

IMPLEMENTASI INTERNET OF THINGS (IoT) DALAM SMART CLASSROOM UNTUK Mendukung Pembelajaran Adaptif

Diah Nirmala Dewi¹, Ni Wayan Yusi Armini²
diahnirmala@uhnsugriwa.ac.id¹, yusi.armini14@gmail.com²
Universitas Hindu Negeri I Gusti Bagus Sugriwa Denpasar

Abstrak

Perkembangan teknologi digital mendorong transformasi sistem pendidikan menuju pembelajaran yang lebih personal dan adaptif. Salah satu inovasi yang berkembang pesat adalah pemanfaatan Internet of Things (IoT) dalam konsep smart classroom. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis implementasi IoT dalam mendukung pembelajaran adaptif serta dampaknya terhadap efektivitas pembelajaran. Metode yang digunakan adalah pendekatan kualitatif deskriptif dengan studi literatur dan observasi implementasi sistem IoT pada lingkungan pembelajaran berbasis teknologi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa integrasi perangkat IoT seperti sensor kehadiran, smart board, sistem monitoring suhu dan pencahayaan, serta Learning Management System (LMS) berbasis data mampu meningkatkan keterlibatan siswa, efisiensi manajemen kelas, serta personalisasi materi pembelajaran. Implementasi IoT mendukung pengambilan keputusan berbasis data (data-driven instruction) yang memungkinkan guru menyesuaikan strategi pembelajaran sesuai kebutuhan individu siswa. Dengan demikian, smart classroom berbasis IoT berpotensi menjadi solusi inovatif dalam mewujudkan pembelajaran adaptif di era digital.

Kata Kunci: Internet Of Things, Smart Classroom, Pembelajaran Adaptif, Teknologi Pendidikan, Digital Learning.

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi digital pada era Revolusi Industri 4.0 telah membawa perubahan signifikan dalam berbagai sektor kehidupan, termasuk pendidikan. Transformasi digital tidak lagi bersifat opsional, melainkan menjadi kebutuhan strategis dalam meningkatkan kualitas pembelajaran dan daya saing sumber daya manusia. Transformasi digital dalam pendidikan merupakan konsekuensi logis dari perkembangan Revolusi Industri 4.0. Teknologi informasi tidak lagi hanya berfungsi sebagai alat bantu, tetapi menjadi bagian integral dalam sistem pembelajaran. Pendidikan modern dituntut untuk mampu mengintegrasikan teknologi secara efektif guna menciptakan sistem pembelajaran yang fleksibel, personal, dan berbasis data. Dalam konteks ini, konsep smart education berkembang sebagai respons terhadap

kebutuhan pembelajaran abad ke-21 yang menekankan literasi digital, berpikir kritis, kolaborasi, dan kreativitas. Konsep smart education berkembang seiring meningkatnya kebutuhan akan pembelajaran yang fleksibel, personal, dan berbasis data. Konsep smart classroom merujuk pada ruang belajar yang memanfaatkan teknologi digital terintegrasi untuk menciptakan lingkungan pembelajaran interaktif dan efisien. Implementasi IoT dalam smart classroom memungkinkan pengumpulan data terkait kehadiran siswa, tingkat partisipasi, kondisi lingkungan kelas, hingga performa akademik secara otomatis. Salah satu teknologi kunci dalam transformasi ini adalah Internet of Things (IoT), yaitu jaringan perangkat fisik yang saling terhubung melalui internet untuk mengumpulkan dan bertukar data secara real time. Dalam konteks pendidikan, IoT memungkinkan integrasi perangkat seperti

sensor, perangkat wearable, papan tulis digital, dan sistem manajemen pembelajaran yang terhubung dalam satu ekosistem.

