



STEM dalam merdeka belajar sebagai salah satu strategi pembelajaran matematika

STEM in merdeka belajar as one of the mathematics learning strategies

Mohamad Rif^a* , Sugiarno, Dede Suratman, Edy Yusmin, Dona Fitriawan, Nurfadilah Siregar, Vina Muthmainna Rianto

Program Studi Pendidikan Matematika, Universitas Tanjungpura, Kalimantan Barat 78124, Indonesia

*e-mail korespondensi: mohammad.rifat@fkip.untan.ac.id

Pengiriman: 2/November/2023; Diterima: 26/Desember/2023; Publikasi: 31/Juli/2024

DOI: <https://doi.org/10.31629/anugerah.v6i1.6383>

Untuk Kutipan: Rif^a, M., Sugiarno, S., Suratman, D., Yusmin, E., Fitriawan, D., Siregar, N., & Rianto, V. M. (2024). STEM dalam merdeka belajar sebagai salah satu strategi pembelajaran matematika. *Jurnal Anugerah*, 6(1), 1–10. <https://doi.org/10.31629/anugerah.v6i1.6383>

Abstrak

Artikel ini membahas perlunya strategi STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) dalam pendidikan, khususnya pembelajaran matematika. Seiring perkembangan zaman, teknologi informasi yang pesat dan tuntutan pembelajaran dalam Kurikulum Merdeka, strategi STEM memunculkan beberapa permasalahan dalam penerapannya. Siswa dan guru menunjukkan penurunan minat terhadap ilmu pengetahuan, terutama fisika, kimia, dan matematika. Dampaknya terasa pada pembelajaran matematika terkait sumber belajar guru yang digunakan di dalam kelas. Adanya kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PKM) menjadi solusi untuk memfasilitasi guru dalam menghadapi tantangan ini. Kegiatan berfokus pada pelatihan guru matematika di sekolah menengah untuk mengembangkan pembelajaran matematika dengan strategi STEM dalam merdeka belajar. Mitra yang terlibat adalah guru dalam MGMP Matematika di Mempawah Hilir. Instrumen yang digunakan berupa lembar observasi langsung yang digunakan untuk melihat kinerja guru dalam melakukan diskusi dengan kelompoknya dan wawancara, serta dokumentasi untuk menggali lebih dalam respons mereka terkait kegiatan PKM. Hasil kegiatan menunjukkan adanya upaya guru meningkatkan partisipasi siswa dalam sains dan matematika. Inisiatif termasuk pengembangan keterampilan STEM, kolaborasi dengan industri, dan pendirian taman teknologi. Dari sini, tujuan utama adalah meningkatkan pemahaman guru dan siswa pentingnya STEM dalam kehidupan nyata. Kesimpulan menyoroti pentingnya reformasi kurikulum dan pembelajaran lebih menarik bagi guru dan siswa terhadap matematika. Disadari bahwa masih banyak perlu diperbaiki dalam hal pengetahuan, minat, dan sikap terhadap strategi STEM. Saran disampaikan tentang perlunya standar jelas dan investasi dalam penelitian dan pendidikan untuk mencapai tujuan dari strategi pembelajaran STEM yang baik.

Kata kunci: matematika; merdeka belajar; STEM



Abstract

This article aims to discuss the importance of STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) strategies in education, particularly mathematics learning. In keeping with the times, rapid information technology, and learning demands in the Independent Curriculum, the STEM strategy raises several implementation issues. Students and teachers are losing interest in science, particularly physics, chemistry, and mathematics. The impact of learning resources used in the classroom on mathematics learning is felt. Community Service activities (PKM) are a solution to help teachers deal with this challenge. The activity focuses on training junior high school mathematics teachers to develop mathematics learning with STEM strategies for independent learning. Teachers from Mempawah Hilir's Middle School Mathematics MGMP are among the collaborators. The instruments used are direct observation sheets, interviews, and documentation. The activity results show that teachers are working to increase student participation in science and mathematics. STEM skill development, collaboration with industry, and establishing technology parks are among the initiatives. From this point on, the main goal is to increase teachers' and students' understanding of the value of STEM in real life. The conclusion emphasizes the importance of curriculum reform and more engaging mathematics learning for teachers and students. It is acknowledged that much can be done to improve knowledge, interest, and attitudes toward STEM strategies. To achieve the goals of a good STEM learning strategy, suggestions were made about the need for clear standards and investment in research and education.

