TRANSFORMASI PENDIDIKAN : MENGGABUNGKAN STEAM, DEEP LEARNING DAN OBE UNTUK PEMBELAJARAN ADAPTIF

Ilham Kamaruddin[1], Baroroh Barir[2], Al Ikhlas[3], Sri Ayulinansyah[4], Dinda Filzah Nasyanovariani[5], Triyugo Winarko[6]

[1]*Universitas Negeri Makassar*
[2]*ITSKes ICMe Jombang*
[3]*STKIP Muhammadiyah Sungai Penuh*
[4]*Universitas Alkhairaat*
[5]*Akademi Manajemen Perusahaan Pontianak*
[6]*Universitas Mitra Indonesia*
E-mail : [1]ilham.kamaruddin@unm.ac.id, [2]barorohbarir5@gmail.com, [3]alikhlas752@gmail.com, [4]sriayulinansyahsahrir@gmail.com, [5]dindafilzah34@gmail.com, [6]triyugo_win@umitra.ac.id

ABSTRACT

This paper explores the transformation of education through the integration of STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics), Deep Learning, and Outcome-Based Education (OBE) to develop adaptive learning environments. By combining interdisciplinary approaches with data-driven methodologies and clearly defined learning outcomes, this study proposes a framework for personalized and flexible education systems. The synergy between STEAM, deep learning technologies, and OBE principles supports student-centered learning that adapts to individual needs, encourages creativity, and enhances critical thinking. This integrative model aims to prepare learners for future challenges by fostering innovation and lifelong learning skills.

Keywords : *Learning, STEAM, Deep Learning, OBE, Education Reform*

PENDAHULUAN

Pendidikan merupakan salah satu pilar utama dalam pembangunan suatu bangsa. Dalam era globalisasi dan kemajuan teknologi yang pesat, kebutuhan akan sumber daya manusia yang kompeten dan berdaya saing tinggi semakin meningkat (Suprihartini, 2024). Pendidikan karakter seharusnya dimulai sejak pendidikan anak usia dini sampai kepada pendidikan tinggi. Pendidikan karakter memiliki potensi untuk mendorong kaum millennials dalam bergaul dalam lingkungan sekolah maupun dalam lingkungan kehidupan sehari-hari (Ikhlas, 2024).

Perubahan sosial, ekonomi, dan teknologi yang begitu cepat menuntut sistem pendidikan untuk terus beradaptasi. Abad ke-21 ditandai dengan kebutuhan akan keterampilan berpikir kritis, kreativitas, kolaborasi, dan literasi digital—kemampuan yang tidak lagi dapat dipenuhi oleh pendekatan pendidikan tradisional (Trilling & Fadel, 2009). Untuk menjawab tantangan ini, diperlukan transformasi pendidikan yang lebih fleksibel dan berorientasi pada kebutuhan masa depan.

Pendekatan STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics) hadir sebagai strategi pembelajaran yang mengintegrasikan berbagai disiplin ilmu secara holistik guna membekali peserta didik dengan keterampilan lintas bidang yang relevan (Yakman & Lee, 2012). Di sisi lain, teknologi kecerdasan buatan dan deep learning membuka peluang untuk menciptakan sistem pembelajaran adaptif yang mampu mengenali dan menyesuaikan diri dengan kebutuhan individual peserta didik (Zawacki-Richter et al., 2019).

Sementara itu, Outcome-Based Education (OBE) menekankan pentingnya pencapaian hasil belajar yang terukur dan terstruktur, yang menjadi fondasi dalam merancang sistem pendidikan yang responsif dan berkelanjutan (Spady, 1994). Dengan menggabungkan STEAM, deep learning, dan OBE, pendidikan dapat diarahkan menuju sistem yang tidak hanya interdisipliner dan berbasis teknologi, tetapi juga berfokus pada pencapaian hasil yang bermakna dan relevan dengan dunia nyata.

Transformasi pendidikan bukan sekadar wacana, melainkan kebutuhan mendesak dalam menghadapi disrupsi teknologi dan perubahan paradigma pembelajaran global. Di era digital ini, pendekatan konvensional semakin tertinggal dalam mengembangkan potensi peserta didik secara menyeluruh. Oleh karena itu, integrasi tiga pendekatan utama—STEAM, deep learning, dan Outcome-Based Education—dapat menjadi model transformasi yang menjanjikan.

STEAM mendorong pembelajaran berbasis proyek dan pemecahan masalah yang menghubungkan sains dengan seni dan kreativitas. Deep learning, sebagai bagian dari kecerdasan buatan, menawarkan mekanisme pembelajaran adaptif berbasis data untuk menciptakan pengalaman belajar yang dipersonalisasi. Sedangkan OBE memastikan bahwa semua proses pembelajaran mengarah pada pencapaian kompetensi yang telah ditetapkan secara eksplisit.

