

Peluang dan Tantangan Integrasi STEM-Kewirausahaan Berbasis IT dalam Membangun Generasi Emas yang Mandiri: Studi Pustaka

Billy Nathanael Wahyu Pratya¹, Uswatun Chasanah², Arori Ashar Hidayat³, Boedy Irhadtanto⁴

¹Pendidikan Teknologi Informatika, IKIP PGRI Bojonegoro, Jalan Panglima Polim Nomor 46,

Email: bill33370@gmail.com¹, usna.chasanah123@gmail.com²

, aroriasharhidayad17@gmail.com³, boedyirh@ikippgribojonegoro.ac.id⁴

Telp: +62 856-4850-8485, +62 821-4050-0423, +62 858-9544-6352, +62 857-3026-2105

Abstrak

Integrasi STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) dengan kewirausahaan berbasis teknologi informasi (IT) dinilai sebagai strategi potensial dalam menyiapkan Generasi Emas Indonesia 2045 yang mandiri dan berdaya saing. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis secara sistematis peluang dan tantangan integrasi STEM-kewirausahaan berbasis IT dalam membangun kemandirian generasi emas. Metode yang digunakan adalah studi literatur. Sembilan sumber yang relevan dianalisis, yaitu jurnal nasional terindeks, jurnal internasional terindeks Scopus, buku, dan seminar yang diterbitkan antara tahun 2020 dan 2026. Hasil penelitian menunjukkan bahwa integrasi ini menawarkan banyak peluang, seperti peningkatan pola pikir inovatif dan keterampilan berpikir kritis tingkat tinggi (HOTS) melalui pendekatan STEM; pembentukan model bisnis baru berbasis teknologi seperti AI, cloud computing, dan Internet of Things; dan munculnya semangat technopreneurship yang tangguh dan berorientasi solusi. Namun demikian, dalam pelaksanaannya, ada banyak masalah. Beberapa di antaranya adalah kurangnya pengetahuan guru tentang pendekatan STEM kurangnya infrastruktur dan fasilitas teknologi, terutama di daerah tertinggal; kurikulum yang masih terlalu teoretis dan tidak terintegrasi; keterbatasan dana untuk mengakses teknologi modern; dan mengabaikan aspek lingkungan dalam pembelajaran STEM. Penelitian ini menemukan bahwa kolaborasi erat antara pemerintah, lembaga pendidikan, dan sektor industri diperlukan untuk integrasi STEM-kewirausahaan berbasis IT. Hal ini diperlukan untuk memastikan bahwa guru diberi pelatihan berkelanjutan, fasilitas yang disesuaikan, kurikulum yang disesuaikan dengan proyek, dan strategi kolaborasi dengan dunia usaha.

Kata kunci: STEM, Kewirausahaan, Technopreneurship, Generasi Emas 2045, Integrasi IT

Abstract

The integration of STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) with information technology (IT)-based entrepreneurship is considered a potential strategy in preparing an independent and competitive Indonesian Golden Generation of 2045. This study aims to systematically analyze the opportunities and challenges of STEM-IT-based entrepreneurship integration in building the independence of the golden generation. The method used is a literature study. Nine relevant sources were analyzed, namely indexed national journals, Scopus-indexed international journals, books, and seminars published between 2020 and 2026. The results show that this integration offers many opportunities, such as improving innovative mindsets and high-level critical thinking skills (HOTS) through the STEM approach; the formation of new technology-based business models such as AI, cloud computing, and the Internet of Things; and the emergence of a strong and solution-oriented technopreneurship spirit. However, in its implementation, many problems arise. Some of these include teachers' lack of knowledge about the STEM approach; a lack of technological infrastructure and facilities, especially in underdeveloped areas; a curriculum that is still too theoretical and not integrated; limited funds to access modern technology; and neglect of environmental aspects in STEM learning. This study found that close collaboration between the government, educational institutions, and the industrial sector is necessary for the integration of STEM and IT-based entrepreneurship. This is necessary to ensure teachers receive ongoing training, tailored facilities, project-specific curricula, and collaborative strategies with the business world.

