

## **INTERNET OF THINGS (IOT) UNTUK PEMBELAJARAN SAINS KONTEKSTUAL PADA CALON GURU SAINS**

**Rony Harianto<sup>1\*</sup>, Moh Fausi<sup>1</sup>, Khotibul Umam<sup>1</sup>, Zurni Rizqiyati<sup>1</sup>**

Tadris Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Negeri Madura<sup>1</sup>

Email: [ronyharianto69@gmail.com](mailto:ronyharianto69@gmail.com)\*

### **Abstrak**

Perkembangan kebutuhan digitalisasi dalam dunia pendidikan semakin pesat diiringi banyaknya kebutuhan sekolah yang menuntut calon guru memiliki keterampilan menggunakan pembelajaran yang terintegrasi internet. Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplor pemanfaatan *Internet of Things (IoT)* dalam pembelajaran sains kontekstual bagi calon guru sains. Penelitian ini menggunakan pendekatan studi kasus deskriptif dengan *mix method* tipe *squetial explanatory*. Data diambil menggunakan kuesioner, wawancara, dan observasi terhadap 46 mahasiswa calon guru sains dengan kriteria yang telah ditetapkan sebelumnya. Temuan penelitian menunjukkan bahwa penggunaan *IoT* memperkuat pemahaman konsep sains, meningkatkan keterlibatan calon guru sains, serta mendukung keterampilan berpikir kritis. Namun, beberapa tantangan teknis ditemukan pada tahap awal implementasi, seperti kesulitan dalam pengoperasian perangkat. Implikasi penelitian ini menunjukkan perlunya peningkatan pelatihan teknis bagi mahasiswa calon guru sains dan penyediaan infrastruktur yang memadai dalam pelaksanaan pembelajaran. Simpulan penelitian ini adalah integrasi *IoT* dalam pembelajaran sains terbukti memberikan dampak positif pada kualitas pembelajaran dan mempersiapkan calon guru untuk mengoptimalkan teknologi dalam praktik pedagogis Mahasiswa di masa depan.

**Kata Kunci :** *Internet of Things (IoT)*, Sains Kontekstual, Calon Guru

### **Abstract**

*The development of digitalization needs in the world of education is increasingly rapid, accompanied by the growing needs of schools that require prospective teachers to possess the skills to utilize internet-integrated learning. This study aims to explore the application of the Internet of Things (IoT) in contextual science learning for pre-service science teachers. This study uses a descriptive case study approach with a mixed-methods design (quantitative and qualitative). Data were collected through questionnaires, interviews, and observations involving 46 pre-service science teachers. The findings show that the use of IoT strengthens the understanding of scientific concepts, increases student engagement, and supports critical thinking skills. However, some technical challenges were encountered during the initial implementation phase, such as difficulties in operating the devices. The implications of this study highlight the need for enhanced technical training for pre-service teachers and the provision of adequate infrastructure. The conclusion of this study is that the integration of IoT in science learning has a positive impact on the quality of education and prepares pre-service teachers to optimize technology in their pedagogical practices in the future.*

**Key Words :** *Internet of Things (IoT)*, Contextual Science, Pre-Service Science Teacher

### **PENDAHULUAN**

Perkembangan teknologi informasi yang pesat telah membawa perubahan signifikan dalam pelaksanaan pembelajaran sains [1]. Saat ini, pembelajaran sains tidak lagi terbatas pada teori abstrak dan eksperimen yang terisolasi, tetapi lebih mengedepankan relevansi, kontekstualisasi, dan penerapan ilmu pengetahuan dalam kehidupan. Pembelajaran sains kontekstual merupakan pendekatan yang menempatkan pengetahuan ilmiah dalam pengalaman

belajar yang relevan dengan kehidupan siswa. Pendekatan ini telah terbukti efektif dalam menumbuhkan pemahaman yang mendalam dan keterampilan berpikir kritis [2], [3], [4].