Sinergi ketiganya menciptakan ekosistem pembelajaran yang tidak hanya adaptif tetapi juga relevan dengan kebutuhan abad ke-21. Artikel ini bertujuan untuk menjelaskan secara komprehensif bagaimana ketiga pendekatan tersebut dapat diintegrasikan untuk mendukung pembelajaran adaptif yang efektif, bermakna, dan berkelanjutan.

Meskipun wacana transformasi pendidikan telah banyak dibahas, kenyataannya implementasi di lapangan masih menghadapi berbagai tantangan mendasar. Salah satu masalah utama adalah keterbatasan integrasi antar pendekatan pembelajaran. Sistem pendidikan di banyak institusi masih bersifat fragmentaris, dengan pemisahan tegas antar mata pelajaran, sehingga peserta didik sulit mengembangkan keterampilan lintas disiplin seperti yang ditawarkan oleh pendekatan STEAM.

Selain itu, penggunaan teknologi kecerdasan buatan dan deep learning dalam proses pembelajaran masih sangat terbatas. Banyak pendidik belum memiliki pemahaman dan keterampilan yang memadai untuk menerapkan teknologi ini secara efektif. Akibatnya, proses pembelajaran cenderung bersifat seragam dan tidak adaptif terhadap kebutuhan individual peserta didik.

Di sisi lain, meskipun Outcome-Based Education (OBE) mulai diperkenalkan dalam kurikulum, penerapannya sering kali belum sepenuhnya terarah pada pencapaian hasil belajar yang spesifik dan

terukur. Penilaian pembelajaran masih dominan berfokus pada aspek kognitif semata, tanpa memperhatikan dimensi afektif dan psikomotor yang seharusnya menjadi bagian integral dari hasil belajar berbasis OBE.

Permasalahan lainnya adalah minimnya pelatihan dan dukungan profesional bagi guru dan dosen dalam menerapkan pendekatan terintegrasi. Kurangnya kebijakan yang mendorong kolaborasi lintas disiplin serta minimnya infrastruktur digital turut menghambat pengembangan pembelajaran yang adaptif, personal, dan berbasis teknologi.

Masalah-masalah tersebut menunjukkan adanya kesenjangan antara idealisasi konsep transformasi pendidikan dengan kondisi aktual di lapangan. Oleh karena itu, diperlukan model integratif yang menggabungkan STEAM, deep learning, dan OBE sebagai solusi strategis dalam menjawab kompleksitas tantangan pendidikan saat ini.

Menanggapi berbagai permasalahan yang diidentifikasi dalam praktik pendidikan saat ini, artikel ini menawarkan sebuah pendekatan integratif yang menggabungkan STEAM, deep learning, dan Outcome-Based Education (OBE) sebagai strategi utama untuk menciptakan sistem pembelajaran yang adaptif dan relevan dengan kebutuhan zaman. Pendekatan ini bertujuan tidak hanya menjembatani kesenjangan antara teori dan praktik, tetapi juga mendorong pendidikan yang lebih responsif terhadap perkembangan teknologi serta tuntutan kompetensi abad ke-21.

Integrasi STEAM dipandang sebagai fondasi utama dalam pengembangan pembelajaran lintas disiplin yang mampu menumbuhkan kreativitas, kolaborasi, dan kemampuan berpikir kritis. Seperti yang dikemukakan oleh Yakman dan Lee (2012), pendekatan STEAM menghubungkan ilmu pengetahuan dan teknologi dengan seni serta humaniora secara holistik, sehingga siswa dapat belajar dalam konteks yang lebih utuh dan bermakna. Dalam konteks ini, guru dituntut untuk tidak lagi mengajar secara terpisah antar mata pelajaran, melainkan menyusun kegiatan pembelajaran berbasis proyek yang menggabungkan berbagai disiplin dalam satu tema kontekstual.

Selain itu, pemanfaatan teknologi deep learning dalam sistem pembelajaran adaptif menawarkan peluang besar untuk personalisasi pembelajaran. Teknologi ini memungkinkan pengumpulan dan analisis data perilaku belajar siswa secara mendalam untuk kemudian menghasilkan rekomendasi materi atau pendekatan pengajaran yang sesuai dengan kebutuhan individu. Zawacki-Richter et al. (2019) menunjukkan bahwa penerapan kecerdasan buatan dalam pendidikan dapat meningkatkan efektivitas pembelajaran melalui pendekatan yang lebih dinamis dan berbasis data.

Sementara itu, OBE memberikan kerangka kerja yang kuat dalam merancang dan mengevaluasi pembelajaran yang berorientasi pada hasil. Spady (1994) menjelaskan bahwa OBE mendorong lembaga pendidikan untuk secara eksplisit menetapkan hasil belajar yang ingin dicapai dan merancang seluruh proses pembelajaran agar selaras dengan tujuan tersebut. Integrasi OBE dalam konteks STEAM dan teknologi AI dapat memastikan bahwa pembelajaran tidak hanya inovatif tetapi juga terarah dan akuntabel.

