

Pembelajaran Stem Untuk Generasi Emas Indonesia Dalam Pembangunan Berkelanjutan

Pramita Yakub*

Program Studi Pendidikan Biologi, FMIPA, Universitas Negeri Surabaya.

*Corresponding author: pramitayakub@unesa.ac.id

ABSTRAK

Indonesia tengah mempersiapkan diri menuju Generasi Emas 2045 dengan fokus pada pembangunan sumber daya manusia yang unggul dan berdaya saing global. Pembelajaran berbasis STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) menjadi pendekatan strategis dalam pendidikan untuk membekali peserta didik dengan keterampilan abad ke-21 seperti berpikir kritis, kreatif, kolaboratif, dan komunikatif. Makalah ini mengkaji implementasi STEM di Indonesia, termasuk integrasi kearifan lokal, pengembangan media pembelajaran, dan kontribusi berbagai institusi pendidikan seperti Unesa, UPI, dan STEM Center. Penelitian menunjukkan bahwa pendekatan STEM mampu meningkatkan literasi sains, motivasi belajar, dan kemampuan problem solving siswa. Model pembelajaran berbasis proyek (PjBL) menjadi metode dominan dalam penerapan STEM, mendukung pembelajaran kontekstual dan berkelanjutan. Dengan penguatan kurikulum, pelatihan guru, dan kolaborasi riset, STEM berpotensi besar mencetak generasi emas yang inovatif dan berakar pada nilai-nilai kebangsaan.

Kata Kunci: Pendidikan STEM, Generasi emas 2045, Keterampilan abad 21, *Project-based learning* (PjBL)

Pendahuluan

Indonesia tengah menapaki jalan menuju Generasi Emas 2045, Visi besar untuk mempersiapkan bangsa Indonesia yang memasuki usia 100 tahun menjadi negara maju dan berdaya saing tinggi. Untuk mewujudkan cita-cita tersebut, diperlukan sumber daya manusia (SDM) yang unggul, adaptif, dan inovatif dalam menghadapi tantangan global yang semakin kompleks. Peran Pendidikan menjadi tolak ukur suatu bangsa yaitu maju, peran krusial terutama pendekatan pembelajaran berbasis STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics).

Defenisi STEM menurut Panduan Pembelajaran STEM yang diterbitkan oleh Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan Kemendikbudristek:

“STEM adalah pendekatan pembelajaran yang mengintegrasikan sains, teknologi, enjineri, dan matematika dalam konteks kehidupan nyata untuk mengembangkan keterampilan berpikir kritis, kreatif, kolaboratif, dan komunikatif”.

Sementara itu, dalam buku Model STEM dalam Pendidikan karya Riyanto et al. (2021), dijelaskan bahwa:

“Pembelajaran STEM bertujuan menciptakan lulusan dengan bekal pengetahuan dan keterampilan yang siap menghadapi tantangan global, baik dalam bidang ekonomi, sosial, maupun teknologi. Siswa dilatih menjadi pribadi yang kritis, inovatif, dan pemecah masalah”.

Pendekatan STEM tidak hanya berfokus pada penguasaan konten, tetapi juga pada proses berpikir ilmiah dan rekayasa, serta penerapan teknologi dan matematika untuk menyelesaikan masalah nyata. Dengan demikian, STEM menjadi fondasi penting dalam membentuk generasi emas Indonesia yang siap bersaing di tingkat global.

Pembelajaran STEM tidak hanya menekankan penguasaan konten akademik, tetapi juga mendorong keterampilan berpikir kritis, pemecahan masalah, kolaborasi, dan kreativitas – kompetensi yang sangat dibutuhkan di era Revolusi Industri 4.0 dan Society 5.0. Dengan mengintegrasikan ilmu pengetahuan, teknologi, rekayasa, dan matematika dalam konteks kehidupan nyata, STEM mampu membekali generasi muda dengan kemampuan untuk menciptakan solusi atas persoalan sosial, ekonomi, dan lingkungan.

Penerapan pembelajaran STEM di Indonesia menunjukkan tren positif, meskipun masih didominasi oleh mata pelajaran IPA dan Fisika. Media pembelajaran seperti modul, lembar kerja siswa, dan proyek berbasis STEM mulai banyak digunakan, dengan fokus utama pada peningkatan hasil belajar dan literasi sains (Yatin & Zaenal 2022).