Seiring dengan kemajuan ilmu pengetahuan, kemunculan *Internet of Things (IoT)* yakni jaringan perangkat yang saling terhubung dan dapat berkomunikasi serta bertukar data secara *real-time*, membuka peluang luar biasa untuk

meningkatkan strategi pembelajaran sains. Integrasi *IoT* dalam pendidikan memungkinkan penggunaan perangkat fisik seperti sensor dan aktuator terhubung dengan perangkat mobile dalam lingkungan belajar. Hal ini memungkinkan pengumpulan dan transmisi data secara otomatis dari lingkungan dapat dimanfaatkan oleh siswa untuk menyelidiki fenomena ilmiah secara langsung. Dengan demikian pula *IoT* dapat membuat pembelajaran lebih kontekstual, otentik, dan berbasis data, seperti pemantauan suhu, kelembaban, dan kualitas udara secara real-time [5].

Keunggulan penggunaan *IoT* dalam pembelajaran telah dibuktikan dalam sejumlah penelitian terdahulu. Penggunaan *IoT* memungkinkan pembelajaran berbasis data yang lebih interaktif dan akurat. Sebagai contoh, penelitian menunjukkan bahwa penggunaan sensor *IoT* dalam kelas sains memberikan pengalaman langsung kepada siswa dalam mengamati fenomena alam yang tidak dapat dilihat dengan mata telanjang, seperti perubahan suhu atau polusi udara [6]. Hal ini tidak hanya meningkatkan keterlibatan mahasiswa, tetapi juga memperkuat pemahaman konsep-konsep sains yang sulit dipahami melalui teori semata. Selain itu, penelitian tersebut mengemukakan bahwa penggunaan *IoT* dalam pembelajaran sains meningkatkan kemampuan siswa dalam berpikir kritis dan *problem solving*, karena Mahasiswa dihadapkan pada data yang harus dianalisis dan diinterpretasikan secara *real-time*. *IoT* juga mendukung pembelajaran yang lebih personal dan adaptif. Dengan mengumpulkan data dari lingkungan, memungkinkan pendidik dapat menyesuaikan materi pembelajaran sesuai dengan kebutuhan siswa. Hal ini memungkinkan pemberian umpan balik yang lebih efektif sebagaimana dibuktikan dalam studi oleh [7], yang menunjukkan bahwa sistem *IoT* yang terintegrasi dengan

platform pembelajaran memberikan umpan balik langsung kepada siswa berdasarkan interaksi Mahasiswa dengan data pembelajaran.

Dalam beberapa studi, ditemukan bahwa penggunaan *IoT* dalam kelas tidak hanya meningkatkan keterlibatan mahasiswa, tetapi juga minat dan motivasi siswa untuk lebih aktif dalam menggunakan teknologi dalam pembelajaran [8]. Dengan adanya interaksi langsung dengan perangkat *IoT*, siswa tidak hanya belajar teori, tetapi juga mengalami proses penerapan teknologi dalam kegidupan secara langsung, yang semakin menumbuhkan rasa penasaran dan keterampilan teknologi Mahasiswa. Hal ini sangat relevan dalam pendidikan calon guru sains, karena Mahasiswa diharapkan tidak hanya menguasai materi sains, tetapi juga dapat memanfaatkan teknologi untuk menciptakan pembelajaran yang lebih interaktif dan relevan. Meskipun minat terhadap teknologi pendidikan khususnya *IoT* semakin meningkat pada program pendidikan calon guru, ketersediaan dan fasilitas untuk menggunakan *IoT* masih terbatas dan kurang mendapat perhatian. Sebagian besar studi yang ada lebih berfokus pada penerapan *IoT* dalam bidang teknik atau ilmu terapan secara umum, sehingga pemahaman tentang bagaimana calon guru sains dapat mengintegrasikan *IoT* secara efektif ke dalam praktik pedagogis Mahasiswa masih terbatas [9].

Penelitian ini menjadi penting dilakukan karena berdasarkan temuan awal dari observasi pendahuluan yang dilakukan pada sekelompok mahasiswa pendidikan IPA menunjukkan bahwa meskipun Mahasiswa tertarik dengan teknologi *IoT*, banyak yang merasa kurang percaya diri dalam merancang dan melaksanakan pembelajaran sains berbasis data yang terintegrasi perangkat *IoT*. Selain itu, kurangnya fasilitas membuat mahasiswa merasa kurang leluasa untuk mencoba

menggunakan *IoT* dalam memperoleh data untuk pembelajaran kontekstual. Beberapa hasil studi terdahulu juga menunjukkan banyak siswa tertarik dengan *IoT* namun tidak mendapat kesempatan untuk menggunakan dalam pembelajaran [10]. Hal ini mengindikasikan perlu adanya kajian mendalam mengenai pelaksanaan pembelajaran IPA kontekstual terintegrasi *IoT* sebagai upaya meningkatkan kualitas pembelajaran dalam era kemajuan teknologi.