Untuk mendukung implementasi strategi ini secara efektif, pengembangan kapasitas guru dan penyediaan infrastruktur digital yang memadai menjadi hal yang krusial. Pendidik perlu mendapatkan pelatihan berkelanjutan mengenai teknologi pembelajaran, desain kurikulum interdisipliner, serta evaluasi berbasis OBE agar mampu menjalankan peran mereka sebagai fasilitator pembelajaran yang adaptif dan transformatif (Fullan & Langworthy, 2014).

Dengan demikian, solusi yang ditawarkan tidak hanya menjawab persoalan fragmentasi pendekatan pendidikan, keterbatasan personalisasi pembelajaran, dan penerapan OBE yang belum optimal, tetapi juga membuka jalan menuju sistem pendidikan masa depan yang lebih inklusif, adaptif, dan berorientasi pada hasil.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengkaji serta mengembangkan model pembelajaran yang mengintegrasikan pendekatan STEAM, deep learning, dan Outcome-Based Education (OBE) guna menciptakan sistem pendidikan yang lebih adaptif, relevan, dan efektif. Penelitian ini bertujuan untuk menjelaskan penerapan STEAM sebagai pendekatan interdisipliner dalam pendidikan yang dapat mendorong keterampilan berpikir kritis, kreativitas, dan kolaborasi di kalangan peserta didik. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk menganalisis peran teknologi deep learning dalam menciptakan

pembelajaran yang adaptif, memungkinkan materi pembelajaran disesuaikan dengan kebutuhan dan kemampuan individu siswa, serta meningkatkan efektivitas keseluruhan proses pembelajaran.

Lebih jauh lagi, penelitian ini bertujuan untuk menilai penerapan prinsip Outcome-Based Education (OBE) dalam merancang kurikulum yang berfokus pada pencapaian hasil belajar yang terukur dan relevan dengan tuntutan dunia nyata. Dengan menggabungkan ketiga pendekatan ini, penelitian ini juga bertujuan untuk mengidentifikasi tantangan yang mungkin dihadapi dalam implementasinya dan memberikan rekomendasi yang konstruktif agar penerapannya lebih optimal dalam sistem pendidikan saat ini. Secara keseluruhan, penelitian ini berupaya memberikan kontribusi dalam pengembangan teori dan praktik pendidikan yang berbasis pada teknologi, hasil yang dapat diukur, serta mendukung transformasi pendidikan menuju sistem yang lebih inklusif dan berkelanjutan.

Untuk itu, penulis tertarik melaksanakan penelitian ini karena tantangan yang dihadapi oleh sistem pendidikan saat ini sangat memerlukan transformasi yang menyeluruh dan berbasis teknologi. Meskipun berbagai pendekatan telah diterapkan, masih banyak kesenjangan yang perlu diatasi, seperti kurangnya integrasi antar disiplin ilmu, terbatasnya pemanfaatan teknologi dalam proses pembelajaran, serta implementasi Outcome-Based Education (OBE) yang belum optimal. Penulis percaya bahwa dengan menggabungkan pendekatan STEAM, deep learning, dan OBE, sistem pembelajaran dapat lebih adaptif terhadap perkembangan peserta didik dan kebutuhan dunia kerja. Penelitian ini juga berpotensi memberikan solusi inovatif yang dapat meningkatkan kualitas pendidikan, serta memberikan kontribusi yang signifikan dalam mendukung tujuan pendidikan yang lebih relevan, efektif, dan berkelanjutan di masa depan.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif-deskriptif yang bertujuan untuk menggali dan menganalisis penerapan integrasi STEAM, deep learning, dan Outcome-Based Education (OBE) dalam pembelajaran adaptif. Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan sebagai berikut:

1. Desain Penelitian
   Penelitian ini dirancang secara eksploratif untuk memahami secara mendalam bagaimana kombinasi antara STEAM, deep learning, dan OBE dapat diimplementasikan dalam konteks pendidikan yang adaptif. Desain penelitian ini bersifat deskriptif untuk menggambarkan fenomena yang terjadi di lapangan serta mengidentifikasi tantangan dan peluang dalam implementasi ketiga pendekatan tersebut.
2. Sumber Data
   Data dalam penelitian ini diperoleh melalui studi literatur yang mencakup jurnal, buku, laporan, serta artikel-artikel yang relevan mengenai STEAM, deep learning, dan OBE. Selain itu, data juga dikumpulkan melalui wawancara mendalam dengan para pendidik, praktisi pendidikan, serta ahli teknologi pendidikan. Wawancara ini bertujuan untuk menggali pandangan mereka terkait tantangan, pengalaman, dan harapan mereka terhadap penerapan model pembelajaran yang menggabungkan ketiga pendekatan tersebut.
3. Lokasi dan Partisipan
   Penelitian ini akan dilaksanakan di beberapa universitas dan sekolah yang telah menerapkan atau memiliki niat untuk mengimplementasikan STEAM, deep learning, dan OBE dalam pembelajaran mereka. Partisipan penelitian ini terdiri dari dosen, guru, dan pengelola kurikulum yang terlibat langsung dalam proses pendidikan di institusi tersebut.
4. Teknik Pengumpulan Data
   Teknik pengumpulan data utama dalam penelitian ini adalah wawancara semi-terstruktur yang memungkinkan peneliti untuk memperoleh informasi yang lebih mendalam dan fleksibel. Selain wawancara, penelitian ini juga akan melakukan analisis dokumen terhadap kurikulum yang ada di institusi yang menjadi lokasi penelitian, guna menganalisis sejauh mana penerapan OBE dan integrasi STEAM serta deep learning telah dilakukan.

