



$$\sin \theta = a, \theta = n\pi + (-1)^n \sin^{-1} a$$

$$\cos \theta = a, \theta = 2n\pi \pm \cos^{-1} a$$

$$\tan \theta = a, \theta = n\pi + \tan^{-1} a$$

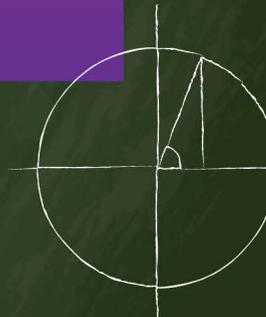
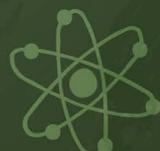
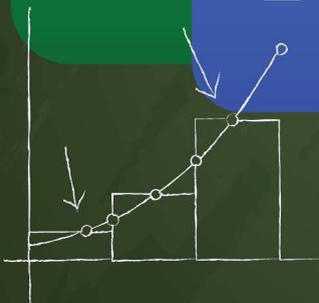
BUKU MATEMATIKA

STEM

$$x^2 = 4ay$$

$$x = 2at$$

$$y = at^2$$



$$P(X) = {}^n C_x p^x q^{n-x}$$

Rusdial Marta | Ikhlas | Rahman Abdullah | Alis Permita
 Dwi Tasya Oktavia | Elma Salpina | Indah Permata Sari | Masita Khairani
 Nia Ayu Lestari | Nofita Safitri | Nurfazira | Nurul Pratiwi
 Selvi Darmayanti | Suci Ramadhani S | Syary Kurnia Putri | Widia Wulandari



Buku Matematika STEM

UNDANG-UNDANG REPUBLIK INDONESIA NOMOR 28 TAHUN 2014
TENTANG
HAK CIPTA
Lingkup Hak Cipta

Pasal 1 Ayat 1 :

1. Hak Cipta adalah hak eksklusif pencipta yang timbul secara otomatis berdasarkan prinsip deklaratif setelah suatu ciptaan diwujudkan dalam bentuk nyata tanpa mengurangi pembatasan sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan.

Ketentuan Pidana:

Pasal 113

1. Setiap Orang yang dengan tanpa hak melakukan pelanggaran hak ekonomi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf i untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 1 (satu) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp100.000.000 (seratus juta rupiah).
2. Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f, dan/atau huruf h untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).
3. Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf a, huruf b, huruf e, dan/atau huruf g untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 4 (empat) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp1.000.000.000,00 (satu miliar rupiah).
4. Setiap Orang yang memenuhi unsur sebagaimana dimaksud pada ayat (3) yang dilakukan dalam bentuk pembajakan, dipidana dengan pidana penjara paling lama 10 (sepuluh) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp4.000.000.000,00 (empat miliar rupiah).

Pasal 114

Setiap Orang yang mengelola tempat perdagangan dalam segala bentuknya yang dengan sengaja dan mengetahui membiarkan penjualan dan/atau pengandaan barang hasil pelanggaran Hak Cipta dan/atau Hak Terkait di tempat perdagangan yang dikelolanya sebagaimana dimaksud dalam Pasal 10, dipidana dengan pidana denda paling banyak Rp100.000.000,00 (seratus juta rupiah).

Rusdial Marta
Ikhlās
Rahman Abdullah
Alis Permita
Dwi Tasya Oktavia
Elma Salpina
Indah Permata Sari
Masita Khairani

Nia Ayu Lestari
Nofita Safitri
Nurfazira
Nurul Pratiwi
Selvi Darmayanti
Suci Ramadhani S
Syary Kurnia Putri
Widia Wulandari

Buku Matematika STEM

Diterbitkan Oleh



Buku Matematika STEM

Penulis:

Rusdial Marta, Ikhlas, Rahman Abdullah, Alis Permita, Dwi Tasya Oktavia, Elma Salpina, Indah Permata Sari, Masita Khairani, Nia Ayu Lestari, Nofita Safitri, Nurfazira, Nurul Pratiwi, Selvi Darmayanti, Suci Ramadhani S, Syary Kurnia Putri, Widia Wulandari

Penata Letak :

Irfan W. Wicaksono

Perancang Sampul :

Ridwan Nur M

Penerbit:

CV Bintang Semesta Media

Anggota IKAPI Nomor 147/DIY/2021

Jl. Mareadan No. F01, Mareadan, RT.06/RW.41,

Sendangtirto, Berbah, Sleman, Yogyakarta 55573

Telp: (0274)2254549. Hp: 085865342317

Facebook: Penerbit Bintang Madani

Instagram: @bintangsemestamedia

Website: www.bintangpustaka.com

Email: bintangsemestamedia@gmail.com

redaksibintangpustaka@gmail.com

Cetakan Pertama, Februari 2025

Bintang Semesta Media Yogyakarta

xii + 128 hal : 14 x 20 cm

QRCBN: 62-645-9200-620

Dicetak Oleh:

Percetakan Bintang 085865342319

Hak cipta dilindungi undang-undang

All right reserved

Isi di luar tanggung jawab percetakan

PRAKATA

Seiring dengan pesatnya kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi saat ini, dunia pendidikan menghadapi tantangan besar untuk mempersiapkan generasi mendatang yang tidak hanya menguasai pengetahuan teoritis, tetapi juga memiliki keterampilan praktis yang diperlukan untuk mengatasi tantangan global. Salah satu pendekatan yang semakin populer dalam sistem pendidikan adalah pendekatan STEM, yang melibatkan empat disiplin utama: Sains, Teknologi, Teknik, dan Matematika. Tujuan dari pendekatan ini adalah untuk menghubungkan lebih erat antara bidang-bidang tersebut, agar siswa dapat memahami relevansi dan penerapan konsep-konsep yang mereka pelajari dalam kehidupan sehari-hari.

Penerapan pendekatan STEM lebih menekankan pada pembelajaran yang bersifat interdisipliner dan berbasis masalah, di mana siswa tidak hanya memperoleh pengetahuan secara terpisah, tetapi juga diajak untuk mengembangkan keterampilan berpikir kritis, kreatif, dan analitis. Pendekatan ini mengutamakan pembelajaran berbasis proyek, yang memungkinkan siswa untuk melakukan eksperimen, penelitian, dan mengembangkan solusi terhadap masalah

yang ada, sambil mengintegrasikan pengetahuan dari berbagai bidang ilmu secara menyeluruh. Dengan demikian, siswa tidak hanya mempelajari teori, tetapi juga diajarkan cara menerapkan teori tersebut untuk menyelesaikan masalah yang ada di dunia nyata.

Salah satu keuntungan utama dari pendekatan STEM adalah kemampuannya untuk membangkitkan rasa ingin tahu, eksplorasi, dan ketekunan pada diri siswa. Pendekatan ini memberikan kesempatan bagi siswa untuk berinovasi dan menemukan solusi kreatif terhadap berbagai tantangan yang dihadapi.

Bangkinang, 7 November 2024

Penulis

DAFTAR ISI

PRAKATA	v
DAFTAR ISI.....	vii
BAB I PENGENALAN PENDEKATAN STEM	1
A. Apa itu STEM.....	1
B. Sejarah dan Asal Usul STEM.....	2
C. Mengapa STEM Penting untuk Pendidikan Masa Depan?.....	4
D. Hubungan STEM dengan Perkembangan IPTEK.....	4
E. Menyikapi Tantangan Global dengan STEM.....	5
BAB II KOMPONEN UTAMA DALAM PENDEKATAN STEM	7
A. Sains: Dasar-dasar dan Aplikasinya dalam Kehidupan Sehari-hari	7
B. Teknologi: Transformasi Digital dan Peranannya dalam Pendidikan.....	8
C. Teknik/Keinsinyuran: Membangun Infrastruktur dan Solusi Inovatif	10
D. Matematika: Bahasa Universal untuk Memahami Dunia	11

E. Keterkaitan antara Keempat Komponen STEM: Integrasi yang Efektif.....	12
BAB III MENYUSUN KURIKULUM DAN RENCANA PEMBELAJARAN STEM	15
A. Peran Kurikulum dalam Pendidikan STEM	15
B. Merancang Rencana Pembelajaran STEM yang Terintegrasi.....	16
C. Pendekatan Multidisiplin dalam Pengajaran STEM.....	16
D. Contoh Kurikulum STEM Dari Berbagai Negara.....	17
E. Menyesuaikan Kurikulum STEM untuk Berbagai Tingkatan Pendidikan.....	18
BAB IV PENDEKATAN PEMBELAJARAN DALAM STEM.....	19
A. <i>Project-Based Learning (PjBL)</i> dalam STEM ...	19
B. <i>Problem-Based Learning</i> dalam STEM.....	20
C. Pembelajaran Kolaboratif: Membangun Kerjasama Tim dalam Kelas STEM	20
D. Pembelajaran Inkuiri: Mendorong Penemuan dan Eksperimen.....	21
E. Pembelajaran Berpusat pada Siswa: Menumbuhkan Keterampilan Kritis dan Kreatif.....	21
BAB V Peran Teknologi pada Pembelajaran STEM..	23
A. Penerapan Teknologi pada Pengajaran STEM.....	23

B. Alat Digital dan Aplikasi Pembelajaran untuk Siswa	24
C. Pengajaran <i>Virtual Reality (VR)</i> dan <i>Augmented Reality (AR)</i>	24
D. Mengintegrasikan Coding dan Pemrograman dalam Pembelajaran STEM.....	25
E. Memanfaatkan Platform Pembelajaran Daring (Online Learning Platforms) untuk STEM ...	25
A. Pembelajaran STEM di SD: Membangun Fondasi yang Kuat	27
BAB VI PEMBELAJARAN STEM UNTUK BERBAGAI USIA	27
B. Pendidikan STEM di Sekolah Menengah: Memperkaya Pengetahuan dan Keterampilan.....	28
C. Pendidikan STEM di Perguruan Tinggi: Menyiapkan Profesional untuk Masa Depan.....	28
D. STEM untuk Pendidikan Non-formal: Kursus, Pelatihan, dan Workshop.....	29
E. Menumbuhkan Minat Siswa dalam STEM Sejak Usia Dini.....	29
BAB VII KEUNTUNGAN DAN MANFAAT PENDEKATAN STEM.....	31
A. Manfaat Pendekatan STEM dalam Matematika di SD.....	31

B. Keuntungan Pendekatan STEM dalam Matematika di SD.....	32
C. Mengembangkan Kemampuan Kritis dan Pemecahan Masalah.....	33
D. Meningkatkan Kreativitas dan Inovasi dalam Siswa	35
E. Mempersiapkan Siswa untuk Karir Masa Depan di Bidang Teknologi dan Inovasi	37
F. Mendorong Keterampilan Kolaborasi dan Komunikasi yang Lebih Baik	38
BAB VIII TANTANGAN DALAM IMPLEMENTASI PENDIDIKAN STEM	41
A. Keterbatasan Sumber Daya dan Infrastruktur dalam Pendidikan STEM	42
B. Kurangnya Pelatihan Guru dalam Pendekatan STEM.....	43
C. Ketimpangan Akses terhadap Pendidikan STEM di Berbagai Wilayah.....	44
D. Resistensi terhadap Perubahan Metode Pengajaran Tradisional.....	45
E. Tantangan Mengadaptasi STEM untuk Berbagai Budaya dan Konteks Lokal	46
BAB IX MODEL-MODEL PEMBELAJARAN STEM YANG BERHASIL	51
A. Studi Kasus: Sekolah-sekolah yang Berhasil Mengintegrasikan STEM.....	51

B.	Praktik Terbaik dari Negara-negara dengan Program STEM Terdepan	52
C.	Kolaborasi antara Industri dan Pendidikan dalam Implementasi STEM	56
D.	Program STEM di Perguruan Tinggi: Menyiapkan Lulusan yang Siap Pakai.....	58
E.	Mengembangkan Ekosistem Pembelajaran STEM yang Berkelanjutan.....	61
BAB X MASA DEPAN PENDIDIKAN STEM.....		65
A.	Inovasi Teknologi yang Akan Mengubah Pembelajaran STEM.....	65
B.	Mempersiapkan Siswa untuk Menghadapi Tantangan Masa Depan.....	67
C.	STEM dan Kecerdasan Buatan Kolaborasi atau Kompetisi.....	68
D.	Menumbuhkan Kepemimpinan dan Kewirausahaan melalui STEM.....	70
E.	Membangun Sistem Pendidikan yang Adaptif dan Responsif terhadap Perubahan Teknologi.....	72
BAB XI STRATEGI MENINGKATKAN PARTISIPASI DALAM STEM.....		75
A.	Mengatasi Kesenjangan Gender dan Etnis dalam Pendidikan STEM	75
B.	Meningkatkan Minat Siswa melalui Pendekatan yang Relevan dan Menarik	79

C. Program Beasiswa dan Dukungan Untuk Siswa Berprestasi dalam STEM.....	81
D. Mendorong Keterlibatan Komunitas dan Industri dalam Pendidikan STEM.	84
E. Menumbuhkkan Budaya STEM di Rumah dan Komunitas.	86
BAB XII KESIMPULAN DAN REKOMENDASI UNTUK PENGEMBANGAN PENDIDIKAN STEM.....	89
A. Menyusun Rencana Aksi untuk Meningkatkan Pendidikan STEM.....	89
B. Rekomendasi untuk Kebijakan Pendidikan dan Pengembangan Kurikulum STEM.	92
C. Tantangan yang Harus dihadapi dalam Implementasi Pendidikan STEM	95
D. Harapan untuk Generasi Masa Depan dalam Pembelajaran STEM.....	99
BAB XIII Hasil Akhir dan Opini	103
A. Hasil Akhir	103
B. Opini.....	104
DAFTAR PUSTAKA	105
PROFIL PENULIS.....	113

BAB I

PENGENALAN PENDEKATAN STEM

A. Apa itu STEM

Konsep STEM (Teknologi, Sains, Teknik, dan Matematik) merupakan pendekatan pendidikan yang menggabungkan empat bidang utama tersebut untuk mempersiapkan siswa untuk menghadapi tantangan dunia saat ini. Ini adalah penjelasan singkat dari tiap komponen STEM:

1. **Sains (Ilmu Pengetahuan Alam):** Ilmu ini berfokus pada pemahaman tentang alam, seperti fisika, biologi, dan kimia. Dalam pendekatan STEM, sains memberi dasar pengetahuan tentang dunia dan fenomena alam yang dapat diamati dan diuji.
2. **Teknologi (Teknologi):** Dalam STEM, teknologi mencakup alat dan sistem yang dibuat untuk memecahkan masalah atau mempermudah kehidupan. Komputer, perangkat lunak, dan berbagai inovasi digital adalah beberapa contoh teknologi.

3. Teknik (Teknik): Teknik berkonsentrasi pada desain dan pembuatan solusi praktis untuk berbagai masalah, seperti pembangunan infrastruktur dan pengembangan produk. Teknik sering memerlukan pemikiran.
4. Matematika (Matematika): Matematika mencakup konsep seperti statistik, aljabar, geometri, dan kalkulus, dan digunakan untuk menggambarkan dan menganalisis data dalam berbagai bidang STEM lainnya.

B. Sejarah dan Asal Usul STEM

STEM berkembang sebagai tanggapan terhadap kebutuhan global akan tenaga kerja yang lebih ahli dalam sains dan teknologi. Berikut adalah sejarah dan asal usul dari pendekatan STEM dengan sumber referensi dari jurnal dan buku yang relevan.

1. Perlombaan Luar Angkasa dan Awal Pendekatan STEM
Uni Soviet berhasil meluncurkan Sputnik, pada tahun 1957 satelit buatan pertama dalam sejarah. Momen ini menjadi awal dari persaingan eksplorasi luar angkasa antara Amerika Serikat Uni Soviet, serta mendorong peningkatan perhatian terhadap pentingnya pendidikan dalam sains dan teknologi (Bybee, R., 2010).

2. Reformasi Pendidikan Sains dan Matematika di Tahun 1980-1990-an

Pada 1980-an, reformasi pendidikan sains mulai dilakukan di Amerika Serikat dan negara lainnya, mendorong sekolah untuk memperkuat dasar matematika

dan sains untuk mengimbangi perkembangan teknologi global. Pendidikan teknik dan teknologi mulai ditambahkan, mendorong pendekatan yang lebih terpadu (Sanders, 2009).

3. Pengenalan Istilah STEM oleh *National Science Foundation (NSF)*

Istilah “STEM” diperkenalkan secara resmi pada tahun 2001 oleh *National Science Foundation (NSF)* di Amerika Serikat. NSF menggambarkan STEM sebagai sebuah pendekatan yang menyatukan sains, teknologi, teknik, dan matematika, dengan tujuan utama mendorong inovasi dan meningkatkan daya saing ekonomi.

4. STEM ke-21: Meningkatnya Fokus dalam Keterampilan di Abad 21

Di awal tahun 2000-an, STEM mulai memperoleh perhatian besar di berbagai negara yang berupaya meningkatkan keterampilan tenaga kerja dalam bidang teknologi dan inovasi. Pendekatan ini selanjutnya dikembangkan untuk membekali siswa dengan berkolaborasi dan pemecahan masalah (Honey, Greg Pearson, & Schweingruber, 2014).

5. Perkembangan Konsep STEAM: Integrasi Seni dalam STEM

Seiring berkembangnya konsep STEM, muncul gagasan untuk memasukkan seni dan desain, yang menghasilkan konsep STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics*). Tujuannya adalah untuk memperkaya kreativitas siswa dalam memecahkan masalah dan mendorong inovasi (Bequette, J. & Bequette, M., 2012).

6. STEM sebagai Dasar Pendidikan Masa Depan

Pendidikan STEM terus berkembang dan dianggap sebagai komponen penting dalam mempersiapkan siswa menghadapi dunia kerja modern. Selain mengembangkan keterampilan teknis, pendidikan STEM bertujuan untuk mempersiapkan siswa dengan keterampilan berpikir kritis, adaptabilitas, dan kolaborasi.

C. Mengapa STEM Penting untuk Pendidikan Masa Depan?

Pendekatan STEM terbukti berperan penting dalam membentuk keterampilan siswa untuk masa depan yang lebih maju, relevan dalam pendidikan di seluruh dunia sebagai landasan untuk menghadapi tuntutan global yang terus berkembang.

Karena banyak bidang pekerjaan yang membutuhkan kemampuan dalam empat bidang ini, pendekatan STEM membantu siswa mengembangkan pemikiran kreatif, kemampuan memecahkan masalah, dan keterampilan berpikir kritis. Di era teknologi saat ini, keterampilan STEM sangat dicari oleh banyak industri.

D. Hubungan STEM dengan Perkembangan IPTEK

Pembelajaran menekankan pemahaman konsep dan penggunaannya dalam kehidupan sehari-hari, sehingga mempersiapkan siswa menghadapi tantangan global. Pendekatan STEM sangat efektif dalam meningkatkan literasi

teknologi serta keterampilan abad ke-21, yang pada akhirnya berkontribusi pada kemajuan inovasi dan pengembangan teknologi di berbagai bidang industri dan penelitian (Bybee, R., 2010).

E. Menyikapi Tantangan Global dengan STEM

Pendekatan pembelajaran STEM mengajak setiap siswa agar mengembangkan keterampilan bernalar kritis dalam memecahkan masalah dan analitis, yang sangat dibutuhkan di dunia yang terus berkembang secara teknologi. Pembelajaran ini menekankan pemahaman konsep dalam konteks kehidupan nyata, sehingga membekali siswa untuk menghadapi tantangan global. (Wandika, Asrizal, & Usmeldi, 2023).

BAB II

KOMPONEN UTAMA DALAM PENDEKATAN STEM

A. Sains: Dasar-dasar dan Aplikasinya dalam Kehidupan Sehari-hari

Sains adalah bidang pengetahuan yang berfokus pada pemahaman fenomena alam melalui metode ilmiah yang sistematis. Metode ini, yang melibatkan observasi, perumusan hipotesis, eksperimen, dan analisis, bertujuan untuk mengungkap pola dan prinsip kehidupan. Sains meliputi berbagai disiplin seperti biologi, kimia, dan fisika yang masing-masing menawarkan pandangan berbeda tentang bagaimana dunia bekerja. Sebagai contoh, menurut Godfrey-Smith dalam bukunya *Theory and Reality* (2003), metode ilmiah tidak hanya membantu dalam mencari jawaban, tetapi juga mendorong cara berpikir kritis yang penting untuk menghadapi kompleksitas kehidupan sehari-hari.