PENDAHULUAN

Indonesia ingin menjadi negara maju dengan pendapatan per kapita tinggi dan keluar dari lingkaran negara berpendapatan rendah pada tahun 2045, tahun yang menjadi momen bersejarah bagi negara itu. Menurut Boentolo dkk. (2024), konsep "Negara Nusantara Berdaulat, Maju, dan Berkelanjutan" berarti bahwa Indonesia memiliki kemampuan untuk mengelola seluruh wilayahnya secara mandiri (berdaulat), mencapai kemajuan ekonomi dan SDM yang merata dan berdaya saing (maju), dan menjalankan pembangunan yang sesuai dengan keadilan antargenerasi dan kelestarian lingkungan (berkelanjutan). Ketiga pilar ini akan berfungsi sebagai dasar strategis untuk mewujudkan Indonesia yang bermartabat dan sejahtera pada tahun 2045.

Pada saat yang sama, Indonesia akan memiliki bonus demografi, dengan lebih banyak orang usia produktif dibandingkan orang usia non-produktif. Diharapkan generasi emas tidak hanya memiliki kecerdasan akademik yang tinggi, tetapi juga inovatif, mandiri, dan kritis. Di tengah Revolusi Industri 4.0 dan percepatan digitalisasi, abad ke-21 mungkin menjadi abad di mana masalah kompleks, kerja sama, dan literasi teknologi diperlukan. Selain itu, sistem pendidikan harus berubah untuk memberikan peserta didik kemampuan untuk menciptakan lapangan kerja sendiri, bukan hanya mencari pekerjaan.

Salah satu pendekatan strategis dalam mempersiapkan Generasi Emas 2045 adalah mengintegrasikan STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) dengan *technopreneurship* atau kewirausahaan berbasis teknologi. Pendekatan ini menggabungkan fondasi berpikir logis dan inovatif dari STEM dengan kemampuan untuk mandiri, melihat peluang, mengelola risiko, serta menciptakan nilai dari hasil inovasi teknologi (Davis, J. P. 2025). Namun, ada adalah hambatan yang harus diatasi, seperti kendala infrastruktur. Selain itu, penelitian tentang manfaat dan tantangan yang terkait dengan integrasi STEM berbasis TI dalam menciptakan generasi emas sangat penting karena relevan dengan tantangan pendidikan di era digital dan globalisasi. STEM (Sains, Teknologi, Teknik, dan Matematika) adalah bidang pendidikan yang tidak hanya berfokus pada pembelajaran, tetapi juga mengajarkan kreativitas, pemecahan masalah, pemikiran kritis, dan kerja tim, yang semuanya sangat penting di abad ke-21 (Ridwan, 2021). Terbatasnya kemampuan guru dan kurikulum yang masih teoritis dalam persiapan untuk Generasi Emas 2045 yang mandiri, artikel ini membahas peluang dan hambatan integrasi.

METODE

Studi literatur, juga dikenal sebagai penelitian pustaka, adalah serangkaian tindakan untuk membaca, mencatat, mengumpulkan data, dan mengolah bahan penelitian (Zed, 2021). Untuk mengumpulkan dan menganalisis informasi dari berbagai sumber, artikel ini menggunakan metode studi literatur (Andre Febrianto, 2024). Metode ini dipilih karena penelitian bertujuan untuk menentukan peluang dan hambatan dalam membangun Generasi Emas yang mandiri dengan menganalisis secara menyeluruh berbagai teori, konsep, dan temuan empiris yang telah ada mengenai integrasi STEM, kewirausahaan, dan teknologi informasi.

Data yang digunakan dipenelitian ini berasal dari jurnal, artikel, dan buku nasional dan internasional, serta dari Google Scholar, Scopus, dan Garuda.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data hasil studi perpustakaan dari beberapa jurnal penelitian yang terkait dengan Peluang Dan Tantangan Integrasi Stem-Kewirausahaan Berbasis It Dalam Membangun Generasi Emas Yang Mandiri. Hasil analisis dari beberapa sumber penelitian tersebut selanjutnya disajikan pada Tabel 1

untuk memberikan gambaran mengenai peluang dan tantangan implementasi STEM-kewirausahaan berbasis IT dalam dunia pendidikan.