Keywords: independent learning; mathematics; STEM

Pendahuluan

Seiring berkembangnya zaman, dunia pendidikan mengalami peningkatan pengetahuan terhadap keterampilan yang diperlukan pada masa depan (Ghufron, 2018; OECD, 2006). Salah satunya adalah STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) khususnya dalam pembelajaran matematika (Berlin & Lee, 2005). Peningkatan keterampilan STEM didasari oleh teknologi informasi dan komunikasi yang makin pesat, serta inovasi proses pembelajaran dan produk yang berfungsi sebagai kebutuhan untuk khalayak ramai (Irfandi et al., 2022). Untuk menerapkan konsep pembelajaran tersebut, perlunya kesiapan dari semua pihak yang terkait dalam proses pembelajaran.

Beberapa permasalahan perlu menjadi pertimbangan. Diawali dengan sikap siswa yang cenderung berkembang menjadi makin negatif terhadap ilmu pengetahuan yang mengakibatkan penurunan partisipasi dalam mempelajari sains sebagai mata pelajaran, khususnya ilmu fisika, kimia dan matematika yang lebih tinggi (Purnomo, 2017). Penurunan tersebut tidak hanya terjadi pada siswa sebagai penerima ilmu, namun guru sebagai fasilitator juga mengalami dampak yang sama. Selain itu, guru dituntut untuk memiliki kapabilitas penguasaan sains yang terkait dengan keterampilan kerja namun tidak selaras dengan kuantitas sumber belajar sehingga kurangnya kualifikasi penguasaan sains. Seiring berjalannya waktu, teknologi dan informasi akan makin berkembang dan menjadi pengetahuan terkini. Guru diharapkan selalu memperbaharui informasi yang mendukung pembelajaran STEM (Abramovich & Grinshpan, 2012; Bybee, 2013).

Permasalahan tersebut seiring dengan adanya pertumbuhan ekonomi, yaitu permintaan sumber daya alam yang kuat, sementara populasi yang berkembang mengutamakan pertumbuhan ekonomi secara cepat (Davies, 2003; Schwab & Sala-i-Martin, 2016). Permintaan akan keterampilan STEM makin meningkat, namun atensi terhadap STEM menurun sehingga memunculkan kesan bahwa dunia pendidikan belum dapat melakukannya. Pengalaman internasional menunjukkan bahwa untuk meningkatkan pertumbuhan ekonomi dapat dilakukan dengan membangun pendidikan yang bergerak dalam basis pengetahuan ekonomi (Maneejuk & Yamaka, 2021; Ziberi et al., 2022). Ekonomi berbasis pengetahuan sebagai sarana meningkatkan kesejahteraan masyarakat dalam era industri sekarang melalui pembelajaran (Apostu et al., 2022). Sehingga dapat dikatakan bahwa tujuan pendidikan adalah membuat generasi muda menjadi *culturally literate* dan dalam

rangka inilah diharapkan berada dalam *mathematical and scientific literacy* (Abramovich et al., 2016). Tentu saja tidak perlu dipisahkan antara matematika dan komponen ilmu pengetahuan alam.

Penggerak pengetahuan ekonomi mencakup pembangunan modal fisik, investasi dalam pendidikan dan membangun keterampilan, memfasilitasi riset, dan mempromosikan inovasi. Pendidikan, keterampilan, dan penelitian menyediakan blok yang mendukung inovasi (Birney et al., 2018). STEM mendasar di tiga bidang tersebut. Kebutuhan keterampilan STEM di sekolah tentu saja perlu dikenali, antara lain karena adanya permintaan pekerja terampil di banyak sektor industri (Ozdemir, 2020) dan agar tercermin dalam reformasi pendidikan secara khusus pada satuan pendidikan SMA/ sederajat (Abramovich & Grinshpan, 2012) untuk diperkenalkan melalui Program PKM dalam bentuk Perencanaan Keterampilan Sekolah. Inisiatif ini akan diimplementasikan dalam program PKM.

