



Peningkatan Pemahaman IoT dan VR melalui Game Edukatif Interaktif di PKBM Banyutowo

Septian Cesare Arden, Yosef Argo Krismawan, Naufal Husnianto, Muhammad Hafidz Raisal, Zidan Firkhan Ali, Mustika Bintang Pramudya Santi, Rhema Thamariska, Muhammad Faried Saputra, Khoirul Huda Indra Atmoko, Cucuk Wawan Budiyanto*

Pendidikan Teknik Informatika dan Komputer, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sebelas Maret, Indonesia

ARTICLE INFO

Article History

Received : Jul 8, 2025

1st Revision : Jul 15, 2025

Accepted : Jul 22, 2025

Available Online : Jul 31, 2025

Keywords:

Digital competencies;

educational games;

interactive learning;

IoT;

VR

ABSTRACT

The high interest in technology at PKBM Banyutowo, which is not matched by the availability of devices, encourages the implementation of this community service activity. This community service initiative aims to enhance students' understanding and skills in Internet of Things (IoT) and Virtual Reality (VR) technologies through interactive learning methods using educational games. The program was conducted at PKBM Banyutowo, involving 10 elementary school participants. The implementation comprised three stages: preparation (developing IoT devices and VR games), execution (hands-on practice and simulations), and evaluation (via quizzes and reflections). Results indicated significant improvements in participants' grasp of IoT concepts and their enthusiasm for VR simulations. Challenges such as programming complexity and device availability were addressed through intensive mentoring and structured learning modules. The activity not only strengthened participants' technical competencies but also fostered sustained interest in digital technologies.

ABSTRAK

Tingginya minat teknologi di PKBM Banyutowo yang tidak diimbangi ketersediaan perangkat mendorong pelaksanaan kegiatan pengabdian masyarakat ini. Kegiatan pengabdian masyarakat ini bertujuan untuk meningkatkan pemahaman dan keterampilan peserta didik dalam teknologi Internet of Things (IoT) dan Virtual Reality (VR) melalui pendekatan pembelajaran interaktif berbasis game edukatif. Program ini dilaksanakan di PKBM Banyutowo Manisrenggo dengan melibatkan 10 peserta dari sekolah dasar. Metode pelaksanaan terdiri dari tiga tahap: persiapan (pengembangan perangkat IoT dan game VR), implementasi (praktik langsung dan simulasi), serta evaluasi (melalui kuis dan refleksi). Hasil menunjukkan peningkatan signifikan dalam pemahaman konsep IoT dan antusiasme peserta terhadap simulasi VR. Tantangan seperti kompleksitas pemrograman dan ketersediaan perangkat berhasil diatasi dengan pendampingan intensif dan modul pembelajaran terstruktur. Kegiatan ini tidak hanya memperkuat kompetensi teknis peserta tetapi juga menumbuhkan minat berkelanjutan terhadap teknologi digital.

*Corresponding Author

Email address:

cbudiyanto@staff.uns.ac.id



Dedikasi: Community Service Reports by UNS is licensed under Creative Commons Attribution

1. LATAR BELAKANG

Perkembangan teknologi digital yang pesat pada era Revolusi Industri 4.0 telah membawa perubahan signifikan di berbagai sektor, termasuk pendidikan. Integrasi teknologi mutakhir seperti Internet of Things (IoT) dan Virtual Reality (VR) ke dalam sistem pendidikan menciptakan peluang besar dalam pembentukan model pembelajaran yang lebih kontekstual, interaktif, dan imersif (Yadav, 2024).

Pendidikan tidak lagi terbatas pada ruang kelas fisik, melainkan berkembang menjadi ekosistem digital yang mendukung keterampilan abad ke-21, seperti berpikir kritis, kreativitas, kolaborasi, dan komunikasi (Nasution et al., 2024).

Dalam konteks ini, teknologi pembelajaran berbasis digital, termasuk e-book, multimedia, platform daring, dan simulasi VR, terbukti meningkatkan keterlibatan peserta didik serta memperkaya pengalaman belajar mereka (Chastanti et al., 2024). Teknologi tersebut tidak hanya menyederhanakan akses informasi, tetapi juga meningkatkan efektivitas pengajaran melalui interaksi visual dan narasi berbasis media. Namun, penerapan teknologi dalam pendidikan juga menghadapi tantangan, seperti kesenjangan digital, kurangnya pelatihan guru, serta hambatan dalam integrasi kurikulum (Nasution et al., 2024).

Salah satu instansi yang memerlukan integrasi teknologi dalam aktivitasnya adalah Pusat Kegiatan Belajar Masyarakat (PKBM) (Hidayah et al., 2025). PKBM Banyutowo yang terletak di Kecamatan Manisrenggo, Kabupaten Klaten memberikan layanan pendidikan nonformal yang berfungsi sebagai pelengkap, pengganti, atau tambahan bagi pendidikan formal untuk masyarakat yang membutuhkan pengembangan diri dan pengetahuan guna mendukung pemberdayaan mereka. Program MBKM ini sejalan dengan tujuan PKBM Banyutowo dengan memberikan layanan pendidikan kejar paket kepada masyarakat setempat yang membutuhkan. Materi pelatihan yang akan diberikan dirancang agar selaras dengan kebutuhan keterampilan abad ke-21 dan bertujuan untuk meningkatkan literasi teknologi.