No	Jurnal	Judul	penulis	Hasil penelitian
	peluang			
1.	Jurnal penelitian Pendidikan Volume 5 No 4 (2024):	INTEGRASI STEM DALAM KURIKULUM MEMPERSIAPKAN GENERASI MASA DEPAN	Ridwan	Kurikulum berbasis STEM tidak hanya meningkatkan pengalaman belajar siswa tetapi juga membekali mereka dengan skill yang sangat dibutuhkan di dunia yang terus berkembang ini. Untuk mempersiapkan siswa untuk menghadapi perkembangan teknologi dan kebutuhan tenaga kerja masa depan yang inovatif.
2.	Jurnal Praktisi Pendidikan, Volume 2 Nomor 1, April 2023, Hlm. 27-36	integrasi Pendekatan STEM(Science, Technology, Enggeenering and Mathematic) Untuk Peningkatan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Sekolah Dasar	Benny Kurniawan	Berpikir Tingkat Tinggi adalah keterampilan yang membantu belajar dengan mengidentifikasi masalah dan pada akhirnya menemukan solusi kreatif. Hal ini disebabkan oleh pesatnya perkembangan zaman modern ini, yang menuntut masyarakat untuk terus memperbaiki keterampilannya agar mereka dapat berkomunikasi dan berinteraksi dengan lebih baik di seluruh dunia.
3.	Formosa Journal of Science and Technology (FJST) Vol. 1, No. 4, 2022: 279-292	Pengembangan Perangkat Pembelajaran Technopreneurship pada Pendidikan Vokasi melalui Pendekatan STEM Berbasis Digital Technology Entrepreneurship	Sapto Haryoko. dkk(2022)	Karena adopsi teknologi digital telah menghasilkan model bisnis dan aliran pendapatan baru, bisnis sering menggunakan praktik transformasi digital. Teknologi dasar seperti manajemen data dan analitik diperlukan untuk teknologi baru seperti kecerdasan buatan (AI), cloud computing, dan Internet of Things (IoT) dapat mempercepat transformasi digital.

4.	Konferensi IEEE Frontiers in Education (FIE) 2024 Vol.12 (10.1109/ACCES.S.2024.3352162)	A Systematic Literature Review of Entrepreneurial Education in Electrical, Electronic, and Computer Engineering Curricula	Jonathan W. Brownin g	Menumbuhkan pola pikir kewirausahaan pada mahasiswa merupakan motivator dominan untuk dimasukkannya pendidikan kewirausahaan. Pola pikir kewirausahaan dapat didefinisikan sebagai tangguh, penuh sumber daya, dan berorientasi pada solusi, bahkan ketika menghadapi kesulitan.
5.	Buku library.uniq.edu.i qI SBN 978-0-07-352342-2	Technology Ventures From Idea to Enterprise	Thomas H. Byers.dk k	Kewirausahaan teknologi adalah gaya kepemimpinan bisnis yang melibatkan identifikasi peluang komersial yang berpotensi tinggi dan intensif teknologi, pengumpulan sumber daya seperti bakat dan modal, serta pengelolaan pertumbuhan yang cepat dan risiko yang signifikan menggunakan keterampilan pengambilan keputusan yang berprinsip.
6.	<i>Small Business Economics</i> , 55(3) , 529-539.	Artificial Intelligence and Big Data in Entrepreneurship: A New Era Has Begun	David B. Audretsc h	Perubahan teknologi berbasis IT bertindak sebagai penggerak eksternal (<i>external enablers</i>) yang kuat. Teknologi ini memberdayakan dan memungkinkan lahirnya aktivitas ekonomi baru, membantu para wirausahawan muda meluncurkan produk dan layanan inovatif yang sulit dilakukan di masa lalu
7.	Jurnal penelitian Pendidikan Volume 5 No 4 (2024):	INTEGRASI STEM DALAM KURIKULUM MEMPERSIAPKAN GENERASI MASA DEPAN	Ali Ramatni	Pengerahan integrasi STEM di Indonesia memiliki beberapa masalah, seperti pemahaman guru tentang metode ini, kurangnya fasilitas, dan kesulitan dalam mengembangkan kurikulum berbasis STEM yang