Dalam kehidupan sehari-hari, penerapan konsep-konsep sains sangat terlihat, mulai dari teknologi yang digunakan hingga prinsip sederhana yang mendasari kegiatan sehari-hari. Fisika, misalnya, menjelaskan tentang energi dan gerak yang relevan dalam transportasi serta konstruksi alat-alat sehari-hari, seperti mesin dan kendaraan. Halliday, Resnick, dan Walker dalam buku mereka *Fundamentals of Physics* (2013) menyebutkan bahwa pemahaman tentang hukum gerak Newton menjadi dasar bagi banyak teknologi modern yang kita gunakan setiap hari. Selain itu, konsep kimia memungkinkan kita memahami bagaimana reaksi kimia berlangsung dalam proses memasak dan pembersihan, yang secara mendasar membantu dalam menjaga kesehatan dan sanitasi.

Tidak hanya terbatas pada teknologi dan proses, sains juga memainkan peran besar dalam bidang kesehatan dan ekologi. Dalam biologi, pemahaman tentang sistem kehidupan memungkinkan pengembangan metode untuk melestarikan lingkungan dan mengembangkan solusi kesehatan yang lebih baik. Campbell, Reece, dan Mitchell dalam *Biology* (2003) membahas bagaimana interaksi antarorganisme di dalam ekosistem penting untuk menjaga keseimbangan alam, dan bagaimana pengetahuan ini dapat diterapkan untuk pelestarian lingkungan.

B. Teknologi: Transformasi Digital dan Peranannya dalam Pendidikan

Transformasi digital telah mengubah macam-macam aspek kehidupan, seperti pendidikan. Melalui penerapan

teknologi yang semakin canggih dalam proses pembelajaran. Teknologi digital berupa perangkat lunak pembelajaran, internet, dan e-learning memiliki jangkauan informasi yang fleksibilitas dalam belajar. Menurut Dijk dalam bukunya *The Network Society* (2006), teknologi jaringan telah membuat pengetahuan lebih mudah dijangkau oleh masyarakat luas, termasuk siswa di berbagai penjuru dunia. Hal ini secara khusus membantu menciptakan kesempatan belajar yang lebih inklusif, terutama bagi mereka yang memiliki keterbatasan akses terhadap pendidikan formal.

Dalam jurnal *Educational Technology Research and Development*, Bozkurt dan Sharma (2020) membahas bagaimana pendidikan jarak jauh dan hybrid menjadi norma baru di banyak negara selama pandemi, mendorong percepatan digitalisasi di sektor pendidikan. Penggunaan teknologi seperti video konferensi, platform e-learning, dan alat kolaborasi daring memungkinkan siswa dan pengajar tetap berinteraksi secara efektif meskipun terpisah secara fisik.

Transformasi digital di bidang pendidikan tidak hanya mencakup metode pembelajaran, tetapi juga melibatkan perubahan dalam kurikulum dan pendekatan evaluasi. Menurut buku *Blended Learning in Higher Education* oleh Garrison dan Vaughan (2008), pendekatan belajar yang menggabungkan metode tatap muka dan online (*blended learning*) semakin populer karena memberikan fleksibilitas

dan memungkinkan penilaian yang lebih mendalam. Melalui penggunaan teknologi seperti analitik data, para pendidik juga dapat memantau perkembangan dan kebutuhan belajar siswa secara lebih efektif.

C. Teknik/Keinsinyuran: Membangun Infrastruktur dan Solusi Inovatif

Keinsinyuran memainkan peran krusial dalam membangun infrastruktur yang mendukung perkembangan ekonomi dan sosial di seluruh dunia. Teknik sipil, misalnya, berfokus pada desain, konstruksi, dan pemeliharaan infrastruktur publik seperti jalan, jembatan, dan bangunan. Menurut buku *Principles of Geotechnical Engineering* karya Das (2014), teknik sipil mencakup analisis tanah dan struktur untuk memastikan bahwa proyek infrastruktur dapat bertahan lama dan aman digunakan. Keberhasilan dalam membangun infrastruktur ini sangat bergantung pada penerapan prinsip-prinsip teknik yang tepat dan inovasi teknologi yang berkembang, seperti penggunaan material baru dan teknik konstruksi yang lebih efisien.

Selain itu, keinsinyuran juga berkontribusi besar pada solusi inovatif yang membantu memecahkan tantangan besar, seperti perubahan iklim dan kebutuhan energi berkelanjutan. Dalam jurnal *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Fthenakis et al. (2008) membahas berbagai teknologi energi terbarukan yang dikembangkan, seperti panel surya dan turbin angin. Keinsinyuran memainkan peran penting

dalam merancang dan mengembangkan teknologi tersebut, serta memastikan bahwa mereka dapat diproduksi dan diterapkan secara massal untuk menambah kualitas serta mengurangi dampak di lingkungan.

D. Matematika: Bahasa Universal untuk Memahami Dunia

Matematika sering dianggap sebagai bahasa universal yang digunakan untuk memahami dan menjelaskan fenomena alam, serta untuk memecahkan berbagai masalah kompleks di dunia ini. Dalam buku *The Joy of X* (2012), Steven Strogatz menjelaskan bagaimana konsep-konsep matematika, dari aritmatika dasar hingga kalkulus yang lebih rumit, dapat diterapkan untuk memahami pola-pola dalam kehidupan sehari-hari, seperti pergerakan planet atau penyebaran penyakit. Matematika memungkinkan kita untuk mengabstraksi dan memodelkan dunia secara sistematis, yang menjadi dasar bagi banyak kemajuan ilmiah dan teknologi yang kita nikmati saat ini.

Lebih dari itu, matematika juga memainkan peran penting seperti fisika, ekonomi, serta biologi. Model matematis digunakan dalam fisika untuk menjelaskan hukum alam, dalam ekonomi untuk menganalisis pasar, dan dalam biologi untuk memahami dinamika populasi atau proses pertumbuhan organisme. Dengan bahasa matematika, peneliti dapat menciptakan solusi yang lebih akurat dan mendalam untuk masalah yang lebih kompleks.

Di sisi lain, aplikasi matematika dalam teknologi dan industri juga tidak kalah pentingnya. Buku *Mathematics for Economics and Finance* oleh Martin Anthony dan Norman Biggs (2001) menunjukkan bagaimana teori matematika diterapkan dalam bidang ekonomi untuk merancang algoritma yang mengoptimalkan proses bisnis, mengelola risiko keuangan, dan memprediksi tren pasar. Begitu pula dalam rekayasa, matematika digunakan untuk merancang sistem transportasi, komunikasi, dan perangkat teknologi lainnya. Dengan demikian, matematika bukan hanya alat untuk memahami dunia, tetapi juga sarana untuk menciptakan inovasi yang membentuk masa depan kita.

E. Keterkaitan antara Keempat Komponen STEM: Integrasi yang Efektif

STEM adalah pendekatan pendidikan terintegrasi mempersiapkan siswa menghadapi tantangan masa depan. Keempat komponen ini saling terkait erat dan berfungsi sebagai elemen yang saling mendukung untuk menciptakan pemahaman yang lebih holistik tentang dunia. Dalam konteks ini, sains menyediakan dasar pengetahuan tentang fenomena alam, teknologi memberikan alat dan inovasi untuk menerapkan pengetahuan tersebut, teknik merancang solusi praktis, dan matematika menawarkan cara untuk mengukur dan menganalisis hasil dari aplikasi tersebut.

Pendekatan STEM yang terintegrasi memungkinkan siswa untuk melihat hubungan nyata antara teori dan

praktik. Misalnya, dalam proyek rekayasa, siswa mungkin menggunakan pengetahuan matematika untuk menghitung kekuatan material, sains untuk memahami sifat bahan, dan teknologi untuk mendesain dan menguji produk akhir. Selain itu, kolaborasi antara disiplin ilmu ini juga memainkan peran penting dalam menciptakan inovasi di dunia nyata. Misalnya, dalam pengembangan teknologi baru, insinyur menggunakan pengetahuan matematika dan sains untuk merancang perangkat yang lebih efisien, sementara teknologi membantu mewujudkan ide-ide tersebut menjadi produk yang dapat digunakan oleh masyarakat. Pentingnya menghubungkan keterampilan STEM untuk mempersiapkan generasi yang dapat berinovasi dan beradaptasi dengan cepat di dunia yang semakin kompleks (Honey, Pearson, & Schweingruber, 2014). Dengan mengintegrasikan keempat komponen STEM secara efektif, pendidikan dapat melahirkan individu yang lebih siap untuk berkontribusi dalam mengatasi tantangan global, dari perubahan iklim hingga kemajuan teknologi.

BAB III

MENYUSUN KURIKULUM DAN RENCANA PEMBELAJARAN STEM

A. Peran Kurikulum dalam Pendidikan STEM

Kurikulum memainkan peran penting dalam mewujudkan tujuan pendidikan STEM (Sains, Teknologi, Teknik, dan Matematika), karena menjadi panduan untuk merancang dan mengimplementasikan proses pembelajaran yang terstruktur dan efektif. Kurikulum STEM dirancang untuk mengembangkan keterampilan kritis dan kreatif siswa, serta membekali mereka dengan kemampuan untuk memecahkan masalah dunia nyata. Kurikulum ini tidak hanya mengajarkan disiplin ilmu secara terpisah, tetapi juga mengintegrasikan keempat komponen tersebut dalam konteks yang sejalan dengan kehidupan sehari-hari. Misalnya, kurikulum STEM mengajarkan siswa bagaimana menggunakan matematika untuk mendesain eksperimen ilmiah, atau bagaimana teknologi dan teknik digunakan

dalam pengembangan produk baru. Kurikulum yang baik akan menekankan pada Peningkatan kemampuan berpikir kritis, berkomunikasi, dan bekerja sama, yang menjadi hal krusial di tengah dinamika dunia yang semakin rumit.

B. Merancang Rencana Pembelajaran STEM yang Terintegrasi

Merancang rencana pembelajaran STEM yang terintegrasi membutuhkan pendekatan STEM. Hal ini bertujuan agar siswa tidak hanya memahami teori dari masing-masing disiplin, tetapi juga dapat menghubungkan dan menerapkannya dalam konteks yang lebih luas. Misalnya dalam sebuah proyek desain jembatan, siswa dapat mempelajari konsep-konsep fisika (sains), menghitung kekuatan dan ketahanan struktur menggunakan rumus matematika (matematika), merancang model jembatan menggunakan perangkat lunak CAD (teknologi), dan membangun prototipe jembatan secara fisik (teknik). Pendekatan ini mengajarkan siswa untuk melihat keterkaitan antar disiplin ilmu dan memperkuat kemampuan mereka untuk menyelesaikan masalah secara holistik.

C. Pendekatan Multidisiplin dalam Pengajaran STEM

Pendekatan multidisiplin dalam pengajaran STEM mengacu pada penggunaan lebih dari satu disiplin ilmu dalam satu pengalaman pembelajaran. Misalnya, dalam pembelajaran tentang perubahan iklim, siswa mungkin

mempelajari konsep ilmiah tentang pemanasan global, menggunakan teknologi untuk mengumpulkan data cuaca, menerapkan teknik untuk merancang solusi energi terbarukan, dan memanfaatkan matematika Untuk mengevaluasi data yang dikumpulkan. Melalui pendekatan ini, siswa dapat memahami bagaimana berbagai bidang ilmu saling mendukung dan berkolaborasi dalam menyelesaikan permasalahan yang rumit, sekaligus melihat penerapan pengetahuan mereka dalam situasi nyata.

D. Contoh Kurikulum STEM Dari Berbagai Negara

Berbagai negara di dunia telah mengembangkan kurikulum STEM yang disesuaikan dengan kebutuhan dan tantangan lokal mereka. Di Amerika Serikat, misalnya, banyak sekolah telah mengimplementasikan program STEM yang terintegrasi, seperti yang tercermin dalam kurikulum *Next Generation Science Standards (NGSS)*, yang menggabungkan sains, teknologi, dan matematika. Di Singapura, pendidikan STEM menekankan pengembangan keahlian teknis dan pemahaman ilmiah. dengan pendekatan berbasis penelitian dan proyek. Di Finlandia, kurikulum STEM sangat dihargai karena pendekatannya yang holistik dan berbasis pada pembelajaran aktif dan kolaboratif. Contoh-contoh ini menunjukkan bagaimana kurikulum STEM dapat diadaptasi untuk mencerminkan kebutuhan pendidikan nasional dan tren global yang berkembang.

E. Menyesuaikan Kurikulum STEM untuk Berbagai Tingkatan Pendidikan

Pada jenjang pendidikan dasar, pembelajaran STEM difokuskan pada pengenalan konsep-konsep dasar dalam sains, teknologi, matematika, dan teknik melalui kegiatan praktis yang menarik dan relevan. Di tingkat menengah, siswa mulai mengaplikasikan konsep-konsep tersebut dalam proyek-proyek yang lebih kompleks, dengan penekanan pada pengembangan keterampilan berpikir kritis dan analitis. Sementara itu, di perguruan tinggi, kurikulum STEM menjadi lebih mendalam dengan fokus pada penelitian, inovasi, dan penerapan teknologi mutakhir.

BAB IV

PENDEKATAN PEMBELAJARAN DALAM STEM

A. *Project-Based Learning (PjBL)* dalam STEM

Pembelajaran berbasis proyek (*Project-Based Learning/ PBL*) merupakan pendekatan di mana siswa diberikan tantangan dunia nyata yang mendorong mereka untuk merancang, merencanakan, dan menyelesaikan proyek tertentu, seperti membangun model jembatan atau merancang solusi untuk masalah lingkungan. Selama proses ini, mereka menerapkan keterampilan teknis dan berpikir kritis untuk menyelesaikan masalah yang dihadapi. Sebagai contoh, dalam proyek pembangunan rumah ramah lingkungan, siswa dapat menggunakan konsep matematika untuk perhitungan biaya, sains untuk memahami bahan bangunan yang ramah lingkungan, dan teknologi untuk merancang model dengan perangkat lunak. Pendekatan mengajarkan siswa tentang konsep STEM dan meningkatkan keterampilan

kolaborasi dan komunikasi yang sangat penting dalam dunia profesional.

B. *Problem-Based Learning* dalam STEM

Problem-Based Learning ialah metode yang menempatkan siswa di tengah-tengah situasi masalah nyata yang perlu mereka pecahkan. Dalam pembelajaran STEM, model *Project-Based Learning (PBL)* mendorong siswa untuk memanfaatkan pengetahuan dan keterampilan lintas disiplin ilmu guna menemukan solusi inovatif. Sebagai contoh, siswa dapat ditugaskan merancang sistem penyaringan air untuk komunitas dengan sumber daya terbatas, yang mengintegrasikan konsep fisika, kimia, dan teknik.

C. Pembelajaran Kolaboratif: Membangun Kerjasama Tim dalam Kelas STEM

Pembelajaran kolaboratif dalam STEM mengajarkan siswa untuk berkolaboratif. Kerjasama ini sangat penting karena banyak tantangan dunia nyata, terutama dalam bidang teknologi dan rekayasa, memerlukan keterampilan bekerja dalam tim yang efektif. Dalam pembelajaran kolaboratif, siswa belajar bagaimana berkomunikasi dengan baik, berbagi ide, dan mengelola konflik yang mungkin muncul dalam kelompok.

Sebagai contoh, dalam proyek perancangan alat transportasi ramah lingkungan, Siswa dapat dibagi ke dalam beberapa kelompok dengan tanggung jawab masing-

masing, seperti penelitian material, perancangan, dan pengujian. Pendekatan ini tidak hanya menekankan pada pencapaian hasil akhir, tetapi juga pada proses kolaborasi yang memberikan peluang bagi siswa untuk saling berbagi pengetahuan dan belajar bersama.

D. Pembelajaran Inkuiri: Mendorong Penemuan dan Eksperimen

Pembelajaran inkuiri adalah pendekatan yang mendorong siswa untuk mengeksplorasi, bertanya, dan menguji hipotesis mereka melalui eksperimen langsung. Dalam konteks pendidikan STEM, pembelajaran inkuiri membantu siswa mengembangkan keterampilan berpikir kritis dan analitis dengan memberi mereka kebebasan untuk menyelidiki masalah atau fenomena ilmiah secara mandiri. Sebagai contoh, siswa bisa melakukan eksperimen untuk menguji hukum Newton atau mengeksplorasi pengaruh suhu terhadap reaksi kimia. Pendekatan ini lebih menekankan pada proses penemuan jawaban oleh siswa sendiri, ketimbang sekadar menerima informasi dari guru.

E. Pembelajaran Berpusat pada Siswa: Menumbuhkan Keterampilan Kritis dan Kreatif

Dalam konteks pendidikan STEM, pendekatan ini mendukung pengembangan keterampilan kritis dan kreatif siswa, karena mereka didorong untuk mengeksplorasi ide baru, membangun argumen, dan mencari solusi inovatif.

Siswa diberi kesempatan untuk memilih topik yang menarik bagi mereka dan bekerja dengan metode yang sesuai dengan gaya belajar mereka sehingga membantu meningkatkan rasa percaya diri, berpikir mandiri, serta keterampilan dalam membuat keputusan yang baik.

BAB V

Peran Teknologi pada Pembelajaran STEM

A. Penerapan Teknologi pada Pengajaran STEM

Teknologi Memiliki peran yang signifikan dalam mengubah cara pengajaran sains, teknologi, dan matematika (STEM) dilakukan di kelas. Dengan kemajuan teknologi, guru dapat mengakses berbagai alat dan sumber daya untuk menyampaikan konsep-konsep yang mungkin sulit dipahami secara tradisional. Misalnya, simulasi komputer dapat digunakan untuk mengilustrasikan eksperimen ilmiah, sementara perangkat lunak matematika memungkinkan siswa untuk memvisualisasikan konsep-konsep abstrak, seperti grafik dan fungsi. Menurut Levenson (2016), teknologi membuat pengajaran menjadi lebih menarik, efisien, dan fleksibel, sehingga dapat disesuaikan dengan kebutuhan masing-masing siswa, sekaligus meningkatkan partisipasi mereka dalam pembelajaran STEM.

B. Alat Digital dan Aplikasi Pembelajaran untuk Siswa

Alat digital dan aplikasi pembelajaran telah menjadi bagian integral dari pendidikan STEM. Aplikasi seperti Khan Academy, GeoGebra, atau Tinkercad menyediakan platform Memberikan kesempatan kepada Memungkinkan siswa untuk belajar dengan cara yang interaktif dan aplikatif. Aplikasi ini sering kali menyertakan tutorial interaktif, latihan soal, dan pembelajaran berbasis game yang mendorong siswa untuk mengembangkan keterampilan pemecahan masalah dan kreativitas. Penggunaan alat digital juga memungkinkan siswa untuk mengerjakan tugas atau proyek STEM. McGarr (2013) mengungkapkan bahwa alat digital memberikan siswa kesempatan untuk berlatih keterampilan STEM dalam lingkungan yang mendukung eksplorasi dan eksperimen.

C. Pengajaran *Virtual Reality (VR)* dan *Augmented Reality (AR)*

Virtual Reality (VR) dan *Augmented Reality (AR)* adalah teknologi yang semakin banyak dimanfaatkan dalam pengajaran STEM. Melalui teknologi VR, siswa dapat “memasuki” dunia maya yang menggambarkan fenomena ilmiah atau situasi teknik tertentu, seperti menjelajahi tubuh manusia untuk memahami biologi atau merancang model bangunan dalam teknik sipil. Teknologi tersebut memungkinkan siswa untuk melihat objek 3D yang dihasilkan komputer di atas meja mereka atau mengamati proses sains yang sedang berlangsung. Penggunaan VR

dan AR dalam pendidikan STEM Teknologi ini dalam pembelajaran mampu menghadirkan metode pembelajaran yang melampaui batasan pendekatan konvensional. (Bower, Wood, L., Lai, J., W., Highfield, & Veal, 2017).

D. Mengintegrasikan Coding dan Pemrograman dalam Pembelajaran STEM

Dengan belajar pemrograman, siswa tidak hanya belajar bagaimana membuat aplikasi atau perangkat lunak, tetapi juga mengembangkan keterampilan logika dan pemecahan masalah yang sangat berharga. Alat dan platform seperti Scratch, Python, dan Arduino memungkinkan siswa dari berbagai usia untuk belajar coding dengan cara yang mudah dipahami dan menyenangkan. Pengajaran pemrograman juga memberikan siswa kesempatan untuk berkreasi, karena mereka dapat merancang proyek mereka sendiri, seperti permainan komputer atau alat otomatisasi.

