

STEAM sebagai Inovasi Teknologi Pendidikan di Industri 4.0

Siti Khaeratul Mukarramah ^{1*}, Hajrah ²

¹ Politeknik Dewantara Palopo, Indonesia

² Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar, Indonesia

* stkhaeratulmukarramah@atidewantara.ac.id

Abstrak

Tujuan Penelitian ini adalah untuk mengembangkan model konstruksi pendidikan STEAM, yang didasarkan pada pelatihan proyek di apa yang disebut "ruang kreatif". "Ruang kreatif" adalah area integrasi anak sekolah, mahasiswa dan mahasiswa pascasarjana yang bekerja dalam format kerja sama pada proyek yang diprakarsai oleh berbagai struktur masyarakat dan bisnis. Penulis artikel menganalisis pengalaman berbagai negara dalam penerapan pendidikan STEM dan STEAM dan mengidentifikasi cara efektif untuk menyusun disiplin teknis, seni, dan aktivitas kreatif ke dalam satu program integrasi. Selama tahun 2022-2023 dalam rangka pendidikan informal dan nonformal, telah dilakukan penelitian eksperimental terhadap 32 anak sekolah dan 34 siswa, yang bertujuan untuk mengetahui tingkat pengembangan kompetensi seperti: kemampuan mengelola proyek dan proses, pemikiran sistem, kemampuan kreativitas seni, kemampuan bekerja dalam tim, kelompok dan individu, kemampuan bekerja dalam kondisi ketidakpastian yang tinggi dan perubahan kondisi tugas yang cepat. Analisis hasil kerja eksperimen menunjukkan bahwa pemanfaatan "ruang kreatif" untuk pelaksanaan kegiatan proyek anak sekolah dan siswa, pencantuman kategori "seni" dalam isinya memungkinkan siswa membentuk keterampilan dan kompetensi yang diperlukan untuk Industri. 4.0.

Kata Kunci: *STEAM; Inovasi; Teknologi Pendidikan; Industri 4.0*

Pendahuluan

Di seluruh dunia, proses pelatihan Industri 4.0 merupakan permasalahan yang mendesak, karena saat ini laju perkembangan teknologi beberapa kali lebih cepat dibandingkan laju perubahan sistem Pendidikan (Rifai, 2022; Adlina, 2022). Banyak pekerjaan yang diajarkan saat ini tidak diperlukan lagi di masa depan, sehingga diperlukan model pendidikan baru untuk menyesuaikan dengan perubahan paradigma produksi industri. Perubahan sistemik berikut ini harus menjadi dasar model tersebut (Ratnawati et al, 2022):

1. Digitalisasi pendidikan. Intinya, hal ini berarti perluasan, dengan bantuan solusi digital dan sistem informasi, akses mahasiswa terhadap sumber daya pendidikan di universitas-universitas terbaik di dunia, terhadap data jarak jauh dari hasil eksperimen dan penelitian ilmiah, hingga ke perpustakaan. tugas dan masalah teknik, dan penciptaan tim tenaga kerja, penelitian dan pendidikan yang terdistribusi.
2. Personalisasi pelatihan. Ini berarti memperdalam dan mengembangkan praktik yang ada dalam menciptakan lintasan pendidikan individu dengan kemungkinan untuk kembali ke titik cabang dan memperoleh keterampilan tambahan sepanjang hidup. Aspek lain dari personalisasi adalah pertimbangan persyaratan dan permintaan tidak hanya pelajar, tetapi juga pemberi kerja langsung.

<https://doi.org/10.54065/pelita.3.2.2023.422>

3. Pendekatan proyek. Ini adalah komponen integral dari pendidikan mendalam, yang memungkinkan untuk secara signifikan.
4. Meningkatkan efektivitas proses pendidikan - dari tahap pertama pemahaman dan mengenali masalah hingga tahap akhir praktik kerja. Pendekatan proyek terkait erat dengan pendidikan adaptif, yang komponen utamanya adalah pelatihan melalui kegiatan praktis dalam mata pelajaran pasar, industri dan sains. Integrasi pendidikan formal dan non-formal, yang sebenarnya berarti mengaburkan batas-batas fisik universitas dan mengalihkan fokus dari pendidikan proses memperoleh pengetahuan hingga pengakuan dan penilaiannya, terlepas dari tempat sebenarnya memperoleh pengetahuan dan keterampilan.
5. Menjadikan ruang-ruang kreatif yang benar-benar menjadi wadah integrasi bagi mahasiswa berbagai spesialisasi, dunia usaha dan industri nyata, pendidikan akademis dan profesi. Prasyarat untuk pengoperasian situs-situs tersebut adalah kerja sama dalam proyek-proyek yang diprakarsai oleh sektor riil perekonomian.
6. Pembuatan kursus antar universitas - berbeda dengan interaksi jaringan universitas pada umumnya berarti pembuatan situs nyata dalam bentuk pusat ilmiah dan pendidikan yang dibuat dengan partisipasi dan di bawah naungan berbagai universitas.