Terlihat adanya ketimpangan antara minat siswa yang tinggi terhadap teknologi IoT dan VR dengan keterbatasan akses peralatan yang memadai di PKBM Banyutowo. Kondisi ini mencerminkan tantangan nyata dalam pemerataan kesempatan belajar berbasis teknologi, di mana motivasi dan antusiasme siswa tidak diimbangi dengan dukungan infrastruktur yang memadai. Meski demikian, potensi besar yang dimiliki siswa tersebut dapat menjadi modal penting untuk pengembangan solusi inovatif, seperti pemanfaatan game edukatif berbasis VR dan IoT. Hal ini sejalan dengan prinsip inklusivitas dalam pembelajaran digital, yang menekankan adaptasi teknologi sesuai konteks dan sumber daya lokal, sehingga memastikan tidak ada peserta didik yang tertinggal meski dalam keterbatasan fasilitas (Muharam et al., 2023). Upaya semacam ini tidak hanya menjawab tantangan akses, tetapi juga memanfaatkan minat siswa sebagai penggerak utama dalam menciptakan pembelajaran yang bermakna dan relevan dengan kebutuhan era digital.

Salah satu pendekatan inovatif yang mampu menjawab tantangan tersebut adalah pengembangan game edukatif yang menggabungkan teknologi VR dan IoT. Game edukatif dinilai mampu menghadirkan pengalaman belajar berbasis masalah (*problem-based learning*) dan berorientasi pada proyek (*project-based learning*), sehingga memfasilitasi siswa untuk mengembangkan kompetensi digital dan pemahaman konseptual secara aktif dan menyenangkan (Herlandy dalam Chastanti et al., 2024). Inovasi ini didukung oleh penelitian Zhu et al. (2023), yang mengembangkan sistem LearnIoTVR, sebuah lingkungan belajar berbasis VR yang memungkinkan siswa untuk memprogram dan menguji sistem IoT secara langsung dalam simulasi dunia nyata. Hasilnya menunjukkan peningkatan pemahaman siswa terhadap konsep IoT dan keterampilan pemrograman (Zhu et al., 2023).

Di Indonesia, kebutuhan akan literasi teknologi semakin mendesak, seiring dengan meningkatnya tuntutan dunia kerja dan berkembangnya industri berbasis digital. Inisiatif seperti yang dilakukan oleh SMK Informatika Bina Generasi melalui program "Melek Teknologi dan Inovasi" menjadi contoh konkret upaya integrasi teknologi IoT dan konsep Smart Home dalam kegiatan belajar mengajar. Program ini tidak hanya bertujuan untuk membekali siswa dengan keterampilan teknis, tetapi juga untuk menumbuhkan pola pikir kritis, inovatif, dan adaptif terhadap perubahan (Muharam et al., 2023).

Penerapan pendekatan inovatif berbasis teknologi, termasuk VR dan IoT dalam pembelajaran, juga

berkontribusi dalam menciptakan ruang belajar yang inklusif (Hotar et al., 2024). Inklusivitas di sini merujuk pada kemudahan akses, adaptasi terhadap gaya belajar berbeda, serta pemberdayaan semua peserta didik melalui media belajar yang ramah teknologi. Strategi ini menjadi penting, terutama dalam menciptakan ruang belajar yang responsif terhadap keragaman dan kebutuhan belajar siswa.

Dengan mempertimbangkan tantangan global pendidikan, kebutuhan kompetensi digital abad ke-21, serta peluang teknologi yang tersedia, artikel ini bertujuan untuk mengkaji pengembangan inovasi pembelajaran digital melalui game edukatif berbasis VR dan IoT. Pendekatan ini diharapkan mampu meningkatkan kompetensi peserta didik secara holistik, memperkuat penguasaan teknologi praktis, dan menciptakan sistem pembelajaran yang adaptif, inklusif, serta berkelanjutan di era digital.

2. TINJAUAN PUSTAKA

INOVASI PEMBELAJARAN DIGITAL

Inovasi pembelajaran digital merupakan respons terhadap tuntutan zaman dalam dunia pendidikan yang kian terhubung secara teknologi. Transformasi ini tidak hanya melibatkan digitalisasi materi ajar, tetapi juga mencakup perubahan paradigma dalam proses belajar-mengajar itu sendiri. Pembelajaran digital membuka peluang bagi peserta didik untuk terlibat secara aktif dan mandiri dalam membangun pengetahuan melalui akses informasi yang lebih luas dan beragam. Dalam konteks ini, teknologi seperti *Augmented Reality* (AR), *Virtual Reality* (VR), dan *Internet of Things* (IoT) telah menjadi penggerak utama pembelajaran berbasis pengalaman (*experiential learning*) dan kontekstual (Toto Nugroho et al., 2025).

Leliavia (2023) menekankan bahwa media berbasis AR sebagai salah satu bentuk inovasi mampu menggabungkan antara realitas fisik dengan konten digital secara simultan dalam kegiatan pembelajaran. Hal ini meningkatkan daya tarik serta memperkuat retensi peserta didik terhadap materi yang diajarkan.

Selain itu, Teknowijoyo & Marpelina (2022) menjelaskan bahwa industri 4.0 dan *society 5.0* membawa konsekuensi logis berupa pergeseran dari model pembelajaran konvensional menuju sistem pembelajaran digital yang berbasis teknologi cerdas. Integrasi sistem berbasis *big data*, kecerdasan buatan (AI), dan IoT dalam dunia pendidikan mendorong personalisasi pembelajaran, pengambilan keputusan berbasis data, serta optimalisasi proses belajar.

Dalam konteks pendidikan di Indonesia, Syawang (2024) menyebut bahwa tantangan terbesar dalam mengembangkan inovasi pembelajaran digital bukan hanya pada aspek infrastruktur, tetapi juga kesiapan sumber daya manusia, khususnya guru, untuk mengadopsi teknologi secara berkelanjutan. Pendidikan yang efektif dan efisien di era Revolusi Industri 4.0 menuntut sinergi antara pedagogi modern, teknologi mutakhir, dan manajemen pembelajaran yang adaptif.