Penelitian ini memiliki kebaruan dalam bidang pendidikan, terutama dalam mempersiapkan calon guru sains. Sebagian besar penelitian sebelumnya lebih banyak berfokus pada penerapan *IoT* dalam kelas secara umum atau pada bidang teknik terapan, namun penelitian ini menyoroti aspek penting bagaimana calon guru sains berinteraksi dengan perangkat *IoT* dalam pembelajaran kontekstual. Penelitian ini mengisi celah dalam literatur yang ada dengan mengeksplorasi persepsi, tantangan, dan refleksi pedagogis calon guru dalam menggunakan *IoT* untuk mengakses dan menganalisis data real-time dalam mengajarkan sains. Selain itu, penelitian ini juga menggali keterlibatan calon guru dalam merancang pembelajaran sains berbasis teknologi, yang dapat memperkaya keterampilan pedagogis Mahasiswa dalam menciptakan pembelajaran yang lebih interaktif dan berbasis data.

Berdasarkan paparan sebelumnya, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis bagaimana calon guru sains berinteraksi dengan perangkat *IoT* untuk memfasilitasi pembelajaran sains kontekstual; menganalisis persepsi, tantangan, dan refleksi pedagogis mahasiswa; dan merumuskan rekomendasi untuk peningkatan program pendidikan guru sains agar selaras dengan perkembangan kompetensi teknologi yang terus berkembang.

## METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan studi kasus deskriptif dengan metode campuran (*mixed methods*) jenis *explanatory sequential*, yang menggabungkan teknik kualitatif dan kuantitatif [11]. Pendekatan ini dipilih untuk memperoleh pemahaman yang komprehensif mengenai bagaimana calon guru sains mengintegrasikan *Internet of Things (IoT)* dalam pembelajaran sains kontekstual dalam pembelajaran. Penelitian ini difokuskan pada aspek persepsi, keterlibatan, serta tantangan pedagogis yang dihadapi oleh para peserta dalam menerapkan perangkat *IoT* selama proses pembelajaran. Penelitian dilaksanakan pada semester genap tahun akademik 2024/2025 di Program Studi Tadris IPA, Fakultas Tarbiyah, IAIN Madura. Subjek penelitian terdiri dari 46 mahasiswa calon guru sains yang telah memenuhi syarat untuk mengikuti mata kuliah Media Pembelajaran Sains dan Praktik *Microteaching*. Pemilihan responden dilakukan secara *purposive sampling* karena Mahasiswa telah memiliki pengetahuan awal mengenai pembelajaran sains dan penggunaan teknologi pendidikan [12].

Langkah-langkah penelitian dimulai dengan identifikasi masalah dan perencanaan, yaitu melalui studi literatur dan observasi awal untuk memahami potensi serta kendala penggunaan *IoT* dalam pembelajaran sains. Tahap ini diikuti dengan penyusunan desain instruksional berbasis pendekatan *Contextual Teaching and Learning (CTL)* yang terintegrasi dengan perangkat *IoT*, seperti sensor suhu, kelembaban, dan kualitas udara. Selanjutnya, peneliti melakukan implementasi pembelajaran kontekstual berbasis *IoT*, yang kemudian diujicobakan dalam tiga sesi pembelajaran [13]. Setelah proses pembelajaran berlangsung, dilakukan pengumpulan data menggunakan beberapa instrumen, yaitu: Kuesioner untuk

menggali persepsi mahasiswa terhadap manfaat dan tantangan penggunaan *IoT*, lembar observasi partisipatif untuk mencatat keterlibatan dan interaksi mahasiswa dengan perangkat *IoT*, panduan wawancara semi-terstruktur yang digunakan untuk mendalami pengalaman dan refleksi pedagogis dari 12 responden yang dipilih secara stratifikasi berdasarkan tingkat keterlibatan Mahasiswa [14].