Di banyak negara maju, seperti Australia, Inggris, Israel, Kanada, Cina, Singapura, Amerika Serikat, berkembang apa yang disebut pendidikan STEAM, yang gagasannya merupakan kelanjutan dari konsep pendidikan STEM (sains), teknologi, teknik, matematika). Misalnya, di AS, pendidikan STEM diakui oleh Dewan Penelitian Nasional (National Research Council) dan National Science Foundation (NSF) sebagai basis teknologi masyarakat maju (Rahmadana et al, 2022). Derajat pelatihan di bidang STEM merupakan salah satu indikator kemampuan suatu bangsa dalam mendukung pembangunannya (Wulandani et al, 2022).

Dimasukkannya disiplin kreatif dalam pendidikan STEM, yang dapat disebut dengan istilah Seni- seni, memperluas arah ini dan memperkaya komponen kreatifnya. Saat ini ada pergerakan aktif dari pendidikan STEM ke STEAM. Kesatuan ilmu-teknis dan seni dalam pendidikan juga dijelaskan dari segi fisiologis (Nur et al, 2023). Sisi otak yang disebut "kiri" bertanggung jawab atas logika: membantu menghafal fakta dan menarik kesimpulan logis. Sisi otak "kanan" bertanggung jawab untuk berpikir melalui persepsi langsung dan memberikan pemikiran kreatif, naluri-intuitif. Pekerjaan kedua belahan otak itu penting: jika salah satu dari mereka tidak berfungsi, maka, seperti otot-otot tubuh lainnya, akan berhenti berkembang, tidak diklaim (Fadhilah, 2022). Oleh karena itu, salah jika memilih antara ilmu teknik dan humaniora, harus dipadukan secara harmonis dalam muatan pendidikan yang sepenuhnya memenuhi kebutuhan perekonomian Industri 4.0.

Anggota komisi bipartisan untuk pengembangan pendidikan STEAM, mengumumkan bahwa "hanya aktivasi kedua belahan otak yang akan mengajarkan orang untuk berpikir kreatif dan inovatif, yang akan sangat penting bagi pertumbuhan ekonomi. di abad ke-21 dan penciptaan lapangan kerja berkinerja tinggi". Menurut kepala layanan personalia perusahaan medis Rally Health Tom Perrot, dalam waktu dekat, bisnis TI akan menjadi sangat akut di kalangan spesialis STEAM, karena robot akan mulai menangani tugas-tugas pendidikan STEM. dibutuhkan, lebih baik dari manusia. Namun kemungkinan besar mesin tidak akan menguasai bidang humaniora

(misalnya, psikologi atau seni) dalam waktu dekat (Febriansari et al, 2022). Dalam waktu dekat, pengembangan desain produk, estetika dan filosofinya akan membantu spesialis IT untuk menciptakan solusi kompetitif baru dan oleh karena itu diperlukan disiplin kemanusiaan yang mengajarkan siswa untuk memahami esensi manusia dan berpikir kreatif.

Gagasan untuk menggunakan metode pengembangan menyeluruh di bidang pendidikan tidak memiliki pengetahuan apa pun. Misalnya, ada konsep SEL yang mengandung makna pengembangan keterampilan sosial dan emosional pada anak, yang dipertaruhkan dalam pendidikan “manusia masa depan”. Alternatifnya, metode pengajaran dan pengajaran PBL yang berorientasi fenomenologis, mirip dengan STEM dalam arti di sana-sini dilakukan upaya untuk menggabungkan berbagai disiplin ilmu dalam kajian atau pengerjaan suatu topik. Metodologi PBL dan konsep STEM ini sebagian besar memberikan penguatan disiplin teknis dengan disiplin kemanusiaan. Oleh karena itu, langkah logisnya adalah upaya untuk "melegitimasi" asosiasi semacam itu, untuk menghubungkan aspek kreatif pengembangan pribadi dengan konsep STEM yang murni teknis. Jadi ada sistem di mana, bersama dengan sains, teknologi, teknik, dan matematika, hadir Seni (dari bahasa Inggris "seni") - ini adalah konsep STEAM, Musik (bahasa Inggris "musik") - STEMM, Membaca ("membaca" bersama dengan seni) SUNGAI KECIL. Metode STEAM adalah yang paling banyak digunakan sebagai fenomena swasembada yang lengkap (Arsy et al, 2021). Secara umum, jika kita mengevaluasi prospek kedua konsep ini - STEM "murni" dan STEM dengan komponen kreatif, maka yang pertama lebih diminati pada akhir abad terakhir. Pada saat yang sama, STEAM dapat merespon secara memadai dan efektif terhadap tantangan tidak hanya saat ini, namun juga di masa depan (Nurfajariyah et al, 2023; Atiaturrahmaniah et al, 2022). Di sini kita berbicara tentang fakta bahwa sebagian besar proses kerja sekarang sedang diotomatisasi, dan di masa depan, seperti yang diperkirakan para analis, semakin banyak profesi yang akan jatuh ke dalam zona risiko, menghilang satu demi satu - mereka akan digantikan oleh kecerdasan buatan.