Sementara itu, Unesa sendiri khususnya program studi Pendidikan Biologi, Fisika, Kimia, Sains sudah mengarahkan mahasiswa untuk menghasilkan produk-produk Pembelajaran STEM. Di Indonesia sudah mulai berdiri berbagai STEM Center, seperti di UNJ, Universitas Pendidikan Indonesia (UPI), Pusat Riset STEM di Universitas Syiah Kuala Indonesia, Stem Centre di UMJ, dan berbagai Universitas lainnya di Indonesia, serta Nuclei School bagi sekolah yang telah menerapkan STEM sebelum masuk ke dalam kurikulum. Sekolah dan kampus ini sudah mengintegrasikan pembelajaran STEM pada matakuliah, mata Pelajaran dan aktivitas P5. Melalui STEM Education Center telah aktif mengembangkan dan memfasilitasi pembelajaran STEM di berbagai jenjang pendidikan. UPI menjadi pusat rujukan nasional dalam pelatihan guru dan pengembangan kurikulum STEM, termasuk melalui program Young Scientist, Technician, Engineer, and Mathematician (YSTEM) yang dirancang untuk siswa kelas 4–9. Sedangkan di Unesa sendiri sudah mengembangkan PUI EduStem yang berada di bawah bidang Satuan Inovasi.

Penerapan pembelajaran melalui konteks lokal, pendekatan STEM berbasis kearifan lokal menjadi strategi penting untuk menjembatani antara ilmu pengetahuan modern dan budaya tradisional/lokal. Sarwanto (Universitas Sebelas Maret) mengembangkan pembelajaran STEM dengan memanfaatkan teknologi tradisional seperti sumur senggot–

alat bantu mengambil air di persawahan yang bekerja berdasarkan prinsip tuas. Melalui pendekatan ini, diharapkan peserta didik diajak memahami konsep fisika melalui praktik budaya lokal.. Prpgram Studi Pendidikan Biologi sudah mulai mempublikasi hasil penelitian berbasis kearifan lokal baik Nasional dan Internasional. Melalui pendekatan STEM diharapkan lebih banyak dan lebih luas pengetahuan budaya lokal yang di publish ke Tingkat Nasional, dan tiap daerah dapat mengangkat potensi lokal yang dimilikinya.

Penelitian lain yang telah dikembangkan oleh peneliti di Universitas Trunojoyo Madura dan Universitas Negeri Surabaya menunjukkan bahwa integrasi literasi STEM dan keterampilan riset berbasis kearifan lokal dalam mata kuliah bioteknologi mampu meningkatkan respons positif mahasiswa calon guru IPA. Pendekatan ini memperkuat relevansi pembelajaran dengan konteks sosial dan budaya peserta didik. Handriyan et al.

Model pembelajaran berbasis proyek yang menggabungkan kearifan lokal juga terbukti efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kreatif dan kemandirian belajar, seperti yang dikembangkan oleh Nurhikmayati dan Sunendar (Universitas Majalengka dan Universitas Siliwangi). Dengan mengembangkan pembelajaran STEM secara sistematis, kontekstual, dan berbasis budaya lokal, Indonesia memiliki peluang besar untuk mencetak generasi emas yang tidak hanya cerdas secara akademik, tetapi juga berakar kuat pada nilai-nilai kebangsaan dan mampu berinovasi dalam pembangunan nasional dan global.