GAME EDUKATIF DAN KOMPETENSI PEMBELAJAR

Game edukatif merupakan salah satu bentuk inovasi pembelajaran yang memanfaatkan prinsip-prinsip permainan untuk mencapai tujuan pendidikan. Dengan mekanisme reward, tantangan, dan interaktivitas, game edukatif memiliki potensi besar dalam membentuk pengalaman belajar yang menyenangkan sekaligus bermakna. Dalam konteks pengembangan kompetensi, game edukatif dinilai mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis, pemecahan masalah, kolaborasi, serta kreativitas siswa—kompetensi-kompetensi yang sangat relevan dengan kebutuhan abad ke-21 (Patras, Y. E. et al., 2024).

Permana (2022) menyoroti bagaimana model game-based learning (GBL) berperan dalam memfasilitasi proses belajar generasi digital native yang cenderung memiliki gaya belajar aktif, visual, dan partisipatif. Melalui penggunaan game, peserta didik tidak hanya menjadi konsumen informasi, tetapi juga menjadi aktor yang aktif dalam mengeksplorasi, mencoba, dan merefleksikan pengalaman

belajarnya.

Penelitian oleh Aulia et al. (2024) mendukung argumen tersebut dengan menunjukkan bahwa game edukatif berbasis AI dan VR memungkinkan penciptaan lingkungan belajar yang imersif, di mana siswa dapat berinteraksi dengan objek pembelajaran dalam bentuk virtual yang menyerupai dunia nyata. Ini memberikan kesempatan bagi peserta didik untuk melakukan eksplorasi konsep-konsep kompleks secara visual dan kontekstual.

Lebih lanjut, penerapan game edukatif berbasis web di sekolah dasar terbukti meningkatkan antusiasme belajar, khususnya pada mata pelajaran yang dianggap sulit atau membosankan. Game digital memberikan pengalaman belajar yang tidak hanya kognitif, tetapi juga afektif dan sosial (Syam, N., & Khusna, R., 2025).

Dalam perspektif psikologi pendidikan, game edukatif memberikan ruang bagi pembelajaran untuk menguji hipotesis, mengulangi eksperimen, dan belajar dari kesalahan secara aman dan tanpa risiko nyata. Hal ini sangat penting dalam membentuk kepercayaan diri dan kematangan berpikir (Setiawan, W., 2024).

Sementara itu, penelitian oleh Subiyakto et al. (2023) memperkuat urgensi penerapan teknologi IoT dalam game edukatif sebagai alat bantu pembelajaran untuk memperkenalkan siswa pada konsep-konsep teknologi canggih sejak dini. Game yang terintegrasi dengan perangkat fisik seperti sensor dan aktuator membantu siswa menghubungkan teori dengan dunia nyata.

INTEGRASI VR DAN IOT DALAM PENDIDIKAN

Integrasi teknologi *Virtual Reality* (VR) dan *Internet of Things* (IoT) dalam dunia pendidikan telah membuka dimensi baru dalam menciptakan pembelajaran yang interaktif, imersif, dan kontekstual. VR memungkinkan peserta didik mengeksplorasi lingkungan belajar buatan secara 3D, sementara IoT menyediakan koneksi antarperangkat yang dapat memantau, mengontrol, dan menganalisis aktivitas belajar secara real-time (Putra et al., 2024). Kolaborasi keduanya menjadi pondasi penting dalam pengembangan sistem pembelajaran berbasis pengalaman (*experiential learning*) dan data-driven education.

Muharam et al. (2025) menyatakan bahwa pemanfaatan teknologi smart home berbasis IoT sebagai media pembelajaran memperlihatkan potensi besar dalam membantu siswa memahami konsep sains dan teknologi secara aplikatif. Melalui simulasi perangkat IoT seperti sensor suhu, kelembapan, dan kontrol otomatis, siswa dapat melihat hubungan langsung antara teori dan praktik.

Penelitian lainnya oleh Teknowijoyo & Marpelina (2022) juga menegaskan bahwa integrasi teknologi pintar seperti IoT dan VR merupakan respon terhadap disrupti teknologi pada era industri 4.0 dan society 5.0. Keduanya tidak hanya menawarkan kenyamanan dalam pembelajaran jarak jauh, tetapi juga menyediakan peluang untuk menganalisis perilaku belajar peserta didik secara mendalam dengan bantuan data sensor.

Amalia (2022) juga membahas pentingnya penyelarasan kurikulum pembelajaran abad 21 dengan integrasi teknologi VR. Dalam temuannya, penggunaan VR classroom simulation secara signifikan meningkatkan partisipasi dan empati siswa karena mereka dapat "masuk" ke dalam konteks sosial atau sejarah yang sedang dipelajari.

Pada konteks pembelajaran vokasional dan STEM, integrasi VR dan IoT dapat menciptakan laboratorium virtual yang mensimulasikan kondisi dunia kerja sebenarnya. Ini sangat berguna terutama dalam keterbatasan fasilitas fisik di sekolah-sekolah. Soegiarto et al., (2023) menyoroti potensi penggunaan kecerdasan buatan dan teknologi berbasis IoT untuk mendukung kegiatan belajar berbasis proyek (*project-based learning*), dengan sistem monitoring otomatis dan umpan balik real-time.

IMPLIKASI GAME EDUKATIF DALAM PEMBELAJARAN INTERAKTIF

Game edukatif tidak hanya memberikan pendekatan yang menyenangkan dalam pembelajaran, tetapi juga memainkan peran penting dalam menciptakan lingkungan belajar yang interaktif, partisipatif, dan berbasis pengalaman (Ananda et al., 2024). Dalam sistem pembelajaran modern, keberadaan interaktivitas ini menjadi krusial karena dapat meningkatkan keterlibatan emosional, sosial, dan kognitif siswa secara simultan.