Dan sejauh ini, di antara sedikit keterampilan yang di masa mendatang tidak akan menyerah pada tekanan kecerdasan buatan, masih ada empati dan kecerdasan emosional. Studi tentang penerapan unsur pendidikan STEAM dilakukan di banyak negara: Amerika Serikat, Australia, Korea Selatan, Kanada, Thailand, dll. Kemungkinan untuk memasukkan unsur “ART”, yang digunakan dalam singkatan STEAM, seperti yang ditunjukkan oleh studi pengalaman dalam penerapan pendidikan STEAM, cukup beragam, dan berkembang seiring kemajuan siswa melalui tingkat pendidikan dasar (Sukmawati et al, 2023). Misalnya, di taman kanak-kanak dan sekolah dasar, bidang pengetahuan fisik seperti akustik dapat berfungsi sebagai elemen yang menghubungkan STEM dan STEAM. Menurut peneliti, akustik sangat ideal untuk STEAM, karena berkaitan erat dengan salah satu bidang seni – musik. Jelas bahwa hal ini memerlukan pelatihan staf pengajar, dan terdapat pengalaman kerjasama (pelatihan) Kelompok Penelitian di Ati Dewantara Palopo dengan guru sekolah dasar yang kemudian berhasil mengintegrasikan seni ke dalam kegiatan pengajaran. Serangkaian kegiatan untuk meningkatkan minat anak sekolah dasar terhadap fenomena fisik dapat diintegrasikan ke dalam sistem pendidikan STEAM.

Para peneliti berpendapat bahwa dengan memasukkan seni ke dalam program STEM, kegiatan pendidikan bisa menjadi lebih menarik bagi khalayak yang lebih luas. Sebagai model

kegiatan pendidikan tersebut, mereka mewakili Pekan Robotika dan Seni Internasional untuk siswa sekolah menengah. Ilmuwan dari Indonesia menunjukkan perlunya meningkatkan kreativitas dalam pendidikan matematika di sekolah. Mereka menawarkan pameran matematika interaktif seluler "The Art of Mathematics." Di Indonesia, sebuah program pendidikan telah dikembangkan, di mana para guru memasukkan program STEM tentang sejarah dan budaya masyarakat Indonesia, pengaruh ekonomi dan budaya (Najamuddin et al, 2022). Sejak 2011, inisiatif "Ilmuwan untuk Masa Depan" (SfT) telah didukung di Chicago. Inisiatif SfT dimaksudkan untuk menggunakan program pelatihan berbasis STEAM, dan merupakan kemitraan antara lembaga pendidikan tinggi, organisasi luar sekolah, dan penyedia pendidikan non-formal. Inisiatif ini dilaksanakan di semua komunitas selama tahun ajaran, di dalamnya terdapat berbagai modul pembelajaran, seperti "Energi alternatif", "Fisika suara dan matematika musik", "Manusia dan tumbuhan", "Robotika" "Dan" Astronomi ". dipelajari di waktu senggang dari studi dasar atau penelitian. Inisiatif ini membantu meningkatkan tingkat pengetahuan di bidang yang membangkitkan minat dan tumbuhnya sikap positif terhadap STEAM.

Di Indonesia, masalah ini juga dipahami - Pusat Dukungan Pendidikan Teknis (TSTPO) sedang dibuka, di mana sebagian tugas melibatkan siswa dalam bidang teknik dan robotika sedang diselesaikan. Perusahaan bisnis secara aktif terlibat dalam pelaksanaan proyek pendidikan berorientasi mata pelajaran untuk anak-anak dan remaja, yang menegaskan kebenaran strategi pendidikan ini (Nuragnia et al, 2021). "Dalam rangka konvergensi ilmu teknik, ilmu pengetahuan alam dan kemanusiaan, sangat penting untuk memperoleh dan mengembangkan meta-kompetensi di kalangan mahasiswa, karena mereka menentukan keberhasilan generasi muda dalam masyarakat pasca-industri, dan laboratorium desain yang menyatukannya. ilmu pengetahuan, teknologi, dan seni harus menjadi lingkungan munculnya kompetensi!", direktur Institut Internasional untuk Teknologi Pendidikan Baru dari Ati Dewantara Palopo untuk Kemanusiaan dan kurator proyek pusat STEAM yang baru (Rodiana, 2022). Perlunya pendekatan interdisipliner dalam pendidikan STEAM (inter-, trans- dan cross-disciplinary learning), yang dilaksanakan dengan kerjasama guru mata pelajaran, pemanfaatan kreativitas dalam karya guru sekolah menengah untuk pengembangan berpikir kritis siswa adalah secara meyakinkan dibenarkan oleh hasil studi internasional yang melibatkan sekolah menengah di Indonesia (Abadi, 2022).