Data kuantitatif dari hasil kuesioner dianalisis menggunakan statistik deskriptif, yakni rata-rata, persentase, dan simpangan baku, untuk memperoleh gambaran umum persepsi peserta. Sementara itu, data kualitatif dari wawancara dan observasi dianalisis melalui analisis tematik, yang mencakup tahap pengkodean terbuka, kategorisasi, dan penarikan makna tematik dari data. Untuk menjamin validitas dan reliabilitas temuan, dilakukan triangulasi data antar sumber (kuesioner, observasi, dan wawancara) serta validasi isi instrumen melalui *expert judgment* oleh dua dosen ahli dalam bidang teknologi pembelajaran dan Pembelajaran sains. Hasil dari tahapan tersebut kemudian dianalisis dan disintesis dalam satu pembahasan yang utuh [15].

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menghasilkan temuan yang diperoleh melalui pendekatan *mixed methods*, dengan menggabungkan data kuantitatif dari kuesioner dan data kualitatif dari wawancara serta observasi kelas. Temuan disajikan dalam empat bagian utama: hasil kuantitatif, hasil kualitatif, analisis integratif, dan sintesis temuan.

### Hasil

Data utama penelitian ini diperoleh melalui kuesioner yang diisi oleh 46 mahasiswa calon guru sains. Sedangkan data wawancara dan observasi adalah data yang digunakan untuk mendukung data utama dan memperkuat temuan dalam penelitian ini. Kuesioner terdiri dari 15 butir pernyataan dengan skala *Likert* 5 poin, yang mengukur lima aspek utama, yaitu kemanfaatan penggunaan *Internet of Things (IoT)* dalam pembelajaran, kemudahan penggunaannya, pengaruh terhadap pemahaman konsep sains, keterlibatan mahasiswa dalam pembelajaran berbasis *IoT*, dan kesiapan guru untuk mengintegrasikan *IoT* dalam pembelajaran. Berikut rekap data kuesioner yang telah diperoleh dalam penelitian ini beserta hasil wawancara dan observasi yang terkait.

**Tabel 1. Data Kuesioner**

Indikator	Rata-rata	Simpangan Baku	Skor 5 (%)	Skor 4(%)	Skor 3 (%)
Persepsi Manfaat <i>IoT</i>	4.15	0.62	57.45	27.66	12.77
Kemudahan Penggunaan <i>IoT</i>	4.07	0.64	56.25	24.60	17.02
Pengaruh Pemahaman Konsep Sains	4.54	0.54	40.43	55.32	2.13
Keterlibatan Mahasiswa	4.35	0.63	46.81	42.55	8.51
Kesiapan mahasiswa dalam Menggunakan <i>IoT</i>	4.02	0.68	53.19	23.40	21.28

Tabel 1 menunjukkan bahwa mayoritas responden memiliki persepsi yang sangat positif terhadap manfaat penggunaan *IoT* dalam pembelajaran. Hal tersebut dapat dilihat bahwa sebanyak 57,45 % memilih sangat setuju pada aspek manfaat *IoT*. Berdasarkan hasil wawancara responden juga menyatakan bahwa penggunaan perangkat *IoT*, seperti sensor suhu,

kelembaban, dan kualitas udara, membantu Mahasiswa memahami konsep-konsep sains secara lebih nyata dan aplikatif. Rata-rata skor paling tinggi yakni pada indikator pengaruh pada pemahaman konsep sains yakni sebesar 4,54 dengan simpangan baku 0,54, yang menunjukkan persepsi yang sangat positif terhadap efektivitas teknologi tersebut. Hasil wawancara terhadap

beberapa responden menyatakan bahwa dengan menggunakan *IoT* mahasiswa lebih mudah menghubungkan teori dan praktik sehingga lebih mudah untuk memahami secara konseptual.