Aulia et al. (2024) menyampaikan bahwa penggabungan teknologi *Artificial Intelligence* (AI) dan *Virtual Reality* (VR) dalam desain permainan edukatif menciptakan lingkungan belajar yang imersif, di mana peserta didik dapat berinteraksi secara langsung dengan objek pembelajaran. Dengan demikian, keterlibatan siswa meningkat karena pembelajaran tidak lagi bersifat satu arah, melainkan dua arah yang responsif dan kontekstual.

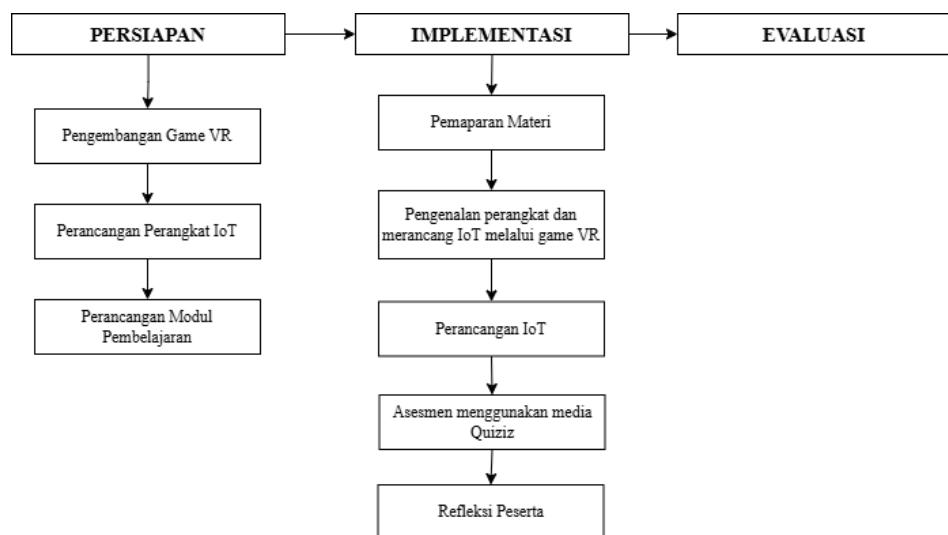
Studi oleh Mahrudin et al., (2025) menunjukkan bahwa penggunaan game edukatif berbasis web yang diterapkan di sekolah dasar meningkatkan minat belajar siswa dalam pelajaran matematika dan IPA. Game yang dirancang dengan elemen-elemen kompetitif, naratif, dan visual menarik mampu menciptakan suasana belajar yang lebih aktif dan kreatif.

Amaliah et al. (2024) juga menemukan bahwa pendekatan game edukatif dalam pembelajaran karakter terbukti efektif meningkatkan kesadaran nilai-nilai positif di kalangan siswa sekolah dasar. Ketika materi pembelajaran dikemas dalam format permainan yang mengandung unsur lokalitas, seperti dongeng atau cerita rakyat, siswa lebih mudah menyerap nilai-nilai moral dan sosial.

Sementara itu, Kaliongan et al. (2023) menekankan bahwa pembelajaran berbasis permainan bukan hanya memberikan fun learning, melainkan juga meningkatkan ketahanan belajar siswa (learning resilience), karena permainan mengandung sistem umpan balik, percobaan berulang, dan pembelajaran dari kegagalan yang sangat mendekati situasi kehidupan nyata.

3. METODE PELAKSANAAN

Kegiatan pengabdian masyarakat ini dilaksanakan melalui tiga tahapan utama. Berikut penjelasan mengenai setiap tahapan pelaksanaan kegiatan yang terdapat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alur Pelaksanaan Program

PERSIAPAN

Tahap persiapan merupakan fondasi utama dalam pelaksanaan kegiatan pengabdian ini, yang mencakup analisis kebutuhan, perancangan, serta pengembangan media dan perangkat yang akan digunakan. Melalui survei awal, tim melakukan identifikasi kebutuhan peserta didik dan fasilitas pendukung, yang mengarah pada perlunya pemanfaatan teknologi *Internet of Things (IoT)* dan media *Virtual Reality (VR)* dalam proses pembelajaran. Berdasarkan hasil tersebut, dilakukan perancangan perangkat *IoT* menggunakan sensor suhu dan kelembapan *DHT11* serta mikrokontroler *ESP8266* yang dikonfigurasi melalui aplikasi *Arduino IDE*. Perangkat ini dirancang untuk memberikan pengalaman belajar nyata yang dapat diamati secara langsung oleh peserta didik.

Secara paralel, dilakukan pula pengembangan media interaktif berbasis *VR* dengan memanfaatkan platform *Unity* dan perangkat *VR Oculus Quest 2*. Media ini bertujuan untuk menyajikan lingkungan belajar yang imersif, yang membantu peserta didik memahami konsep *IoT* dan cara kerja sensor melalui simulasi visual tiga dimensi. Agar proses implementasi berjalan optimal, tim juga menyelenggarakan pelatihan teknis terkait instalasi, pengoperasian, dan integrasi perangkat *IoT* serta penggunaan media *VR*.

IMPLEMENTASI

Tahap implementasi merupakan proses pelaksanaan kegiatan secara langsung dengan melibatkan peserta didik sebagai subjek utama pembelajaran. Dalam kegiatan ini, peserta didik dibagi menjadi dua tim. Tim pertama difokuskan pada praktik penggunaan perangkat *Internet of Things (IoT)*, di mana mereka merakit dan menguji alat pemantau suhu dan kelembapan menggunakan sensor *DHT11* yang terhubung dengan mikrokontroler *ESP8266*. Melalui bimbingan modul yang telah disusun, peserta didik mempelajari cara merangkai perangkat keras, mengunggah kode program melalui *Arduino IDE*, serta membaca dan menganalisis data hasil pengukuran yang diperoleh.