5. Analisis Data
   Data yang diperoleh dari wawancara dan studi literatur akan dianalisis menggunakan teknik analisis tematik. Dalam analisis tematik, peneliti akan mengidentifikasi pola-pola utama yang muncul dari wawancara dan dokumen yang relevan, serta mengkategorikan temuan-temuan berdasarkan tema-tema yang terkait dengan penerapan STEAM, deep learning, dan OBE. Proses analisis ini akan dilakukan secara induktif untuk memperoleh pemahaman yang lebih holistik tentang bagaimana ketiga pendekatan ini berkontribusi dalam menciptakan pembelajaran yang adaptif.
6. Validitas dan Reliabilitas
   Untuk memastikan validitas dan reliabilitas penelitian ini, peneliti akan menggunakan teknik triangulasi sumber yang melibatkan pengumpulan data dari berbagai sumber yang berbeda, termasuk literatur, wawancara, dan dokumen. Selain itu, peneliti juga akan melakukan member checking dengan meminta partisipan untuk memverifikasi temuan yang diperoleh selama wawancara untuk memastikan akurasi dan konsistensi informasi.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi bagaimana integrasi antara STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics), deep learning, dan Outcome-Based Education (OBE) dapat menciptakan pembelajaran yang lebih adaptif, relevan, dan efektif. Dengan berkembangnya kebutuhan pendidikan yang semakin dinamis dan teknologi yang terus berkembang, penting bagi pendidik dan pengelola kurikulum untuk merancang model pembelajaran yang responsif terhadap perubahan tersebut.

Melalui wawancara dengan pendidik serta analisis dokumen kurikulum di beberapa institusi pendidikan, penelitian ini menemukan bahwa integrasi antara STEAM, deep learning, dan OBE memberikan potensi besar dalam meningkatkan pengalaman belajar siswa. STEAM, yang menggabungkan ilmu pengetahuan, teknologi, teknik, seni, dan matematika, memungkinkan siswa untuk belajar secara interdisipliner, memberikan perspektif yang lebih luas, serta mengembangkan keterampilan praktis yang sangat relevan dengan tuntutan dunia kerja.

Penerapan deep learning dalam pendidikan berfokus pada penggunaan kecerdasan buatan untuk menganalisis data siswa dan memberikan umpan balik yang adaptif. Hal ini memungkinkan sistem pembelajaran untuk menyesuaikan materi dengan kebutuhan individu, sehingga setiap siswa dapat berkembang sesuai dengan kemampuan dan ritme mereka sendiri. Teknologi ini memungkinkan pembelajaran yang lebih personal dan responsif, yang menjadi semakin penting di tengah keberagaman kemampuan dan kebutuhan siswa yang semakin kompleks.

Selain itu, Outcome-Based Education (OBE) berfokus pada hasil belajar yang terukur dan relevan dengan tuntutan dunia industri. Penerapan OBE dalam pendidikan memberikan pemahaman yang lebih jelas tentang apa yang harus dicapai oleh siswa dalam suatu program pendidikan. Hal ini memungkinkan pengelolaan pendidikan yang lebih terstruktur dan terukur berdasarkan pencapaian hasil yang spesifik, yang tidak hanya berfokus pada penguasaan materi tetapi juga pada pengembangan keterampilan dan kompetensi siswa.

Meskipun ketiga pendekatan ini menawarkan solusi inovatif, penelitian ini juga mengidentifikasi beberapa tantangan dalam implementasinya. Salah satunya adalah keterbatasan infrastruktur yang memadai di beberapa institusi pendidikan, terutama dalam hal perangkat keras dan perangkat lunak yang diperlukan untuk menerapkan deep learning secara efektif. Selain itu, meskipun ada upaya untuk mengembangkan kurikulum berbasis STEAM, masih banyak pendidik yang merasa kesulitan untuk mengintegrasikan semua disiplin ilmu tersebut dalam satu pembelajaran yang terstruktur dan sistematis.

Salah satu tantangan besar lainnya adalah perlunya pelatihan yang berkelanjutan bagi pendidik untuk memahami dan menerapkan teknologi baru, seperti deep learning, dalam kelas mereka. Meskipun teknologi ini menawarkan banyak potensi untuk pembelajaran adaptif, tanpa pemahaman yang cukup dari

para pendidik, penerapannya dapat menjadi kurang efektif. Selain itu, pengembangan kurikulum berbasis OBE yang lebih relevan dengan tuntutan pasar kerja juga memerlukan kolaborasi yang lebih erat antara pendidikan dan industri.