Dengan adanya program PKM ini, guru sebagai fasilitator pembelajaran matematika berbasis STEM dapat membuat rumusan konkret mengenai pertumbuhan pembelajaran berorientasi STEM. Hasil penelitian menunjukkan adanya peningkatan pemahaman peserta terhadap pembelajaran matematika yang berbasis STEM (Khotimah et al., 2023). Penelitian lain juga mengemukakan hasil pelatihan yang mengarah kepada peningkatan motivasi dalam mengelola kelas berbasis STEM serta dapat menambah wawasan dan keterampilan akan STEM (Rosidah et al., 2019). Kegiatan kemitraan Masyarakat ini belum menjangkau ke seluruh daerah karena berbagai faktor sehingga kegiatan yang dilaksanakan sekarang ini sebagai sarana dalam menyalurkan pengetahuan tentang STEM kepada guru sekolah di Mempawah hilir melalui MGMP.

Metode

Pelaksanaan program PKM ini disajikan dalam bentuk pelatihan kepada guru matematika. Kegiatan berlangsung selama 1 hari pada tanggal 20 Juni 2023. Sasaran kegiatan ini adalah guru matematika yang berada di dalam Musyawarah Guru Mata Pelajaran (MGMP) Mempawah Hilir. Dalam kegiatan PKM ini berisi pelatihan dalam menyusun program pendidikan matematika dan ilmu pengetahuan alam yang dapat diimprovisasi oleh setiap guru serta memperluas kerja-kerja matematika. Tim PKM melakukan *secondary technical jobs* sehingga para peserta mengerti apa yang dibicarakan oleh para ilmuwan. Misalnya, dengan memanfaatkan sumber-sumber tersedia, secara berangsur-angsur akan dapat dikembangkan suatu susunan materi yang tepat dalam mengajarkan konsep-konsep dasar.

Kegiatan PKM ini bertujuan untuk meningkatkan pemahaman guru tentang pentingnya STEM dalam kehidupan nyata. Setelah memberikan pelatihan ke guru tersebut, guru dapat menyampaikan itu kepada siswa dalam proses pembelajaran di kelas sesuai dengan improvisasi guru masing-masing. Secara khusus, tujuan PKM ini adalah (1) mendapatkan rumusan konkret mengenai pertumbuhan pembelajaran berorientasi STEM; (2) mendapatkan perangkat pembelajaran secara menyeluruh dan implementatif bagi guru; (3) mendapatkan dokumen pendidikan dan atau pelatihan untuk meningkatkan kemitraan antara industri, sekolah dan perguruan tinggi.

Ilustrasi-ilustrasi yang mengesankan bahwa materi mata pelajaran (khususnya matematika) yang terasa kering dan menakutkan dibuat menjadi lebih "ramah" dan lebih menarik melalui cerita-cerita dari dunia keseharian. Bahan diskusi adalah mengenai: (1) pendekatan yang dapat digunakan untuk memperkaya pembelajaran STEM, (2) strategi yang dapat diterapkan di sekolah untuk dipromosikan dalam penyerapan mata pelajaran STEM di tahun-tahun belajar, (3) argumen yang mendukung studi sains, (4) peluang yang mungkin disajikan untuk mengatasi masalah terkait implementasi STEM dalam Kurikulum Merdeka Belajar, penilaian dan tinjauan terhadap silabus yang ada, (5) contoh mata pelajaran STEM dan bidang studi paling responsif terhadap minat siswa dan kebutuhan industri dalam pengetahuan ekonomi, (6) identifikasi keterampilan atau pemahaman atau pengetahuan yang penting berkaitan dengan: literasi STEM secara umum dan kesiapan untuk pekerjaan STEM, (7) fasilitas sekolah dan pelatihan saat ini yang memungkinkan dan

membina berbagai inovasi pengajaran dan pembelajaran sains dan teknologi, (8) hal-hal yang dapat dilakukan untuk memastikan bahwa fasilitas baru atau yang diperbaharui dapat meningkatkan kualitas pengalaman sains siswa, (9) hal-hal yang dapat dilakukan untuk meningkatkan efektivitas program pelatihan kejuruan dalam mempersiapkan siswa terkait STEM dan profesionalitas rekanan atau mitra, (10) mengenai strategi efektif dalam meningkatkan pendaftaran siswa dan keberhasilan dalam pelatihan kejuruan dan kursus yang diterima selama ini, (11) strategi yang ada untuk memastikan sifat, isi dan pedagogi digunakan dalam program pengajaran serta relevansinya dengan perkembangan terbaru. Setelah menyajikan materi pelatihan, para peserta diminta pendapatnya terkait pembelajaran matematika yang berlangsung selama ini. Selain itu, para peserta diberi kesempatan memberi tanggapan terkait pelatihan yang disajikan oleh Tim PKM.