Penelitian menunjukkan bahwa dengan terjalinnya hubungan saling percaya antara guru dan siswa, tercipta kondisi yang menguntungkan untuk mengembangkan potensi kreatif keduanya. Di beberapa negara, eksperimen sedang dilakukan mengenai penggunaan strategi interdisipliner untuk guru universitas dan sekolah menengah. Hasilnya menunjukkan bahwa penggunaan teknologi STEAM dalam mempelajari disiplin fisika dan matematika oleh siswa sekolah menengah atas dan mahasiswa, kinerja dan harga diri meningkat, dan kemampuan kreatif dikembangkan. Pengalaman penelitian di Indonesia dalam bidang pendidikan STEAM juga menunjukkan bahwa penelitian fisik yang berhubungan dengan humaniora dan seni sebaiknya dilakukan. Dengan demikian, penerapan pendidikan STEAM dapat dilakukan di semua tingkat pendidikan, dari prasekolah hingga profesional, seringkali dalam kerjasama yang erat dan kerjasama antara organisasi pendidikan dan non-akademik.

Bagi kami, guru STEAM dapat melaksanakan program pelatihan berdasarkan proyek. Dalam praktik pedagogi Indonesia, pendidikan teknologi anak sekolah dalam mata pelajaran "Teknologi" dapat menjadi contoh yang sangat baik dari pendidikan STEAM. Tujuan mempelajari mata kuliah ini adalah untuk membentuk gagasan tentang komponen-komponen bidang tekno, tentang produksi modern, dan tentang teknologi-teknologi yang umum di dalamnya. Teknologi sebagai mata pelajaran sekolah saat ini berkontribusi pada penentuan nasib sendiri profesional anak-anak sekolah di pasar tenaga kerja, teknologi ini berfokus pada penggunaan desain, penelitian, proyek, dan kegiatan ilmiah dan teknis (Khaerani et al, 2023).

Aktivitas pendidikan dan kognitif siswa pada mata pelajaran "Teknologi" didasarkan pada pengetahuan ilmu pengetahuan alam, teknis, teknologi, kewirausahaan dan kemanusiaan. Tidak ada disiplin ilmu lain di sekolah yang akan menggunakan materi ilmu-ilmu dasar dan terapan yang begitu luas untuk kepentingannya sendiri. Namun, mata pelajaran "Teknologi" tidak diajarkan di sekolah-sekolah Indonesia untuk siswa sekolah menengah, dan oleh karena itu proyek-proyek tersebut dilaksanakan dalam kerangka pendidikan informal dan informasional, yang merupakan kesulitan tertentu bagi para guru teknologi (Mu'minah, 2020; Budiyo et al, 2023). Jalan keluar dari situasi ini adalah dengan menciptakan dan mengembangkan "ruang kreatif" ilmiah dan pendidikan interdisipliner dalam format pusat ilmiah dan pendidikan, yang terutama ditujukan untuk menciptakan lingkungan untuk pekerjaan proyek interdisipliner yang efektif bagi anak sekolah, pelajar, dan mahasiswa pascasarjana. Pesanan yang diprakarsai oleh sektor industri riil. Salah satu peran utama situs tersebut adalah peran integrator lingkungan ilmiah, pendidikan, bisnis dan industri yang menyediakan sinergi pengetahuan dan pengalaman dari berbagai bidang di wilayah mereka (Munawar et al, 2019).

Pengalaman menciptakan "ruang kreatif" semacam itu juga tersedia di universitas asing. Pengalaman ini memerlukan pertimbangan tersendiri, namun salah satu isu penting adalah tingkat integrasi pusat-pusat tersebut ke dalam proses pendidikan standar. Ciri khas dari "ruang kreatif" adalah konstruksi proses pembelajaran yang bebas berdasarkan metode pengajaran yang dirancang, dengan penyediaan akses siswa ke rangkaian materi pendidikan seluas mungkin dengan keahlian wajib dari guru tentang keandalan dan relevansi bahan ajar yang digunakan. Kemandirian pelatihan harus menjadi prasyarat untuk pelatihan di pusat penelitian dan pendidikan tersebut (Nurhidayat et al, 2021).