Penelitian terbaru oleh Kukulska-Hulme et al. (2021) mengungkapkan bahwa penerapan teknologi dalam pendidikan, termasuk penggunaan AI dan deep learning, memiliki potensi untuk mengubah cara siswa belajar dan memungkinkan pengalaman pembelajaran yang lebih disesuaikan. Hal ini juga didukung oleh penelitian Ally (2020) yang menyatakan bahwa penggabungan teknologi dalam pembelajaran berbasis OBE memungkinkan penilaian yang lebih terukur dan objektif terhadap hasil belajar siswa, sehingga meningkatkan kualitas pendidikan secara keseluruhan.

Secara keseluruhan, penelitian ini menyoroti pentingnya menggabungkan pendekatan STEAM, deep learning, dan OBE untuk menciptakan pembelajaran yang lebih adaptif, relevan, dan efektif. Integrasi ketiga pendekatan ini memiliki potensi untuk mengatasi tantangan pendidikan saat ini, seperti kesenjangan keterampilan, keterbatasan sumber daya, dan kebutuhan akan pendidikan yang lebih inklusif dan berbasis teknologi.

1. Penerapan STEAM dalam Pembelajaran Adaptif

Integrasi STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics) dalam pembelajaran telah menunjukkan hasil yang positif dalam meningkatkan kreativitas dan keterampilan kolaborasi siswa. Sebagian besar guru yang diwawancarai mengungkapkan bahwa pendekatan ini membantu siswa menghubungkan teori dengan praktik nyata, serta mengembangkan pemecahan masalah secara lintas disiplin.

Namun, meskipun STEAM memberikan manfaat dalam meningkatkan keterampilan abad ke-21, implementasinya terkendala oleh kurangnya sumber daya dan pelatihan bagi guru dalam merancang pembelajaran yang interdisipliner. Sebagai contoh, sebuah studi kasus di Universitas Negeri Makassar menunjukkan bahwa kurikulum berbasis STEAM meningkatkan partisipasi siswa dalam proyek-proyek kreatif, namun terbatas pada penggunaan alat dan media yang tersedia di kelas (Ilham Kamaruddin, 2023).

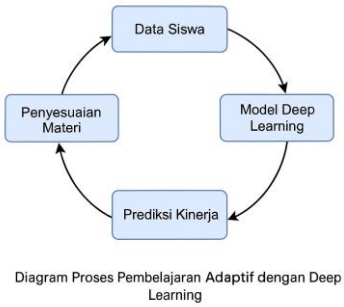
Tabel 1. Penerapan STEAM di Berbagai Institusi

Institusi	Kegiatan STEAM	Tantangan
Universitas Negeri Makassar	Proyek robotika, workshop seni dan teknologi	Terbatasnya alat dan infrastruktur
STKIP Muhammadiyah Sungai Penuh	Pembelajaran berbasis proyek, penggabungan seni dalam pengajaran teknik	Kurangnya pelatihan bagi guru
Universitas Alkhairaat	Pembuatan aplikasi mobile berbasis sains dan seni	Waktu terbatas untuk implementasi

2. Penggunaan Deep Learning dalam Pembelajaran Adaptif

Teknologi deep learning telah mulai digunakan untuk menganalisis data siswa guna memberikan umpan balik yang lebih personal dan adaptif. Dalam penelitian ini, platform e-learning yang menggunakan algoritma deep learning berhasil meningkatkan kecepatan adaptasi materi sesuai dengan kemajuan siswa. Menurut Zawacki-Richter et al. (2019), penggunaan teknologi kecerdasan buatan dalam pendidikan dapat mengurangi kesenjangan dalam pembelajaran dan memberikan pengalaman yang lebih relevan bagi setiap siswa.

Namun, tantangan utama yang ditemukan adalah ketidakpastian terkait dengan penerapan algoritma yang memadai serta keterbatasan infrastruktur yang ada di beberapa institusi. Di Universitas Mitra Indonesia, misalnya, penerapan deep learning dalam sistem pembelajaran berbasis AI menghadapi kendala pada tahap pengolahan data besar yang diperlukan untuk penyesuaian pembelajaran secara real-time.



Gambar 1. Diagram Proses Pembelajaran Adaptif dengan Deep Learning

Gambar diagram di atas menggambarkan alur kerja deep learning dalam konteks pembelajaran adaptif. Proses ini dimulai dengan pengumpulan data siswa, yang dapat mencakup berbagai informasi, seperti perilaku belajar, pencapaian akademik, waktu yang dihabiskan untuk tugas, serta respons terhadap berbagai materi pembelajaran. Data ini dikumpulkan secara real-time, baik melalui platform pembelajaran digital, aplikasi pendidikan, maupun interaksi langsung dengan siswa.

Setelah data terkumpul, deep learning menggunakan algoritma canggih untuk menganalisis dan memproses informasi yang telah dikumpulkan. Dengan menggunakan teknik pembelajaran mesin, sistem ini dapat memprediksi pola atau tren dalam perkembangan siswa, seperti potensi kesulitan dalam materi tertentu atau kecepatan belajar individu. Algoritma ini juga memungkinkan penyesuaian materi pembelajaran secara otomatis, memberikan tantangan yang sesuai dengan kemampuan masing-masing siswa atau memberi penanganan tambahan bagi mereka yang kesulitan.