Hasil dan Pembahasan

Guru yang sudah bekerja dalam forum MGMP, dan rata-rata sudah berpengalaman mengajar lebih dari 5 tahun merupakan responden dalam kegiatan ini. Semula para guru tampak belum cukup mengikuti dinamika profesi sehingga masih mengalami hambatan dalam melakukan pembelajaran. Ini disebabkan belum timbul kebiasaan melakukan penelitian atau pembelajaran bentuk riset. Di samping itu, persoalan literasi juga turut menyebabkan keadaan guru yang tidak mampu mengikuti dinamika ilmu pengetahuan dan teknologi.

Guru-guru dalam komunitas khalayak sasaran sesungguhnya tidaklah termasuk berada dalam “kantong-kantong” keterkucilan informasi dan sentuhan peningkatan dan pengembangan profesi, akan tetapi para guru masih relatif terbenam dalam memahami upaya dan tanggung jawab selama ini. Sebagai misal, keterlibatan perguruan tinggi masih minim dan belum terprogram. Oleh karena itu, keberadaan Tim PKM FKIP Untan Pontianak berperan untuk memecahkannya. Guru diajak agar tidak terlalu bergantung dalam menyelesaikan persoalan-persoalan pembelajaran. Sebagai contoh adalah penerapan Zone Proximal Development (ZPD), misalnya melalui pembelajaran berbentuk penelitian.

Selama kegiatan, guru-guru telah menunjukkan kepemimpinannya dalam pendidikan dan keterampilan STEM. Program yang disusun tim PKM telah meluncurkan berbagai inisiatif, secara khusus, dorongan kepada guru dalam MGMP Matematika untuk mengupayakan peningkatan jumlah siswa sekolah yang belajar sains dan matematika (program pengayaan) dan program mempertahankan para guru yang terampil (perancangan pendidikan dan pelatihan tertentu – akan bekerja sama dengan perguruan tinggi). Sejumlah inisiatif yang muncul dari hasil diskusi secara langsung mempromosikan pengembangan keterampilan STEM melalui pendidikan dan pelatihan dan menyediakan tautan utama ke industri dan R&D, terutama pada Balitbang. Satu inisiatif adalah pendirian taman teknologi untuk membina pendidikan berbasis STEM. Tujuannya adalah: (1) Berkembangnya komunitas guru rumpun MIPA untuk mengembangkan keterampilan. (2) Ekonomi (dasar dan kebutuhan nyata) dan Ilmiah. (3) Menyediakan paket-paket program pendidikan melalui komersialisasi dan eksploitasi teknologi. (4) Menyediakan lingkungan sekolah yang mengembangkan rasa kebersamaan.



Gambar 1. Penyampaian materi seminar oleh narasumber

Pemecahan masalah direalisasikan melalui kasus atau contoh-contoh baru yang kemudian dapat merekatkan pemahaman baru yang tumbuh dan berkembang. Tampilan ini didemonstrasikan oleh tim PKM dan juga peserta seperti yang tertera pada Tabel 1.

Tabel 1

Hambatan dalam Pembelajaran Berorientasi STEM

Hambatan		Realisasi Pemecahan
Isi	Pedagogi	
<ul style="list-style-type: none"> • Keketatan dalam matematika murni 	<ul style="list-style-type: none"> • Ilustrasi minim (kurang) 	<ul style="list-style-type: none"> • Terbangun nalar secara baik (tepat)
<ul style="list-style-type: none"> • Pemahaman mengenai pola-pola 	<ul style="list-style-type: none"> • Jalan pintas (upaya mendapatkan rumus) 	<ul style="list-style-type: none"> • Sudah dapat bekerja mengkonstruksi sendiri
<ul style="list-style-type: none"> • Menghafal aturan-aturan 	<ul style="list-style-type: none"> • Kering (sangat kurang dalam pemakaian) 	<ul style="list-style-type: none"> • Dapat ditunjukkan tentang pembelajaran bermakna
<ul style="list-style-type: none"> • Keterkaitan antar isi sangat kurang 	<ul style="list-style-type: none"> • Kurang demonstrasi atau lebih banyak bertutur lisan 	<ul style="list-style-type: none"> • Sudah mampu mengaitkan satu isi dengan lainnya
<ul style="list-style-type: none"> • Pemahaman konseptual belum tumbuh baik 	<ul style="list-style-type: none"> • Minim variasi (cara maupun ilustrasi) 	<ul style="list-style-type: none"> • Sudah terbangun pemahaman konseptual menggunakan kit sederhana