Persentase paling rendah terdapat pada indikator keterlibatan mahasiswa dengan nilai 8,51%. Hasil wawancara terhadap mahasiswa dengan persentase paling rendah tersebut menyatakan kurang setuju jika mahasiswa terlibat secara aktif dalam proses pengambilan data menggunakan *IoT*. Begitu pula hasil observasi menunjukkan bahwa mahasiswa secara aktif merangkai komponen alat *IoT* dan mengambil data untuk percobaan. Rata-rata skor paling rendah terdapat pada indikator kesipan mahasiswa menggunakan *IoT* yakni sebesar 4,02. Data kuesioner ini didukung oleh data wawancara dari beberapa mahasiswa yang menyatakan bahwa mahasiswa belum siap untuk membuat perangkat *IoT* tanpa dipandu karena sebelumnya belum pernah mendapat pengetahuan tentang *IoT*. Hasil Observasi juga menunjukkan mahasiswa ragu-ragu untuk merangkai peralatan *IoT* secara mandiri ataupun berkelompok.

Secara keseluruhan, hasil data kuesioner menunjukkan persepsi yang sangat positif dari mahasiswa calon guru sains terhadap penggunaan *IoT* dalam pembelajaran sains. Meskipun terdapat tantangan teknis, mayoritas responden percaya bahwa teknologi ini memiliki manfaat yang besar dalam meningkatkan pemahaman sains, keterlibatan mahasiswa, dan relevansi pembelajaran dengan kehidupan sehari-hari.

Hasil data kualitatif dalam penelitian ini diperoleh melalui wawancara semi-terstruktur terhadap 12 mahasiswa terpilih dan observasi langsung selama tiga sesi pembelajaran berbasis *Internet of Things (IoT)* di kelas pintar. Data ini mengungkapkan berbagai aspek mengenai

pengalaman mahasiswa dalam menggunakan teknologi *IoT* untuk pembelajaran sains, serta tantangan yang dihadapi selama proses pembelajaran. Pada umumnya, mahasiswa melaporkan pengalaman yang sangat positif terkait dengan penggunaan *IoT* dalam pembelajaran. Sebagian besar responden merasa bahwa penggunaan perangkat *IoT* meningkatkan keterlibatan Mahasiswa dalam proses pembelajaran, karena

Mahasiswa dapat mengamati data secara langsung dan melakukan analisis real-time. Salah satu responden mengungkapkan, “Saya merasa seperti ilmuwan sungguhan karena datanya langsung dari alat, bukan hanya dari hitung-hitungan soal”, yang menunjukkan tingkat keterlibatan yang tinggi dalam kegiatan berbasis data. Namun, meskipun responden merasakan manfaat signifikan, beberapa dari Mahasiswa juga mengungkapkan tantangan teknis yang Mahasiswa hadapi, terutama pada tahap awal penggunaan perangkat *IoT*. Sebagian besar responden melaporkan bahwa pengoperasian perangkat *IoT* membutuhkan waktu dan keterampilan teknis yang cukup, yang menjadi hambatan awal dalam penerapannya. Sebagai contoh, satu responden menyatakan, “Tantangan terbesar saya adalah memahami pengoperasian sensor dan alat yang digunakan. Ini memerlukan waktu agar saya bisa lebih familiar”.

Hasil observasi selama tiga sesi pembelajaran, ditemukan bahwa penggunaan *IoT* secara nyata meningkatkan keterlibatan mahasiswa dan kemampuan Mahasiswa dalam berpikir kritis. Mahasiswa tidak hanya berperan sebagai penerima informasi, tetapi juga aktif dalam mengumpulkan dan menganalisis data yang diperoleh. Mahasiswa menunjukkan peningkatan dalam kemampuan analisis dan penghubungan teori dengan data yang dikumpulkan secara langsung. Waktu yang

dihabiskan untuk menyusun laporan praktikum juga meningkat, tetapi kualitas analisis data yang disajikan menjadi jauh lebih baik. Selain itu, sebagian besar mahasiswa juga menyadari bahwa penggunaan *IoT* dalam pembelajaran membawa perubahan pada kesadaran pedagogis Mahasiswa. Mahasiswa mulai mengerti bahwa pendekatan berbasis teknologi seperti *IoT* dapat menciptakan pembelajaran yang lebih kontekstual, interaktif, dan berbasis data. Salah satu mahasiswa menyatakan, “Saya menyadari bahwa pembelajaran berbasis *IoT* bisa meningkatkan pemahaman mahasiswa tentang konsep sains dengan cara yang lebih relevan dan aplikatif”.