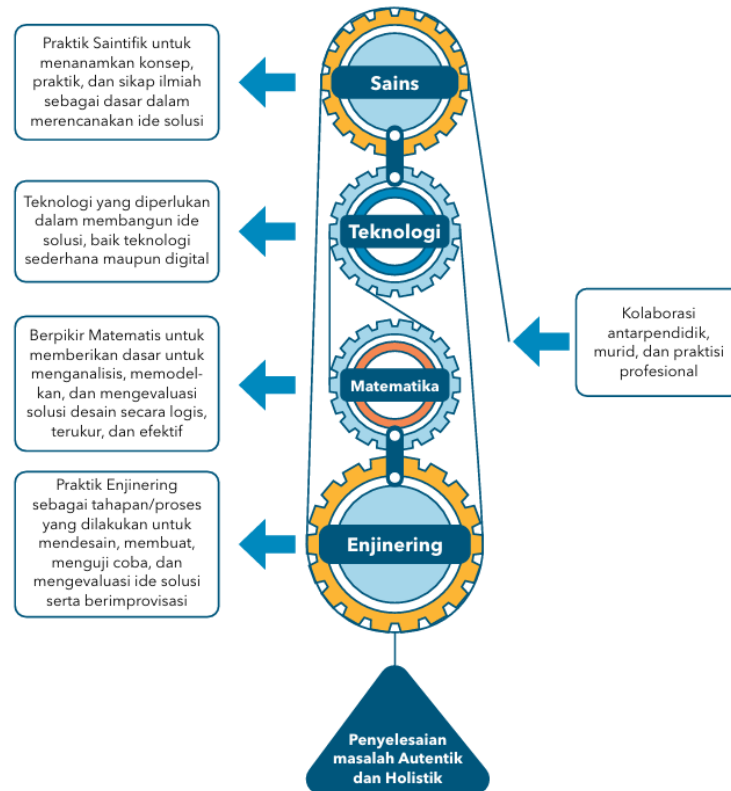
Kini para peneliti dan akademisi menyadari bahwa banyak hal yang perlu di eksplor dan bersifat strategis untuk meningkatkan dan mengembangkan pengetahuan STEM di Indonesia baik secara nasional maupun lokal untuk mendukung pembelajaran abad 21 yang berkelanjutan melalui ruang akademik, ruang-ruang kelas dan komunitas yang mampu bersaing secara global. Tanpa upaya ini peserta didik kita akan mengalami ketertinggalan dan tantangan di masa akan datang.

Upaya pembelajaran STEM untuk Mempersiapkan Generasi Unggul Indonesia

Di Indonesia, Kementerian Pendidikan Dasar dan Menengah (Kemendikdasmen) mulai mengintegrasikan STEM baik melalui intrakurikuler, kokurikuler, dan ekstrakurikuler. Tujuannya tak hanya meningkatkan capaian akademik, tetapi juga menyiapkan murid menjadi pemecah masalah yang inovatif terkait isu sosial, lingkungan, dan ekonomi. Dalam hal ini, pendidik memiliki peran penting dalam mengkontekstualisasikan kebijakan pembelajaran mendalam agar selaras dengan kebutuhan satuan pendidikan.

STEM dalam pembelajaran tidak hanya dipahami semata-mata sebagai kumpulan pengetahuan, melainkan lebih penting sebagai sebuah dampak nyata bagi murid. Pembelajaran STEM diarahkan untuk menghasilkan murid yang tidak hanya menguasai

konsep, tetapi juga mampu menerapkannya dalam kehidupan sehari-hari, sehingga memberikan kontribusi nyata bagi dirinya, satuan pendidikan, dan komunitas. Dalam penerapannya, setiap komponen STEM ini memiliki peran yang lebih spesifik dan saling terintegrasi untuk mendukung penyelesaian masalah secara holistik. Gambar 1.



Gambar 1. Peran Setiap Komponen STEM dalam Pembelajaran (Kelley & Knowles, 2016)

Pentingnya Pembelajaran STEM

Pentingnya STEM juga tercermin dalam asesmen internasional seperti PISA dan TIMSS, di mana literasi sains dan matematika menjadi indikator utama kualitas pendidikan suatu negara. Indonesia masih berada di bawah rata-rata global dalam asesmen tersebut, sehingga pembelajaran STEM menjadi salah satu solusi untuk meningkatkan capaian tersebut.

Secara internasional, Bybee (2013) dalam bukunya *The Case for STEM Education: Challenges and Opportunities* menekankan bahwa STEM bukan hanya tentang sains dan teknologi, tetapi juga tentang bagaimana pendidikan dapat mempersiapkan siswa untuk menjadi pemecah masalah dalam dunia nyata. Ia menyatakan bahwa:

“STEM education is essential for preparing students to be informed citizens and productive members of the workforce in a technology-driven society.”