Program Keterampilan Sekolah yang komprehensif dan disusun bersama tim memuat berbagai inisiatif pengembangan keterampilan tingkat tinggi dan sesuai permintaan. Ini termasuk inisiatif seperti pusat keunggulan baru di sekolah; menyusun kompetensi keterampilan wirausaha dan teknisi di seluruh sekolah; dan mengembangkan pembentukan keterampilan strategis untuk bidang-bidang yang bersesuaian dan dapat dilakukan. Prioritas program tersebut meliputi: (a) Meningkatkan kesadaran di kalangan guru untuk meningkatkan eksposur terhadap pendidikan dan kesempatan kerja di bidang sains, teknik, dan teknologi; (b) Membina kemitraan kolaboratif untuk memberikan hasil yang lebih baik bagi dengan mempertimbangkan atau melakukan karier dalam STEM; (c) Menetapkan jalur yang lebih baik untuk membuat transisi antara sekolah, pendidikan lanjutan (kebutuhan SMK), pelatihan dan pekerjaan (termasuk jeda karier) dalam berbagai model magang di STEM; (d) Memantau dan mengukur pencapaian strategi untuk peningkatan partisipasi guru serta siswa dalam STEM.

Program juga memunculkan pemikiran untuk melakukan reformasi kurikulum utama dan menekankan bahwa kerangka kurikulum saat ini dan pengajaran sains membuat guru dan siswa menjauh dari disiplin keilmuannya. Dalam menggambarkan situasi saat ini, peserta mencatat bahwa kurikulum dan praktik kelas saat ini masih gagal membangkitkan minat. Dalam kegiatan, tim dan peserta kemudian membicarakan mengenai krisis minat dalam sains (termasuk matematika). Tim bersama peserta menyusun silabus untuk menyediakan bagi guru dan siswa agar berkesempatan untuk menunjukkan hasil pembelajaran. Tabel 2 memuat rangkumannya.

Tabel 2

Sebaran Lama Pembelajaran STEM Menurut Kelas

Kelas	Total Jam dalam Pembelajaran (Rata-rata per Tahun)		
	Matematika	Sains	Teknologi
VII	200	60	60
VIII	160	60	60
IX	80	60	60

Keputusan mengenai alokasi waktu kurikulum STEM tersebut adalah berbasis sekolah, atau berbasis guru (jika tidak didominasi). Kedalaman dalam silabus, pemilihan konten dan konteks adalah yang menyediakan demonstrasi. Hasilnya juga merupakan keputusan berbasis sekolah. Bagian konten silabus matematika dan sains memberikan contoh bagi sekolah untuk pertimbangan, tetapi tidak preskriptif. Hasil PKM ini juga menunjukkan bahwa guru dapat melihat dan mengamati secara nyata pentingnya sains dan matematika. Dalam kegiatan tersebut, para guru tampak tidak memiliki kesulitan yang dapat dikenali dalam memberikan saran mengapa penting untuk belajar sains. Meskipun demikian, bukti menunjukkan bahwa banyak sikap positif kaum guru terhadap sains dan matematika di awal kegiatan (dari proses dan pengalaman pendidikan dan pengajaran), yakni para guru melakukannya tidak dalam keinginan untuk mempelajarinya nanti di kemudian hari.

Guru senior cenderung kurang positif secara signifikan mengenai sikap terhadap sains daripada rekan-rekan guru yang lebih muda. Menurut peserta, membaca dan matematika yang dilakukan haruslah melibatkan sains. Sebagai contoh, jika seseorang ingin menjadi penata rambut, apa pun yang guru tahu, begitu masuk ke pewarna rambut, diperlukan kimia. Dalam bidang kesehatan, ketika membicarakan akan menyembuhkan banyak orang, sementara sumber makanan tersedia tidak memiliki cukup protein, maka sains mungkin akan mencari sumber protein (termasuk yang baru – hasil perkembangan dan/atau cara produksi baru yang manusiawi (antara lain produksi dalam skala besar).