				kontekstual. Pendidikan STEM dapat lebih efektif dalam mempersiapkan siswa untuk masalah masa depan dengan memberikan pelatihan yang tepat dan fasilitas yang memadai.
8.	Proceeding Seminar Nasional IPA (pp. 385-388).	Mengatasi Tantangan Integrasi Lingkungan dalam Pembelajaran STEM. In Proceeding Seminar Nasional IPA (pp. 385-388).	Kamal, R. A. (2024, August).	Siswa tidak dapat memahami hubungan yang kompleks antara matematika, lingkungan, sains, teknologi, dan teknik. Ini karena tidak ada sumber daya dan dukungan yang cukup untuk memasukkan pendidikan lingkungan ke dalam kurikulum dan pendekatan pembelajaran STEM (Suwardi dalam kamal, 2024)
9.	<i>Small Business Economics</i> , 55(3), 529-539.	Artificial Intelligence and Big Data in Entrepreneurship: A New Era Has Begun	David B. Audretsch	Keterbatasan Sumber Daya dan Ketimpangan Infrastruktur (<i>Resource Constraints</i>) Wirausahawan pemula sering kali dihadapkan pada keterbatasan modal untuk mengakses teknologi IT mutakhir (seperti komputasi awan yang kuat atau dataset besar). Akibatnya, mereka berisiko kalah bersaing dengan perusahaan besar (<i>incumbents</i>) yang memiliki kapasitas ekonomi dan infrastruktur teknologi yang jauh lebih matang.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa meskipun kewirausahaan telah dimasukkan ke dalam sebagian besar lembaga pendidikan teknologi kejuruan, metode yang digunakan masih cenderung tidak efektif. Data hasil studi perpustakaan dari beberapa jurnal penelitian yang terkait dengan Peluang dan Tantangan Integrasi STEM-Kewirausahaan Berbasis IT dalam Membangun Generasi Emas yang Mandiri disajikan pada Tabel 1. Berdasarkan kajian terhadap sembilan sumber literatur, ditemukan dua kelompok temuan utama peluang integrasi dan tantangan implementasi.

A. Peluang Integrasi STEM-Kewirausahaan Berbasis IT

1. Pengembangan Pola Pikir Inovatif dan Keterampilan Berpikir Kritis

Ridwan (2024) berpendapat bahwa dengan memasukkan STEM ke dalam kurikulum, siswa akan dilengkapi dengan keterampilan yang diperlukan di era digital dan siap menghadapi perubahan teknologi dan kebutuhan tenaga kerja di masa depan. Kurniawan (2023) juga mengatakan bahwa pendekatan STEM meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi (Higher Order Thinking Skills/HOTS), yang memungkinkan siswa untuk berpikir kreatif dan menyelesaikan masalah. Kemampuan ini sangat penting di tengah pesatnya perkembangan zaman yang menuntut orang untuk terus meningkatkan keterampilannya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode yang digunakan masih cenderung sama meskipun kewirausahaan telah dimasukkan ke dalam sebagian besar lembaga pendidikan teknologi kejuruan.

2. Technopreneurship sebagai Jawaban Era Digital

Model bisnis baru diciptakan sebagai hasil dari transformasi digital, menurut Haryoko dkk. (2022). Hasil penelitian menunjukkan bahwa meskipun kewirausahaan telah dimasukkan ke dalam sebagian besar lembaga pendidikan teknologi kejuruan, metode seperti manajemen data dan analitik masih diperlukan untuk mengolah data yang dihasilkan. Namun, teknologi seperti kecerdasan buatan, komputasi cloud, dan Internet of Things mempercepat perubahan ini. Karena pola pikir kewirausahaan tangguh, penuh sumber daya, dan berorientasi pada solusi, Browning & Bustard (2024) mengatakan bahwa ini adalah pendorong utama kewirausahaan pendidikan. Byers, Dorf, & Nelson (2020) mendefinisikan kewirausahaan teknologi sebagai gaya kepemimpinan bisnis yang melibatkan menemukan peluang komersial berpotensi besar, mengumpulkan sumber daya, dan mengelola pertumbuhan cepat dan risiko besar. Obschonka & Audretsch (2020) menekankan bahwa teknologi TI berfungsi sebagai penggerak eksternal (external Enablers) yang memungkinkan wirausahawan muda membuat produk inovatif yang sulit dibuat sebelumnya