STEM ditingkat nasional, penelitian oleh Yatin dan Zaenal Abidin (2022) menunjukkan bahwa pembelajaran STEM di Indonesia telah diterapkan dalam berbagai

bentuk, seperti modul, proyek, dan lembar kerja siswa, meskipun masih terbatas pada mata pelajaran IPA dan Fisika. Sementara itu, pendekatan STEAM (dengan tambahan unsur seni) mulai digunakan untuk meningkatkan kreativitas dan keterampilan holistik siswa.

Berikut beberapa contoh produk yang telah dipublikasi oleh mahasiswa Prodi Pendidikan Biologi.



Gambar 2. a. E-Modul Berbasis STEM, b. E-Book Berbasis STEM, c. E-Modul Berbasis STEM

Sebagai sebuah tren yang sedang digalakkan dalam dunia pendidikan, STEM menjadi suatu pendekatan dalam mengatasi permasalahan di dunia nyata dengan menuntun pola pikir siswa layaknya insinyur dan ilmuwan berpikir. Melalui STEM ini, siswa dituntun menjadi pemecah masalah, penemu, innovator, membangun kemandirian, berpikir logis, melek teknologi, dan mampu menghubungkan pendidikan STEM dengan dunia kerjanya. Pendidikan STEM menerapkan pembelajaran berbasis pemecahan masalah yang sengaja menempatkan penyelidikan ilmiah dan penerapan matematika dalam konteks merancang teknologi sebagai bentuk pemecahan masalah. Penyelidikan ilmiah jarang terjadi dalam pendidikan teknologi dan kegiatan mendesain teknologi jarang terjadi di kelas sains. Tetapi di dalam kehidupan sehari-hari, desain dan penyelidikan ilmiah secara rutin diaplikasikan secara bersamaan sebagai teknis solusi untuk masalah dunia nyata (Sanders, 2009).

Asesmen internasional seperti PISA (Programme for International Student Assessment) dan TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study) digunakan secara global untuk mengukur kemampuan siswa dalam literasi sains, matematika, dan membaca. Hasil dari asesmen ini menjadi indikator utama kualitas pendidikan suatu negara. Posisi Indonesia dalam PISA dan TIMSS.

- a. PISA 2018 menunjukkan bahwa skor Indonesia dalam literasi matematika dan sains berada jauh di bawah rata-rata OECD. Indonesia menempati peringkat ke-72 dari 79 negara peserta.
- b. TIMSS 2019 juga mencatat bahwa siswa kelas VIII di Indonesia memiliki skor yang rendah dalam matematika dan sains dibandingkan dengan negara-negara tetangga di Asia Tenggara.
- c. Peran STEM sebagai Solusi

Pembelajaran STEM hadir sebagai pendekatan yang mampu:

- Meningkatkan literasi sains dan matematika melalui pembelajaran kontekstual dan berbasis masalah.
- Mendorong keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah, yang menjadi fokus utama dalam asesmen PISA dan TIMSS.
- Mengintegrasikan teknologi dan rekayasa dalam proses belajar, sehingga siswa lebih siap menghadapi tantangan dunia nyata.

STEM bukan hanya tentang penguasaan konten, tetapi tentang bagaimana siswa dapat menerapkan pengetahuan untuk menyelesaikan masalah dan membuat keputusan berbasis bukti dalam kehidupan sehari-hari (Bybee, 2013).

Di Indonesia, Kemendikbudristek telah mendorong integrasi STEM dalam kurikulum melalui berbagai pelatihan guru dan pengembangan modul. Penelitian oleh Yatin dan Zaenal Abidin (2022) juga menunjukkan bahwa pembelajaran STEM berkontribusi positif terhadap peningkatan hasil belajar dan literasi sains siswa.