Dari survei singkat dalam kegiatan menunjukkan aspirasi guru bervariasi di antara lokasi sekolah yang berbeda, dan peserta dari kawasan pedesaan lebih sedikit mengungkapkan aspirasi untuk mengikuti karier berkaitan sains daripada rekan-rekan guru yang bertugas di perkotaan. Meskipun lebih dari 80% peserta yang diwawancarai selama kegiatan, para guru percaya sains itu baik terkait sektor untuk bekerja, hanya sekitar 38% memilih subjek terkait dengan STEM sebagai favorit para guru. Guru muda dan tua merasakan sains menjadi subjek 'keras', cocok untuk hanya guru yang paling mampu, dan ilmuwan 'kebanyakan profesional dan kelas menengah', Sikap seperti itu diperkuat dengan ketersediaan banyak yang menggambarkan para ilmuwan dan cocok dengan stereotip ini. Guru juga sering tidak menyadari transferabilitas keterampilan STEM dan cakupan

karier yang dapat mengarah pada kualifikasi STEM (Bybee, 2013). Masalah-masalah ini sangat serius dilihat dari tingkat kualifikasi, pengetahuan yang rendah, dan koneksi dengan sains relatif sedikit. Faktanya, lebih sedikit guru mengajar fisika karena dan kurangnya pengetahuan dan pemahaman tentang apa itu fisika serta pilihan karier yang dapat menyebabkannya dipelajari (Bennett & Ruchti, 2016).

Tampaknya terbukti dari sudut pandang ilmu pengetahuan (ilmiah) dan kemajuan teknologi bahwa pada tahun 2030 akan membutuhkan orang untuk menjadi sangat mahir menganalisis dan menangani data, termasuk keterampilan kuat dalam berpikir komputasional (pemecahan masalah menggunakan ilmu teknik komputer) (Steen, 2003). Terlalu banyak guru membatasi diri belajar matematika sewaktu bersekolah. Hal ini menunjukkan bahwa pada usia sekolah, budaya belajar matematika masih lemah. Terlibat dengan matematika lebih lama seharusnya meningkatkan kepercayaan matematis orang, dan dalam jangka panjang perlu peningkatan budaya tersebut, misalnya untuk meningkatkan keterampilan logika.

Tabel 3 berikut menyajikan *Timeline* Pencapaian visi kurikulum STEM. Hasil PKM menetapkan standar yang disepakati untuk pendidikan dan penelitian guna memastikan praktik yang baik dan untuk memberikan kepercayaan kepada pengguna. Dalam hal ini, sekolah berinvestasi dalam penelitian dan tes pendidikan serta mengevaluasi program baru sebelum bergulir secara nasional. Hasilnya mendorong dan merangkul guru untuk menjadi peneliti pendidikan STEM (Halsey et al., 2007).

Tabel 3

Timeline Pencapaian Visi Kurikulum STEM

Aspek	Saat Ini (sungguh-sungguh dipersiapkan)	Dalam 5 Tahun	Dalam 10 Tahun
Kurikulum	Masih sedikit guru (rumpun STEM) terinspirasi untuk mengembangkan pembelajaran matematika dan sains dalam rangka mempertahankan ekonomi kompetitif.	Guru, pengusaha, pemerintah dan komunitas pendidikan memiliki kerja sama untuk merancang dan memperkenalkan kerangka kerja baru, dan keterlibatan komunitas STEM dan industri.	Kualitas akademik ditingkatkan, sementara mata pelajaran merupakan bagian dari kurikulum.
		Guru memahami pentingnya STEM di dunia nyata melalui bimbingan karier.	Semua guru dan siswa belajar matematika dan sains yang bersesuaian.
		Kurikulum mandiri dan sekolah berperan pula sebagai lembaga penilaian.	

Aspek	Saat Ini (sungguh-sungguh dipersiapkan)	Dalam 5 Tahun	Dalam 10 Tahun
Asesmen	Penilaian kualifikasi publik (ujian eksternal) bagi guru memang dipertaruhkan.	Guru terlatih untuk menjadi asesor diperlukan sebagai bagian dari implementasi kurikulum baru.	Penilaian eksternal perlu digunakan, sebagian besar pada titik transisi utama.
Akuntabilitas	Sekolah dan perguruan tinggi bertanggung jawab.	Merancang sekolah dan perguruan tinggi sebagai pihak yang berkepentingan untuk terlibat penuh.	Perlu ada unit yang bertanggung jawab atas mata pelajaran STEM. Sekolah bertanggung jawab atas rentang tindakan yang lebih luas daripada kinerja pengawasan.
Profesionalitas Guru	Ada kekurangan guru dalam ilmu pengetahuan dan matematika. Masih banyak guru tidak terlibat secara teratur dalam pengembangan profesional, khusus materi subjek.	Guru memiliki lebih banyak kesempatan untuk mengambil bagian dalam pengembangan profesional dan dibantu oleh komunitas STEM dan industri untuk menggunakan lebih luas berbagai metode pengajaran yang menginspirasi.	Wajib bagi guru untuk terlibat dalam pengembangan subjek spesifik di seluruh karier mengajar guru.