Salah satu teknologi yang menjadi fondasi dalam pengembangan sistem pendidikan cerdas adalah Internet of Things (IoT). IoT merujuk pada jaringan perangkat fisik yang dilengkapi sensor, perangkat lunak, dan teknologi konektivitas untuk mengumpulkan serta bertukar data melalui internet secara real-time. Konsep ini pertama kali diperkenalkan oleh Kevin Ashton pada akhir 1990-an sebagai sistem yang memungkinkan objek fisik terhubung dan berkomunikasi tanpa intervensi manusia secara langsung. Dalam konteks pendidikan, IoT memungkinkan integrasi berbagai perangkat seperti sensor kehadiran, papan tulis digital, sistem pencahayaan otomatis, perangkat wearable siswa, hingga Learning Management System (LMS) berbasis cloud dalam satu ekosistem pembelajaran terpadu. Penerapan IoT dalam pendidikan melahirkan konsep smart classroom, yaitu ruang kelas yang memanfaatkan teknologi digital terintegrasi untuk menciptakan lingkungan belajar yang interaktif, efisien, dan adaptif. Smart classroom tidak hanya berfungsi sebagai ruang fisik yang dilengkapi perangkat digital, tetapi juga sebagai sistem yang mampu mengumpulkan, menganalisis, dan memanfaatkan data pembelajaran secara berkelanjutan. Dengan adanya integrasi sensor dan perangkat pintar, guru dapat memperoleh informasi real-time mengenai kehadiran siswa, tingkat partisipasi, performa akademik, hingga kondisi lingkungan kelas seperti suhu dan pencahayaan.

Lebih lanjut, perkembangan teknologi pendidikan mengarah pada kebutuhan pembelajaran adaptif (*adaptive learning*). Pembelajaran adaptif merupakan pendekatan yang menyesuaikan konten, metode, dan kecepatan pembelajaran berdasarkan karakteristik, kemampuan, dan kebutuhan individu peserta didik. Pembelajaran adaptif sendiri merupakan pendekatan yang

menyesuaikan materi, metode, dan kecepatan pembelajaran berdasarkan kebutuhan dan kemampuan individu siswa. Pendekatan ini sejalan dengan teori konstruktivisme dari Jean Piaget yang menekankan bahwa setiap individu membangun pengetahuan berdasarkan pengalaman uniknya. Selain itu, konsep Zone of Proximal Development dari Lev Vygotsky mendukung pentingnya pemberian dukungan yang sesuai dengan tingkat perkembangan peserta didik. Namun demikian, implementasi IoT dalam pendidikan masih menghadapi tantangan seperti kesiapan infrastruktur, literasi digital guru, serta keamanan data. Oleh karena itu, penelitian ini penting untuk menganalisis bagaimana IoT dapat diimplementasikan secara efektif dalam mendukung pembelajaran adaptif. Konsep ini sejalan dengan teori konstruktivisme dari Jean Piaget yang menyatakan bahwa setiap individu membangun pengetahuannya melalui pengalaman unik dan proses interaksi dengan lingkungan. Dengan demikian, sistem pembelajaran yang bersifat seragam tidak lagi relevan dalam memenuhi kebutuhan siswa yang beragam. Selain itu, teori Zone of Proximal Development (ZPD) yang dikemukakan oleh Lev Vygotsky menekankan pentingnya pemberian dukungan yang disesuaikan dengan tingkat perkembangan peserta didik. Dalam konteks pembelajaran adaptif, teknologi IoT dapat menyediakan data akurat mengenai capaian belajar siswa sehingga guru dapat memberikan scaffolding yang tepat. Data yang dikumpulkan melalui perangkat IoT memungkinkan analisis performa siswa secara berkelanjutan, sehingga intervensi pedagogis dapat dilakukan secara lebih terarah dan efektif.

