2020/10/kemendikbud-selenggarakan-kihajar-stem-2020-wujudkan-generasi-pelajar-pancasila>
- Latip, A., & Hardinata, A. (2020). Implementation of STEM-Robotics as High School Intra-curricular. *Thabiea : Journal of Natural Science Teaching*, 3(1), 11. <https://doi.org/10.21043/thabiea.v3i1.6770>

- Makgato, M. (2020). STEM for Sustainable Skills for the Fourth Industrial Revolution: Snapshot at Some TVET Colleges in South Africa. *Theorizing STEM Education in the 21st Century*, 1–14.
<https://doi.org/10.5772/intechopen.89294>
- Manyika J. (2017). Technology, jobs, and the future of work. *McKinsey Global Institut: Executif Briefing, May, 24*.
<https://www.mckinsey.com/featured-insights/employment-and-growth/technology-jobs-and-the-future-of-work>
- Marzano, R. J., Pickering, D. J., Arredondo, D. E., Blackburn, G. J., Brandt, R. S., Moffett, C. A., Paynter, D. E., Pollock, J. E., & Whisler, J. S. (1997). *Dimensions of learning teacher's manual, 2nd edition*.
<http://www.ascd.org/Publications/Books/Overview/Dimensions-of-Learning-Teachers-Manual-2nd-Edition.aspx>
- Means, B., Mislevy, J., Smith, T., Peters, V., & Gerard, S. N. (2015). *Measuring the Monitoring Progress K-12 STEM Education Indicators : A Road Map Authors*.
- Oyer, B. J. (2015). Teacher Perceptions of Principals' Confidence, Humility, and Effectiveness. *Journal of School Leadership*, 25(4), 684–719.
<https://doi.org/10.1177/105268461502500405>
- Schlosser, J., McAree, O., & Mohtadi, C. (2014). Bridging the Skills Gap in STEM Industries Conference Topic : Industry involvement in EE. *Conference Paper: SEFI2014, 42th Annual Conference*.
- Schwab, K. (2016). The Fourth Industrial Revolution: what it means how to respond. World Economic Forum. *World Economic Forum, Jan 14, 20*.
<https://www.weforum.org/agenda/2016/01/the-fourth-industrial-revolution-what-it-means-and-how-to-respond/>
- Sudiono, A. (2015). USAID Perkuat Metode Pembelajaran Berbasis Teknologi di Indonesia. *Berita Satu*.
<https://www.beritasatu.com/archive/242679/usa-id-perkuat-metode-pembelajaran-berbasis-teknologi-di-indonesia>
- Suwarsono, R. M., & Muhid, A. (2020). Pengaruh Kegiatan Robotika Terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa Usia SD. *Jurnal Pendidikan Dasar Nusantara*, 6(1), 136–146.
<https://doi.org/10.29407/jpdn.v6i1.14555>
- Wilson, S. M. (2011). *Effective STEM Teacher Preparation, Induction, and Professional Development*. 1–23.
- Winarni, J., Zubaidah, S., & Koes, H. S. (2016). STEM: apa, mengapa dan bagaimana. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan IPA Pascasarjana UM, 1*, 976–984.
- Wojnowski, B. S., & Pea CH. (2014). *Model and Approach to STEM Professional Development*. NSTA Press.