Sementara itu, tim kedua memanfaatkan media pembelajaran berbasis *Virtual Reality (VR)* untuk mengeksplorasi konsep dan penerapan *IoT* secara interaktif. Menggunakan perangkat *Oculus Quest 2* dan aplikasi yang dikembangkan di *Unity*, peserta didik diajak menjelajahi simulasi lingkungan yang menggambarkan cara kerja sensor dan alur data dari perangkat *IoT*. Pengalaman imersif ini memberikan pemahaman visual dan spasial yang mendalam, sehingga memperkuat konsep yang telah dipelajari. Setelah sesi pertama selesai, kedua tim bertukar peran agar setiap peserta memperoleh pengalaman belajar secara utuh dari kedua pendekatan tersebut. Pendekatan ini bertujuan untuk meningkatkan keterlibatan aktif peserta didik dan mendorong pemahaman yang lebih komprehensif terhadap teknologi *IoT* melalui kombinasi praktik langsung dan eksplorasi digital.

EVALUASI

Tahap evaluasi dilakukan berdasarkan respon peserta didik serta media pembelajaran yang digunakan selama kegiatan. Evaluasi dilaksanakan dalam dua bentuk, yaitu penilaian kognitif melalui platform *Quizizz* dan evaluasi afektif melalui lembar refleksi individu. Penggunaan *Quizizz* sebagai alat evaluasi dipilih karena memiliki fitur gamifikasi seperti skor waktu nyata, papan peringkat, dan elemen visual yang menarik, sehingga mampu meningkatkan motivasi dan antusiasme peserta didik dalam menjawab soal. Kuis ini mencakup pertanyaan-pertanyaan yang menguji pemahaman peserta terhadap konsep dasar *IoT*, cara kerja sensor, serta pengalaman mereka dalam menggunakan media *VR* dan perangkat *IoT*. Selain penilaian berbasis kuis, peserta didik juga diminta untuk mengisi lembar refleksi yang dirancang untuk menggali pengalaman belajar mereka secara lebih mendalam. Melalui lembar refleksi, peserta didik diberikan ruang untuk mengevaluasi proses belajar mereka secara personal, sekaligus menjadi umpan balik yang penting bagi pengembangan kegiatan serupa di masa

mendatang.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan MBKM ini berhasil mengimplementasikan tiga pilar *deep learning*, *mindful learning*, *meaningful learning*, dan *joyful learning* melalui pendekatan teknologi IoT dan game edukasi berbasis VR. Evaluasi menunjukkan bahwa integrasi ketiga pilar tersebut menciptakan pengalaman belajar yang holistik dan berdampak positif bagi peserta.

Pembelajaran *mindful* tercapai ketika peserta menyadari keunikan cara belajar mereka melalui eksplorasi teknologi (Bordunos et al., 2024). Demonstrasi sensor suhu IoT dan simulasi VR memberikan kesempatan setiap anak untuk berinteraksi sesuai kecepatan dan gaya belajar masing-masing. Misalnya, beberapa peserta lebih tertarik pada aspek teknis perakitan IoT, sementara yang lain lebih antusias mengeksplorasi dunia virtual. Fasilitasi dalam kelompok kecil (4–5 orang) memperkuat pendekatan personal ini, di mana fasilitator dapat menyesuaikan bimbingan berdasarkan respons individu. Hasil observasi menunjukkan bahwa sebagian besar peserta aktif bertanya tentang aplikasi teknologi dalam kehidupan sehari-hari, mengindikasikan kesadaran akan relevansi materi bagi diri mereka.

Pilar *meaningful learning* terwujud melalui keterlibatan peserta dalam eksperimen langsung (Bordunos et al., 2024). Perakitan alat IoT dan uji coba sensor suhu tidak hanya mengajarkan prinsip elektronik dasar, tetapi juga mendorong peserta untuk menghubungkannya dengan masalah nyata, seperti memantau suhu ruangan di PKBM. Sementara itu, game edukasi VR dirancang dengan skenario simulasi beberapa kondisi suhu yang berbeda, memicu diskusi tentang pengalaman yang pernah mereka alami. Peserta terlihat mampu menjelaskan kembali konsep tersebut dengan bahasa mereka sendiri, menandakan pemahaman yang mendalam.

Aspek *joyful learning* menjadi kunci motivasi peserta, terutama melalui simulasi VR dan kuis interaktif menggunakan Quizizz. Sensasi "bermain" dalam dunia virtual membuat peserta tanpa sadar mempelajari konsep sains, sementara kompetisi sehat dalam kuis memacu semangat mereka untuk menjawab pertanyaan (Sumandal, 2022). Teramatinya bahwa mayoritas peserta menunjukkan ekspresi antusias dan semangat saat terlibat dalam aktivitas berbasis game, mengindikasikan tingginya tingkat keterlibatan (engagement).

EVALUASI PEMBELAJARAN DENGAN PERANGKAT IOT DAN VR

Penerapan *Internet of Things* (IoT) dan *Virtual Reality* (VR) sebagai media pembelajaran membawa berbagai manfaat. Melalui IoT, peserta tidak hanya mempelajari teori tetapi juga berkesempatan mengaplikasikan pengetahuan secara nyata, seperti merancang sensor suhu menggunakan modul ESP8266. Hal ini mendorong pemahaman yang lebih mendalam sekaligus mengasah keterampilan teknis dan problem solving. Sementara itu, VR menciptakan lingkungan belajar yang imersif, sehingga peserta dapat melakukan simulasi interaktif misalnya dalam game edukasi tentang pengenalan perangkat serta perancangan sensor suhu sehingga konsep abstrak menjadi lebih mudah dipahami dan menarik.