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa integrasi IoT dalam pendidikan memberikan dampak positif terhadap efektivitas pembelajaran. Studi yang dilakukan oleh Al-Emran, Malik, dan Al-Kabi (2020) menunjukkan bahwa

penggunaan IoT dalam lingkungan pendidikan mampu meningkatkan keterlibatan siswa dan efisiensi manajemen kelas. Penelitian lain oleh Gul et al. (2017) menegaskan bahwa IoT berperan dalam menciptakan sistem pembelajaran berbasis data yang mendukung pengambilan keputusan instruksional secara lebih akurat (data-driven instruction). Selain itu, pendekatan pembelajaran adaptif berbasis teknologi terbukti meningkatkan motivasi dan hasil belajar siswa karena materi disesuaikan dengan kebutuhan individual. Meskipun demikian, implementasi IoT dalam smart classroom tidak terlepas dari berbagai tantangan. Kesiapan infrastruktur teknologi, literasi digital guru, keamanan data, serta biaya investasi awal menjadi hambatan yang perlu diatasi. Keamanan dan privasi data siswa menjadi isu penting mengingat sistem IoT mengumpulkan dan menyimpan informasi dalam jumlah besar. Oleh karena itu, diperlukan kebijakan institusional dan sistem keamanan yang memadai untuk menjamin perlindungan data. Di Indonesia, implementasi smart classroom berbasis IoT masih dalam tahap pengembangan dan belum merata di seluruh institusi pendidikan. Banyak sekolah yang masih berada pada tahap digitalisasi dasar, seperti penggunaan proyektor dan LMS sederhana, tanpa integrasi sistem IoT yang komprehensif. Kondisi ini menunjukkan adanya kesenjangan antara potensi teknologi dan praktik implementasi di lapangan. Oleh karena itu, kajian mengenai implementasi IoT dalam smart classroom menjadi penting untuk memberikan gambaran konseptual dan strategis dalam mendukung pembelajaran adaptif.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan konsep dan komponen Internet of Things (IoT) dalam smart classroom, menganalisis peran IoT dalam mendukung pembelajaran adaptif berbasis data, dan mengidentifikasi manfaat dan

tantangan implementasi IoT dalam lingkungan pendidikan. Adapun kontribusi yang diharapkan dari penelitian ini adalah tersusunnya kerangka konseptual implementasi IoT dalam smart classroom yang dapat menjadi referensi bagi institusi pendidikan dalam mengembangkan sistem pembelajaran adaptif yang efektif, efisien, dan berkelanjutan. Dengan integrasi teknologi yang tepat, pendidikan diharapkan mampu menjawab tantangan era digital serta meningkatkan kualitas pembelajaran secara menyeluruh.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif melalui studi literatur terkait IoT dan pembelajaran adaptif, analisis model implementasi smart classroom, dan observasi konseptual pada sistem pembelajaran berbasis teknologi. Data dianalisis melalui reduksi, kategorisasi, dan interpretasi tematik.

1. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, ditemukan beberapa poin yang menjadi hasil dari acuan fokus penelitian. Berikut rinciannya.

1. Arsitektur dan Komponen IoT dalam Smart Classroom

Hasil kajian menunjukkan bahwa implementasi Internet of Things (IoT) dalam smart classroom terdiri atas tiga lapisan utama, yaitu:

1. Perception Layer (Lapisan Sensor)
Meliputi sensor kehadiran (RFID/face recognition), sensor suhu, pencahayaan, kelembapan, serta perangkat monitoring aktivitas siswa.
2. Smart Board interaktif
3. Network Layer (Lapisan Jaringan)
Menggunakan konektivitas Wi-Fi atau jaringan berbasis cloud untuk mentransmisikan data secara real-time.
4. Application Layer (Lapisan Aplikasi)

Terintegrasi dengan Learning Management System (LMS), dashboard analitik, dan sistem evaluasi berbasis data.

Integrasi ketiga lapisan ini memungkinkan pengumpulan data pembelajaran secara otomatis dan berkelanjutan. Studi oleh Al-Emran et al. (2020) menunjukkan bahwa sistem IoT dalam pendidikan mampu meningkatkan efisiensi pengelolaan kelas dan akurasi monitoring performa siswa. Dengan adanya dashboard analitik, guru dapat melihat perkembangan siswa secara individual maupun kolektif. Implementasi ini memperlihatkan bahwa smart classroom bukan sekadar ruang dengan perangkat digital, melainkan ekosistem pembelajaran berbasis data (data-driven ecosystem). Sistem ini memungkinkan integrasi data secara real-time untuk mendukung pengambilan keputusan pembelajaran.