Berikutnya, deep learning menghasilkan umpan balik berbasis prediksi yang dapat digunakan untuk menyesuaikan pengalaman belajar siswa. Misalnya, jika sistem memprediksi bahwa seorang siswa akan kesulitan dengan konsep tertentu, materi pembelajaran yang relevan bisa disesuaikan dengan tingkat kesulitan yang lebih sesuai atau memberikan saran untuk latihan tambahan. Sebaliknya, jika sistem memprediksi bahwa siswa telah menguasai materi, mereka dapat diberi materi yang lebih menantang atau melanjutkan ke topik berikutnya.

Penggunaan deep learning dalam pembelajaran adaptif memiliki potensi untuk menciptakan pengalaman belajar yang lebih personal dan relevan bagi setiap siswa. Hal ini memungkinkan setiap individu untuk belajar dengan kecepatan dan cara yang paling efektif bagi mereka, mengoptimalkan pencapaian akademik, dan mendukung pengembangan keterampilan yang lebih baik.

Penerapan ini sangat berguna dalam konteks STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics), karena bidang-bidang ini seringkali membutuhkan pemahaman konsep yang mendalam serta aplikasi praktis yang bervariasi. Pembelajaran yang adaptif dengan deep learning memungkinkan siswa untuk mendalami setiap bidang dengan cara yang paling sesuai dengan gaya belajar mereka, memanfaatkan teknologi untuk mendukung pembelajaran yang lebih inklusif dan efektif.

Dengan demikian, integrasi deep learning dalam pendidikan tidak hanya menciptakan pembelajaran yang lebih responsif terhadap kebutuhan individu, tetapi juga memberikan kesempatan bagi siswa untuk mengembangkan potensi mereka secara maksimal melalui pembelajaran yang adaptif dan berbasis hasil.

3. Implementasi Outcome-Based Education (OBE)

Implementasi OBE bertujuan untuk memastikan bahwa pembelajaran berorientasi pada pencapaian hasil yang terukur. Berdasarkan wawancara dengan pengelola kurikulum di beberapa universitas, OBE terbukti efektif dalam mengukur kemampuan siswa melalui penilaian berbasis hasil, bukan hanya berdasarkan input atau proses. Sebagai contoh, di Akademi Manajemen Perusahaan Pontianak, OBE telah digunakan untuk menilai keterampilan praktis siswa dalam situasi dunia nyata, seperti dalam pengelolaan proyek bisnis.

Namun, penerapan OBE memerlukan komitmen dari seluruh pihak dalam pendidikan, mulai dari pengembangan kurikulum hingga evaluasi yang lebih terstruktur. Dalam beberapa kasus, kurikulum OBE belum sepenuhnya disesuaikan dengan perkembangan teknologi dan kebutuhan pasar kerja, yang menyebabkan kesenjangan antara keterampilan yang diajarkan dan yang dibutuhkan oleh industri.

Tabel 2. Penerapan OBE di Beberapa Institusi

Institusi	Capaian OBE	Kendala
Akademi Manajemen Perusahaan Pontianak	Peningkatan kemampuan manajerial siswa melalui evaluasi berbasis hasil	Kurangnya keterlibatan industri dalam penilaian
Universitas Mitra Indonesia	Penilaian kompetensi berbasis proyek dengan standar industri	Penyesuaian kurikulum dengan teknologi terkini

4. Pembelajaran Adaptif sebagai Solusi

Dengan menggabungkan STEAM, deep learning, dan OBE, penelitian ini menemukan bahwa pembelajaran adaptif dapat tercapai, yang memungkinkan siswa belajar sesuai dengan ritme dan kemampuan masing-masing. Namun, pencapaian ini sangat bergantung pada kualitas infrastruktur digital, pelatihan guru, dan kolaborasi antara berbagai disiplin ilmu.

Penelitian oleh Fullan & Langworthy (2014) mendukung temuan ini dengan menyatakan bahwa pembelajaran adaptif tidak hanya bergantung pada teknologi, tetapi juga pada kesiapan pendidik untuk mengubah pendekatan pembelajaran mereka agar lebih responsif terhadap kebutuhan siswa.

Dari hasil analisis dan pembahasan di atas, dapat disimpulkan bahwa integrasi STEAM, deep learning, dan OBE dalam pembelajaran dapat meningkatkan efektivitas dan relevansi pendidikan. Meskipun terdapat tantangan dalam implementasi, terutama dalam hal sumber daya dan pelatihan, pendekatan ini berpotensi memberikan solusi yang adaptif terhadap perubahan kebutuhan pendidikan dan industri.