Namun, implementasi IoT dan VR tidak terlepas dari tantangan. Pada program pembelajaran IoT, kompleksitas pemrograman modul seperti ESP8266 dapat menjadi hambatan, terutama bagi pemula. Untuk mengatasi hal ini, pengajar dapat menyiapkan kode pemrograman terlebih dahulu dan fokus pada penjelasan poin-poin pentingnya, sehingga peserta didik dapat lebih mudah memahami alur dan logika pemrograman. Di sisi lain, VR menghadapi kendala terkait ketersediaan perangkat yang memadai, seperti headset VR dan komputer dengan spesifikasi tinggi, yang memerlukan biaya tidak

sedikit. Tantangan lain muncul dari antusiasme peserta didik yang tinggi, yang terkadang membuat mereka tidak sabar untuk segera mencoba teknologi ini. Sehingga diperlukan manajemen waktu dan pengaturan kelompok yang baik agar semua peserta mendapat kesempatan yang adil.

Pengalaman di PKBM Banyutowo menunjukkan bahwa pendekatan kolaboratif dan pendampingan yang adaptif dapat membantu peserta didik menavigasi tantangan tersebut. Dengan menyediakan modul pembelajaran yang terstruktur dan memberikan ruang untuk eksplorasi mandiri, peserta didik perlahan-lahan membangun kepercayaan diri dalam menggunakan IoT dan VR. Hasilnya, teknologi ini tidak hanya menjadi alat bantu belajar, tetapi juga membuka perspektif baru tentang bagaimana teknologi dapat digunakan untuk memahami isu-isu kompleks, seperti keberlanjutan energi, secara lebih holistik.

DAMPAK TERHADAP PESERTA

Pembelajaran berbasis IoT dan VR telah memberikan dampak bagi peserta, khususnya dalam membangun pemahaman konseptual melalui pengalaman langsung (*hands-on experience*) dan meningkatkan motivasi belajar melalui gamifikasi dalam meningkatkan hasil belajar. Kegiatan praktik merakit perangkat IoT seperti sensor suhu menggunakan ESP8266 tidak hanya mengajarkan teori, tetapi juga mengembangkan keterampilan teknis penting seperti pemrograman dan perakitan komponen elektronik. Simulasi VR yang imersif semakin memperkaya pembelajaran dengan memvisualisasikan konsep abstrak menjadi pengalaman konkret, seperti terlihat dalam game simulasi pengukur suhu yang membantu siswa memahami prinsip kerja teknologi secara interaktif dan menyenangkan. Hasil refleksi dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil refleksi dari setiap responden

| PERNYATAAN | RESPONDEŃ | | | | | | | | | |
|---|-----------|---|---|---|---|----|----|---|---|---|
| | PAM | D | Y | U | M | AF | AZ | H | Z | F |
| Peningkatan pemahaman dasar IoT & komponennya | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 3 | 4 |
| Game simulasi membantu visualisasi IoT secara interaktif | 4 | 4 | 2 | 2 | 4 | 2 | 4 | 4 | 3 | 2 |
| Diskusi kelompok memperkaya perspektif pemahaman | 4 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 3 | 3 |
| Kesadaran manfaat alat pengukur suhu dalam kehidupan sehari-hari | 4 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 4 | 4 | 3 | 2 |
| Latihan merangkai komponen elektronik (ESP8266 & sensor) | 4 | 3 | 2 | 3 | 2 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3 |
| Pentingnya pengujian di lingkungan berbeda untuk akurasi | 4 | 4 | 3 | 2 | 2 | 4 | 4 | 4 | 3 | 4 |
| Kesulitan menyambungkan kabel sensor, terselesaikan dengan bantuan guru | 4 | 3 | 3 | 4 | 2 | 3 | 3 | 4 | 3 | 3 |
| Kepuasan saat alat berhasil menampilkan suhu di LCD | 4 | 4 | 3 | 3 | 3 | 4 | 2 | 4 | 3 | 3 |
| Ketertarikan merancang alat IoT lebih kompleks di sesi berikutnya | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 3 | 2 |
| Minat belajar IoT & teknologi sensor meningkat | 4 | 3 | 4 | 3 | 3 | 4 | 4 | 3 | 4 | 4 |

Refleksi siswa menunjukkan bahwa pendekatan ini berhasil menciptakan pengalaman belajar yang mendalam. Diskusi kelompok pasca-simulasi memfasilitasi pertukaran perspektif dan pemecahan masalah bersama, terutama saat menghadapi tantangan teknis seperti penyambungan kabel. Momen ketika alat buatan mereka berhasil menampilkan data suhu secara akurat memberikan kepuasan

tersendiri dan meningkatkan kepercayaan diri. Akan tetapi, peserta juga memberikan masukan berharga untuk perbaikan, seperti perlunya durasi lebih lama untuk sesi VR, tantangan yang lebih besar, dan variasi permainan edukatif yang lebih banyak.

Penerapan gamifikasi melalui platform seperti Quizizz melengkapi pengalaman belajar ini dengan meningkatkan motivasi melalui elemen kompetitif yang menyenangkan. Hal ini selaras dengan penelitian yang dilakukan oleh Connery et al. (2025), yang mana platform quizziz dapat meningkatkan motivasi pada materi trigonometri tingkat SMA. Pendekatan berbasis permainan ini tidak hanya membuat pembelajaran lebih menarik, tetapi juga mendorong partisipasi aktif baik secara individu maupun kelompok. Kombinasi antara pengalaman praktis IoT, simulasi VR, dan gamifikasi yang interaktif menciptakan ekosistem pembelajaran yang holistik, tidak hanya mengembangkan kompetensi teknis tetapi juga menumbuhkan minat berkelanjutan terhadap teknologi. Hasilnya terlihat dari antusiasme siswa untuk mengeksplorasi proyek yang lebih kompleks, menunjukkan bahwa pendekatan ini berhasil membangun pondasi kuat bagi pengembangan keterampilan digital di era 4.0.