Pengembangan Pembelajaran STEM

Menghadapi era globalisasi dan disrupsi teknologi yang semakin kompleks, dunia pendidikan dituntut untuk bertransformasi secara menyeluruh. Salah satu pendekatan yang kini menjadi sorotan utama pengembangan pembelajaran STEM menjadi langkah strategis dalam Melalui integrasi kurikulum, pelatihan guru, dan pemanfaatan teknologi serta kearifan lokal, STEM diharapkan dapat menjadi fondasi pendidikan yang relevan dan berdaya saing tinggi.

a. Integrasi Kurikulum dan Proyek Kontekstual

Kurikulum Merdeka mendorong pembelajaran berbasis proyek dan lintas disiplin, yang sejalan dengan prinsip STEM. Siswa diajak untuk mengembangkan solusi terhadap masalah nyata dengan pendekatan ilmiah dan rekayasa.

b. Pelatihan Guru dan Pengembangan Profesional

Guru menjadi ujung tombak implementasi STEM. Program pelatihan seperti Professional Learning Community (PLC) berbasis TPACK (Technological Pedagogical Content Knowledge) telah dikembangkan untuk meningkatkan kompetensi guru IPA dalam menerapkan pembelajaran STEM.

c. Integrasi Kearifan Lokal dan Budaya Nusantara

STEM berbasis kearifan lokal menjadi pendekatan khas Indonesia. Misalnya, penggunaan teknologi tradisional seperti sumur senggol atau rumah panggung sebagai media pembelajaran fisika dan teknik.

d. Penggunaan Media Digital dan Simulasi Virtual

Penelitian dari jurnal Scopus menunjukkan bahwa penggunaan simulasi berbasis komputer dan virtual labs dalam pembelajaran STEM dapat meningkatkan pemahaman konsep dan keterlibatan siswa secara signifikan.

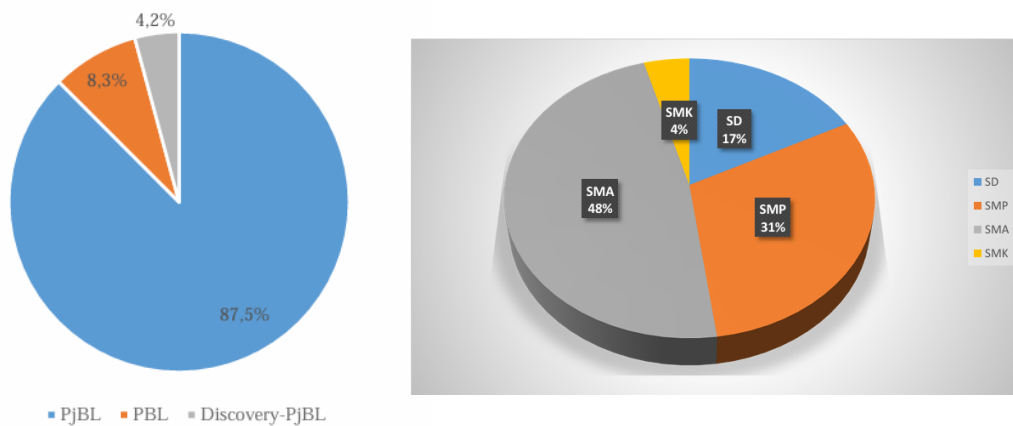
e. Kolaborasi Internasional dan Riset Terapan

Universitas seperti UPI dan ITS telah menjalin kerja sama dengan institusi luar negeri untuk mengembangkan model pembelajaran STEM yang adaptif dan berbasis riset. Program seperti STEM4Youth dan STEM-CPD menjadi contoh pengembangan kapasitas guru dan siswa secara global.

Hasil Implementasi Pendidikan STEM

STEM telah menunjukkan keberhasilan dalam pengimplementasiannya pada pembelajaran IPA. Keberhasilan tersebut antara lain STEM dapat mengarahkan pembelajaran IPA yang dapat di kombinasikan dengan teknologi, baik teknologi sederhana dan teknologi tinggi. (Singgih, 2020; Wicaksono, 2020), melalui pembelajaran STEM dapat diperoleh motivasi peserta didik yang tinggi karena telah memperoleh pelatihan STEM. (Dokme & Kayunlu, 2022), pembelajaran STEM juga mengalami yaitu pada hasil peningkatan berpikir kritis, berpikir kreatif, dan hasil belajarpeserta didik siswa (Putri et al., 2020), menciptakan suasana belajar lebih aktif (Wahyuni, 2021), serta meningkatkan berbagai kompetensi siswa (Oktavia, 2019). Adapun manfaat tentang analisis pembelajaran STEM dan tantangan dalam implementasi pembelajaran di Indonesia dapat disimpulkan baik misalnya dalam hal peningkatan berpikir kreatif, Thovawira et al. (2020) serta penerapan Pembelajaran STEM dengan robotika dan persepsi guru terhadap STEM.