E. Memanfaatkan Platform Pembelajaran Daring (Online Learning Platforms) untuk STEM

Platform pembelajaran daring telah merevolusi cara siswa belajar STEM, memberikan mereka akses ke berbagai kursus, tutorial, dan materi yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan mereka. Dengan platform seperti Coursera, edX, dan Khan Academy, siswa dapat belajar dari instruktur berpengalaman dan mengakses kursus-kursus berkualitas tinggi dari universitas terkemuka di seluruh dunia. Platform

online ini memberikan kesempatan untuk pembelajaran yang lebih fleksibel dan berbasis kemandirian. di mana siswa dapat mempelajari konsep-konsep STEM secara mendalam tanpa batasan waktu dan tempat. Selain itu, banyak platform ini juga menawarkan fitur diskusi dan kolaborasi yang memungkinkan siswa untuk berbagi ide dan berdiskusi dengan rekan mereka dari berbagai belahan dunia. Courtney (2012) menjelaskan bagaimana platform daring Telah menciptakan peluang bagi pendidikan STEM untuk menjadi lebih inklusif dan mudah diakses oleh siswa dengan berbagai latar belakang dan di lokasi yang berbeda. Dengan memanfaatkan platform ini, siswa dapat memperoleh pendidikan STEM yang lebih bervariasi dan lebih relevan dengan perkembangan teknologi terkini.

BAB VI

PEMBELAJARAN STEM UNTUK BERBAGAI USIA

A. Pembelajaran STEM di SD: Membangun Fondasi yang Kuat

Pendidikan STEM di tingkat sekolah dasar bertujuan untuk membangun dasar yang kokoh dalam pemahaman konsep-konsep inti sains, teknologi, teknik, dan matematika. Pada tahap usia dini, pendekatan pembelajaran STEM lebih berfokus pada kegiatan eksplorasi yang menyenangkan dan interaktif. Melalui eksperimen sederhana, permainan matematika, dan proyek-proyek kreatif, siswa diperkenalkan pada dasar-dasar ilmiah dan teknis yang akan membentuk pemahaman mereka di masa yang akan datang. Pendidikan STEM di sekolah dasar juga bertujuan untuk mengasah keterampilan dasar seperti berpikir kritis, pemecahan masalah, dan kemampuan bekerja dalam tim.

B. Pendidikan STEM di Sekolah Menengah: Memperkaya Pengetahuan dan Keterampilan

Di sekolah menengah, pendidikan STEM mulai mempersiapkan siswa. Untuk mempersiapkan mereka dalam memahami konsep-konsep yang lebih kompleks dan dapat diterapkan dalam kehidupan nyata. Pada tingkat ini, siswa lebih banyak terlibat dalam pembelajaran berbasis proyek yang mengintegrasikan berbagai disiplin ilmu STEM. Mereka mulai menerapkan pengetahuan yang telah dipelajari dalam konteks kehidupan nyata, seperti merancang eksperimen ilmiah atau membuat perhitungan matematika untuk menyelesaikan masalah teknik. Pendidikan STEM di sekolah menengah juga memberikan peluang untuk mengeksplorasi bidang-bidang spesifik, seperti bioteknologi, rekayasa perangkat lunak, atau teknik mekanik, sehingga siswa dapat menemukan minat dan potensi mereka di bidang STEM.

C. Pendidikan STEM di Perguruan Tinggi: Menyiapkan Profesional untuk Masa Depan

Di perguruan tinggi, pendidikan STEM bertujuan untuk menyiapkan siswa menjadi profesional yang siap menghadapi tantangan industri dan teknologi yang terus berkembang. Kurikulum di tingkat perguruan tinggi lebih berfokus pada pengembangan keterampilan teknis yang mendalam serta penelitian dan inovasi. Siswa di perguruan tinggi diberi kesempatan untuk mendalami berbagai disiplin ilmu STEM secara lebih intensif, serta terlibat dalam proyek-proyek

penelitian yang mengarah pada solusi untuk masalah dunia nyata. Pendidikan STEM di perguruan tinggi juga sangat berperan dalam menciptakan tenaga kerja yang inovatif, dengan mendorong siswa untuk berkolaborasi dalam tim, memanfaatkan teknologi terkini, dan mengembangkan pemikiran kritis yang diperlukan dalam karir profesional.

D. STEM untuk Pendidikan Non-formal: Kursus, Pelatihan, dan Workshop

Pendidikan STEM tidak hanya terbatas pada lingkungan sekolah formal. Pendidikan non-formal melalui kursus, pelatihan, dan workshop juga memainkan peran penting dalam memperkenalkan dan mengembangkan keterampilan STEM bagi berbagai kelompok usia. Program pelatihan dan kursus ini dapat membantu peserta dari berbagai latar belakang memperoleh keterampilan baru dalam bidang STEM, seperti coding, robotika, atau analisis data. Workshop dan program pelatihan ini memberikan kesempatan bagi individu untuk belajar secara praktis dan berkolaborasi dengan orang lain yang memiliki minat serupa.

E. Menumbuhkan Minat Siswa dalam STEM Sejak Usia Dini

Menumbuhkan minat siswa dalam STEM sejak usia dini sangat perlu dalam menciptakan generasi yang antusias dan terampil dalam bidang-bidang ini. Melalui eksperimen yang menarik, permainan, dan proyek berbasis masalah yang menghubungkan pengetahuan akademik dengan dunia nyata.

BAB VII

KEUNTUNGAN DAN MANFAAT PENDEKATAN STEM

A. Manfaat Pendekatan STEM dalam Matematika di SD

1. Meningkatkan Keterampilan Kolaborasi dan Komunikasi: Kegiatan STEM umumnya dirancang berbasis proyek, yang melibatkan kerja kelompok. Ini membantu siswa untuk belajar bekerja sama dan mengomunikasikan ide mereka, keterampilan yang penting di masa depan.
2. Membangkitkan Minat pada Matematika dan Sains: Melalui proyek dan kegiatan yang menarik, siswa bisa lebih tertarik untuk belajar matematika dan sains. Mereka dapat melihat bahwa matematika bukan hanya soal angka, tapi memiliki aplikasi nyata.
3. Meningkatkan Keterampilan Berpikir Logis dan Sistematis: Dalam STEM, siswa dilatih untuk berpikir logis, melakukan perencanaan, dan membuat keputusan yang didasari oleh data atau bukti, yang sangat penting dalam matematika

B. Keuntungan Pendekatan STEM dalam Matematika di SD

1. Mendorong Inovasi dan Kreativitas siswa dilatih untuk berpikir inovatif melalui tantangan STEM, sehingga mereka lebih kreatif dalam menemukan solusi dan berinovasi.
2. Peningkatan Prestasi Akademik: Studi-studi berbagai menunjukkan bahwa peserta didik yang terlibat dalam pendidikan STEM mencapai pencapaian akademik yang lebih baik, terutama dalam bidang matematika

Tujuan dari pendekatan STEM adalah untuk mencapai hasil yang diinginkan melalui pembelajaran di sekolah. Menurut Jauhariyyah, dkk (2018: 433), tujuan pendekatan STEM dalam pendidikan dasar adalah:

1. Agar siswa dapat mengembangkan *kognitif* (pengetahuan), *afektif* (sikap), dan *psikomotor* (keterampilan).
2. Siswa dapat mengenali pertanyaan dan masalah terkait STEM yang mereka hadapi, lalu menarik kesimpulan.
3. Meningkatkan kesadaran tentang disiplin STEM yang memperkaya kecerdasan intelektual dan kultural manusia.
4. Menjadi warga yang peduli, reflektif, dan konstruktif dalam menerapkan ilmu STEM.

Sementara itu, tujuan pendekatan STEM menurut Priskasari, dkk (2019: 43) adalah untuk meningkatkan pemahaman siswa mengenai pemanfaatan teknologi dan memperkenalkan teknik dasar.

Pendekatan STEM menawarkan banyak manfaat, salah satunya adalah kemampuan siswa dalam memanfaatkan teknologi dan teknik sejak tingkat dasar. Keterampilan ini kemudian dikembangkan seiring berjalannya waktu hingga tingkat pendidikan yang lebih tinggi.

C. Mengembangkan Kemampuan Kritis dan Pemecahan Masalah

Menghubungkan konsep matematika dengan konsep sains lain diperlukan untuk mencapai pemahaman yang komprehensif, sehingga akan bermakna untuk mencari solusi dalam memecahkan masalah sehari-hari. Namun, pendidikan matematika saat ini hanya fokus pada pemahaman konsep tanpa dipertautkan dengan perspektif dari disiplin ilmu lainnya. Ketika guru matematika menjelaskan materi aljabar, mereka biasanya fokus pada prosedur operasi aljabar.

Ternyata banyak siswa masih belum memahami dengan baik konsep matematis. Fakta ini terkait dengan jumlah siswa yang mengalami kesulitan dalam memproses informasi ketika mereka sedang belajar matematika. Pembelajaran STEM sangat potensial untuk melatih siswa dalam memecahkan masalah dunia nyata, sehingga integrasi STEM dalam kegiatan pembelajaran matematika sangat direkomendasikan. Melalui integrasi STEM, peserta didik dibekali dan diberikan pengalaman tentang penggunaan STEM, seperti dalam menerapkan konsep matematis yang berlaku untuk pembelajaran sepanjang hayat.

Namun nyatanya integrasi STEM jarang dilakukan seperti pada pembelajaran matematika, oleh karena itu manfaat STEM dalam pelajaran matematika belum terasa. Di sisi lain, pendekatan STEM adalah pendekatan baru yang telah mendapat perhatian dunia sebagai sebuah proyek untuk mengembangkan sistem pendidikan (Ishak, A., M., Israwaty, & Halik, 2021). STEM telah diadopsi oleh banyak program sebagai fokus penting untuk meningkatkan daya saing global (Breiner, et.al, 2012).

Melalui STEM, peserta didik dapat mengembangkan minat belajar juga berkembang keterampilan dan sikap berpikir analitis peserta didik terhadap pembelajaran matematika meningkatkan kuantitatif keterampilan dan meningkatkan kompetensi guru Dengan demikian, penggunaan STEM sangat urgent untuk diterapkan dalam pembelajaran. Sayangnya, integrasi STEM di Indonesia masih kurang berpengalaman. Faktor utama yang membuat fenomena ini terjadi disebabkan oleh pengetahuan atau persepsi calon guru terhadap STEM dalam pembelajaran matematika. Calon guru matematika seharusnya tidak hanya tahu istilah dan definisi STEM, tetapi juga akrab tentang cara mengintegrasikan matematika dengan teknologi, rekayasa, dan sains. Mereka harus memahami tentang konsep dasar STEM, urgensi pendekatan STEM, integrasi STEM dalam pembelajaran matematika, dan faktor-faktor dalam menerapkan STEM untuk merasakan makna pembelajaran matematika menggunakan STEM. Namun,

implementasi STEM dapat bervariasi melalui berbagai pendekatan pedagogis, seperti pembelajaran berbasis masalah, penemuan, berbasis proyek, dan inkuiri, yang bertujuan untuk mengoptimalkan peningkatan kualitas pembelajaran. Mempertimbangkan diskusi di atas, sebagai mata pelajaran yang harus dipahami, penyampaian materi matematika perlu dirancang dengan cara yang bermakna guna mendorong motivasi serta minat belajar matematika pada diri siswa. Mengintegrasikan STEM dalam kesempatan ini sangat dibutuhkan, sebagai upaya melatih siswa dalam memecahkan masalah sehari-hari. Jadi, sebagai dasar dalam menerapkan STEM, pengetahuan dan persepsi yang baik dari calon guru matematika tentang STEM pada pembelajaran sangat penting sebelum mereka bisa mengintegrasikan STEM sebagai dasar dalam menyampaikan pembelajaran matematika. Semakin banyak pengetahuan yang dimiliki calon guru matematika, semakin banyak kesempatan yang mereka dapatkan untuk berhasil menerapkan STEM dalam pembelajaran matematika.

D. Meningkatkan Kreativitas dan Inovasi dalam Siswa

Meningkatkan kreativitas dan inovasi pada siswa merupakan tujuan utama dalam pendidikan STEM, terutama dalam pembelajaran matematika. Pendekatan STEM fokus pada pemahaman konsep dan pada pengembangan keterampilan kreatif dan inovatif. Pendekatan ini mendorong siswa untuk berpikir di luar kebiasaan dan

cepat beradaptasi dalam berbagai situasi, sehingga mereka dapat mengembangkan keterampilan yang diperlukan di dunia yang terus berubah.

Pemahaman tentang kreativitas siswa memerlukan kajian mendalam terhadap faktor-faktor yang mempengaruhi perkembangan kreativitas mereka, termasuk metode pengukuran dan dampaknya terhadap pembelajaran. Guilford menjelaskan bahwa kreativitas adalah kemampuan untuk berpikir fleksibel, menghasilkan berbagai ide, dan menggabungkan berbagai komponen untuk membuat solusi baru. Teori-teori ini memberikan wawasan penting tentang bagaimana faktor-faktor tersebut dapat saling mempengaruhi dalam mengembangkan kreativitas siswa. Faktor internal, seperti minat, motivasi, dan persepsi diri yang kreatif, serta faktor eksternal, seperti lingkungan belajar, dukungan sosial, dan metode pengajaran guru, mempengaruhi kreativitas siswa.

Munandar menyatakan bahwa kreativitas pada anak perlu didorong sejak usia dini, karena kemampuan ini penting untuk menghasilkan ide baru yang bermanfaat dalam memecahkan masalah atau menemukan hubungan baru antara berbagai elemen. Kreativitas, menurut Bessant dan Tidd, adalah penggunaan imajinasi atau ide orisinal untuk menciptakan sesuatu yang baru. Hal ini dianggap sebagai titik awal yang penting dalam pendidikan.

Penting untuk memberikan pembelajaran yang mendukung perkembangan kreativitas anak agar mereka

dapat menjadi individu yang siap menghadapi tantangan masa depan. Kreativitas adalah kemampuan untuk memikirkan hal-hal secara baru dan menciptakan solusi unik terhadap masalah yang dihadapi. Pengembangan kreativitas perlu dimulai sejak dini dalam pendidikan anak usia dini untuk mengasah ide dan imajinasi mereka secara kritis dan bermanfaat bagi pertumbuhan anak. Mengajarkan anak untuk mengembangkan kreativitasnya adalah langkah penting menuju kesuksesan hidup. Sangat penting untuk membantu anak meningkatkan kreativitas mereka dengan metode yang sesuai dengan usia dan menyenangkan. Salah satu caranya adalah dengan belajar sambil bermain, dan metode STEM berbasis loose parts dapat sangat membantu dalam meningkatkan kemampuan anak dalam berimajinasi.

E. Mempersiapkan Siswa untuk Karir Masa Depan di Bidang Teknologi dan Inovasi

Mempersiapkan siswa untuk karir di bidang teknologi dan inovasi sejak dini sangat penting untuk memberikan mereka keterampilan yang relevan di masa depan. Pendekatan STEM (Sains, Teknologi, Rekayasa, dan Matematika) dalam pembelajaran matematika adalah salah satu cara yang paling efektif untuk mencapai tujuan ini.

Dengan pendekatan STEM, siswa tidak hanya belajar untuk memahami konsep-konsep dasar matematika, tetapi juga mengembangkan kemampuan berpikir kritis, kreatif, dan analitis yang diperlukan dalam dunia teknologi dan

inovasi. salah satu cara yang paling efektif untuk mencapai tujuan ini. Untuk bertahan dan berkembang dalam kehidupan yang semakin kompleks dan lingkungan kerja yang sangat kompetitif di era informasi, siswa harus memiliki kemampuan. Oleh karena itu, mereka harus diberi kesempatan untuk mengembangkan keterampilan yang diperlukan untuk menjalani kehidupan profesional dan pribadi. Sekolah harus mendidik siswa untuk beradaptasi dengan tantangan dan perubahan yang dibawa oleh kemajuan teknologi. Mereka harus dilatih dalam keterampilan berpikir tingkat tinggi dan keterampilan lainnya yang diperlukan untuk beradaptasi dengan kemajuan teknologi. Di era revolusi industri 4.0, ini semakin penting.

Revolusi Industri 4.0 tidak lagi sekadar prediksi, tetapi sudah terjadi dan tengah berlangsung di seluruh dunia. Arus globalisasi telah membawa perubahan besar yang mempengaruhi berbagai aktivitas, seperti proses manufaktur, industri jasa, pengembangan energi, prosedur medis, dan banyak produksi lainnya. Perubahan ini dapat menciptakan "disrupsi" dalam bidang-bidang seperti ekonomi dan pasar kerja, yang bisa memberi keuntungan bagi sebagian orang dan kesulitan bagi yang lain.

F. Mendorong Keterampilan Kolaborasi dan Komunikasi yang Lebih Baik

Pembelajaran abad 21 bertujuan untuk mempersiapkan generasi masa depan agar dapat mengikuti kemajuan

Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) yang pesat, yang memengaruhi berbagai aspek kehidupan, termasuk dalam proses pembelajaran. Salah satu contoh dampak TIK adalah pengaruhnya terhadap cara pembelajaran dilakukan, di mana peserta didik diberi kesempatan untuk mengembangkan keterampilan mereka dalam menguasai teknologi informasi, khususnya dalam hal penyelidikan, agar mereka dapat memanfaatkan teknologi dalam proses belajar. Tujuannya adalah untuk mencapai kemampuan berpikir dan belajar yang lebih baik pada peserta didik.

Pembelajaran yang berfokus pada peserta didik berbeda dengan pendekatan yang berpusat pada pendidik. Karakteristik pembelajaran abad 21, yang sering disebut dengan 4C, meliputi: Komunikasi (*Communication*), Kolaborasi (*Collaboration*), Berpikir Kritis dan Pemecahan Masalah (*Critical Thinking and Problem Solving*), serta Daya Cipta dan Inovasi (*Creativity and Innovation*).

BAB VIII

TANTANGAN DALAM IMPLEMENTASI PENDIDIKAN STEM

Pembelajaran STEAM memiliki banyak manfaat namun juga menghadapi berbagai tantangan. Penelitian ini menyoroti tantangan implementasi pembelajaran STEAM. Fasilitas berbasis teknologi sangat penting dalam mendukung pengembangan kurikulum STEAM dan membantu siswa serta guru dalam proses belajar.

Keterampilan peserta didik dalam memanfaatkan teknologi juga merupakan bagian penting dari integrasi teknologi. Menurut *National Council of US*, konsep teknologi dalam pendidikan STEAM mencakup berbagai komponen, mulai dari orang-orang yang terlibat, organisasi, pengetahuan, proses, hingga perangkat yang digunakan untuk menciptakan dan mengoperasikan alat-alat teknologi serta alat itu sendiri. Namun, dalam praktiknya, pendekatan pedagogik dalam pembelajaran STEAM masih belum sepenuhnya optimal. Ada kekurangan dalam model-model

pendekatan pedagogik yang menarik dalam mengajarkan bidang STEAM.

Banyak guru mengalami kesulitan dalam memperoleh pelatihan STEAM yang memadai. Salah satu guru bahkan menyatakan bahwa pelatihan yang mereka terima lebih cenderung teoritis (Shernoff, Ruzek, & Sinha, 2017). Pemerintah telah menyelenggarakan pelatihan STEM untuk para guru. Banyak guru yang merasakan manfaat besar dari pelatihan ini, terutama dalam pembelajaran berbasis proyek. Namun, beberapa guru masih menghadapi tantangan terkait isu-isu teknis dalam penerapan STEAM, karena pelatihan yang diberikan lebih berfokus pada teori (Herro & Quigley, 2016).

A. Keterbatasan Sumber Daya dan Infrastruktur dalam Pendidikan STEM

Siswa saat ini menghadapi tantangan global yang membutuhkan keterampilan abad ke-21. Pembelajaran harus mendorong pemecah masalah yang paham literasi. Lingkungan belajar harus menjadi model masyarakat yang terdidik. Untuk mencapai tujuan keterampilan digital yang menjadi fokus utama dalam pendidikan modern, menerapkan model STEAM di madrasah menjadi solusi yang potensial. Meskipun ada banyak penelitian yang mendukung penggunaan model STEAM di madrasah, masih ada beberapa isu terkait infrastruktur dan pelatihan guru yang perlu diatasi.