B. Tantangan Implementasi

1. Kendala Sumber Daya Manusia dan Sarana

Ramatni (2024) menemukan tiga masalah utama dalam penerapan STEM di Indonesia: pemahaman guru yang kurang mengenai metode STEM, fasilitas yang kurang memadai, dan kesulitan dalam merancang kurikulum STEM yang sesuai dengan konteks. Pendidikan STEM dapat menjadi lebih efektif dengan pelatihan yang tepat dan sarana yang cukup (Gülhan dan Şahin, 2023).

2. Technopreneurship sebagai Solusi di Era Digital

Menurut Haryoko dkk. (2022), digitalisasi telah mendorong munculnya model bisnis baru. Perkembangan ini dipercepat oleh teknologi seperti kecerdasan buatan, komputasi awan, dan Internet of Things. Untuk memproses data yang dihasilkan, diperlukan manajemen data dan analisis. Browning dan Bustard (2024) menyatakan bahwa pola pikir kewirausahaan yang inovatif, tangguh, dan fokus pada solusi sangat penting untuk pendidikan kewirausahaan. Byers, Dorf, dan Nelson (2020) mendefinisikan kewirausahaan teknologi sebagai kepemimpinan strategis yang bertujuan untuk mengumpulkan sumber daya, menemukan peluang bisnis yang menjanjikan, dan mengendalikan pertumbuhan yang cepat dan risiko yang tinggi. Obschonka dan Audretsch (2020) menemukan bahwa informasi teknologi berfungsi sebagai pendorong luar yang membantu wirausahawan muda membuat produk inovatif yang sebelumnya sulit dibuat..

3. Pengabaian Aspek Lingkungan

Kamal (2024) menekankan bahwa kurikulum dan pendekatan pembelajaran STEM kurang memperhatikan aspek lingkungan. Karena kekurangan sumber daya dan dukungan, siswa tidak dapat memahami hubungan yang kompleks antara sains, teknologi, teknik, matematika, dan lingkungan.

4. Keterbatasan Pembiayaan dan Infrastruktur

Obschonka dan Audretsch (2020) juga menyoroti bahwa para wirausahawan pemula sering kali menghadapi masalah kekurangan dana untuk mengakses teknologi informasi terbaru, yang mengarah pada risiko ketidakmampuan bersaing dengan perusahaan besar yang memiliki sumber daya ekonomi dan infrastruktur lebih lengkap.

5. Pendekatan yang Terlalu Teoritis

Saputri dan tim (2024) menegaskan bahwa walaupun banyak lembaga pendidikan vokasi telah menggabungkan kewirausahaan, pendekatannya masih bersifat teoritis dan kurang terealisasi dalam praktik. Implikasi bagi Generasi Emas 2045

Di Amerika Serikat, lebih dari sepertiga produk nasional bruto dan sekitar setengah pengeluaran sektor swasta untuk barang modal terkait teknologi. Ini menunjukkan pertumbuhan ekonomi global sangat bergantung pada bisnis teknologi. Indonesia perlu belajar dari pengalaman negara maju dalam mengintegrasikan STEM dan kewirausahaan sejak dini.

Rekomendasi Strategis:

1. Pelatihan guru berkelanjutan tentang pendekatan STEM terintegrasi kewirausahaan
2. Penyediaan fasilitas teknologi yang merata, terutama di daerah tertinggal
3. Revisi kurikulum agar lebih praktis dan berbasis proyek
4. Kemitraan strategis sekolah dengan perusahaan teknologi

5. Penguatan aspek lingkungan dalam pembelajaran STEM

Aspek	Peluang	Tantangan
Kurikulum	Mempersiapkan siswa menghadapi perubahan teknologi (Ridwan, 2024)	Kurangnya pemahaman guru, minim fasilitas (Ramatni, 2024)
Keterampilan	Mengembangkan HOTS dan berpikir kritis (Kurniawan, 2023)	Pendekatan teoretis, kurang terintegrasi (Saputri dkk., 2024)
Teknologi	AI, cloud computing, IoT sebagai akselerator bisnis (Haryoko dkk., 2022)	Keterbatasan modal akses teknologi mutakhir (Obschonka & Audretsch, 2020)
Mindset	Pola pikir tangguh dan berorientasi solusi (Browning & Bustard, 2024)	Aspek lingkungan terabaikan (Kamal, 2024)