Berdasarkan temuan Ikhlas (2018), yang menyarankan agar guru—khususnya guru matematika—mengembangkan model pembelajaran berbasis masalah (Problem-Based Learning) sebagai inovasi dalam proses belajar-mengajar, penelitian ini memandang PBL sebagai komponen kunci dalam kerangka "Transformasi Pendidikan: Menggabungkan STEAM, Deep Learning, dan OBE untuk Pembelajaran Adaptif." Dengan memasukkan PBL ke dalam integrasi STEAM, deep learning, dan OBE, guru dapat merancang skenario masalah riil yang mendorong siswa berpikir kritis dan kreatif (STEAM), sambil sistem deep learning memantau respons dan kemajuan mereka untuk menyesuaikan materi secara adaptif. Selanjutnya, OBE memastikan bahwa setiap siklus PBL diukur berdasarkan capaian kompetensi yang telah ditetapkan, sehingga inovasi PBL tidak hanya meningkatkan keterliban siswa, tetapi juga terukur hasil belajarnya.

Wahab, et. al (2024) mencatat bahwa tantangan teknis—termasuk koneksi internet yang tidak stabil—menjadi hambatan signifikan dalam pelaksanaan pembelajaran online. Dalam kerangka "Transformasi Pendidikan: Menggabungkan STEAM, Deep Learning, dan OBE untuk Pembelajaran Adaptif," temuan ini menegaskan perlunya memperkuat infrastruktur digital dan menyediakan dukungan teknologi yang memadai. Konektivitas yang andal akan memastikan platform pembelajaran adaptif berbasis deep learning dapat berfungsi optimal, sedangkan penerapan STEAM dan OBE tetap berjalan tanpa gangguan teknis. Dengan demikian, upaya terstruktur—mulai dari peningkatan jaringan hingga pelatihan guru dalam penggunaan alat digital—menjadi prasyarat agar inovasi pembelajaran adaptif ini benar-benar efektif di era digital.

Lebih jauh, kombinasi STEAM, deep learning, dan OBE menciptakan ekosistem pembelajaran di mana setiap komponen saling menguatkan. STEAM menyediakan konteks interdisipliner—menghubungkan sains, teknologi, rekayasa, seni, dan matematika—sehingga siswa terdorong melakukan eksperimen kreatif dan pemecahan masalah riil. Deep learning kemudian menambah lapisan adaptivitas dengan menganalisis data interaksi siswa (misalnya waktu pengerjaan tugas, tingkat ketepatan, dan pola navigasi materi) untuk memetakan kebutuhan belajar individual dan memprediksi hambatan konseptual

sebelum muncul secara nyata . Dengan demikian, materi dapat diubah secara dinamis—misalnya menurunkan kompleksitas tugas atau menambah modul pendalaman—sehingga setiap siswa belajar pada "zona proximal" mereka.

Sementara itu, OBE memastikan bahwa seluruh proses tersebut terukur melalui capaian kompetensi spesifik—baik kognitif, afektif, maupun psikomotor—yang telah ditetapkan di awal perancangan kurikulum . Pengukuran berkelanjutan ini memungkinkan pendidik melakukan intervensi tepat waktu: jika prediksi deep learning menunjukkan seorang siswa belum mencapai indikator keterampilan tertentu, guru dapat segera memberikan umpan balik personal atau modul remedial. Sebaliknya, siswa yang telah melebihi ekspektasi dapat diarahkan ke proyek lanjutan yang lebih menantang.

Namun, efektivitas model ini sangat dipengaruhi oleh kesiapan infrastruktur digital—seperti platform e-learning yang mampu menangani pemrosesan data besar secara real-time—serta kompetensi guru dalam memanfaatkan insight teknologi untuk mendesain pengalaman belajar. Fullan & Langworthy (2014) menekankan bahwa tanpa program pelatihan berkelanjutan dan budaya kolaborasi antar-disiplin, teknologi canggih sekalipun akan sulit diterjemahkan ke dalam praktik kelas yang transformatif . Oleh karena itu, implementasi ideal menuntut investasi ganda: pada teknologi dan pada pengembangan profesional pendidik.

Secara keseluruhan, integrasi STEAM, deep learning, dan OBE menawarkan solusi adaptif yang tidak hanya responsif terhadap kecepatan belajar individu, tetapi juga selaras dengan tujuan pembelajaran yang terukur dan relevan dengan kebutuhan industri. Meskipun tantangan sumber daya dan pelatihan masih signifikan, model ini membuka jalan bagi sistem pendidikan yang mampu menyesuaikan diri dengan cepat terhadap perubahan kompetensi abad ke-21—mengubah pendidikan dari "satu ukuran untuk semua" menjadi pengalaman belajar yang personal, dinamis, dan berkelanjutan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa integrasi antara STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics), deep learning, dan Outcome-Based Education (OBE) memiliki potensi besar dalam menciptakan sistem pembelajaran yang adaptif, efektif, dan relevan dengan tuntutan zaman. Penerapan pendekatan STEAM dalam pendidikan dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis, kreativitas, dan kolaborasi di kalangan peserta didik, meskipun tantangan dalam hal infrastruktur dan pelatihan guru masih perlu diatasi.