Simpulan

PKM yang dihasilkan didasarkan pada pandangan bahwa perubahan pada sistem pendidikan seharusnya dibuat secara ilmiah, dengan mendasarkan strategi pendidikan tentang bukti; mengujicobakan pada skala kecil; mengevaluasi efektivitasnya sebelum diterapkan secara luas (universal); dan berinvestasi dalam apa yang berhasil untuk meningkatkan dan berinovasi di seluruh sistem. Tim PKM menetapkan prinsip-prinsip pencapaian sistem pendidikan untuk mendapatkan pembelajaran sains dan matematika lebih baik, mengakui bahwa implementasi merdeka belajar akan bervariasi sesuai dengan perbedaan situasi sosial dan ekonomi. Namun, cara-cara yang dapat diimplementasikan tentu berbeda, yang merupakan perluasan prinsip penting dan harus dapat menerapkannya dengan cara yang sesuai dengan khususnya keadaan.

Dalam menetapkan ide dan prinsip, Tim bersama peserta melakukannya tidak menyertakan rencana implementasi terperinci untuk menyampaikan visi. Hal ini karena membutuhkan pekerjaan luas dan berkelanjutan – paling tidak untuk menentukan banyak dana yang dibutuhkan untuk mewujudkannya dan dari mana mendapatkannya. Akan tetapi, Tim PKM tetap teguh bahwa investasi jangka panjang dalam sains yang

sangat baik dan pendidikan matematika akan memberikan keuntungan signifikan bagi guru, bagi masyarakat dan dunia industri dan usaha.

Tim menyimpulkan bahwa meskipun menginspirasi praktik dapat ditemukan (beberapa yang diilustrasikan dalam laporan), beberapa masalah signifikan dan mengakar, dan spesifik ke sekolah perlu diatasi. Ini termasuk kekurangan yang sedang berlangsung bahwa guru sains dan matematika perlu spesialis dan, perkembangan yang kurang memuaskan menurut tingkat pemahaman dan penguasaan sains dan matematika masih muncul dipandang dari standar nasional. Akar masalah pendidikan memang luas, antara lain adalah kerangka kerja pendidikan, isi ilmu pengetahuan dan kurikulum matematika, hubungan antara sekolah dan perguruan tinggi, komunitas lokal dan profesi guru yang merasa lelah oleh reformasi kebijakan serta akuntabilitas sekolah yang sempit. Tindakan bersama diperlukan agar sistem pendidikan akan tetap terdepan. Sementara kita mengakui berbagai praktik yang baik dan inisiatif yang ada, tim percaya bahwa ini tidak cukup untuk mencapai skala transformasi yang diperlukan. Tim PKM mengakui bahwa program ini hanya dapat berhasil sebagai bagian dari reformasi pendidikan sistemik, bahwa proposal tim adalah kompleks, bahwa beberapa memiliki implikasi untuk semua mata pelajaran, dan itu tidak dapat terjadi dengan cepat. Tetapi prosesnya perubahan harus dimulai sekarang – dan mendesak – jika kita ingin menginspirasi generasi berikutnya.

Saran

Perlu menetapkan standar yang disepakati untuk pendidikan dan penelitian guna memastikan praktik yang baik dan untuk memberikan kepercayaan kepada pengguna dalam hasilnya. Hal ini dapat dilakukan dengan berinvestasi dalam penelitian dan tes pendidikan dan mengevaluasi program baru sebelum bergulir keluar secara nasional. Selain itu, mendorong profesi STEM profesional untuk merangkul guru dan peneliti pendidikan STEM di jaringan guru juga merupakan unsur yang penting agar strategi pembelajaran STEM dapat diimplementasikan sesuai dengan perkembangan zaman.