Metode

Desain Penelitian

Penelitian eksperimental melibatkan pengorganisasian "ruang kreatif" untuk melaksanakan penelitian proyek anak sekolah dan siswa dalam kelompok kerja yang dibentuk dari jumlah anak sekolah dan siswa. Kelompok kerja dibentuk atas dasar kebebasan memilih siswa dan siswa terhadap tema proyek dan minat mereka dalam melaksanakan kegiatan proyek. Pada pelatihan organisasi, mahasiswa dan mahasiswa Politeknik Dewantara Palopo yang diundang mendiskusikan topik proyek dan dipecah menjadi kelompok kerja yang terdiri dari 5-6 orang. Sebagai objek desain, topik-topik penting secara sosial dipilih, relevan baik untuk tingkat sekolah

dan universitas, serta untuk tingkat kota dan wilayah. Pada setiap kelompok dilampirkan seorang mentor dari kalangan profesor universitas, serta seorang konsultan ilmiah - seorang spesialis di bidang tertentu (pekerja museum, desainer, ahli ekologi, pengusaha, dll).

Subjek Penelitian

Selama tahun 2022-2023, dalam rangka pendidikan informal dan informasional, sebuah karya eksperimental dilakukan dengan 32 anak sekolah dan 34 mahasiswa Politeknik Dewantara Palopo, yang bertujuan untuk menentukan tingkat pembentukan kompetensi seperti: kemampuan mengelola proyek. dan proses, berpikir sistem, kemampuan kreativitas seni, kemampuan bekerja dengan kolektif, kelompok dan individu, kemampuan bekerja dalam rezim ketidakpastian tinggi dan perubahan kondisi tugas yang cepat. Kegiatan proyek untuk melaksanakan Penelitian eksperimental tidak dipilih secara kebetulan. Dalam dunia kerja modern, kebingungan antara identifikasi dan kompetensi pribadi dan profesional menjadi hal yang biasa, lambat laun tempat kerja standar digantikan oleh penelitian proyek dengan banyak tugas dan aktivitas.

Pengumpulan Data

Pengerjaan proyek berlangsung selama 3 bulan, siswa berkumpul seminggu sekali untuk mendiskusikan isu-isu topikal dan melaksanakan proyek. Kemudian penelitian proyek dipertahankan di hadapan komisi tender. Perwakilan dari dunia bisnis dan budaya, pemerintah kota, guru universitas dan guru sekolah diundang ke komisi tersebut. Pembimbing dan pembimbing ilmiah yang bekerja dalam kelompok, terlebih dahulu menilai hasil kerja masing-masing peserta berdasarkan kriteria sebagai berikut:

1. Pencapaian hasil dan kesadarannya adalah dominannya keinginan untuk memperoleh hasil tertentu dibandingkan kecenderungan partisipasi yang tidak produktif dalam proses. Kemampuan menilai derajat kelengkapan perkara dan kecukupan hasil dari tujuan yang telah ditetapkan sebelumnya. Analisis aktivitas mereka sendiri, pemahaman situasi kerja dan alat pemecahan masalah.
2. Inisiatif dan kemandirian - tingkat aktivitas intelektual siswa dalam proses mencari dan mengembangkan cara untuk menyelesaikan tujuan yang telah ditetapkan. Kemampuan untuk membuat keputusan independen dalam lingkup kompetensinya, untuk bertanggung jawab atas hasil dalam situasi kompleks yang melibatkan ketidakpastian (tanpa adanya bimbingan eksternal). Kesiediaan untuk melampaui tugas yang ditetapkan, inisiatif mandiri. Kemandirian dalam perumusan tujuan kegiatannya.
3. Perencanaan waktu, pengorganisasian mandiri - kemampuan untuk mengalokasikan waktu yang dialokasikan secara rasional untuk suatu proyek, secara konsisten menyelesaikan tugas-tugas dalam kerangka tujuan bersama.
4. Komunikasi dan kerjasama – kemampuan bekerja sama dengan anggota tim lainnya, kemampuan menjalankan perannya dalam tim, kemampuan bersama-sama memecahkan masalah yang dihadapi. Kemampuan berempati. Tingkat kecerdasan emosional.

5. Integrasi - minat pada berbagai bidang kegiatan, keterbukaan terhadap alat-alat di bidang terkait lainnya, kesiapan untuk berkonsultasi dengan pimpinan proyek lain, untuk mendekati proyek secara sistematis.
6. Kreativitas - penolakan terhadap pola mental klise, kemampuan menemukan solusi nonstandar terhadap masalah. Kemampuan untuk menawarkan ide orisinal, memungkinkan untuk membawa proyek ke tingkat yang baru. Variabilitas tinggi dari solusi yang diusulkan.