Teori konstruktivisme yang dikembangkan oleh Piaget dan Vygotsky menjadi dasar penelitian. Pembelajaran menurut Piaget melibatkan proses aktif siswa, sementara Vygotsky menekankan pentingnya interaksi sosial dan budaya. Pendekatan STEAM direkomendasikan untuk meningkatkan pengalaman belajar siswa. Teori Kecerdasan Ganda yang dikemukakan oleh Howard Gardner tetap relevan dalam penelitian ini. Gardner berpendapat bahwa setiap individu memiliki berbagai jenis kecerdasan yang dapat dikembangkan melalui pendekatan pembelajaran yang bervariasi. Dengan menerapkan model STEAM, sekolah dapat menciptakan lingkungan pendidikan yang inklusif, yang mendorong siswa untuk mengeksplorasi minat dan bakat mereka

B. Kurangnya Pelatihan Guru dalam Pendekatan STEM

Dalam menyusun perangkat pembelajaran, penting untuk menjaga konsistensi dan keselarasan antara kegiatan pembelajaran yang tercantum dalam RPP, aktivitas peserta didik yang tercantum dalam LKPD, dan model pembelajaran yang diterapkan. Tujuannya adalah agar guru dapat merencanakan dan melaksanakan pembelajaran secara efektif dan efisien bagi peserta didik (Ardiansyah, Diella, & Suhendi, 2020). Namun, dalam penerapannya, guru belum sepenuhnya mempertimbangkan kesesuaian materi yang diajarkan dengan lingkungan sekolah dan karakteristik peserta didik. Guru juga kurang memahami esensi dari

setiap langkah model pembelajaran lainnya (Fransiska & Ain, 2022). Project-Based Learning (PJBL) adalah salah satu model pembelajaran yang sangat cocok digunakan oleh guru dalam proses pengajaran mereka.

C. Ketimpangan Akses terhadap Pendidikan STEM di Berbagai Wilayah

Ketimpangan akses terhadap pendidikan STEM di Indonesia masih menjadi tantangan besar. Terutama di tingkat Sekolah Dasar, ya. Salah satu komponen penting dalam pendidikan STEM adalah matematika. Matematika menjadi dasar bagi perkembangan keterampilan logika dan analisis anak. Sayangnya, tidak semua sekolah dasar di Indonesia memiliki kesempatan yang setara untuk mendapatkan Perbedaan akses ini sering kali disebabkan oleh faktor geografis, ekonomi, dan sosial.

Di perkotaan, sekolah-sekolah dilengkapi dengan fasilitas lengkap dan guru yang berkualitas, serta akses mudah ke teknologi seperti komputer atau tablet untuk belajar matematika. Di sisi lain, di pedesaan, banyak sekolah kurang guru yang kompeten dan kurangnya fasilitas penunjang seperti buku pelajaran memadai membuat siswa tertinggal dalam memahami matematika. Banyak anak juga tidak mampu mendapatkan bimbingan tambahan karena keterbatasan ekonomi. Untuk mengatasi ketimpangan ini, perlunya upaya untuk meningkatkan akses terhadap pendidikan matematika berkualitas di seluruh Indonesia,

termasuk melalui pelatihan guru, penyediaan buku pelajaran berkualitas, dan pemanfaatan teknologi pendidikan.

D. Resistensi terhadap Perubahan Metode Pengajaran Tradisional

Perlawanan terhadap perubahan dalam metode pengajaran tradisional matematika di Sekolah Dasar masih sering terjadi. Banyak guru yang biasanya menggunakan cara pengajaran tradisional, seperti memberikan ceramah dan latihan soal di papan tulis. Metode ini dianggap lebih mudah dan tidak memerlukan persiapan yang rumit. Namun, pada usia SD, metode tradisional kurang menarik bagi siswa. Mereka lebih suka pembelajaran yang interaktif dan menyenangkan. Salah satu alasan utama resistensi ini adalah kurangnya pemahaman guru tentang metode pengajaran inovatif. Banyak guru di SD belum mendapat pelatihan yang memadai dalam metode pembelajaran aktif, seperti permainan matematika, penggunaan alat peraga, atau media digital. Sebagai akibatnya, penerapan metode baru sering dianggap rumit dan menyulitkan, bahkan ada guru yang menentang untuk menerapkannya.

Selain itu, keterbatasan fasilitas juga menjadi faktor penghambat. Hal ini membuat guru sulit menyesuaikan diri dengan metode pengajaran modern yang membutuhkan peralatan tambahan, seperti proyektor atau tablet. Tetap ada sebagian guru yang merasa kurang percaya diri saat menggunakan fasilitas tersebut, bahkan ketika fasilitas tersebut sudah tersedia.

Sebab mereka belum terbiasa dengan penggunaannya. Sesungguhnya, memperbarui metode pengajaran matematika di sekolah dasar agar lebih interaktif untuk memahami pembelajaran dengan cara yang lebih efektif. Misalnya, dengan menggunakan alat peraga sederhana atau permainan, siswa bisa menjadi lebih antusias dan menyerap pelajaran matematika dengan lebih mudah. Karena itulah, untuk mengatasi resistensi ini, diperlukan pelatihan yang berkelanjutan bagi guru dan dukungan sarana yang memadai. Dengan pendekatan yang lebih mendukung perubahan, para guru diharapkan dapat lebih terbuka untuk mengadopsi metode pengajaran yang lebih efektif dan menarik bagi siswa SD.

E. Tantangan Mengadaptasi STEM untuk Berbagai Budaya dan Konteks Lokal

Mengadaptasi pendidikan STEM untuk berbagai budaya dan konteks lokal merupakan tantangan yang kompleks. Setiap komunitas memiliki perbedaan dalam budaya, bahasa, nilai, dan kebutuhan yang memengaruhi cara pendidikan STEM diterima dan diterapkan.

Dalam beberapa budaya, teknologi mungkin belum dianggap penting atau belum terlalu diterima. Dengan demikian implementasi STEM menghadapi kendala budaya. Misalnya, di beberapa masyarakat pedesaan, pendekatan pembelajaran berbasis proyek mungkin dianggap kurang relevan atau berharga jika tidak mampu

memberikan keterampilan praktis langsung untuk kebutuhan sehari-hari.

Keterbatasan Infrastruktur dan Teknologi Banyak daerah, terutama di wilayah pedesaan atau terpencil, mengalami keterbatasan infrastruktur yang cukup untuk mendukung pendidikan STEM, seperti akses listrik, internet, atau perangkat teknologi. Akibatnya, konsep-konsep STEM masa kini yang sering menggunakan teknologi canggih sulit diterapkan dalam lingkungan lokal yang memiliki fasilitas terbatas.

Kurikulum yang tidak sesuai dengan kebutuhan lokal Kurikulum STEM yang seragam umumnya tidak cocok dengan kebutuhan khusus setiap wilayah atau budaya. Contohnya, kurikulum STEM yang dibuat untuk kota mungkin tidak sesuai dengan kondisi di pedesaan, di mana kebutuhan serta masalah sehari-hari berbeda. Ini menyebabkan siswa merasa pembelajaran STEM kurang relevan dengan kehidupan mereka, sehingga minat dan partisipasi dalam STEM menurun.

1. Perbedaan dalam Gaya Belajar dan Metode Pengajaran Setiap budaya memiliki gaya belajar dan pendekatan pengajaran yang unik. Sistem pendidikan STEM yang dirancang secara universal mungkin tidak memperhatikan gaya belajar tertentu yang sudah berkembang dalam budaya lokal. Contohnya, pembelajaran berbasis proyek yang sering diambil dalam STEM mungkin kurang

pas di budaya tertentu yang lebih memprioritaskan metode pengajaran langsung atau hafalan. Solusi potensial untuk mengatasi tantangan.

2. Penggunaan Bahasa Lokal dalam Pembelajaran Menerjemahkan materi pembelajaran ke dalam bahasa lokal atau menggunakan bahasa pengantar yang lebih familiar bagi siswa dapat membantu meningkatkan pemahaman. Guru juga mampu menggunakan analogi serta contoh yang sesuai dengan budaya lokal untuk memperjelas konsep-konsep yang rumit.
3. Integrasi Nilai Budaya Lokal dalam STEM Menerapkan pembelajaran STEM dengan memperhatikan dan menghormati nilai-nilai budaya lokal, bisa dilakukan dengan mencari proyek atau studi kasus yang sesuai dan bermakna bagi lingkungan serta kehidupan sehari-hari para siswa. Dengan mengaitkan proyek STEM dengan isu-isu lokal, siswa dapat lebih memahami relevansi pembelajaran STEM dalam kehidupan mereka dan merasa lebih termotivasi.
4. Penerapan Teknologi yang Sederhana dan Sesuai Di daerah yang terbatas teknologi, sekolah dapat menggunakan alat yang lebih sederhana dan mudah diakses. Contohnya, eksperimen fisika dengan bahan-bahan lokal atau aplikasi offline yang tidak memerlukan akses internet. Penggunaan teknologi sederhana ini masih dapat membantu siswa memahami konsep STEM, bahkan tanpa peralatan canggih.

5. Pengembangan Kurikulum yang Fleksibel dan Kontekstual Kurikulum STEM sebaiknya didesain untuk dipastikan fleksibel dan memungkinkan penyesuaian sesuai kebutuhan dan konteks lokal. Contohnya, sekolah di daerah pedesaan bisa menambahkan pelajaran tentang pengelolaan sumber daya alam atau energi terbarukan yang sesuai dengan kebutuhan di tempat itu.
6. Pelatihan Guru untuk Memahami dan Mengintegrasikan Budaya Lokal. Guru sebaiknya diberikan pelatihan untuk memahami budaya lokal dan merancang metode pengajaran STEM yang sesuai dengan gaya belajar siswa di wilayah tersebut. Ini mencakup penggunaan metode cerita, permainan tradisional, atau keterampilan praktis yang dikenal di masyarakat untuk mendukung pembelajaran konsep-konsep STEM. Dengan menyesuaikan pendidikan STEM agar sesuai dengan budaya dan konteks lokal, siswa akan merasa lebih terhubung dengan materi yang diajarkan dan lebih termotivasi untuk belajar. Adaptasi ini juga akan membantu menciptakan generasi yang siap berinovasi untuk kebutuhan lokal serta memiliki pemahaman STEM yang relevan dengan lingkungan mereka.

BAB IX

MODEL-MODEL PEMBELAJARAN STEM YANG BERHASIL

A. Studi Kasus: Sekolah-sekolah yang Berhasil Mengintegrasikan STEM

Sekolah STEM Cibubur merupakan salah satu contoh di Indonesia yang sukses mengintegrasikan STEM ke dalam kurikulumnya. Didirikan dengan tujuan untuk menghadapi tantangan global melalui pendidikan STEM, sekolah ini menawarkan kurikulum yang berfokus pada ilmu pengetahuan dasar dan juga menggabungkan teknologi serta rekayasa.

Penerapan STEM: Di sekolah ini, siswa diajarkan untuk berpikir secara interdisipliner dan menyelesaikan masalah melalui pendekatan kreatif dan berbasis riset. Misalnya, dalam proyek sains dan teknologi, siswa mempelajari topik seperti energi terbarukan dan sistem otomatisasi, yang melibatkan konsep-konsep dari fisika, matematika, dan teknologi.

Hasil yang Dicapai: Siswa dapat menyelesaikan proyek yang melibatkan aplikasi nyata dari prinsip STEM, seperti merancang alat pemantau kualitas air atau sistem irigasi otomatis. Sekolah ini juga bekerja sama dengan berbagai perusahaan teknologi untuk memberikan pengalaman dunia nyata kepada siswa.

B. Praktik Terbaik dari Negara-negara dengan Program STEM Terdepan

Beberapa negara yang telah berhasil mengimplementasikan program STEM secara terintegrasi, seperti Singapura, Finlandia, Amerika Serikat, dan Kanada, diakui sebagai pelopor dalam menciptakan praktik terbaik yang efektif. Berdasarkan pandangan para ahli, berikut adalah praktik terbaik dalam pendidikan STEM yang diterapkan di negara-negara tersebut:

1. Singapura: Pendidikan STEM Berbasis Keterampilan dan Teknologi Tinggi

Praktik Terbaik:

a. Kurikulum Terpadu dan Interdisipliner

Di Singapura, STEM tidak diajarkan secara terpisah (misalnya sains terpisah dari matematika), tetapi diintegrasikan dalam pendekatan yang interdisipliner. Misalnya, dalam pembelajaran teknologi dan rekayasa, siswa tidak hanya belajar teori fisika, tetapi juga keterampilan praktis melalui eksperimen dan proyek yang melibatkan perangkat teknologi. Para ahli

menekankan pentingnya pendekatan berbasis konteks yang menggabungkan teori dan aplikasi nyata.

b. Project-Based Learning (PBL)

Para siswa di Singapura diikutsertakan dalam proyek yaitu menghubungkan konsep STEM dengan masalah dunia nyata. Pembelajaran berbasis proyek ini memotivasi siswa untuk berpikir kreatif dan kritis, serta mengembangkan keterampilan kolaborasi dan komunikasi. Keterlibatan Industri dan Teknologi Canggih Sekolah-sekolah di Singapura memiliki akses ke fasilitas teknologi canggih dan bekerja sama dengan industri untuk memberikan pengalaman praktis kepada siswa. Kolaborasi dengan perusahaan teknologi besar, seperti IBM dan Microsoft, memungkinkan siswa untuk memanfaatkan alat dan perangkat terbaru dalam eksperimen dan penelitian.

2. Finlandia: Pendekatan Holistik dan Pembelajaran Berbasis Siswa

Praktik Terbaik:

a. Pendekatan Holistik dalam Pembelajaran STEM

Pendekatan STEM lebih ditekankan pada pengalaman holistik yang menggabungkan keterampilan praktis dan teori. Selain itu, Finlandia memanfaatkan konsep *phenomenon-based learning* (pembelajaran berbasis fenomena). Pendekatan ini memungkinkan siswa untuk memahami hubungan antar disiplin ilmu secara lebih menyeluruh.

b. Fokus pada Kolaborasi dan Pembelajaran Sosial

Keunggulan pendidikan STEM di Finlandia terletak pada keseimbangan antara kebebasan siswa untuk mengelola pembelajaran mereka sendiri dan dukungan intensif dari guru yang berkompeten. Hal ini menciptakan lingkungan belajar yang mendorong kreativitas, eksperimen, dan pengembangan keterampilan berpikir kritis. Finlandia menekankan pentingnya kerja tim dalam pembelajaran STEM. Siswa diharapkan untuk bekerja sama dalam kelompok guna menyelesaikan masalah yang kompleks. Pembelajaran kolaboratif ini melatih keterampilan komunikasi, pemecahan masalah, dan berpikir kritis.

c. Guru Berperan sebagai Fasilitator

Di Finlandia, peran guru lebih sebagai fasilitator daripada pengajar tradisional. Guru memberi kesempatan bagi siswa untuk mengeksplorasi, berinovasi, dan belajar secara mandiri. Mereka membimbing siswa untuk memecahkan permasalahan pembelajaran dan memberikan ruang untuk belajar dengan cara yang lebih kreatif dan fleksibel.

3. Amerika Serikat: Kolaborasi Industri dan Fokus pada Inovasi Teknologi

a. Praktik Terbaik:

Di Amerika Serikat, banyak program STEM di sekolah menengah yang bekerja sama dengan perusahaan-

perusahaan teknologi besar, seperti Intel, Google, dan Tesla. Kolaborasi ini memberikan siswa kesempatan untuk belajar langsung dari para ahli dan profesional industri, serta mengakses teknologi dan perangkat terkini yang digunakan dalam dunia kerja. Kolaborasi antara sekolah, universitas, dan industri telah terbukti sangat efektif dalam mempersiapkan siswa untuk dunia kerja, terutama di bidang teknologi tinggi. Program ini juga memotivasi siswa untuk mengembangkan minat yang mendalam dalam STEM.

b. Kompetisi dan Tantangan STEM

Amerika Serikat sangat terkenal dengan kompetisi-kompetisi seperti *FIRST Robotics* yang mendorong siswa untuk bersaing dalam bidang STEM. Kompetisi ini memberikan siswa kesempatan untuk berinovasi, bekerja dalam tim, dan mengaplikasikan keterampilan STEM mereka dalam proyek-proyek nyata.

c. Pendekatan Praktis dan Keterampilan Industri

Sekolah-sekolah di AS tidak hanya mengajarkan teori STEM, tetapi juga menawarkan kursus yang mengajarkan keterampilan praktis, seperti pemrograman komputer, desain digital, dan rekayasa perangkat keras. Program magang di perusahaan teknologi juga menjadi bagian dari pengalaman belajar, yang memberikan siswa pengalaman langsung bekerja di industri.

C. Kolaborasi antara Industri dan Pendidikan dalam Implementasi STEM

Kolaborasi antara industri dan pendidikan STEM merupakan bentuk kerjasama yang terstruktur antara lembaga pendidikan dan sektor industri dengan tujuan mengembangkan keterampilan yang dibutuhkan di pasar kerja. Mereka menekankan bahwa dengan berkolaborasi, dunia pendidikan dapat memastikan bahwa kurikulum yang diajarkan relevan dengan kebutuhan industri. Sementara itu, industri memperoleh keuntungan dalam bidang-bidang yang berkembang pesat, seperti teknologi, rekayasa, dan matematika.

Kolaborasi antara industri dan pendidikan dalam implementasi program STEM semakin dianggap sebagai komponen penting dalam dunia kerja. STEM yang efektif tidak hanya mengajarkan teori, tetapi juga memberikan kesempatan bagi siswa untuk mendapatkan keterampilan praktis yang dibutuhkan oleh industri. Menurut para ahli, kolaborasi ini memiliki banyak manfaat dan tantangan, dan telah terbukti meningkatkan kualitas pembelajaran STEM.

1. Pentingnya Kolaborasi antara Pendidikan dan Industri dalam Konteks STEM

Praktik Kolaborasi yang Efektif: Kolaborasi antara dunia pendidikan dan industri adalah usaha untuk menyelaraskan kurikulum dan pelatihan dengan kebutuhan dunia kerja. Di banyak negara, perusahaan teknologi, manufaktur, dan industri lainnya bekerja sama dengan sekolah, perguruan

tinggi, dan universitas untuk memastikan bahwa pendidikan STEM mempersiapkan siswa dengan keterampilan yang sesuai dengan kebutuhan industri.

2. Manfaat Kolaborasi antara Industri dan Pendidikan dalam STEM

a. Meningkatkan Kualitas Pendidikan

Kerja sama ini memastikan pendidikan tetap sejalan dengan kemajuan teknologi terbaru. Contohnya, sekolah-sekolah yang berkolaborasi dengan perusahaan teknologi dapat mengakses perangkat keras dan perangkat lunak terbaru, yang memungkinkan siswa untuk menggunakan alat-alat yang digunakan di dunia profesional. Krajcik et al. (2014) mengungkapkan bahwa pendidikan STEM yang terhubung dengan industri memberikan kesempatan bagi siswa untuk bekerja dengan teknologi mutakhir, mengubah pembelajaran teori menjadi pengalaman praktis.

b. Peningkatan Keterampilan Praktis

Kerja sama dengan industri memberikan siswa peluang untuk mengembangkan keterampilan praktis yang lebih aplikatif. Dengan memperoleh pengalaman langsung di dunia industri, siswa menjadi lebih siap untuk menyesuaikan diri dengan tuntutan pasar kerja yang terus berkembang. Bevan, Gutwill, Petrich, & Wilkinson (2014) menyatakan bahwa siswa yang terlibat dalam pengalaman industri memiliki kesiapan yang lebih baik dalam menghadapi tantangan pekerjaan nyata,

dibandingkan dengan mereka yang hanya bergantung pada teori yang dipelajari di kelas.

- c. Meningkatkan Peluang Karir dan Kesempatan Kerja
Kolaborasi industri dapat membuka peluang kerja bagi siswa setelah mereka lulus. Banyak perusahaan yang menawarkan kesempatan kerja atau perekrutan kepada siswa yang telah menyelesaikan magang atau proyek kolaboratif dengan mereka. Siswa yang terlibat dalam program magang atau pelatihan bersama industri memiliki peluang lebih tinggi untuk mendapatkan pekerjaan di bidang terkait setelah lulus.