KESIMPULAN

Ketika STEM dan kewirausahaan berbasis IT digabungkan, ada peluang besar untuk membangun Generasi Emas yang mandiri dan inovatif. Namun, kurikulum yang relevan dan kontekstual, fasilitas yang merata, dan peningkatan kemampuan guru adalah semua faktor yang berkontribusi pada keberhasilannya. Oleh karena itu, untuk mencapai Generasi Emas yang mandiri dan berdaya saing, kolaborasi erat antara pemerintah, lembaga pendidikan, dan sektor industri diperlukan. Kolaborasi ini dapat dicapai melalui upaya strategis seperti pelatihan guru berkelanjutan, penyediaan fasilitas teknologi yang merata, revisi kurikulum berbasis proyek, kolaborasi dengan perusahaan teknologi, dan peningkatan kesadaran lingkungan dalam pembelajaran STEM.

DAFTAR PUSTAKA

- Andre Febrianto, Rusdy A Siroj, & Hartatiana. (2024). Studi Literatur: Landasan Dalam Memilih Metode Penelitian Yang Tepat. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pendidikan | E-ISSN : 3063-9158*, 1 (2), 259–263. <https://doi.org/10.62379/jerd.v1i2.142>
- Browning, J. W., & Bustard, J. (2024). A Systematic Literature Review of Entrepreneurial Education in Electrical, Electronic, and Computer Engineering Curricula. *IEEE Access*, 12, 7927-7941. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2024.3352162>

-
- Byers, T. H., Dorf, R. C., & Nelson, A. J. (2020). *Technology Ventures: From Idea to Enterprise*(4thed.).McGrawHill.<https://library.uniq.edu.iq/storage/books/file/Technology%20Ventures/1668328981tttt.pdf>
- Davidi, E. I. N., Sennen, E., & Supardi, K. (2021). Integrasi pendekatan STEM (sains, teknologi, enggeenering dan matematika) untuk peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa sekolah dasar. *Scholaria: Jurnal Pendidikan dan Kebudayaan*, 11(1), 11-22. <https://ejournal.uksw.edu/scholaria/article/view/2584>
- Davis, JP, Chiang, FK. & English, L. Pendidikan STEM Kewirausahaan: Mewujudkannya. *Res Sci Educ* 55 , 1–9 (2025). <https://doi.org/10.1007/s11165-025-10229-1>
- Hendra, J. (2022). Pengembangan Perangkat Pembelajaran Technopreneurship pada Pendidikan Vokasi melalui Pendekatan STEM Berbasis Digital Technology Entrepreneurship. *Formosa Journal of Science and Technology (FJST)*, 1(4), 279-292. <https://eprints.unm.ac.id/30388/>
- Obschonka, M., & Audretsch, D. B. (2020). Artificial intelligence and big data in entrepreneurship: a new era has begun. *Small Business Economics*, 55(3), 529-539. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11187-019-00202-4>
- Ramatni, A., Ikhlas, A., Wahyuni, L., & Sawlani, D. K. (2024). Integrasi STEM dalam Kurikulum Mempersiapkan Generasi Masa Depan. *Penelitian Pendidikan*, 5(4), 13-29. <http://iicls.org/index.php/jer/article/view/26>
- Ridwan, Ali Ramatni, Al Ikhlas, Gusnidar, Loria Wahyuni, & Dhiraj Kelly Sawlani. (2024). INTEGRASI STEM DALAM KURIKULUM MEMPERSIAPKAN GENERASI MASA DEPAN. *PENELITIAN PENDIDIKAN*, 5(4), 13-29. <https://doi.org/10.47827/jer.v5i4.266>
- Saputri, R. P., Harleni, Jalinus, N., & Mardizal, J. (2024). Integrasi Kewirausahaan dalam Pendidikan Teknologi Kejuruan: Tantangan dan Peluang. *Ensiklopedia of Journal*, 7(1), 273-284.