Analisis Data

Setiap kriteria dievaluasi menggunakan sistem 5 poin. Berdasarkan kriteria dan indikator yang diidentifikasi, lima tingkat keterampilan ditentukan untuk industri Industri 4.0: rendah (0 hingga 3 poin), di bawah rata-rata (3 hingga 3,5 poin), sedang (3,5 hingga 4 poin), rata-rata lebih tinggi (dari 4 hingga 4,5 poin), tinggi (dari 4,5 hingga 5 poin). Komisi kompetitif menilai kinerja tim berdasarkan kriteria berikut: konsistensi dan penalaran presentasi hasil proyek, keterampilan berbicara pembicara, kemampuan berinteraksi dengan audiens, kemampuan berdiskusi dengan ahli, kesiapan dan kemampuan menjawab pertanyaan, pendekatan kreatif dalam memilih bentuk presentasi hasil penelitian proyek, catatan penjelasan izin kualitas.

Hasil dan Pembahasan

Analisis hasil kerja eksperimen menunjukkan bahwa pemanfaatan “ruang kreatif” untuk pelaksanaan kegiatan proyek anak sekolah dan siswa, pencantuman kategori “seni” dalam isinya memungkinkan siswa membentuk keterampilan dan kompetensi yang diperlukan untuk Industri 4.0. Pada pelatihan organisasi, sebelum dimulainya proyek, pemimpin ilmiah kelompok menunjukkan skor untuk setiap kriteria dan menentukan tingkat keterampilan dan kompetensi yang dinilai. Skor rata-rata ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Tingkat awal pembentukan keterampilan dan kompetensi peserta percobaan

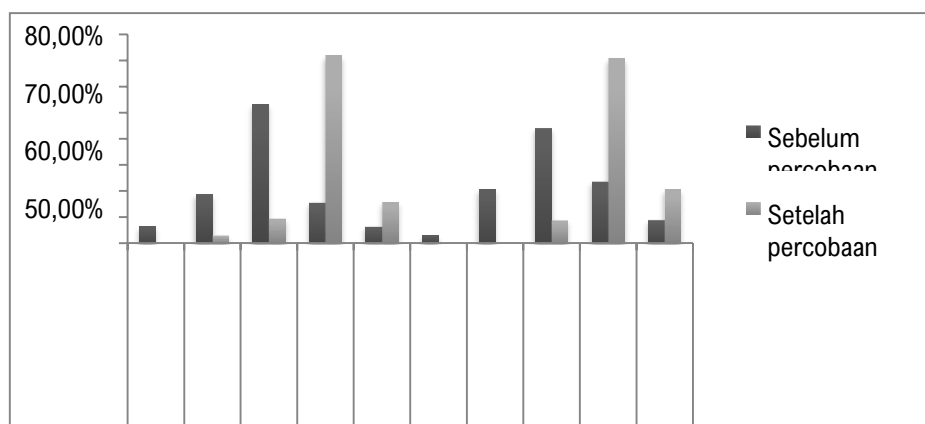
Tingkat	Rendah	Dibawah rata-rata	Rata-rata
Anak sekolah	6,25 %	18,75 %	53,13 %
Siswa	2,94 %	20,59 %	44,12 %
Tingkat	Rendah	Dibawah Rata-rata	Rata-rata
Anak sekolah	6,25 %	18,75 %	53,13 %

Pada tahap terakhir pelaksanaan proyek, ketua tim melakukan evaluasi ahli terhadap tingkat keterampilan dan kompetensi setiap peserta percobaan. Datanya diberikan pada Tabel 2.

Table 2 Tingkat akhir pembentukan keterampilan dan kompetensi peserta percobaan

Tingkat	Rendah	Dibawah rata-rata	Rata-rata
Anak sekolah	0 %	3,12 %	9,38 %
Siswa	0 %	0 %	8,82 %
Tingkat	Rendah	Dibawah rata-rata	Rata-rata
Anak sekolah	0 %	3,12 %	9,38 %

88% anak sekolah dan 91% menunjukkan pembentukan kompetensi tersebut berada pada tingkat di atas rata-rata. Hasil akhir ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Tingkat pembentukan keterampilan dan kompetensi anak sekolah dan siswa sebelum dan sesudah percobaan

Menurut kami, kompetensi yang dilihat tidak bertentangan, tetapi hanya melengkapi kompetensi yang dikemukakan peneliti lain. Secara khusus, sebagai elemen utama kegiatan proyek yang bertujuan untuk mengembangkan keterampilan dan kompetensi untuk perekonomian Industri 4.0, kami mengusulkan: desain, penelitian ilmiah, penyelesaian tugas-tugas non-sepele, pengembangan pemikiran non-standar, jam kerja fleksibel, pengalaman kerja, bekerja dengan literatur ilmiah, dll. Menurut hasil survei Forum Ekonomi Dunia, pada tahun 2020 keterampilan berikut akan menjadi sangat penting: pemecahan masalah yang komprehensif, berpikir kritis, kreativitas, manajemen sumber daya manusia, koordinasi dengan orang lain, kecerdasan emosional, orientasi layanan, penilaian dan pengambilan keputusan, negosiasi, fleksibilitas kognitif. Hal ini juga tercermin dalam model yang diusulkan.