D. Program STEM di Perguruan Tinggi: Menyiapkan Lulusan yang Siap Pakai

Program STEM (Sains, Teknologi, Rekayasa, dan Matematika) di perguruan tinggi memainkan peran krusial dalam mempersiapkan lulusan yang menguasai pengetahuan IPTEK, tetapi juga siap untuk berkarir di industri yang terus berkembang. Program STEM pada perguruan tinggi dapat mencakup berbagai strategi dan inisiatif yang menjembatani kesenjangan antara pendidikan teori dan kebutuhan industri praktis.

Berikut adalah pandangan beberapa ahli terkait pentingnya program STEM di perguruan tinggi dalam menyiapkan lulusan yang siap pakai:

1. Pentingnya Integrasi Keterampilan Praktis dan Teori
Ahli pendidikan sering menekankan bahwa untuk

menghasilkan lulusan yang “siap pakai”, program pendidikan tinggi STEM perlu mengintegrasikan pembelajaran teori dengan aplikasi praktis. Dr. Richard A. DeMillo dalam bukunya *Revolution in Higher Education* menyatakan bahwa pendidikan STEM harus lebih dari sekadar mengajarkan konsep ilmiah dan teknis; itu harus mencakup pengajaran keterampilan pemecahan masalah, kreativitas, dan kemampuan untuk beradaptasi dengan teknologi yang berkembang pesat.

Program STEM yang dirancang dengan baik mengintegrasikan teori dasar dengan aplikasi praktis melalui kegiatan laboratorium, proyek kolaboratif, dan magang industri. Pendekatan ini memberikan peluang bagi mahasiswa untuk berinteraksi langsung dengan teknologi serta metode yang digunakan dalam dunia profesional, sehingga mereka lebih siap untuk menghadapi tantangan pekerjaan setelah lulus.

2. Keterampilan yang Diperlukan di Dunia Industri

Di dunia industri, keterampilan teknis yang mendalam saja tidak cukup. Lulusan STEM juga perlu menguasai keterampilan non-teknis seperti komunikasi, kepemimpinan, dan kerja tim. Menurut Diane A. Rhoten dalam tulisannya di *The Future of STEM Education*, perusahaan tidak hanya mencari keterampilan teknis, tetapi juga kemampuan untuk bekerja dalam tim multidisipliner, berpikir kritis, dan beradaptasi dengan teknologi yang terus berkembang.

Program STEM yang efektif di perguruan tinggi, dengan demikian, harus memasukkan elemen-elemen pengembangan keterampilan soft skills. Kolaborasi antara mahasiswa dari berbagai disiplin ilmu, pengalaman langsung melalui magang, dan interaksi dengan profesional industri dapat membantu mengembangkan keterampilan ini.

3. Pendekatan Pembelajaran Berbasis Masalah

Prof. James H. Hines, seorang ahli dalam pendidikan teknik dan STEM, berpendapat bahwa pendekatan PBL) sangat efektif dalam mempersiapkan lulusan yang siap pakai. Dalam model ini, mahasiswa dihadapkan pada masalah dunia nyata yang kompleks dan diminta untuk mencari solusi secara kolaboratif. Pembelajaran semacam ini tidak hanya mengajarkan teori, tetapi juga melatih kemampuan berpikir kritis, berinovasi, dan mengembangkan solusi praktis.

Di perguruan tinggi, penggunaan studi kasus, simulasi, dan proyek berbasis industri memungkinkan mahasiswa untuk mengasah keterampilan pemecahan masalah secara nyata. Ini sangat penting untuk menyiapkan mereka menghadapi masalah yang akan mereka hadapi di industri setelah lulus.

4. Keterlibatan Industri dalam Kurikulum

Menurut Dr. Mark Schmitz, seorang pakar pendidikan STEM, kerjasama ini membantu memastikan bahwa program pendidikan tinggi mencakup teknologi terkini dan tren

industri yang relevan. Kolaborasi ini tidak hanya mencakup penyusunan kurikulum, tetapi juga pengembangan laboratorium, penelitian bersama, dan penyediaan peluang magang atau kerja praktik bagi mahasiswa.

5. Pembelajaran Interdisipliner

Di dunia yang semakin kompleks ini, masalah seringkali tidak bisa diselesaikan dengan pendekatan yang sempit atau satu disiplin ilmu saja. Oleh karena itu, penting untuk mendorong pendekatan interdisipliner dalam program STEM di perguruan tinggi.

E. Mengembangkan Ekosistem Pembelajaran STEM yang Berkelanjutan

Mengembangkan ekosistem pembelajaran STEM yang berkelanjutan melibatkan berbagai aspek yang perlu dijaga dan ditingkatkan secara terus-menerus, baik dalam konteks pendidikan maupun dalam menghadapi tantangan global dan industri. Ekosistem pembelajaran STEM yang berkelanjutan mengarah pada terciptanya lingkungan yang mendukung pembelajaran yang inklusif, inovatif, relevan, dan berorientasi pada perkembangan teknologi serta kebutuhan pasar kerja yang terus berubah.

1. Fokus pada Kolaborasi dan Keterlibatan Stakeholder

Pamela A. Beers (2011), menekankan bahwa ekosistem pembelajaran STEM yang berkelanjutan harus melibatkan kolaborasi antara berbagai stakeholder – termasuk guru, siswa, pengambil kebijakan, dan industri – untuk

menciptakan lingkungan yang terus mendukung inovasi pendidikan. Beers menyatakan bahwa “ekosistem STEM yang berkelanjutan mencakup integrasi kurikulum yang melibatkan sains, teknologi, teknik, dan matematika, serta memungkinkan semua pihak berperan aktif dalam proses pembelajaran yang dinamis dan relevan dengan kebutuhan global.”

Dalam konteks ini, keberlanjutan ekosistem tidak hanya berbicara tentang sumber daya pendidikan yang terus diperbarui, tetapi juga tentang memastikan adanya saling keterkaitan dan umpan balik antara kurikulum pendidikan, kebutuhan industri, dan pengembangan teknologi terbaru.

2. Mendorong Pembelajaran Seumur Hidup

Pentingnya membangun ekosistem yang mendukung pembelajaran seumur hidup (lifelong learning) untuk memastikan kelangsungan pendidikan STEM yang relevan dan berkualitas. Mereka berpendapat, “Ekosistem pembelajaran STEM yang berkelanjutan membutuhkan sinergi antara sekolah, lembaga pendidikan tinggi, dan industri yang dapat mendukung transisi mulus antara pendidikan formal dan dunia kerja.”

3. Fokus pada Inovasi dalam Teknologi dan Infrastruktur

Pengembangan ekosistem pembelajaran STEM yang berkelanjutan harus mencakup penggunaan teknologi yang mendukung pembelajaran dan inovasi di setiap level pendidikan. Ia menyatakan, “Membangun ekosistem STEM

yang berkelanjutan membutuhkan infrastruktur teknologi yang terus berkembang, yang memungkinkan pendidik dan siswa untuk terus berinovasi dalam metode dan strategi pembelajaran.”

4. Pembelajaran yang Inklusif dan Aksesibel

Menurut Bloxham & Boyd (2007), ekosistem pembelajaran STEM yang berkelanjutan harus memastikan aksesibilitas pendidikan STEM untuk semua siswa. Hal ini penting untuk menciptakan peluang yang setara bagi setiap siswa, sehingga dapat mengembangkan pengetahuan dan keterampilan yang dibutuhkan untuk menghadapi tantangan global dan kemajuan teknologi di masa depan. Mereka menekankan, “Keberlanjutan dalam pendidikan STEM mencakup menciptakan lingkungan yang inklusif, di mana teknologi dan sumber daya pendidikan dapat diakses oleh semua siswa, dan kurikulum dapat disesuaikan dengan beragam kebutuhan dan gaya belajar.”

Konsep ini menunjukkan bahwa ekosistem pembelajaran STEM yang berkelanjutan tidak hanya berkaitan dengan keberlanjutan dalam hal konten dan teknologi, tetapi juga harus mendorong pemerataan kesempatan belajar bagi semua individu, mengurangi kesenjangan akses pendidikan STEM di berbagai lapisan masyarakat.

5. Pembelajaran yang Terintegrasi dan Kontekstual

Ekosistem pembelajaran STEM yang berkelanjutan harus mendorong pembelajaran yang terintegrasi dan kontekstual.

Bloxham & Boyd (2007) berpendapat bahwa “pendidikan STEM yang berkelanjutan harus menggabungkan IPTEK, rekayasa, dan matematika dalam cara yang saling terkait, bukan terpisah-pisah, sehingga siswa dapat memahami relevansi dan aplikasi dari setiap disiplin ilmu dalam kehidupan nyata.” Pendekatan ini memastikan bahwa siswa tidak hanya mempelajari teori-teori masing-masing disiplin, tetapi juga mampu melihat hubungan antara bidang-bidang tersebut dan bagaimana mereka berfungsi bersama untuk memecahkan masalah dunia nyata.

Hal ini berarti bahwa kurikulum STEM harus memberikan pengalaman belajar yang menghubungkan teori dengan aplikasi praktis, serta mengajarkan keterampilan yang relevan dengan kebutuhan industri. Pembelajaran harus terhubung dengan isu-isu dunia nyata, seperti perubahan iklim, teknologi baru, dan tantangan sosial lainnya.

BAB X

MASA DEPAN PENDIDIKAN STEM

A. Inovasi Teknologi yang Akan Mengubah Pembelajaran STEM

Berikut adalah beberapa inovasi teknologi yang diperkirakan dapat mengubah cara pembelajaran STEM:

1. Kecerdasan Buatan dan Pembelajaran Mesin (*Machine Learning*)

AI dapat digunakan untuk personalisasi pembelajaran, memberi rekomendasi materi yang sesuai dengan kemampuan siswa, serta mengidentifikasi area yang perlu diperbaiki.

2. Pembelajaran Berbasis *Virtual Reality (VR)* dan *Augmented Reality (AR)*

Teknologi *Virtual Reality (VR)* dan *Augmented Reality (AR)* memungkinkan siswa dalam mengalami pembelajaran di mana mereka dapat berinteraksi dengan konsep-konsep STEM secara langsung dan visual. siswa untuk berinteraksi

dengan konsep-konsep STEM dalam cara yang lebih imersif. Misalnya, siswa bisa mempelajari struktur molekul dalam 3D, melakukan eksperimen fisika dalam ruang virtual, atau menjelajahi konsep matematika secara visual.

3. Robotika dan *Internet of Things (IoT)*

Dalam STEM, robotika dan *IoT* digunakan untuk mengajarkan konsep-konsep *engineering*, pemrograman, dan otomatisasi. Siswa dapat membangun dan memprogram robot atau perangkat *IoT* untuk menyelesaikan masalah nyata, memberi mereka keterampilan praktis yang sangat dibutuhkan di dunia kerja.

4. Big Data dan Analitik Pembelajaran

Dengan menganalisis data besar (*big data*) tentang perilaku dan pencapaian siswa, pendidik dapat memperoleh wawasan yang lebih dalam tentang cara terbaik untuk mendukung setiap siswa. Analitik pembelajaran dapat membantu mengidentifikasi pola dalam performa siswa, sehingga memungkinkan intervensi yang lebih tepat dan pengajaran yang lebih efisien.

5. Platform Pembelajaran Online dan Kelas Digital

Platform digital seperti MOOCs (*Massive Open Online Courses*) atau alat pembelajaran berbasis cloud memungkinkan siswa di seluruh dunia untuk mengakses materi pendidikan STEM. Pembelajaran kini tidak lagi terbatas pada ruang kelas fisik, memungkinkan siswa untuk belajar kapan saja dan di mana saja dengan menggunakan alat yang tepat.

B. Mempersiapkan Siswa untuk Menghadapi Tantangan Masa Depan

Pendidikan perlu fokus pada pengembangan Psikomotorik dan pemikiran yang relevan dengan perkembangan teknologi yang cepat. Berikut beberapa langkah yang dapat diambil untuk mempersiapkan siswa:

1. Membangun Keterampilan Berpikir Kritis

Di dunia yang semakin didorong oleh teknologi, kemampuan untuk memecahkan masalah secara kreatif dan kritis adalah keterampilan utama. Siswa dapat mengembangkan keterampilan praktis yang berguna untuk kehidupan nyata dan memerlukan analisis dan solusi inovatif dan memilih pendekatan yang paling efektif. Pembelajaran berbasis proyek (PBL) adalah metode yang sangat efektif untuk ini.

2. Mengajarkan Keterampilan Digital dan Literasi Teknologi

Literasi teknologi harus menjadi dasar dalam kurikulum, mulai dari pemrograman komputer, analisis data, hingga penggunaan alat-alat digital untuk mendukung pembelajaran dan kehidupan sehari-hari. Keterampilan ini akan memberi siswa keunggulan kompetitif di dunia yang semakin mengandalkan teknologi.

3. Fokus pada STEM dan Pendidikan Interdisipliner

Mempersiapkan siswa untuk menghadapi tantangan teknologi masa depan tidak hanya membutuhkan pengetahuan serta juga dalam teknik dan matematika (STEM). Pembelajaran yang mengintegrasikan semua aspek

STEM dengan pendekatan interdisipliner memungkinkan siswa untuk melihat bagaimana berbagai disiplin ilmu saling terhubung dan bekerja dalam dunia nyata, serta membantu mereka mengembangkan keterampilan yang relevan untuk industri masa depan.

4. Pengenalan tentang Kecerdasan Buatan dan Otomatisasi
Teknologi kecerdasan buatan (AI) dan otomatisasi sedang merevolusi banyak sektor, dari industri hingga layanan kesehatan. Mengajarkan siswa tentang dasar-dasar AI, pembelajaran mesin, dan aplikasi praktisnya akan memberi mereka wawasan tentang bagaimana teknologi ini bekerja dan dampaknya terhadap berbagai industri. Siswa juga perlu diberi kesempatan untuk terlibat dalam proyek AI yang sederhana, misalnya melalui coding atau pengembangan model AI.

5. Pengembangan Keterampilan Kolaborasi dan Kerja Tim
Teknologi masa depan tidak hanya akan menekankan keterampilan individu, tetapi juga pada kemampuan untuk berkolaborasi dan bekerja dalam tim bekerja dalam tim yang menggunakan alat teknologi. Dengan memanfaatkan platform kolaborasi digital, siswa dapat belajar bekerja sama dalam proyek, berbagi ide, serta berkomunikasi secara efektif, bahkan dalam tim yang terdistribusi secara geografis.

C. STEM dan Kecerdasan Buatan Kolaborasi atau Kompetisi

Dalam konteks yang lebih luas, STEM (Sains, Teknologi, Teknik, dan Matematika) dan Kecerdasan Buatan (AI)

bukanlah dua entitas yang saling bersaing, melainkan dua kekuatan yang saling melengkapi dan bekerja bersama untuk menciptakan kemajuan teknologi yang lebih besar. Namun, ada beberapa aspek yang bisa dilihat sebagai bentuk kompetisi, sementara sebagian besar dari interaksi keduanya lebih mengarah pada kolaborasi yang saling menguntungkan. Berikut adalah analisis lebih dalam mengenai hubungan antara STEM dan AI:

1. Kolaborasi: AI sebagai Alat untuk Memperkuat STEM

Salah satu bentuk kolaborasi yang paling jelas adalah bagaimana AI memperkuat berbagai disiplin dalam STEM. AI memungkinkan kemajuan yang lebih cepat dalam sains, teknik, dan matematika dengan memberikan alat yang lebih efisien untuk analisis data, model prediksi, dan simulasi.

2. Kompetisi: AI Menggantikan Beberapa Peran dalam STEM

Di sisi lain, ada kekhawatiran bahwa AI dapat menggantikan beberapa peran yang sebelumnya dipegang oleh manusia dalam bidang STEM, terutama pekerjaan yang berfokus pada tugas-tugas teknis dan perhitungan.

3. Kolaborasi dalam Pengembangan AI: STEM sebagai Fondasi

AI tidak dapat berkembang tanpa dasar yang kuat dalam STEM. Bidang ilmu komputer, matematika, dan teknik adalah fondasi yang dibutuhkan untuk menciptakan algoritma dan sistem AI yang lebih canggih.

4. Kolaborasi untuk Kesiapan Kerja dan Inovasi Masa Depan
Kolaborasi antara STEM dan AI juga sangat penting untuk mempersiapkan siswa dan profesional untuk dunia kerja yang berubah. Seiring dengan berkembangnya teknologi, keterampilan dalam AI dan pemrograman menjadi sangat penting di berbagai bidang STEM.

D. Menumbuhkan Kepemimpinan dan Kewirausahaan melalui STEM

Pendidikan STEM (Sains, Teknologi, Teknik, dan Matematika) berfokus pada penguasaan pengetahuan teknis dan keterampilan penting lainnya, seperti kepemimpinan dan kewirausahaan. Seiring dengan berkembangnya dunia yang semakin dipengaruhi oleh teknologi, penting bagi siswa tidak hanya menjadi ahli dalam bidang-bidang STEM, tetapi juga memiliki kemampuan untuk memimpin, berinovasi, dan menciptakan solusi baru yang dapat memajukan masyarakat. Berikut adalah beberapa cara di mana STEM dapat menumbuhkan kepemimpinan dan kewirausahaan:

1. Mendorong Pemecahan Masalah Kreatif dan Inovasi
Salah satu dasar dari kewirausahaan adalah kemampuan untuk mengidentifikasi masalah dan menciptakan solusi yang inovatif. STEM memberikan kerangka yang sangat baik untuk ini.
2. Pengembangan Keterampilan Kepemimpinan melalui Kolaborasi dan Tim
Kewirausahaan sering kali melibatkan kerja tim

yang kuat. Pembelajaran STEM, yang sering kali berbasis proyek dan kolaboratif, membantu siswa mengembangkan keterampilan kepemimpinan dengan bekerja dalam tim dan belajar bagaimana memimpin serta berkolaborasi dengan orang lain.

3. Mendorong Kewirausahaan Teknologi dan Startup

Pendidikan STEM sangat terkait dengan dunia teknologi dan inovasi, dua elemen kunci dalam kewirausahaan masa kini. Dengan menguasai teknologi dan ilmu pengetahuan, siswa dapat mengembangkan ide dan membangun startup berbasis teknologi. Inilah mengapa kewirausahaan teknologi semakin menjadi fokus utama di banyak program pendidikan STEM.

4. Penggunaan Teknologi untuk Memfasilitasi Kewirausahaan

Teknologi memainkan peran penting dalam kewirausahaan modern, terutama dalam memungkinkan akses ke pasar global dan menyediakan alat untuk membangun bisnis secara efisien.

5. Pengembangan Keterampilan Pengambilan Keputusan dan Manajemen Risiko

Kewirausahaan melibatkan pengambilan keputusan yang cepat dan pengelolaan risiko yang cermat. Pendidikan STEM melatih siswa untuk menjadi pembuat keputusan yang rasional dan terinformasi, dengan menganalisis data, menguji hipotesis, dan mengevaluasi risiko serta imbalannya.

6. **Membangun Mentalitas Wirausaha dan Ketangguhan STEM** juga mengajarkan pentingnya kegigihan dan ketangguhan dalam menghadapi kegagalan karakteristik penting dalam kewirausahaan. Dalam STEM, eksperimen sering kali gagal atau tidak berhasil pada percobaan pertama. Proses ini mengajarkan siswa untuk mencoba lagi, belajar dari kegagalan, dan terus berinovasi, yang merupakan bagian integral dari mentalitas kewirausahaan.

E. Membangun Sistem Pendidikan yang Adaptif dan Responsif terhadap Perubahan Teknologi

Untuk memastikan bahwa generasi masa depan dapat bersaing di dunia yang semakin digital, penting bagi sistem pendidikan untuk tidak hanya mengikuti perkembangan teknologi, tetapi juga menjadi adaptif dan responsif terhadap perubahan tersebut. Sistem pendidikan yang adaptif memungkinkan siswa untuk berkembang dalam dunia yang terus berubah, sementara responsif berarti bahwa pendidikan dapat segera merespons kebutuhan dan tantangan yang muncul akibat kemajuan teknologi.

Berikut adalah langkah-langkah untuk membangun sistem pendidikan yang lebih adaptif dan responsif terhadap perubahan teknologi:

1. Integrasi Teknologi dalam Kurikulum

Teknologi harus menjadi bagian yang tidak terpisahkan dari kurikulum di setiap jenjang pendidikan. Kurikulum yang mengintegrasikan teknologi memastikan siswa mengetahui

alat teknologi dan memahami cara kerja teknologi.