2. Peran IoT dalam Mendukung Pembelajaran Adaptif

Pembelajaran adaptif merupakan pendekatan yang menyesuaikan materi dan strategi pembelajaran sesuai kebutuhan siswa. Dalam konteks ini, IoT berfungsi sebagai penyedia data real-time untuk mendukung pengambilan keputusan pedagogis. Secara teoretis, pendekatan ini sejalan dengan konstruktivisme dari Jean Piaget yang menekankan bahwa setiap individu memiliki kecepatan dan cara belajar yang berbeda. Sistem IoT memungkinkan diferensiasi pembelajaran karena guru dapat mengidentifikasi:

- Siswa yang mengalami kesulitan
- Tingkat partisipasi siswa
- Waktu penyelesaian tugas
- Pola interaksi belajar

Selain itu, konsep Zone of Proximal Development dari Lev Vygotsky relevan dalam konteks ini. Data dari IoT membantu guru menentukan level dukungan (scaffolding) yang sesuai dengan kemampuan siswa. Penelitian Gul et al.

(2017) menegaskan bahwa IoT mendukung pembelajaran adaptif melalui sistem monitoring performa akademik yang akurat. Data tersebut memungkinkan guru merancang intervensi pembelajaran berbasis kebutuhan individu.

IoT memungkinkan pengumpulan data performa siswa secara kontinu. Data tersebut dianalisis untuk:

- Mengidentifikasi kesulitan belajar siswa
- Menyesuaikan materi dan tingkat kesulitan
- Memberikan umpan balik otomatis

Konsep ini mendukung data-driven instruction, di mana keputusan pedagogis berbasis analisis data objektif. Pembelajaran adaptif berbasis teknologi juga meningkatkan motivasi belajar karena siswa menerima materi sesuai kebutuhan dan kemampuannya. Penelitian terbaru menunjukkan bahwa integrasi IoT dalam pendidikan dapat meningkatkan efisiensi pembelajaran dan keterlibatan siswa secara signifikan (Gul et al., 2017; Al-Emran et al., 2020).

3. Dampak terhadap Efektivitas dan Keterlibatan Siswa serta Manfaatnya

Hasil analisis menunjukkan beberapa dampak signifikan dari implementasi IoT:

a. Peningkatan Engagement

Sistem interaktif seperti smart board dan perangkat respons siswa meningkatkan partisipasi aktif. Siswa lebih terlibat karena pembelajaran menjadi dinamis dan personal. Menurut Al-Emran et al. (2020), integrasi IoT meningkatkan keterlibatan siswa hingga 30% dibandingkan kelas konvensional berbasis ceramah.

b. Personalisasi Materi Pembelajaran

Data performa yang terkumpul memungkinkan sistem memberikan rekomendasi materi lanjutan atau remedial secara otomatis. Hal ini mendukung pembelajaran berbasis kebutuhan individu (personalized learning). Model ini sejalan dengan

pendekatan adaptive learning system yang memanfaatkan kecerdasan data untuk menyesuaikan jalur belajar siswa.

c. Lingkungan Belajar yang Optimal

Sensor suhu dan pencahayaan membantu menjaga kenyamanan kelas. Lingkungan fisik yang kondusif berpengaruh terhadap konsentrasi dan performa belajar siswa. Studi menunjukkan bahwa faktor lingkungan seperti pencahayaan dan suhu mempengaruhi fokus belajar secara signifikan (Hwang et al., 2019).

Beberapa manfaat utama yang ditemukan, antara lain:

- Efisiensi Manajemen Kelas : Presensi otomatis dan monitoring real-time
- Personalisasi Pembelajaran : Materi disesuaikan berdasarkan data
- Lingkungan Belajar Nyaman : Sensor otomatis mengatur suhu dan cahaya
- Evaluasi Berbasis Data : Analisis performa siswa lebih akurat

Hal ini mendukung pengembangan kompetensi abad 21 seperti literasi digital, berpikir kritis, dan kolaborasi.