Dalam sejumlah studi ilmiah, penulis menyoroti kompetensi penting lainnya yang diperlukan untuk keberhasilan operasional ekonomi digital. Analisis mereka dilakukan dalam monografi "Tren perkembangan ekonomi dan industri dalam kondisi digitalisasi". Diantaranya adalah kompetensi jaringan kolektif "kemampuan menerapkan pengetahuan berdasarkan kecerdasan kolektif di lingkungan Internet". Pengembangan kompetensi ini juga dipastikan dalam kegiatan proyek. Dengan demikian, model yang diusulkan dapat dianggap sebagai alat universal untuk persiapan kualitatif anak sekolah dan siswa untuk kegiatan profesional dalam konteks perekonomian Industri.

Kesimpulan

Masa depan pertumbuhan ekonomi sangat bergantung pada ketersediaan tenaga teknik yang berkualitas, yang awalnya harus dibangun di tingkat sekolah menengah dan dilanjutkan di perguruan tinggi dan universitas melalui dukungan dan penerapan aktif pendidikan STEAM. Dukungan ini harus dilakukan melalui program pengembangan yang ditargetkan, yang pada gilirannya harus mencakup keterlibatan aktif peserta pelatihan dan mentor mereka dalam kegiatan proyek. Kegiatan proyek dalam konteks "ruang kreatif" dalam kerangka pendidikan informal dan informasional memungkinkan terbentuk dan berkembangnya setiap pesertanya keterampilan dan kompetensi yang diperlukan bagi manusia era digital.

Acknowledgment

-

Daftar Pustaka

- Abadi, H. P. (2022). Pengembangan Model Pembelajaran Berbasis STEAM Sebagai Solusi dari Tantangan Kemajuan IPTEK dalam Dunia Pendidikan. *Jurnal Pendidikan dan Konseling (JPDK)*, 4(6), 6556-6560. <https://doi.org/10.31004/jpdk.v4i6.9347>
- Adlina, N. (2022). Inovasi pembelajaran di masa pandemi covid-19 dengan pendekatan steam di era society 5.0. *JURNAL SYNTAX IMPERATIF: Jurnal Ilmu Sosial Dan Pendidikan*, 2(6), 619-627. <https://doi.org/10.36418/syntax-imperatif.v2i6.134>
- Arsy, I., & Syamsulrizal, S. (2021). Pengaruh pembelajaran steam (science, technology, engineering, arts, and mathematics) terhadap kreativitas peserta didik. *Biolearning Journal*, 8(1), 24-26. <https://doi.org/10.36232/jurnalbiolearning.v8i1.1019>
- Atiaturrahmaniah, A., Bagus, I., Aryana, P., & Suastra, I. W. (2022). Peran model science, technology, engineering, arts, and math (STEAM) dalam meningkatkan berpikir kritis dan literasi sains siswa sekolah dasar. *JPGI (Jurnal Penelitian Guru Indonesia)*, 7(2), 368-375. <http://dx.doi.org/10.29210/022537jpgi0005>
- Budiyono, B., Wiryanto, W., Suprayitno, S., & Primaniarta, M. G. (2023). Persepsi Mahasiswa Pendidikan Dasar terhadap Gamifikasi dalam Pendidikan STEAM. *Jurnal Obsesi: Jurnal Pendidikan Anak Usia Dini*, 7(3), 3591-3603. <https://doi.org/10.31004/obsesi.v7i3.4909>
- Fadhilah, A. N. (2022). Pembelajaran biologi berbasis steam di era society 5.0. *Prosiding: Konferensi Nasional Matematika dan IPA Universitas PGRI Banyuwangi*, 2(1), 182-190.
- Febriansari, D., Sarwanto, S., & Yamtinah, S. (2022). Konstruksi Model Pembelajaran STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics) dengan Pendekatan Design Thinking pada Materi Energi Terbarukan. *JINoP (Jurnal Inovasi Pembelajaran)*, 8(2), 186-200. <https://doi.org/10.22219/jinop.v8i2.22456>
- Khaerani, N., Nensi, A. I. E., Prasani, T., & Assagaf, S. F. (2023). Inovasi Steam Learning Melalui Permainan Tradisional Bugis-Makassar Berbasis Augmented Reality sebagai Pelestarian Budaya Serta Penguatan Literasi Numerasi Siswa Smp. *Advances In Social Humanities Research*, 1(12), 1-11. <https://doi.org/10.46799/adv.v1i12.150>
- Mu'minah, I. H. (2020). Implementasi STEAM (science, technology, engineering, art and mathematics) dalam pembelajaran abad 21. *Bio Educatio*, 5(1), 377702. <https://dx.doi.org/10.31949/be.v5i1.2105>
- Munawar, M., Roshayanti, F., & Sugiyanti, S. (2019). Implementation of STEAM (Science Technology Engineering Art Mathematics)-based early childhood education learning in Semarang City. *CERIA (Cerdas Energik Responsif Inovatif Adaptif)*, 2(5), 276-285. <https://doi.org/10.22460/ceria.v2i5.p276-285>
- Najamuddin, N., Fitriani, R., & Puspandini, M. (2022). Pengembangan Bahan Ajar Science, Technology, Engineering, Art and Mathematics (STEAM) Berbasis Loose Part untuk

- Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Anak Usia Dini. *Jurnal Basicedu*, 6(1), 954-964. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v6i1.2097>
- Nur, N., & Nugraha, M. S. (2023). Implementasi Model Pembelajaran STEAM Dalam Meningkatkan Kreativitas Peserta Didik Di RA Al-Manshuriyah Kota Sukabumi. *Jurnal Arjuna: Publikasi Ilmu Pendidikan, Bahasa Dan Matematika*, 1(5), 73-93. <https://doi.org/10.61132/arjuna.v1i5.158>
- Nuragnia, B., & Usman, H. (2021). Pembelajaran STEAM di sekolah dasar: Implementasi dan tantangan. *Jurnal Pendidikan Dan Kebudayaan*, 6(2), 187-197. <https://doi.org/10.24832/jpnk.v6i2.2388>
- Nurfajariyah, A. F., & Kusumawati, E. R. (2023). Implementasi Dan Tantangan Pembelajaran Tematik Terintegrasi Steam (Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics). *Jurnal Lentera Pendidikan Pusat Penelitian Lppm Um Metro*, 8(1), 49-63. <http://dx.doi.org/10.24127/jlpp.v8i1.2646>
- Nurhidayat, M. F., & Asikin, M. (2021). Modul matematika inovatif berbasis STEAM untuk meningkatkan kemampuan komunikasi matematis siswa. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika Al Qalasadi*, 5(2), 151-165. <https://doi.org/10.32505/qalasadi.v5i2.3335>
- Rahmadana, A., & Agnesa, O. S. (2022). Deskripsi Implementasi Steam (Science, Technology, Engineering, Art, Mathematic) dan Integrasi Aspek “Art” Steam pada Pembelajaran Biologi SMA. *Journal on Teacher Education*, 4(1), 190-201. <https://doi.org/10.31004/jote.v4i1.5838>
- Ratnawati, S., & Sriyanto, S. (2022). Metode STEAM sebagai Inovasi Pembelajaran IPS Di Era Abad 21. *Proceedings Series on Social Sciences & Humanities*, 3, 344-348. <https://doi.org/10.30595/pssh.v3i.400>
- Rifai, M. (2022). Pembelajaran STEAM Sebagai Pembelajaran Inovatif. *Jurnal Multidisiplin Madani*, 2(8), 3469-3474. <https://doi.org/10.55927/mudima.v2i8.924>
- Rodiana, S. O. (2022). INFUTPEDIA: Media pembelajaran berbasis android dengan pendekatan STEAM (Science, Technology, Engineering, Art, and Mathematics) sebagai alternatif pemecahan masalah di Indonesia. *Awwaliyah: Jurnal Pendidikan Guru Madrasah Ibtidaiyah*, 5(2), 151-160. <https://doi.org/10.58518/awwaliyah.v5i2.1119>
- Sukmawati, N. I., & Rakhmawati, N. I. S. (2023). Pengaruh Pembelajaran Steam (Science, Technology, Engineering, Art, And Mathematic) Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi (Critical Thinking And Problem Solving) Pada Anak Usia Dini. *Concept: Journal of Social Humanities and Education*, 2(1), 127-141. <https://doi.org/10.55606/concept.v2i1.238>
- Wulandani, C., Putri, M. A., Pratiwi, R. I., & Sulong, K. (2022). Implementing project-based steam instructional approach in early childhood education in 5.0 industrial revolution era. *Indonesian Journal of Early Childhood Educational Research (IJECEER)*, 1(1), 29-37. <https://dx.doi.org/10.31958/ijecer.v1i1.5819>