5. KESIMPULAN

Kegiatan pengabdian masyarakat dengan tema "Penerapan Teknologi IoT dan Game Edukasi di PKBM Banyutowo Manisrenggo" telah berhasil meningkatkan pemahaman dan keterampilan peserta dalam bidang *Internet of Things* (IoT) dan *Virtual Reality* (VR). Melalui metode pembelajaran interaktif yang menggabungkan praktik langsung dengan simulasi VR, peserta menunjukkan peningkatan dalam pemahaman konsep teknis serta antusiasme terhadap teknologi digital. Tantangan seperti kompleksitas pemrograman dan ketersediaan perangkat berhasil diatasi melalui pendampingan intensif dan modul pembelajaran terstruktur. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa kombinasi IoT dan VR memperkuat kompetensi teknis peserta serta menumbuhkan minat berkelanjutan dalam penguasaan teknologi. Kegiatan ini menunjukkan bahwa inovasi pembelajaran berbasis teknologi dapat menciptakan pengalaman belajar yang komprehensif, adaptif, dan inklusif di era Revolusi Industri 4.0.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Kami menyampaikan penghargaan yang tulus kepada semua pihak yang terlibat, termasuk para peserta, fasilitator, dan mitra PKBM Banyutowo Manisrenggo, atas partisipasi dan kontribusinya dalam kesuksesan program ini. Ucapan terima kasih juga kami sampaikan kepada tim dan dosen pembimbing yang telah memberikan dukungan teknis dan akademik. Artikel ini dipublikasikan dengan tujuan memenuhi salah satu syarat rekognisi mata kuliah Kuliah Kerja Nyata (KKN) yang diselenggarakan oleh Universitas Sebelas Maret melalui program MBKM Membangun Desa 2025. Semoga kolaborasi ini dapat terus berlanjut untuk pengembangan pendidikan berbasis teknologi di masa mendatang.

7. DAFTAR RUJUKAN

- Amalia, M. (2022). Inovasi pembelajaran kurikulum merdeka belajar di era Society 5.0 untuk revolusi industri 4.0. <http://prosiding.unipma.ac.id/index.php/SENASSDRA>
- Amaliah, N., Kurnia, St. A., Maharani, Haris, A. S. A., Wahyu, A. S., & Poerwanto, B. (2024). Pelatihan inovasi pembelajaran berbasis permainan edukatif untuk meningkatkan karakter siswa sekolah dasar. *JILPI*, 2(4), 909–922. <https://doi.org/10.57248/jilpi.v2i4.436>
- Ananda, E. R., Irawan, W. H., & Abdussakir, A. (2024). Strategi meningkatkan partisipasi siswa dalam pembelajaran berhitung matematika melalui penggunaan game edukasi kartu pintar. *Al Madrasah, Jurnal Pendidikan Madrasah Ibtidaiyah*, 8(3), 1238. <https://doi.org/10.35931/am.v8i3.3634>