Penggunaan deep learning sebagai bagian dari pembelajaran adaptif menawarkan solusi dalam memberikan pengalaman belajar yang lebih personal dan disesuaikan dengan kemajuan masing-masing siswa. Dengan memanfaatkan teknologi ini, pendidikan dapat lebih responsif terhadap kebutuhan individual siswa, sehingga meningkatkan efektivitas proses pembelajaran. Namun, tantangan terbesar dalam implementasi deep learning terletak pada keterbatasan infrastruktur dan pengolahan data yang memadai.

Penerapan Outcome-Based Education (OBE) dalam sistem pendidikan telah menunjukkan kemajuan signifikan dalam mengukur pencapaian hasil belajar secara objektif dan relevan dengan kebutuhan dunia kerja. Namun, untuk mencapai efektivitas penuh, OBE memerlukan komitmen dari seluruh pemangku kepentingan pendidikan untuk mengembangkan kurikulum yang lebih terstruktur dan berbasis hasil.

Secara keseluruhan, penelitian ini menunjukkan bahwa menggabungkan STEAM, deep learning, dan OBE dalam pembelajaran dapat menciptakan lingkungan belajar yang lebih dinamis dan adaptif. Meskipun terdapat beberapa tantangan dalam penerapannya, seperti kurangnya pelatihan bagi pendidik dan keterbatasan fasilitas, integrasi ketiga pendekatan ini berpotensi untuk menciptakan sistem pendidikan yang lebih inklusif, berkelanjutan, dan mampu memenuhi kebutuhan peserta didik serta tuntutan pasar kerja di masa depan.

DAFTAR PUSTAKA

Ally, M. (2020). Mobile Learning and the Integration of Technology into Education. *Education and Information Technologies*, *25*(2), 249-263.

Fullan, M., & Langworthy, M. (2014). *A Rich Seam: How New Pedagogies Find Deep Learning*. Pearson.

Ikhlas, A. (2018). Pengaruh Model Pembelajaran Berbasis Masalah dan Gaya Kognitif Siswa Terhadap Hasil Belajar Matematika Siswa di Kelas VIII SMP Negeri 7 Kerinci. *Jurnal Ilmiah Ilmu Terapan Universitas Jambi*, *2*(2), 135–143. https://doi.org/10.22437/jiituj.v2i2.5988

Ikhlas, A. I., & Asyhar, R. . (2023). TRIK KONSOLIDASI PENDIDIKAN KARAKTER MELALUI MODEL PEMBELAJARAN PROJECT BASED LEARNING PADA PEMBELAJARAN MIPA. *Jurnal Review Pendidikan Dan Pengajaran*, *6*(4), 3228–3237. https://doi.org/10.31004/jrpp.v6i4.22554.

Ilham Kamaruddin. (2023). *Implementasi STEAM dalam Pembelajaran di Universitas Negeri Makassar*. Jurnal Pendidikan Teknologi, 1(2), 45-56.

Kukulska-Hulme, A., Lee, H., & Norris, L. (2021). Artificial Intelligence and the Future of Learning. *Journal of Educational Technology & Society*, *24*(1), 3-14.

Saavedra, A. R., & Opfer, V. D. (2020). Teaching and Learning in the Digital Age: The Impact of Technology on Learning and Education Systems. *International Review of Education*, *66*(3), 431-452.

Spady, W. G. (1994). *Outcome-Based Education: Critical Issues and Answers*. American Association of School Administrators.

Suprihartini, Y., Rukhmana, T. ., Ikhlas, A. ., Wahyuni, L. ., Prastawa, S. ., & Taryana, T. (2024). Implementasi Kurikulum Berbasis Kompetensi dalam Meningkatkan Kualitas Pendidikan di Universitas. *Indonesian Research Journal on Education*, *4*(3), 556 –. https://doi.org/10.31004/irje.v4i3.821.

Trilling, B., & Fadel, C. (2009). *21st Century Skills: Learning for Life in Our Times*. Jossey-Bass.

Wahab, A. ., Rukhmana, T. ., Ikhlas, A., Jahrir, A. S. ., & Andari, S. . (2024). Transformasi Pendidikan di Era Digital:: Pengaruh Pembelajaran Online terhadap Kualitas Pendidikan Mahasiswa. *Indonesian Research Journal on Education*, *4*(4), 3123 –. https://doi.org/10.31004/irje.v4i4.1490

Yakman, G., & Lee, H. (2012). Exploring the Exemplary STEAM Education in the U.S. as a Practical Educational Framework for Korea. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 32(6), 1072–1086. https://doi.org/10.14697/jkase.2012.32.6.1072

Yildirim, Z., & Sezer, B. (2020). Designing Interdisciplinary Learning Models in STEAM Education. *Journal of Educational Research and Practice*, *10*(4), 42-56.

Zawacki-Richter, O., Marín, V. I., Bond, M., & Gouverneur, F. (2019). Systematic Review of Research on Artificial Intelligence Applications in Higher Education – Where Are the Educators? *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 16(1), 39. https://doi.org/10.1186/s41239-019-0171-0