Daftar Pustaka

- Abramovich, S., Burns, J., Campbell, S., & Grinshpan, A. Z. (2016). STEM education: Action learning in primary, secondary, and post-secondary mathematics. *IMVI Open Mathematical Education Notes*, 6(2).
- Abramovich, S., & Grinshpan, A. Z. (2012). Bridging K-12 and university mathematics: Building the staircase from the top. *IMVI Open Mathematical Education Notes*, 2, 1–21.
- Apostu, S. A., Mukli, L., Panait, M., Gigauri, I., & Hysa, E. (2022). Economic growth through the lenses of education, entrepreneurship, and innovation. *Administrative Sciences*, 12(3). <https://doi.org/10.3390/admsci12030074>
- Bennett, C. A., & Ruchti, W. (2016). Bridging STEM with mathematical practices. *Journal of STEM Teacher Education*, 49(1).
- Berlin, D. F., & Lee, H. (2005). Integrating science and mathematics education: Historical analysis. *School Science and Mathematics*, 105(1). <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2005.tb18032.x>
- Birney, L., McNamara, D., Sanders, C., Luintel, H., & Penman, J. (2018). Curriculum and community enterprise for restoration sciences: The expansion and future of the model. *International Research in Higher Education*, 3(4). <https://doi.org/10.5430/irhe.v3n4p1>
- Bybee, R. W. (2013). The case for education: STEM challenges and opportunities. *NSTA (National Science Teachers Association)*.
- Davies, N. (2003). Mathematical skills in the workplace. *MSOR Connections*, 3(1), 4–4. <https://doi.org/10.11120/msor.2003.03010004a>
- Ghufron, M. (2018). Revolusi industri 4.0: Tantangan, peluang, dan solusi bagi dunia pendidikan. *Seminar Nasional dan Diskusi Panel Multidisiplin Hasil Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat*, 1(1).
- Halsey, K., Harland, J., & Springate, I. (2007). Increasing capacity in STEM education research: A study exploring the potential for a fellowship programme. Research Summary. *National Foundation for Educational Research*.
- Irfandi, I., Syahza, A., & Putra, Z. H. (2022). Studi meta analisis: Pengaruh STEM (Science, Technology, Engineering dan Mathematic) terhadap hasil belajar. *Formatif: Jurnal Pembangunan Pendidikan MIPA*, 9(1), 71-82.
- Khotimah, R. P., Pratiwi, A. S. R., & Pratiwi, I. I. (2023). Pelatihan pembelajaran matematika berbasis STEM bagi guru

- SMA/SMK/MA Muhammadiyah Surakarta. *RESWARA: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 4(1). <https://doi.org/10.46576/rjpkm.v4i1.2514>
- Maneejuk, P., & Yamaka, W. (2021). The impact of higher education on economic growth in Asean-5 countries. *Sustainability (Switzerland)*, 13(2). <https://doi.org/10.3390/su13020520>
- OECD. (2006). *Evolution of Student Interest in Science and Technology Studies. Policy Report*.
- Ozdemir, H. (2020). Maths instruction in vocational high school from teachers and students' eyes: A different kettle of fish. *Journal of Research in Mathematics Education*, 9(2). <https://doi.org/10.17583/redimat.2020.3796>
- Purnomo, Y. (2017). Pengaruh sikap siswa pada pelajaran matematika dan kemandirian belajar siswa terhadap prestasi belajar matematika. *JKPM (Jurnal Kajian Pendidikan Matematika)*, 2(1). <https://doi.org/10.30998/jkpm.v2i1.1897>
- Rosidah, R., Djam'an, N., & Khuluq, M. H. (2019). Pengembangan kompetensi guru dalam mengelola pembelajaran matematika berbasis STEM dengan alat sederhana. *Seminar Nasional Hasil Pengabdian*.
- Schwab, K., & Sala-i-Martin, X. (2016). The world economic forum global competitiveness report 2016-2017. In *World Economic Forum*.
- Steen, L. A. (2003). Data, shapes, symbols: Achieving balance in school mathematics. *Quantitative literacy: Why numeracy matters for schools and colleges*, 53-74.
- Ziberi, B. F., Rexha, D., Ibraimi, X., & Avdiaj, B. (2022). Empirical analysis of the impact of education on economic growth. *Economies*, 10(4). <https://doi.org/10.3390/economies10040089>