- Aulia, H., Syaharuddin, Mandailina, V., & Abdillah. (2024). SEMNAPTIKA IV, Pemanfaatan artificial intelligence dalam pembelajaran 2.1 berbasis etnomatematika, Peran artificial intelligence dalam mengembangkan lingkungan pembelajaran berbasis permainan yang imersif.
- Bordunos, A., Милетич, М., & Volkova, N. (2024). Mindful learning, Principles and prospect of use in higher education. *Psychological Science and Education*, 29(4), 16–30. <https://doi.org/10.17759/pse.2024290402>
- Connery, D. C. P., Edah, J., Muhammad Ihsan Saladin, Arinda Yulistiyani, Stevani Priscila, & Eka Septiani. (2025). Pengaruh gamifikasi menggunakan Quizziz terhadap motivasi belajar trigonometri siswa SMAS Sandikta. *Katalis Pendidikan, Jurnal Ilmu Pendidikan dan Matematika*, 2(3), 238–248. <https://doi.org/10.62383/katalis.v2i3.2141>
- Elizabeth Patras, Y., Yolanita, C., Akmal Wildan, D., Fajrudin, L., Pakuan, U., & Sultan Ageng Tirtayasa, U. (n.d.). *Kalam Cendekia, Jurnal Ilmiah Kependidikan*, Pembelajaran berbasis STEM di sekolah dasar guna meningkatkan kemampuan berpikir kritis dalam rangka menyongsong pencapaian kompetensi siswa abad 21.
- Hidayah, D., Rosmuliawati, A. S., Munandar, A. H., Herlina, N., & Handayani, S. (2025). Perencanaan strategik sistem pembelajaran dalam upaya meningkatkan kualitas belajar siswa Paket C di PKBM Bina Bangsa Purwakarta. *Indonesian Research Journal on Education*, 5(4), 818–832. <https://doi.org/10.31004/irje.v5i4.2714>
- Hotar, N., Baran, B., Tokuç, A., Güzel, E. B., Akdoğan, F. S., Karagöz, E., Güney, L. Ö., Yıldız, C., Yacı, Ş. N., Eraslan, D., Dizdaroglu, A., Apdik, S. N., Tanaslan, M., & Bozdağ, Ö. (2024). Designing adaptive learning space by integrating technology to a sustainable classroom. *Advances in Educational Technologies and Instructional Design Book Series*, 126–163. <https://doi.org/10.4018/979-8-3693-3641-0.ch006>
- Julia Ningsih Nasution, Anggi Emalia Putri, Yulianti Lubis, Rezeky Tua Siagian, & Andi Taufiq Umar. (n.d.). *Jurnal PkM Abdirahma*, Melek teknologi dan inovasi membangun generasi cerdas di era digital dengan IoT dan smart home SMK Informatika Bina Generasi, 3(1).
- Kaliongga, A., Iriani, A., & Mawardi. (2023). Reintegrasi dan kontekstualisasi kearifan lokal Sintuwu Maroso, Upaya menjawab tantangan pendidikan di era revolusi industri 4.0 menuju Society 5.0. <https://doi.org/10.24246/j.js.2023.v13.i2.p117-127>
- Leliavia. (2023). Literature review, Media pembelajaran augmented reality (AR) sebagai inovasi di era revolusi industri 4.0. *KHAPRO*, 4(1). <https://doi.org/10.62099/khapro.v4i1.41>
- Mahrudin, A., Hanipa, S. L. N., Ramlan, Z. Z., Kulsum, D. P., & Prasetyo, T. (2025). Implementasi pembelajaran interaktif melalui games edukasi berbasis web pada siswa kelas VI SDN Cigombong 05. *Educivilia, Jurnal Pengabdian pada Masyarakat*, 6(1), 104–113. <https://doi.org/10.30997/ejpm.v6i1.15744>
- Muharam, D., Muda, Y. E., Yoga, H., Adzandani, G. H., Al Qorni, M. F., & Nugraha, S. H. P. A. (2025). *Jurnal PkM Abdirahma*, Melek teknologi dan inovasi membangun generasi cerdas di era digital dengan IoT dan smart home SMK Informatika Bina Generasi, 3(1).
- Pelajaran Matematika di Sirojul Athfal Rohayati, M. M., Syam, N., Khusna, R., Sirojul Athfal, M., Blang Rakal, M., & Salafiyah Sengon, M. (2025). Penerapan game edukatif digital berbasis Android untuk meningkatkan motivasi dan hasil belajar siswa. *Journal of 21st Century Learning*, 1(1). <https://ojs.jurnalstuditindakan.id/j21cl>
- Pendidikan, D. (n.d.). Inovasi pembelajaran.
- Permana, N. S. (2022). Game based learning sebagai salah satu solusi dan inovasi pembelajaran bagi generasi digital native. *Jurnal Pendidikan Agama Katolik (JPAK)*, 22(2). <https://doi.org/10.34150/jpak.v22i2.433>
- Putra, L. D., Shiddiq, A. J., Khafi, I., & Nugroho, B. (2024). Integrasi teknologi immersive learning dalam pembelajaran sekolah dasar. *Jurnal Riset Madrasah Ibtidaiyah (JURMIA)*, 4(2), 218–230. <https://doi.org/10.32665/jurmia.v4i2.3349>
- Setiawan, W., Madjid, A., Pengantar, M., & Syukur Rahmatullah, A. (n.d.). Teori dan praktik.
- Soegiarto, I., Hasnah, S., Annas, A. N., Sundari, S., & Dhaniswara, E. (2023). Inovasi pembelajaran berbasis teknologi artificial intelligences (AI) pada sekolah kedinasan di era revolusi industri 4.0 dan Society 5.0.
- Subiyakto, B., Putro, H. P. N., & Jumriani. (2023). *Laporan akhir program dosen wajib mengabdi*, Program

- kemitraan bersama komunitas pendidikan We Inspire Kota Banjarmasin dalam rangka inovasi pembuatan media pembelajaran game edukatif Android berbasis produk lokal.
- Sumandal, A. H. (2022). The use of computer-based interactive games in teaching science concepts for struggling learners, Basis for a compilation of recommended games in teaching. *International Journal of Multidisciplinary*, 3(2), 155–161. <https://doi.org/10.11594/ijmaber.03.02.03>
- Syawang, S. D. A. (2024). Inovasi pendidikan Indonesia yang efektif dan efisien di era revolusi industri 4.0. *Indo-MathEdu Intellectuals Journal*, 5(2), 2451–2462. <https://doi.org/10.54373/imeij.v5i2.1008>
- Teknowijoyo, F., & Marpelina, L. (2022). Relevansi industri 4.0 dan Society 5.0 terhadap pendidikan di Indonesia. *Educatio*, 16(2), 173–184. <https://doi.org/10.29408/edc.v16i2.4492>
- Toto Nugroho, M., Indri Caesari Yanti, Mp., Kompetensi Guru, Sp., Susilo Surahman, H., Muhammad Toto Nugroho, Mp., Rahyal Piqri Nanda, Mp., Wiga Rahmayanti, Mp., Adi Asmara, Sp., Dinda Yulia Safira, Sp., Chusna Maulida, Mp., Siti Muhayah Alawiyah, Indra Puji Astuti, Mp., Hery Setiyatna, Mp., Suci Afnitri Wahyuni, Mp., Susintowati, Mp., Nur Zaidi Salim, H., Endah Yulia Rahayu, Ms., Mariyo, Mp., Muthia Rahman Nayla, Mp., & Hibana, H. (n.d.). *Menjadi pendidik cakap teknologi dan inovatif*. TIM PENULIS.
- Yadav, S. (2024). Augmented reality and IoT in education to enhance learning outcomes of the students. *Advances in Business Strategy and Competitive Advantage Book Series*, 461–490. <https://doi.org/10.4018/979-8-3693-9586-8.ch016>
- Zhu, Z., Liu, Z., Zhang, Y., Zhu, L., Huang, J., Villanueva, A. M., Qian, X., Peppler, K., & Ramani, K. (2023, April 19). LearnIoTVR, An end-to-end virtual reality environment providing authentic learning experiences for internet of things. *Conference on Human Factors in Computing Systems – Proceedings*. <https://doi.org/10.1145/3544548.3581396>