2. Pembelajaran yang Personalisasi dan Adaptif

Sistem pendidikan yang peka terhadap perkembangan teknologi harus dapat menyesuaikan proses pembelajaran dengan kebutuhan setiap siswa. Teknologi, seperti AI dan analitik pembelajaran, memungkinkan terciptanya pembelajaran yang lebih personal dan adaptif, di mana materi disesuaikan dengan kemampuan serta gaya belajar individu siswa.

3. Meningkatkan Keterampilan Guru dalam Teknologi

Agar sistem pendidikan menjadi lebih adaptif, penting untuk memperkuat kompetensi guru dalam menggunakan teknologi. Pelatihan berkelanjutan untuk guru dalam hal penggunaan teknologi pendidikan dan metode pengajaran berbasis teknologi harus menjadi prioritas.

4. Kolaborasi antara Pendidikan dan Industri

Sangat penting bagi dunia pendidikan untuk berkolaborasi dengan sektor industri untuk memastikan bahwa pendidikan tetap relevan dengan kebutuhan dunia kerja yang terus berubah. Kolaborasi ini dapat memastikan bahwa keterampilan yang diajarkan di sekolah dan universitas sesuai dengan kebutuhan industri yang berkembang.

5. Penggunaan Platform Digital

Sistem pendidikan yang beradaptasi harus mampu merespons situasi yang membutuhkan pembelajaran jarak jauh atau fleksibel. Teknologi, khususnya platform

pembelajaran online dan aplikasi komunikasi, memungkinkan pembelajaran tidak terbatas oleh waktu dan tempat.

6. Meningkatkan Kesadaran tentang Etika Teknologi

Dalam dunia yang semakin dipengaruhi oleh teknologi, sangat penting bagi sistem pendidikan untuk menanamkan nilai-nilai etika teknologi pada siswa. Siswa harus dilatih untuk menjadi pengguna teknologi yang cerdas dan bertanggung jawab.

BAB XI

STRATEGI MENINGKATKAN PARTISIPASI DALAM STEM

A. Mengatasi Kesenjangan Gender dan Etnis dalam Pendidikan STEM

Akses ke pendidikan STEM harus terbuka bagi semua, tanpa memandang gender atau etnis. Ini termasuk memastikan bahwa semua siswa, terutama dari kelompok yang kurang terwakili, Memiliki akses terhadap perangkat keras, perangkat lunak, serta sumber daya pembelajaran yang memadai untuk mendukung proses belajar secara optimal.

Program beasiswa atau bantuan finansial: Untuk siswa dari latar belakang etnis atau ekonomi yang kurang beruntung, program beasiswa khusus STEM dapat membantu mereka mengakses pendidikan berkualitas. Platform pembelajaran digital: Menggunakan teknologi pembelajaran jarak jauh dapat menjangkau siswa di daerah terpencil atau yang memiliki keterbatasan akses ke fasilitas pendidikan formal.

1. Mendorong Keterlibatan Sejak Dini

Salah satu pendekatan terbaik untuk mengatasi kesenjangan gender dan etnis dalam STEM adalah dengan memperkenalkan siswa dari usia dini kepada konsep-konsep STEM dalam lingkungan yang inklusif. Program STEM untuk anak perempuan dan kelompok etnis minoritas: Program seperti “Girls Who Code” atau inisiatif yang memfokuskan pada pengembangan keterampilan STEM di kalangan anak perempuan dan anak-anak dari latar belakang etnis yang kurang terwakili membantu menciptakan minat sejak dini.

Pendidikan berbasis role model: Memperkenalkan siswa pada mentor atau contoh sukses yang berasal dari kelompok gender dan etnis yang kurang terwakili dapat memberi inspirasi dan membuktikan bahwa mereka juga bisa sukses di bidang STEM.

2. Mengubah Kurikulum untuk Lebih Inklusif

Kurikulum yang bias atau tidak mempertimbangkan pengalaman beragam bisa memperburuk kesenjangan ini. Mengembangkan kurikulum STEM yang lebih inklusif, yang mencerminkan pengalaman dan kontribusi berbagai kelompok etnis dan gender dalam sains dan teknologi, adalah langkah penting.

Menyertakan tokoh perempuan dan etnis minoritas dalam sejarah sains: Memperkenalkan siswa pada kontribusi tokoh seperti Marie Curie, Ada Lovelace, Katherine Johnson, dan ilmuwan dari berbagai latar belakang etnis, akan menunjukkan bahwa STEM adalah bidang yang terbuka

bagi semua orang. Menghindari stereotip gender dan etnis: Kurikulum harus dirancang untuk melawan stereotip tradisional, yang sering kali mengasosiasikan STEM dengan laki-laki atau kelompok etnis tertentu, dan menunjukkan bahwa semua orang bisa terlibat dalam bidang ini.

3. Mentoring dan Pembimbingan

Program mentoring yang berfokus pada memberikan dukungan emosional dan praktis kepada siswa dari kelompok yang kurang terwakili sangat penting. Mentoring dapat dilakukan oleh profesional di bidang STEM yang berasal dari latar belakang yang sama, memberi contoh nyata bagi siswi tentang bagaimana berhasil di bidang tersebut. Mentoring oleh profesional yang beragam: Meningkatkan jumlah mentor yang beragam dalam komunitas STEM akan memberikan inspirasi dan arahan yang lebih relevan bagi siswa dari kelompok yang kurang terwakili.

4. Menciptakan Lingkungan yang Mendukung dan Terbebas dari Diskriminasi.

Salah satu penghalang terbesar bagi keterlibatan penuh dalam STEM adalah lingkungan yang tidak inklusif atau diskriminatif. Kampus dan tempat kerja harus menciptakan lingkungan yang mendukung keberagaman dan inklusi melalui kebijakan anti-diskriminasi yang ketat.

Pelatihan keberagaman dan inklusi untuk guru dan pengelola: Memberikan pelatihan kepada pengajar dan administrasi sekolah tentang pentingnya keberagaman dan inklusi serta bagaimana menangani bias yang mungkin

muncul. Mendorong interaksi antar budaya: Mengadakan acara dan diskusi yang melibatkan berbagai latar belakang budaya dan gender dapat membantu menciptakan suasana yang lebih terbuka dan toleran.

5. Mendukung Kolaborasi dan Kerjasama

Menggunakan pendekatan kolaboratif dalam pembelajaran STEM dapat membantu mengurangi kesenjangan ini, karena siswa dari berbagai latar belakang dapat bekerja bersama, berbagi perspektif, dan belajar dari satu sama lain.

Kerja tim dalam proyek STEM: Melibatkan proyek kolaboratif untuk memecahkan masalah dan berbagi ide secara bersama-sama mampu memperkaya pengalaman belajar mereka dan mengurangi pengaruh stereotip atau prasangka. Komunitas online yang inklusif: Membentuk komunitas online yang menyediakan ruang bagi perempuan dan kelompok etnis minoritas untuk berbagi pengalaman, belajar bersama, dan saling mendukung.

6. Menumbuhkan Budaya STEM di Komunitas

Pembangunan budaya STEM yang lebih inklusif juga bisa dilakukan melalui kegiatan ekstrakurikuler dan acara komunitas. Klub STEM yang terbuka untuk semua: mendorong partisipasi anak perempuan dan siswa dari kelompok etnis minoritas dan klub-klub STEM disekolah atau komunitas dapat membantu menumbuhkan minat dan keterampilan mereka dalam bidang ini.

B. Meningkatkan Minat Siswa melalui Pendekatan yang Relevan dan Menarik.

Inovasi STEM terus mengalami perkembangan untuk menghadirkan pengalaman yang interaktif, menarik, dan relevan dengan konteks kehidupan nyata. Beberapa inovasi yang dapat mengubah cara pembelajaran STEM antara lain:

a. Pembelajaran Berbasis AI dan Analitik Data

Penggunaan kecerdasan buatan (AI) dan analitik data dalam pendidikan memungkinkan penyesuaian pembelajaran secara lebih personal. Dengan menganalisis gaya belajar dan kemajuan siswa, AI dapat memberikan materi atau tantangan yang sesuai dengan tingkat kemampuan individu, menciptakan pengalaman yang lebih efisien dan efektif (Birney, Kong, Evans, Ceritelli, & Danker, 2019).

b. Pembelajaran *PjBL* dan *PBL*

Pembelajaran yang berpusat pada proyek nyata dan tantangan dunia nyata memberikan peluang bagi siswa untuk mengasah keterampilan praktis serta kemampuan berpikir kritis. Dalam pendidikan STEM, Project-Based Learning (PBL) mendorong kerja sama dan inovasi, sekaligus menjembatani teori dengan penerapan praktis dalam konteks yang bermakna.

c. *Realitas Virtual (VR)* atau *Augmented Reality (AR)*

Teknologi VR dan AR dapat membawa konsep-konsep STEM yang abstrak menjadi lebih mudah dipahami. Misalnya, eksperimen fisika atau biologi

dapat dilakukan dalam lingkungan virtual yang aman, atau siswa dapat berinteraksi dengan model 3D dari struktur atom, organ tubuh, atau bahkan eksplorasi luar angkasa, memberikan pengalaman langsung tanpa batasan fisik.

d. Pembelajaran Terintegrasi dengan Teknologi Internet of Things (IoT)

Dengan IoT, alat-alat fisik yang terhubung secara internet dapat digunakan untuk mengajar konsep-konsep seperti pengumpulan data, sensor, dan otomatisasi. Siswa dapat langsung bekerja dengan perangkat cerdas yang mengumpulkan data nyata, menganalisisnya, dan menghasilkan solusi.

Pendidikan yang Diperluas dengan Maker Movement dan Lab Virtual Gerakan pembuat (maker movement) menggabungkan teknologi dengan keterampilan praktis, seperti pemrograman, 3D printing, dan robotika. Siswa dapat merancang dan membuat proyek mereka sendiri, baik secara fisik di lab atau menggunakan alat virtual, memungkinkan mereka untuk menerapkan pembelajaran STEM dengan cara yang lebih kreatif dan langsung.

e. Pembelajaran Berbasis *Cloud* dan *Platform Kolaboratif*

Cloud computing memberi kemudahan bagi siswa dan guru untuk berkolaborasi dalam proyek, berbagi data, dan menggunakan alat-alat pendidikan secara online serta simulasi yang sebelumnya mahal atau sulit

dijangkau. Platform kolaboratif juga mempermudah komunikasi dan kerja tim dalam mengerjakan proyek STEM.

f. Pembelajaran Seumur Hidup dan Keterampilan Soft Skills

STEM berfokus pada pengembangan keterampilan *soft skills*, seperti komunikasi, kerja sama, kolaborasi serta berpikir kritis. Inovasi dalam pendidikan STEM kini semakin menekankan pada pembelajaran sepanjang hayat dan keterampilan sosial yang dibutuhkan untuk berkarir di bidang teknologi dan inovasi.

g. *EdTech* dan Pembelajaran Adaptif

Platform pembelajaran adaptif yang menggunakan teknologi untuk mengukur pemahaman siswa secara real-time memungkinkan pengalaman belajar yang lebih personal serta relevan. Misalnya, dengan menggunakan teknologi untuk menyesuaikan materi pelajaran sesuai minat siswa.

C. Program Beasiswa dan Dukungan Untuk Siswa Berprestasi dalam STEM.

Banyak negara menawarkan beasiswa pemerintah untuk siswa yang berprestasi di bidang STEM, baik untuk studi sarjana maupun pascasarjana. Contoh beasiswa seperti Beasiswa Lembaga Pengelola Dana Pendidikan (LPDP) di Indonesia, atau Beasiswa Fulbright di Amerika Serikat, memberikan peluang untuk melanjutkan studi STEM di luar negeri.

Beasiswa dari Universitas: Banyak universitas terkemuka menawarkan beasiswa khusus untuk mahasiswa yang tertarik dan berprestasi di bidang STEM. Misalnya, Beasiswa STEM dari MIT (Massachusetts Institute of Technology) atau Beasiswa STEM dari Stanford University.

Ada juga Beasiswa dari Lembaga Swasta: Perusahaan-perusahaan teknologi dan ilmiah seringkali menyediakan beasiswa untuk mendukung pendidikan STEM. Contohnya, Beasiswa Google Anita Borg Memorial Scholarship untuk perempuan yang berprestasi dalam bidang teknologi, atau Beasiswa Microsoft untuk mahasiswa STEM.

1. Program Mentoring dan Bimbingan Karir

Program Mentoring STEM: Selain beasiswa, penting untuk memberikan dukungan berupa mentoring kepada siswa berbakat. Program mentoring dapat membantu siswa berprestasi mengembangkan keterampilan profesional, mendapatkan wawasan dari para ahli di bidangnya, dan meningkatkan jaringan mereka. Program seperti Girls Who Code dan Black Girls Code menghubungkan siswa perempuan dan dari latar belakang minoritas dengan mentor profesional yang sukses di dunia teknologi.

Bimbingan Karir dan Magang: Bimbingan karir dan pengalaman magang juga sangat penting. Perusahaan-perusahaan besar seperti Google, IBM, dan Tesla sering menawarkan program magang untuk siswa dan lulusan berprestasi dalam STEM, yang tidak hanya memberikan

pengalaman langsung di industri tetapi juga memperkuat keterampilan teknis mereka.

2. Dukungan untuk Siswa dari Kelompok yang Kurang Terwakili

Beasiswa untuk Siswa Perempuan dalam STEM: Beberapa lembaga dan organisasi, seperti *The Society of Women Engineers (SWE)* memberikan beasiswa dan dukungan untuk perempuan yang mengejar karir di bidang STEM. Beasiswa ini sering disertai dengan pelatihan kepemimpinan, mentoring, dan kesempatan jaringan.

Beasiswa untuk Siswa Etnis Minoritas: Program seperti Beasiswa NSF (National Science Foundation) Scholarships in STEM di AS dan Beasiswa Yayasan Pendidikan STEM Indonesia memberikan kesempatan kepada siswa dari kelompok etnis minoritas atau yang kurang terwakili untuk mengejar pendidikan STEM.

3. Program Pengembangan Keterampilan dan Pelatihan

Beberapa program beasiswa juga menggabungkan pelatihan keterampilan tambahan untuk mendukung siswa berbakat dalam STEM. Misalnya, Beasiswa Digital Skills yang disponsori oleh perusahaan teknologi mengajarkan keterampilan coding, pengembangan perangkat lunak, dan lainnya yang dapat mendukung siswa untuk berkembang lebih jauh dalam karir STEM mereka.

Program kompetisi seperti *Intel Science and Engineering Fair (ISEF)* dan *FIRST Robotics* menawarkan hadiah uang

atau beasiswa dan juga kesempatan untuk mendapatkan pengakuan internasional dan membuka peluang karir di industri terkait.

Program beasiswa dan dukungan untuk siswa berprestasi dalam STEM tidak hanya mencakup bantuan finansial, tetapi juga pelatihan keterampilan, mentoring, akses ke jaringan profesional, dan kesempatan untuk berpartisipasi dalam kompetisi atau proyek penelitian. Inisiatif-inisiatif ini sangat penting untuk memastikan bahwa lebih banyak siswa dari berbagai latar belakang dapat memanfaatkan potensi mereka dalam bidang STEM, yang pada gilirannya dapat menciptakan kontribusi yang lebih beragam dan inovatif. di mana keterampilan teknis dan pemahaman yang mendalam akan sangat penting untuk menghadapi tantangan global yang semakin kompleks.

D. Mendorong Keterlibatan Komunitas dan Industri dalam Pendidikan STEM.

1. Peningkatan Relevansi Pendidikan STEM dengan Kebutuhan Industri

Materi matematika yang diajarkan di sekolah dapat dihubungkan langsung dengan kebutuhan serta tantangan yang dihadapi oleh dunia industri. Misalnya, konsep-konsep matematika seperti statistik, aljabar, dan kalkulus digunakan dalam berbagai sektor seperti keuangan, teknologi, dan rekayasa. Kolaborasi dengan industri memungkinkan pendidikan matematika yang lebih aplikatif.

2. Pengembangan Kurikulum yang Dinamis dan Berorientasi Masa Depan.

Komunitas akademik dan industri bisa bekerja sama untuk mengembangkan kurikulum yang lebih relevan dengan perkembangan teknologi dan tren industri terkini. Misalnya, pengenalan lebih awal terhadap data science, machine learning, dan analisis numerik dalam pembelajaran matematika dapat mempersiapkan siswa untuk terlibat dalam sektor-sektor yang sangat berkembang ini.

3. Pemberdayaan Guru dan Pembekalan untuk Pembelajaran Praktis.

Keterlibatan industri dalam pendidikan matematika juga dapat dilakukan dengan mengadakan pelatihan bagi guru, sehingga mereka lebih siap untuk mengajar konsep matematika yang kompleks dapat dipahami dengan pendekatan yang lebih praktis dan aplikatif, memungkinkan siswa untuk melihat hubungan langsung antara teori dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari. Kerja sama ini dapat membawa guru untuk memperkenalkan proyek-proyek berbasis industri dalam pembelajaran matematika, yang memberi siswa pengalaman langsung.

4. Peningkatan Akses kepada Teknologi dan Sumber Daya.

Melalui keterlibatan industri, siswa dan guru dapat diberikan akses lebih mudah kepada perangkat lunak, teknologi, dan alat-alat yang digunakan dalam pemecahan masalah matematika tingkat lanjut. Ini bisa berupa alat pemrograman, simulasi matematik, atau platform

pembelajaran digital yang mendukung pendidikan matematika.

5. Keterampilan Berpikir Kritis dan Problem Solving.

Matematika mengajarkan angka dan juga keterampilan kritis yang sangat bernilai di dunia industri. Kolaborasi ini memungkinkan siswa untuk mengasah keterampilan yang diperlukan akademik juga di lingkungan kerja, yang sangat penting untuk sukses dalam karier di bidang STEM.

E. Menumbuhkan Budaya STEM di Rumah dan Komunitas.

Matematika adalah dasar dari semua disiplin ilmu STEM. Dengan mengajarkan konsep-konsep matematika seperti logika, pola, dan pengukuran, kita dapat mengembangkan kemampuan berpikir kritis yang diperlukan untuk menyelesaikan masalah di berbagai bidang.

Dengan mengintegrasikan pendidikan matematika yang berbasis pada penerapan kehidupan nyata, kita bisa menciptakan lingkungan yang mendukung pemikiran kritis, pemecahan masalah, dan inovasi. Berikut beberapa cara bagaimana materi matematika dapat menumbuhkan budaya STEM:

1. Pengembangan Pemikiran Logis dan Kritis

Tantangan Matematika di Rumah

Orang tua bisa mengajak anak-anak untuk terlibat dalam kegiatan matematika sehari-hari, seperti menghitung jumlah bahan makanan, membagi tugas, atau mengelola anggaran

keluarga, untuk mengasah keterampilan matematika mereka dalam konteks yang nyata untuk berlatih soal matematika yang tidak hanya melibatkan perhitungan, tetapi juga masalah berbasis situasi sehari-hari, misalnya, menghitung biaya belanja atau mengukur bahan untuk memasak.

2. Eksperimen dan Aplikasi Nyata

Proyek Sederhana di Rumah Orang tua dan anak dapat bekerja sama melakukan eksperimen sains yang melibatkan matematika, seperti mengukur suhu, menghitung waktu, atau mengamati pola pertumbuhan tanaman. Ini memberikan gambaran nyata bagaimana matematika digunakan dalam kehidupan sehari-hari.

Komunitas STEM Di komunitas, kegiatan seperti lomba matematika, workshop sains, atau proyek berbasis teknologi dapat mendorong generasi muda untuk lebih mengenal dan tertarik pada STEM.

3. Kolaborasi dan Diskusi.

Kolaborasi Keluarga Membuat waktu belajar yang menyenangkan dengan mengajak diskusi atau bermain permainan matematika bersama bisa memperkuat ikatan keluarga sekaligus menumbuhkan budaya belajar. Misalnya, bermain teka-teki logika atau matematika dalam kehidupan sehari-hari.

Komunitas Pendidikan Dalam membangun ruang untuk kolaborasi antar anak-anak, orang tua, dan pendidik dapat meningkatkan pemahaman tentang pentingnya STEM.