4. Tantangan Implementasi IoT

Meskipun memiliki potensi besar, implementasi IoT menghadapi sejumlah tantangan:

a. Infrastruktur dan Biaya

Investasi perangkat keras dan sistem jaringan memerlukan anggaran besar, terutama bagi sekolah dengan sumber daya terbatas.

b. Literasi Digital Guru

Keberhasilan smart classroom sangat bergantung pada kompetensi guru dalam mengelola teknologi. Tanpa pelatihan yang memadai, teknologi tidak akan optimal.

c. Keamanan dan Privasi Data

Pengumpulan data dalam jumlah besar menimbulkan risiko kebocoran informasi. Oleh karena itu, sistem keamanan berbasis enkripsi dan regulasi

perlindungan data sangat diperlukan. Menurut Al-Emran et al. (2020), keamanan data menjadi isu utama dalam implementasi IoT di sektor pendidikan.

Oleh karena itu, diperlukan kebijakan institusional serta pelatihan guru yang berkelanjutan.

5. Kontribusi terhadap Permasalahan Pendidikan

Permasalahan utama pendidikan modern adalah kurangnya personalisasi pembelajaran dan rendahnya pemanfaatan data dalam pengambilan keputusan instruksional. Implementasi IoT memberikan solusi melalui:

- Monitoring pembelajaran berbasis data real-time
- Diferensiasi pembelajaran
- Efisiensi manajemen kelas
- Evaluasi berbasis analitik

Dengan demikian, IoT menjadi instrumen strategis dalam mendukung transformasi pendidikan menuju sistem yang lebih adaptif dan responsif.

4. KESIMPULAN

Hasil kajian menunjukkan bahwa IoT meningkatkan keterlibatan siswa, personalisasi pembelajaran, efisiensi manajemen kelas, serta kualitas pengambilan keputusan pedagogis. Implementasi Internet of Things (IoT) dalam smart classroom memberikan kontribusi signifikan dalam mendukung pembelajaran adaptif. Integrasi perangkat pintar memungkinkan pengumpulan dan analisis data secara real-time sehingga guru dapat menyesuaikan strategi pembelajaran berdasarkan kebutuhan individu siswa. Meskipun terdapat tantangan dalam aspek infrastruktur dan keamanan data, penerapan IoT berpotensi meningkatkan efisiensi, personalisasi, serta kualitas pembelajaran secara keseluruhan. Oleh karena itu, pengembangan smart classroom berbasis IoT perlu didukung oleh kebijakan pendidikan, peningkatan literasi digital guru, dan sistem keamanan data yang memadai.

Implementasi Internet of Things (IoT) dalam smart classroom memberikan kontribusi signifikan dalam mendukung pembelajaran adaptif berbasis data. Integrasi sensor, sistem jaringan, dan aplikasi analitik memungkinkan pengumpulan serta analisis informasi pembelajaran secara real-time. Dengan implementasi yang tepat, IoT berpotensi menjadi pilar utama dalam mewujudkan sistem pendidikan adaptif di era digital.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Al-Emran, M., Malik, S. I., & Al-Kabi, M. N. (2020). A survey of Internet of Things (IoT) in education: Opportunities and challenges. *Education and Information Technologies*, 25, 5111–5133. <https://doi.org/10.1007/s10639-020-10266-4>
- Gul, S., Asif, M., Ahmad, S., Yasir, M., Majid, M., & Malik, M. S. A. (2017). A survey on role of Internet of Things in education. *International Journal of Computer Science and Network Security*, 17(5), 159–165.
- Hwang, G. J., Xie, H., Wah, B. W., & Gašević, D. (2019). Vision, challenges, roles and research issues of Artificial Intelligence in education. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 1, 100001. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2019.100001>
- Piaget, J. (1952). *The origins of intelligence in children*. International Universities Press.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.