Adapun hasil implementasi STEM pada pembelajaran IPA dilihat dari model pembelajaran pada berbagai level jenjang pendidikan diperoleh bahwa model PjBL paling banyak digunakan dengan persentase 87.5%. terlampir pada Gambar 3.



Gambar 3. STEM pada pembelajaran IPA berdasarkan model pembelajaran & level jenjang pendidikan

Model pembelajaran PjBL menjadi model pembelajaran yang paling banyak diterapkan dibanding PBL dan Discovery-PjBl karena pembelajaran STEM dianggap identik dengan proyek atau penemuan baru yang dapat dikembangkan oleh siswa secara mandiri dan terbimbing. Selain itu karena Sains berkaitan dengan pengetahuan yang digunakan dalam merancang proyek, technology berkaitan dengan penerapan pengetahuan dan keterampilan untuk merancang dan mengembangkan proyek, Technic berkaitan dengan cara atau teknik dalam menyelesaikan proyek, dan Mathematics berkaitan dengan logika berpikir dalam menyelesaikan proyek.

Penutup

Pembelajaran STEM di Indonesia akan memberikan dampak yang positif dalam perkembangan pembangunan berkelanjutan, sehingga sangat cocok jika penerapan pembelajaran berbasis proyek (Project-Based Learning/PjBL) dalam pendidikan biologi sebagai strategi untuk meningkatkan keterampilan abad ke-21, khususnya keterampilan berpikir kritis, kreatif siswa, kolaborasi, dan komunikasi. Penerapan pembelajaran STEM melalui konteks lokal, yaitu pendekatan STEM berbasis kearifan lokal dapat menambah khasanah Pendidikan Indonesia yang berkelanjutan dan memiliki kekhasan tersendiri sehingga peserta didik di era generasi emas mampu bersaing secara Global apabila diterapkan secara jelas dan konkrit.

Daftar Pustaka

- Bybee, R. W. (2013). The Case for STEM Education: Challenges and Opportunities. NSTA Press.
- IEA. (2020). TIMSS 2019 International Results in Mathematics and Science. <https://timss2019.org>

- Lim Halimatul Mu'minah & Yeni Suryaningsih. (2020). Implementasi STEAM dalam Pembelajaran Abad 21. *Jurnal Bio Educatio*. 5(1): 65-73.
- OECD. (2019). PISA 2018 Results. <https://www.oecd.org/pisa/publications/pisa-2018-results.htm>
- Nana Diana & Turmudi. (2021). Kesiapan Guru dalam Mengembangkan Modul Berbasis STEM untuk Mendukung Pembelajaran di Abad 21. *Edumatica – Universitas Pendidikan Indonesia*.
- Oktavia, R. (2019). Bahan ajar berbasis science, technology, engineering, mathematics (STEM) untuk mendukung pembelajaran IPA terpadu. *Semesta: Journal of Science Education and Teaching*. 2(1): 32-36.
- Singgih, S. (2020). STEM Dalam Pembelajaran IPA di Era Revolusi Industri 4. 0. *Indonesian Journal of Natural Science Education*. 3(1): 299-304.
- Thovawira, F. A., Safitri, I., Supartik, S., Sitompul, N. N. S., & Anggriyani, I. (2020). SySTEMatic literature review: implementasi pendekatan STEM (manfaat dan tantangan) di indonesia. *HISTOGRAM: Jurnal Pendidikan Matematika*. 4(2).
- Wahyuni, N. P. (2021). Penerapan pembelajaran berbasis STEM untuk meningkatkan hasil belajar IPA. *Journal of Education Action Research*. 5(1):109-117.
- Wicaksono, A. G. (2020). Penyelenggaraan pembelajaran IPA berbasis pendekatan STEM dalam menyongsong era revolusi industri 4.0. *LENSA (Lentera Sains): Jurnal Pendidikan IPA*. 10(1): 54-62.
- Yatin & Zaenal Abidin. (2022). Tinjauan Pustaka: Perkembangan Pembelajaran STEM di Indonesia. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*. 8(11): 23-34. <https://doi.org/10.5281/zenodo.6830219>