Diskusi mengenai aplikasi matematika dalam bidang teknologi dan rekayasa bisa memberi inspirasi dan motivasi.

4. Pemecahan Masalah dan Inovasi

Menggunakan Matematika dalam berbagai Bidang: Di rumah, anak dapat untuk berpartisipasi dalam kegiatan yang melatih keterampilan matematika, seperti menghitung jumlah barang, mengukur bahan masakan, atau membuat perencanaan anggaran yang sederhana dengan belajar bagaimana matematika digunakan dalam berbagai pekerjaan, seperti teknik, arsitektur, atau desain, untuk menunjukkan relevansi nyata dari pembelajaran matematika.

Komunitas Inovasi, Komunitas dapat menciptakan kegiatan berbasis proyek seperti membangun model sederhana atau merancang solusi untuk masalah teknis yang ada di sekitar mereka. Ini bisa memperkenalkan anak-anak pada konsep teknik dan teknologi melalui lensa matematika.

5. Membangun Rasa Penasaran

Rasa Ingin Tahu, Materi matematika yang melibatkan teka-teki atau masalah yang menantang dapat memupuk rasa ingin tahu anak. Ketika anak merasa tertantang untuk memecahkan masalah, mereka belajar untuk bertanya, mencari informasi, dan mencoba berbagai pendekatan untuk menemukan solusi.

BAB XII

KESIMPULAN DAN REKOMENDASI UNTUK PENGEMBANGAN PENDIDIKAN STEM

A. Menyusun Rencana Aksi untuk Meningkatkan Pendidikan STEM

Menyusun rencana aksi untuk meningkatkan pendidikan STEM di Indonesia melibatkan berbagai langkah yang dapat memperkuat kemampuan siswa dan guru dalam bidang-bidang ini. Berikut adalah rencana aksi yang bisa diimplementasikan secara sistematis:

1. Peningkatan Kurikulum dan Pengajaran

Menyesuaikan kurikulum dengan perkembangan teknologi dan kebutuhan industri global. Memperkenalkan konsep-konsep dasar STEM lebih awal, mulai dari tingkat dasar hingga menengah. Integrasi disiplin STEM: Membuat pendekatan yang lebih interdisipliner yaitu Sains, Teknologi, Teknik, dan Matematika diajarkan secara integrasi bukan terpisah-pisah.

2. Peningkatan Kualitas Guru

Pelatihan Profesional Berkelanjutan: Mengadakan pelatihan bagi guru untuk memperbarui pengetahuan dan keterampilan mereka dalam mengajar mata pelajaran STEM, dengan fokus pada penggunaan teknologi dan metode pengajaran yang inovatif.

Pengembangan Kompetensi Teknologi: Memastikan guru memiliki pemahaman yang cukup dalam bidang teknologi yang relevan, seperti pemrograman, penggunaan alat digital, dan perangkat lunak pendidikan.

Keterlibatan Industri: Menjalin kemitraan dengan industri untuk memberikan pelatihan langsung kepada guru tentang tren terbaru dalam dunia STEM.

3. Peningkatan Infrastruktur dan Akses Teknologi.

Meningkatkan aksesibilitas terhadap perangkat komputer, internet, dan alat-alat STEM yang dapat mendukung pembelajaran. Ini penting untuk memastikan kesetaraan akses di daerah terpencil.

Fasilitas Laboratorium dan *Maker Space*: Membangun laboratorium dan ruang maker (maker spaces) di sekolah-sekolah untuk memberikan siswa kesempatan mengembangkan keterampilan praktis melalui eksperimen dan pembuatan prototipe.

4. Meningkatkan Minat dan Motivasi Siswa.

Menyelenggarakan kompetisi ilmiah dan teknologi untuk mendorong kreativitas dan minat siswa dalam bidang STEM, seperti olimpiade sains, hackathon, atau lomba robotika.

Kegiatan Ekstrakurikuler: Mengembangkan kegiatan ekstrakurikuler seperti klub robotika, coding, atau sains yang bisa menginspirasi siswa untuk lebih mendalami bidang STEM. Kampanye Promosi STEM: Melakukan kampanye untuk menarik minat anak-anak, terutama perempuan, agar lebih tertarik dengan bidang STEM, melalui seminar, talkshow, atau kolaborasi dengan tokoh-tokoh inspiratif dari dunia STEM.

5. Kemitraan dengan Industri dan Perguruan Tinggi.

Kolaborasi Industri dan Sekolah: Membangun kemitraan dengan perusahaan-perusahaan teknologi, manufaktur, dan sains untuk memberikan siswa kesempatan magang, pelatihan, atau pengalaman langsung di dunia industri. Penyelenggaraan Webinar dan Workshop: Mengundang para profesional dari industri atau akademisi untuk berbagi pengetahuan dan pengalaman tentang tren terbaru di bidang STEM. Bimbingan Karir STEM: Menyediakan program bimbingan karir bagi siswa untuk mengenal lebih dalam tentang peluang pekerjaan di bidang STEM dan bagaimana mereka bisa mengembangkan karir di bidang ini.

6. Kolaborasi Internasional

Pertukaran Pengetahuan: Berkolaborasi dengan negara luar yang telah maju dalam bidang STEM untuk melakukan pertukaran pengetahuan, penelitian, dan pengembangan pendidikan STEM. Proyek Penelitian Bersama: Mendorong sekolah dan perguruan tinggi untuk terlibat dalam proyek

penelitian internasional yang berbasis STEM, sehingga siswa dapat belajar dari pengalaman global.

Melalui langkah-langkah ini, pendidikan STEM dapat diperkuat, dan lebih banyak siswa di Indonesia dapat diberikan kesempatan untuk mengembangkan keterampilan yang relevan dengan kebutuhan zaman.

B. Rekomendasi untuk Kebijakan Pendidikan dan Pengembangan Kurikulum STEM.

Untuk meningkatkan pendidikan STEM di Indonesia, kebijakan pendidikan dan pengembangan kurikulum harus dapat mendukung tujuan jangka panjang dalam menyiapkan generasi yang siap menghadapi tantangan global di masa depan. Berikut adalah beberapa rekomendasi kebijakan pendidikan dan pengembangan kurikulum STEM:

1. Kebijakan Peningkatan Akses dan Infrastruktur Teknologi.

Peningkatan Infrastruktur Laboratorium STEM: Menyediakan laboratorium sains dan teknologi yang lengkap, serta ruang maker space di sekolah-sekolah untuk mendukung pembelajaran praktis dalam bidang STEM.
Program Subsidi Perangkat untuk Siswa: Menyediakan subsidi atau bantuan untuk perangkat digital bagi siswa dari keluarga kurang mampu agar mereka dapat mengakses pembelajaran berbasis teknologi.

2. Integrasi Kurikulum STEM yang Terpadu.

Revisi dan Penyempurnaan Kurikulum: Memperkenalkan kurikulum yang lebih terpadu, di mana STEM diajarkan

secara bersama-sama dan saling terhubung. Misalnya, mengintegrasikan konsep matematika dalam pembelajaran fisika atau menerapkan prinsip teknik dalam eksperimen kimia.

Penerapan Pendekatan *Problem-Based Learning*: Mengembangkan kurikulum dengan PjBL yang memungkinkan siswa untuk menerapkan pembelajaran STEM dalam menyelesaikan tantangan nyata.

Kurikulum Fleksibel dan Adaptif: Menerapkan kurikulum yang dapat beradaptasi dengan perkembangan teknologi dan kebutuhan industri yang cepat berubah, termasuk memperkenalkan mata pelajaran baru seperti coding, kecerdasan buatan, dan robotika pada tingkat yang lebih awal.

3. Peningkatan Kompetensi dan Kualifikasi Guru.

Pelatihan Guru STEM: Mengembangkan program pelatihan profesional yang berkelanjutan untuk guru-guru STEM yang menekankan pada pengetahuan materi dan juga pada pengembangan keterampilan pedagogis, teknologi serta penerapan metode pengajaran yang inovatif.

Sertifikasi Keahlian Khusus: Mendorong guru STEM untuk memperoleh sertifikasi keahlian tambahan dalam bidang teknologi atau industri tertentu (misalnya, coding, robotika, analisis data) untuk meningkatkan kredibilitas dan kualitas pengajaran mereka.

Program Kolaborasi dengan Industri: Menyusun program kemitraan antara sekolah dan industri untuk

meningkatkan kompetensi guru dengan pelatihan langsung dari para profesional di sektor STEM.

4. Promosi dan Dukungan untuk Pendidikan STEM di Tingkat Dasar.

Menerapkan pendidikan STEM sejak usia dini, mulai dari pendidikan dasar, untuk menumbuhkan minat dan keterampilan siswa di bidang sains, teknologi, matematika, dan teknik. Ini dapat mencakup pengajaran dasar tentang teknologi, eksperimen sains, dan problem solving.

Pendekatan Gender-Inklusif: Mengadakan program untuk meningkatkan partisipasi perempuan dalam bidang STEM, misalnya dengan mengadakan seminar, workshop, dan kompetisi yang menginspirasi siswa perempuan untuk berkarir di bidang ini.

Pengembangan Buku Ajar dan Modul Pembelajaran STEM: Mengembangkan dan menerbitkan buku ajar serta modul-modul pembelajaran yang sesuai dengan kurikulum STEM yang interaktif, berbasis proyek, dan berbasis teknologi.

5. Keterlibatan Masyarakat dan Dunia Usaha.

Kemitraan antara Pemerintah, Dunia Usaha, dan Akademia: Mendorong kolaborasi antara pemerintah, perusahaan teknologi, dan universitas untuk meningkatkan kurikulum yang sesuai dengan kebutuhan industri serta menyediakan fasilitas magang serta kesempatan riset bagi siswa.

Program Magang dan Pembelajaran Berbasis Industri: Mewajibkan adanya program magang atau praktik kerja

industri yang terintegrasi dalam pendidikan STEM di tingkat menengah maupun perguruan tinggi, untuk memperkenalkan siswa pada dunia kerja yang sesungguhnya.

Dukungan dari Tokoh dan Praktisi STEM: Meningkatkan keterlibatan tokoh-tokoh STEM melalui seminar, kuliah umum, atau mentoring yang dapat menginspirasi dan memberikan wawasan langsung kepada siswa dan guru.

Melalui kebijakan pendidikan yang terintegrasi, inovatif, dan berbasis pada kebutuhan global, pendidikan STEM di Indonesia dapat berkembang lebih cepat dan lebih luas. Pembaruan kurikulum, peningkatan kualitas guru, penyediaan akses teknologi, serta kemitraan yang lebih erat dengan industri akan membuka jalan bagi Indonesia untuk mencetak generasi penerus yang siap bersaing di dunia yang semakin kompleks dan berbasis teknologi.

C. Tantangan yang Harus dihadapi dalam Implementasi Pendidikan STEM

Implementasi pendidikan STEM menghadapi berbagai tantangan yang perlu diatasi. Berikut adalah beberapa tantangan utama dalam penerapan pendidikan STEM dan langkah-langkah yang dapat diambil untuk menghadapinya:

1. Keterbatasan Infrastruktur dan Akses Teknologi.

Banyak sekolah, khususnya yang terletak di daerah terpencil dan pelosok, belum memiliki infrastruktur yang cukup untuk mendukung pembelajaran STEM. Akses ke

teknologi seperti komputer, internet cepat, dan perangkat keras untuk eksperimen sains sering kali terbatas.

Solusi, Pemerintah dan sektor swasta perlu berinvestasi dalam penyediaan perangkat teknologi, meningkatkan jaringan internet di seluruh wilayah Indonesia, serta membangun laboratorium dan ruang maker space di sekolah-sekolah, terutama di daerah yang kurang berkembang.

2. Keterbatasan Kualitas dan Ketersediaan Guru

Banyak guru STEM yang belum memiliki kompetensi dan keterampilan yang cukup dalam pengajaran berbasis teknologi dan pendekatan interaktif, serta belum mampu menguasai alat dan perangkat digital terbaru.

Solusi: Mengadakan program pelatihan dan sertifikasi untuk guru STEM secara berkelanjutan, baik secara daring maupun tatap muka, dengan mengutamakan penguasaan alat teknologi dan metode pengajaran modern. Program magang dengan industri juga bisa memperkaya pengetahuan guru tentang tren dan teknologi terbaru.

3. Keterbatasan Kurikulum yang Tidak Terintegrasi

Kurikulum pendidikan yang terfragmentasi antara sains, teknologi, teknik, dan matematika membuatnya sulit untuk menghubungkan disiplin ilmu tersebut dalam konteks dunia nyata. Hal ini dapat menyebabkan pendekatan yang terfragmentasi dalam pembelajaran STEM.

Solusi: Mengembangkan kurikulum terpadu yang menghubungkan keempat bidang STEM dalam satu kesatuan

pembelajaran yang lebih holistik melalui pembelajaran berbasis proyek (*project-based learning*) yang menggabungkan aspek Sains, Teknologi, dan Matematika dalam penyelesaian masalah dunia nyata.

4. Kurangnya Minat Siswa dalam Bidang STEM.

Banyak siswa, terutama perempuan, kurang tertarik untuk mempelajari STEM karena persepsi bahwa bidang ini sulit, atau tidak relevan dengan minat mereka. Stereotip gender dalam bidang STEM juga masih menjadi hambatan besar.

Solusi: Kampanye untuk meningkatkan kesadaran dan mengubah persepsi siswa terhadap bidang STEM, dengan menyoroti contoh-contoh tokoh inspiratif dalam STEM, serta mengadakan kegiatan yang menyenangkan seperti kompetisi robotika, hackathon, dan festival sains untuk menumbuhkan minat lebih dini.

5. Kesulitan dalam Penyediaan Sumber Daya Pembelajaran yang Relevan.

Kurangnya sumber belajar yang sesuai dan terkini, misalnya buku, perangkat lunak (*software*), dan modul pembelajaran yang memadai untuk mengajarkan konsep-konsep STEM secara efektif.

Solusi: Pemerintah dan lembaga pendidikan dapat berkolaborasi dengan perusahaan teknologi serta institusi pendidikan tinggi untuk menyediakan sumber daya pembelajaran yang terbaru dan terintegrasi. Selain itu, materi

pembelajaran digital dan sumber daya daring harus didorong untuk mempermudah akses siswa ke informasi yang lebih luas dan mendalam.

6. Ketergantungan pada Pendekatan Pembelajaran Tradisional

Tantangan: Banyak sekolah dan pengajar masih menggunakan pendekatan pembelajaran tradisional yang lebih mengutamakan teori ketimbang aplikasi praktis. Ini membuat siswa kesulitan untuk melihat relevansi ilmu yang mereka pelajari dengan dunia nyata.

Solusi: Menyusun kebijakan yang mendorong penggunaan metode pengajaran berbasis praktik dan proyek (*project-based learning*), serta pemanfaatan teknologi dalam kelas untuk meningkatkan interaksi dan kreativitas siswa dalam menyelesaikan masalah nyata.

7. Keterbatasan Keterlibatan Dunia Industri

Kurangnya keterlibatan industri dalam pengembangan pendidikan STEM membuat kurikulum dan pengajaran tidak selalu relevan dengan kebutuhan pasar kerja atau tren teknologi terkini.

Solusi: Membangun kemitraan yang lebih erat antara dunia pendidikan dan industri, baik melalui program magang, kurikulum berbasis industri, atau pelatihan yang melibatkan para profesional di bidang STEM. Hal ini akan memberikan siswa pengalaman langsung yang berguna untuk karir mereka.

D. Harapan untuk Generasi Masa Depan dalam Pembelajaran STEM

Harapan untuk generasi mendatang dalam dunia STEM sangatlah besar, mengingat bahwa STEM adalah kunci utama untuk memecahkan tantangan global dan mendorong kemajuan di berbagai sektor kehidupan yang semakin kompleks. Dengan adanya pendidikan STEM yang berkualitas, diharapkan generasi mendatang dapat:

1. Menghadapi Tantangan Global dengan Inovasi

Harapan utama adalah agar generasi masa depan dapat berkontribusi dalam mengatasi berbagai tantangan besar dunia, seperti perubahan iklim, ketahanan pangan, krisis energi, dan kesehatan global. Dengan keterampilan yang diperoleh dari pendidikan STEM, mereka diharapkan mampu menciptakan solusi inovatif dan teknologi yang dapat memperbaiki kualitas hidup manusia dan planet ini.

2. Menjadi Pemimpin di Era Digital

Harapannya, generasi mendatang akan agar bisa menjadi pemimpin yang tidak hanya memahami teknologi, tetapi juga mengarahkan penerapannya secara etis dan bermanfaat untuk masyarakat luas. Mereka diharapkan menjadi penggerak perubahan, bukan hanya sebagai pengguna teknologi.

3. Meningkatkan Daya Saing Global

Dengan penguasaan STEM, generasi yang akan datang diharapkan dapat bersaing secara global dalam berbagai bidang, baik itu di dunia akademis, riset, maupun dunia

industri. Pendidikan STEM memberikan keterampilan sesuai dengan kebutuhan pasar tenaga kerja global yang semakin didorong oleh teknologi dan inovasi yang menjadikan mereka siap bekerja di sektor-sektor yang berfokus pada inovasi dan pengembangan teknologi.

4. Mengatasi Ketimpangan Sosial dan Ekonomi

Pendidikan STEM dapat menjadi alat untuk mengurangi kesenjangan sosial dan ekonomi, terutama di negara berkembang. Harapan terbesar adalah agar generasi masa depan dapat memanfaatkan STEM untuk menciptakan peluang ekonomi yang lebih merata, dengan mengembangkan solusi yang dapat mengakses teknologi untuk semua lapisan masyarakat, termasuk mereka yang terpinggirkan.

5. Mendorong Kreativitas dan Berpikir Kritis

Pendidikan STEM bukan hanya tentang menguasai konsep ilmiah atau matematika, tetapi juga melatih siswa untuk berpikir kritis, kreatif, dan problem solver. Harapannya, generasi mendatang akan mampu mengatasi masalah kompleks melalui kreativitas dan eksperimen ilmiah yang berkelanjutan.

6. Menjadi Penggerak Keberagaman dan Inklusi

Salah satu harapan besar adalah agar bidang STEM menjadi lebih inklusif dan beragam, dengan lebih banyak keterlibatan perempuan, anak muda dari berbagai latar belakang, serta kelompok minorita yang lebih inklusif dan beragam, di mana setiap individu memiliki kesempatan yang setara untuk berkontribusi dan berinovasi di bidang STEM.

7. Berperan dalam Menciptakan Keberlanjutan

Pendidikan STEM juga memberikan fondasi bagi generasi mendatang untuk berperan dalam menciptakan dunia yang lebih berkelanjutan. Dengan penguasaan teknologi ramah lingkungan dan solusi berbasis sains, mereka diharapkan dapat menciptakan inovasi yang mendukung pembangunan berkelanjutan, dari energi terbarukan hingga manajemen sumber daya alam yang lebih efisien.

8. Memperkuat Kemandirian dan Ketangguhan

Dunia yang semakin tidak menentu, dengan pandemi, bencana alam, dan krisis ekonomi yang sering terjadi, mengharuskan generasi yang akan datang untuk menjadi lebih mandiri dan tangguh. Pendidikan STEM dapat membekali mereka yang didasarkan pada pengetahuan dan teknologi.

9. Berperan dalam Demokratisasi Pengetahuan

Harapan lainnya adalah agar generasi yang akan datang dapat mengakses pengetahuan dan teknologi lebih merata, menjadikannya alat untuk pemberdayaan masyarakat. Misalnya, penggunaan teknologi untuk pendidikan jarak jauh, akses informasi kesehatan, atau pengembangan platform untuk memecahkan masalah sosial.

10. Menghasilkan Generasi Pembelajar Sepanjang Hayat

Pendidikan STEM bertujuan untuk memberikan dan mengembangkan pengetahuan saat ini serta untuk menanamkan kepribadian pembelajaran seumur hidup

(*lifelong learning*). Harapannya, generasi yang akan datang akan terus mengembangkan keterampilan mereka sepanjang karier mereka, beradaptasi dengan perubahan yang pesat dalam ilmu pengetahuan dan teknologi.

Harapan untuk generasi yang akan datang dalam dunia STEM sangatlah tinggi. Mereka diharapkan bukan hanya menguasai pengetahuan teknis dan ilmiah, tetapi juga memiliki kemampuan untuk berinovasi, berpikir kritis, serta menciptakan dampak positif bagi dunia. Dengan pendidikan STEM yang inklusif, berkelanjutan, dan adaptif, generasi mendatang memiliki potensi untuk mengubah tantangan besar menjadi peluang besar untuk masa depan.

BAB XIII

Hasil Akhir dan Opini

A. Hasil Akhir

Buku pembelajaran STEM matematika untuk SD ini menyediakan konsep-konsep dasar matematika yang dikaitkan dengan ilmu pengetahuan, teknologi, rekayasa, dan matematika secara menyeluruh. Setiap topik dalam buku ini disajikan secara interaktif dan aplikatif sehingga siswa dapat mengaitkan pelajaran matematika dengan fenomena dan masalah nyata di lingkungan mereka. Buku ini dirancang untuk memudahkan pembaca terutama guru untuk memahami konsep matematika dasar melalui eksperimen sederhana dan aktivitas praktik. Pendekatan STEM dalam buku ini membantu meningkatkan minat siswa dalam pelajaran matematika serta keterampilan pemecahan masalah dan berpikir kritis.

B. Opini

Untuk menerapkan pembelajaran STEM matematika, diharapkan para tenaga pendidik maupun siswa mampu:

1. Meningkatkan pembelajaran STEM dengan menambahkan lebih banyak visualisasi, seperti ilustrasi dan grafik warna-warni agar siswa memahami konsep-konsep yang konkrit maupun abstrak.
2. Menyediakan lebih banyak soal latihan dan evaluasi yang terintegrasi dengan STEM untuk melatih kemampuan siswa dalam menerapkan konsep matematika di dunia nyata.
3. Buku dapat menyertakan kegiatan-kegiatan tim (kelompok) sehingga mereka dapat saling berbagi ide dan meningkatkan keterampilan kolaboratif. mereka dapat mengembangkan keterampilan kolaborasi dan belajar dari perspektif yang berbeda dan mereka dapat berdiskusi dan belajar secara kolaboratif dalam menyelesaikan masalah matematika.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardiansyah, R., Diella, D., & Suhendi, H. Y. (2020). Pelatihan Pengembangan Perangkat Pembelajaran Abad 21 Dengan Model Pembelajaran Project Based Learning Berbasis STEM Bagi Guru IPA. *Publikasi Pendidikan*, 10(1), 31-36. <https://doi.org/10.26858/publikan.v10i1.12172>
- Abdi, J. (2020). Pembelajaran Berbasis Pendekatan STEM (p. 29). Hipper 4.0 Banda Aceh.
- Alimah, S., & Marianti, A. (2016). Jelajah Alam Sekitar Pendekatan, Strategi, Model dan Metode Pembelajaran Biologi Berkarakter untuk Konservasi (A. Priyono (ed.)). FMIPA UNNES, Semarang.
- Arikunto, S., Suhardjono, & Supardi. (2017). Penelitian Tindakan Kelas. PT. Bumi Aksara.
- Adrian, Q. J., Ambarwari, A., & Lubis, M. (2020). Perancangan buku elektronik pada pelajaran matematika bangun ruang sekolah dasar berbasis augmented reality. *Simetris: Jurnal Teknik Mesin, Elektro Dan Ilmu Komputer*, 11(1), 171-176. <https://doi.org/10.24176/simet.v11i1.3842>
- Alimuddin, H., Abdullah, A., & Alam, A. Z. I. (2023). Efektifitas Modul Digital Berbasis STEAM Dilengkapi

- Animasi Flash untuk Pembelajaran Tematik pada Siswa Sekolah Dasar. *Jurnal PELITA*, 3(1), 45–56. <https://doi.org/10.54065/pelita.3.1.2023.321>
- Anggraeni, B., Efwinda, S., Haryanto, Z., Sholeh, M., & Armelia, A. (2023). Sosialisasi Pembelajaran Berbasis Augmented Reality (AR) bagi Guru Ilmu Pengetahuan Alam. *GERVASI: Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat*, 7(3), 1066-1078. <https://doi.org/10.31571/gervasi.v7i3.6296>
- Anita, D. E. J., & Yanti, R. (2023). Peningkatan Kemampuan Kognitif IPA Siswa melalui Pembelajaran Problem Solving Berbasis Pendekatan Saintifik. *Jurnal PELITA*, 3(1), 57–64. <https://doi.org/10.54065/pelita.3.1.2023.209>
- Arief, R., & Umniati, N. (2012). Engembangan Virtual Class Untuk Pembelajaran Augmented Reality Berbasis Android. *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*, 21(2). <http://dx.doi.org/10.21831/jptk.v21i2.3262>
- Arifin, A. M., Pujiastuti, H., & Suidiana, R. (2020). Pengembangan media pembelajaran STEM dengan augmented reality untuk meningkatkan kemampuan spasial matematis siswa. *Jurnal Riset Pendidikan Matematika*, 7(1), 59-73. <http://dx.doi.org/10.21831/jrpm.v7i1.32135>
- Ayu, F., Suryani, D., Muhammad, M., & Maria, S. (2022). Pemanfaatan Augmented Reality Sebagai Media Pembelajaran Di Masa Pandemi Pada Mata Kuliah

- Desain Grafis. *INTECOMS: Journal of Information Technology and Computer Science*, 5(1), 123-131. <https://doi.org/10.31539/intecom.v5i1.3865>
- 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>
- Bevan, B., Gutwill, J. P., Petrich, M., & Wilkinson, K. (2014). Learning Through STEM-Rich Tinkering: Findings From a Jointly Negotiated Research Project Taken Up in Practice. *Science Education*, 20(10), 1-23. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2005.tb18032.x>

org/10.1002/sce.21151

- 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>
- Birney, L. B., Kong, J., Evans, B. R., Ceritelli, S., & Danker, M. (2019). Experiential and Real-World Learning for Teachers in the Billion Oyster Project and Curriculum and Community Enterprise (BOP-CCERS) for the Restoration of New York Harbor with New York City Public Schools Program. *Journal of Curriculum and Teaching*, 8(4), 30–35. <https://doi.org/10.5430/jct.v8n4p30>
- Bloxham, S., & Boyd, P. (2007). Developing Effective Assessment in Higher Education : A Practical Guide, (January 2007), 1–46. Retrieved from www.openup.co.uk
- Bower, M., Wood, L., N., Lai, J., W., M., Highfield, K., & Veal, J. (2017). Improving the Computational Thinking Pedagogical Capabilities of School Teachers. *Australian Journal of Teacher Education*, 42(3), 53–72.
- Breiner, J., M., Harkness, S., S., Johnson, C., C., & Koehler, C., M. (2012). What Is STEM? A Discussion About Conceptions of STEM in Education and Partnerships. *School Science and Mathematics*, 112(1), 3–11. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2011.00109.x>

- Bybee, R., W. (2010). Advancing STEM Education: A 2020 Vision. *Technology and Engineering Teacher*, 30–35.
- Cahyadi, N. (2020). Perbedaan Teknik Pembelajaran, Pendekatan Pembelajaran.
- Davies, N. (2003). Mathematical skills in the workplace. *MSOR Connections*, 3(1), 4–4. <https://doi.org/10.11120/msor.2003.03010004a>
- Djamarah, S. B., & Aswan Zain. (2014). Strategi Belajar Mengajar. PT. Rineka Cipta.
- Falentina, C. T., Abdul, D., Lidinillah, M., & Mulyana, E. H. (2018). Pedadidaktika : Jurnal Ilmiah Pendidikan Guru Sekolah Dasar Mobil Bertenaga Angin: Media Berbasis STEM untuk Siswa Kelas IV Sekolah Dasar. 5(3), 152–162.
- Febrita, I., & Harni. (2020). Penerapan Pendekatan Problem Based Learning dalam Pembelajaran Tematik Terpadu di Kelas IV SD. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 4(2), 1427–1428. <https://jptam.org/index.php/jptam/article/download/608/535>
- Fransiska, W., & Ain, S. Q. (2022). Kesulitan Guru dalam Menerapkan Model-Model Pembelajaran Berdasarkan Kurikulum 2013 di Sekolah Dasar. *Scaffolding: Jurnal Pendidikan Islam Dan Multikulturalisme*, 4(1), 309–320. <https://doi.org/10.37680/scaffolding.v4i1.1333>
- 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..
- Herro, D., & Quigley, C. (2016). Exploring Teachers' Perceptions of STEAM Teaching Through Professional Development: Implications for Teacher Educators. *Professional Development in Education*, 1-23. <https://doi.org/10.1080/19415257.2016.1205507>
- Honey, M., Greg Pearson, & Schweingruber, H. (2014). *STEM Integration in K-12 Education. 70th Annual International Technology Education Association Conference*. Retrieved from <https://www.nap.edu/catalog/18612/stem-integration-in-k-12-education-status-prospects-and-an>
- Honey, M., Pearson, G., & Schweingruber, H. (2014). *STEM Integration in K-12 Education. STEM Integration in K-12 Education*. <https://doi.org/10.17226/18612>
- Ishak, A., M., F., Israwaty, I., & Halik, A. (2021). Penerapan Pendekatan STEM untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Sekolah Dasar Kelas Lima di Kabupaten Baru. *Pinisi Journal Of Education*, 1(1), 38-58.
- 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.

- Irmayanti, D., Muni, L. S. A., & Pratiwi, M. (2022). Rancang bangun aplikasi pembelajaran bangun ruang berbasis augmented reality. *Nuansa Informatika*, 16(2), 123-134. <https://doi.org/10.25134/nuansa.v16i2.6004>
- Izzani, L. M. (2019). Pengaruh Model Pembelajaran STEM Terhadap Hasil Belajar Siswa Pada Materi Asam Basa di SMA Negeri 1 Baitussalam Aceh Besar. *Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Ar-Raniry*
- Khotimah, R. P., Pratiwi, A. S. R., & Pratiwi, I. I. (2023). Pelatihan pembelajaran matematika berbasis STEM bagi guru National STEM Education Center (2014). *STEM education network manual*. Bangkok: The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology.
- Meilindawati, R., Zainuri, Z., & Hidayah, I. (2023). Penerapan media pembelajaran augmented reality (ar) dalam pembelajaran matematika. *JURNAL e-DuMath*, 9(1), 55-62. <https://doi.org/10.52657/je.v9i1.1941>
- Mubarok, Z. (2019). Perancangan dan pembuatan aplikasi pembelajaran bangun ruang 3D berbasis android dengan memanfaatkan augmented reality. *Ubiquitous: Computers and Its Applications Journal*, 2(1), 29-38. <https://doi.org/10.51804/ucaiaj.v2i1.29-38>
- Reeve, E. M. (2013) *Implementing science, technology, mathematics and engineering (STEM) education in Thailand and in ASEAN*. Bangkok: Institute for the

- Promotion of Teaching Science and Technology (IPST).
- Roberts, A. (2012). A justification for STEM education. *Technology and Engineering Teacher*, 74(8), 1-5.
- Saavedra, A. R., & Opfer, V. D. and wang. (2012). Teaching and Learning 21 st Century Lesson from the Learning Sciences. *APER A Conference*, 1–35. Retrieved from <https://www.aare.edu.au/data/publications/2012/Saavedra12.pdf>
- Sanders, M. (2009). STEM, STEM Education, STEMmania. *The Technology Teacher*, 20–27. Retrieved from <https://vtechworks.lib.vt.edu/bitstream/handle/10919/51616/STEMmania.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Shernoff, D. J., Ruzek, E. A., & Sinha, S. (2017). The Influence of the High School Classroom Environment On Learning as Mediated by Student Engagement. *School Psychology International*, 38(2), 201–218. <https://doi.org/10.1177/0143034316666413>
- Wandika, Asrizal, & Usmeldi. (2023). The Effect of STEM-Based Learning Approaches on Critical Thinking Abilities and Student Learning Outcomes: Meta-Analysis. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika (JPPF)*, 9(2), 194–201. <https://doi.org/10.24036/jppf.v9i2.122602>

PROFIL PENULIS



Nama : Rusdial Marta, M.Pd
Tempat/Tanggal Lahir : Padang, 23 Maret 1990
HP : 081266432727
Alamat : Pekanbaru
Kab./Kota : Pekanbaru
Negara : Indonesia
Provinsi : Riau

Riwayat Pendidikan

1. S1 PGSD di UNP
2. S2 Pendidikan Dasar di UNP



Nama : Ikhlas
E-mail : ikhlasan2003@gmail.com
HP/WA : 0831-8707-5195
Alamat : Jln. Raya Desa Tanjung
Kab./Kota : Koto kampar hulu
Kode Pos : 28453
Negara : Indonesia
Provinsi : Riau

Riwayat Pendidikan

1. SDN 001 Tanjung Koto Kampar Hulu
2. SMPN 001 Tanjung Koto Kampar Hulu
3. SMAN 001 Tanjung Koto Kampar Hulu



Nama : Rahman Abdullah
E-mail : rahmanabdullah794@gmail.com
HP/WA : 0821-7346-3117
Alamat : Bangkinang
Kab./Kota : Kampar
Kode Pos : 28461
Negara : Indonesia
Provinsi : Riau

Riwayat Pendidikan

1. SD Muhammadiyah 002 Penyasawan
2. SMP Negeri 1 Kampar
3. Sekolah Menengah Atas: SMA Negeri 1 Kampar



Nama : Alis Permita
E-mail : alispermita02@gmail.com
HP/WA : 0831-6767-6664
Alamat : Jl. Lukman Salo Timur
Kab./Kota : Kampar
Kode Pos : 28451
Negara : Indonesia
Provinsi : Riau

Riwayat Pendidikan

1. SD Negeri 008 Salo
2. SMP Negeri 1 Salo
3. SMA Negeri 1 Salo



Nama : Dwi Tasya Oktavia
E-mail : dwitasyad@gmail.com
HP/WA : 0831-6134-7674
Alamat : Salo Timur
Kab. / Kota : Kampar
Kode Pos : 28451
Negara : Indonesia
Provinsi : Riau

Riwayat Pendidikan

1. SD Negeri 009 Bangkinang
2. SMP Negeri 2 Bangkinang Kota
3. SMA Negeri 2 Bangkinang Kota



Nama : Elma Salpina
E-mail : elmasalpi1111@gmail.com
HP/WA : 0831-7695-9846
Alamat : Desa Sei Jalau
Kab. / Kota : Kampar
Kode Pos : 28456
Negara : Indonesia
Provinsi : Riau

Riwayat Pendidikan

1. SD Negeri 011 Sei Jalau
2. SMP Negeri 01 Kampar Utara
3. SMA Negeri 01 kampar utara



Nama : Indah Permata Sari
E-mail : permatasari7112@gmail.com
HP/WA : 0852-3696-3249
Alamat : Jl. Saddam Hussein, Dusun Uwai
Kab. / Kota : Kampar
Kode Pos : 28463
Negara : Indonesia
Provinsi : Riau

Riwayat Pendidikan

1. SD Negeri 003 Muara Uwai
2. SMP Negeri 1 Bangkinang Kota
3. SMA Negeri 2 Bangkinang Kota



Nama : Masita Khairani
E-mail : masitakhairani2@gmail.com
HP/WA : 0813-7199-3200
Alamat : Jln. Jend. Sudirman
Kab./Kota : Kampar
Kode Pos : 28412
Negara : Indonesia
Provinsi : Riau

Riwayat Pendidikan

1. SD Negeri 010 Langgini
2. MTs Darul Falah Salo
3. SMAN 1 Bangkinang kota



Nama : Nia Ayu Lestari
E-mail : niaayestari90@gmail.com
HP/WA : 0822-5741-6320
Alama : Ranah Baru
Kab. / Kota : Kampar
Kode Pos : 28461
Negara : Indonesia
Provinsi : Riau

Riwayat Pendidikan

1. TK Melati Darma wanita
2. SDN 005 Bukit Ranah
3. SMP Negeri 01 Kampar
4. SMA Negeri 01 Kampar



Nama : Nofita Safitri
E-mail : novithasyafitri@gmail.com
HP/WA : 0821-7196-8940
Alamat : Jln. Datuk Tabano
Kab. / Kota : Kampar
Kode Pos : 28411
Negara : Indonesia
Provinsi : Riau

Riwayat Pendidikan

1. TK Pembina
2. SDN 002 Langgini
3. SMPN 1 Bangkinang kota
4. SMAN 1 Bangkinang kota



Nama : Nurfazira
E-mail : zirafazira295@gmail.com
HP/WA : 0838-1649-6260
Alamat : Pulau Terap
Kab/Kota : Kampar
Kode Pos : 28463
Negara : Indonesia
Provinsi : Riau

Riwayat Pendidikan

1. TK 007 Karya Bakti
2. SDN 007 Pulau Terap
3. MTsN 1 Kampar
4. MAN 1 Kampar



Nama : Nurul Pratiwi
E-mail : nurulpratiwi083@gmail.com
HP/WA : 0822-8698-5057
Alamat : Perum Athaya 1 Ridan Permai
Kab./Kota : Kampar
Kode Pos : 28411
Negara : Indonesia
Provinsi : Riau

Riwayat Pendidikan

1. SD Negeri 021 Bangkinang
2. SMP Negeri 2 Bangkinang Kota
3. SMA Negeri 2 Bangkinang Kota



Nama : Selvi Darmayanti
E-mail : selvidarmayanti198@gmail.com
HP/WA : 0896-7637-1312
Alamat : Kualu Nenas, Dusun 1Ps.Buah
Kab/Kota : Kampar
Kode Pos : 28468
Negara : Indonesia
Provinsi : Riau

Riwayat Pendidikan

1. TK Nurul Iman
2. SD Negeri 033 Kualu Nenas
3. MTs Muhajirin
4. SMA Negeri 1 Tambang



Nama : Suci Ramadhani S
E-mail : sucirahmadhani602@gmail.com
HP/WA : 0831-8431-5492
Alamat : Salo Timur
Kab/Kota : Kampar
Kode Pos : 28451
Negara : Indonesia
Provinsi : Riau

Riwayat Pendidikan

1. TK Pertiwi
2. SD Negeri 002 Langgini
3. SMP Negeri 1 Bangkinang Kota
4. SMA Negeri 1 Salo



Nama : Syary Kurnia Putri
E-mail : syarykurniap@gmail.com
HP/WA : 0898-2825-060
Alamat : Jln. D.I PANJAITAN
Kab/Kota : Kampar
Kode Pos : 28412
Negara : Indonesia
Provinsi : Riau

Riwayat Pendidikan

1. TK Almanar
2. SDN 002 Langgini
3. SMPN 1 Bangkinang kota
4. SMAN 1 Bangkinang kota



Nama : Widia Wulandari
E-mail : wulandariwidya26@gmail.com
HP/WA : 0822-8326-1936
Alamat : Lubuk Agung
Kab/Kota : Kampar
Kode Pos : 28454
Negara : Indonesia
Provinsi : Riau

Riwayat Pendidikan

1. SDN 019 Lubuk Agung
2. SMPN 3 Pulau Gadang
3. SMAN 2 XIII Koto Kampar

$$M = (x_1 + x_2) / 2, (y_1 + y_2) / 2$$



BUKU MATEMATIKA

STEM

$$y = \frac{1}{2}x - at^2$$
$$x + \frac{1}{2}y = at^3 + 2at$$

Buku Matematika STEM membahas integrasi Sains, Teknologi, Teknik, dan Matematika (STEM) dalam pendidikan untuk membekali generasi dengan keterampilan berpikir kritis, kreatif, dan analitis di era teknologi. Melalui pendekatan interdisipliner seperti Project-Based Learning (PBL) dan Problem-Based Learning, buku ini menawarkan panduan komprehensif mulai dari konsep dasar, kurikulum, hingga praktik terbaik dan tantangan implementasi di berbagai konteks lokal. Fokus pada manfaat STEM dalam pembelajaran matematika dari tingkat dasar hingga perguruan tinggi, buku ini menekankan peningkatan kreativitas, kolaborasi, dan pemecahan masalah, serta strategi membangun ekosistem STEM berkelanjutan. Ditulis dengan bahasa yang jelas dan sistematis, buku ini ideal bagi pendidik, calon guru, dan pemangku kebijakan.

 **BINTANG**
SEMESTA MEDIA

Jl. Maredan No. F01, Sendangtirto, Berbah, Sleman,
Daerah Istimewa Yogyakarta 55573
Telp. (0274)2254549, Hp. 085865342317
Email: redaksibintangpustaka@gmail.com
Website: bintangpustaka.com



62-645-9200-620