Secara keseluruhan temuan dalam data wawancara dan observasi menunjukkan bahwa meskipun ada tantangan teknis pada tahap awal penggunaan perangkat *IoT*, mahasiswa merasa lebih terlibat dalam pembelajaran. Mahasiswa juga menunjukkan sikap yang lebih reflektif terhadap penggunaan teknologi dalam pendidikan, meskipun Mahasiswa menyadari adanya kebutuhan akan pelatihan lebih lanjut dan infrastruktur yang memadai.

### **Analisis Integratif**

Melalui proses triangulasi sumber dan validasi instrumen, diperoleh sejumlah temuan penting yang memberikan gambaran menyeluruh mengenai implementasi *Internet of Things (IoT)* dalam pembelajaran sains kontekstual di kelas pintar. Triangulasi dilakukan dengan menggabungkan data dari kuesioner, observasi pembelajaran, dan wawancara mendalam, sedangkan validasi instrumen dilakukan oleh dua ahli di bidang teknologi pembelajaran dan pembelajaran sains. Uraian berikut merangkum temuan-temuan tersebut, tidak hanya secara deskriptif tetapi juga dengan analisis yang bersifat interpretatif dan konseptual.

Data utama penelitian menunjukkan bahwa mayoritas mahasiswa calon guru sains memiliki persepsi yang sangat positif terhadap penggunaan *IoT* dalam pembelajaran. Mahasiswa menilai bahwa teknologi ini tidak hanya membantu memahami konsep-konsep sains secara lebih konkret dan aplikatif, tetapi juga memperkuat kemampuan berpikir kritis melalui interpretasi data *real-time*. Persepsi ini selaras dengan data observasi, yang menunjukkan bahwa mahasiswa secara aktif terlibat dalam eksperimen berbasis sensor *IoT*, terlibat dalam diskusi yang bermakna, dan menunjukkan peningkatan dalam menghubungkan teori dengan data empiris yang Mahasiswa peroleh secara langsung. Wawancara dengan mahasiswa mengungkap makna yang lebih dalam dari proses pembelajaran berbasis *IoT*. Banyak dari Mahasiswa mengidentifikasi pengalaman tersebut sebagai transformatif, karena mampu memberikan Mahasiswa peran aktif dalam proses investigasi ilmiah. Beberapa mahasiswa menyatakan bahwa penggunaan *IoT* menjadikan Mahasiswa merasa seperti seorang ilmuwan, bukan sekadar peserta didik pasif. Hal ini mengindikasikan berkembangnya *scientific identity*, yaitu perasaan kepemilikan dan keterlibatan dalam proses ilmiah yang autentik, yang merupakan bagian penting dalam pendidikan guru sains. Perubahan persepsi ini penting karena menandai pergeseran dari pembelajaran yang berpusat pada guru menuju pembelajaran yang berpusat pada peserta didik dan data.

Hasil observasi menunjukkan bahwa teknologi *IoT* secara signifikan meningkatkan kualitas interaksi pembelajaran. Mahasiswa tidak hanya menjadi penerima informasi, tetapi juga menjadi pengumpul, penganalisis, dan penafsir data. Hal ini memperkuat posisi Mahasiswa sebagai pembelajar aktif dalam lingkungan kelas yang mendukung pembelajaran kontekstual. Selain itu,

ditemukan adanya proses *peer collaboration* yang alami ketika mahasiswa menghadapi kesulitan teknis, menunjukkan bahwa teknologi juga mendorong terbentuknya komunitas belajar yang kolaboratif dan reflektif. Sebagian mahasiswa mengalami kesulitan teknis di awal penggunaan perangkat *IoT*, tantangan tersebut umumnya dapat diatasi melalui kerja sama kelompok dan bimbingan instruktur. Kesulitan tersebut justru menjadi bagian dari proses belajar yang bermakna dan memberikan wawasan praktis mengenai pentingnya kesiapan teknis dalam menerapkan inovasi digital di ruang kelas. Dalam konteks ini, tantangan bukan hanya dipandang sebagai hambatan, tetapi juga sebagai peluang untuk mengembangkan kemampuan pemecahan masalah, ketekunan, dan kemandirian belajar.

Validasi instrumen oleh para ahli memastikan bahwa alat ukur yang digunakan dalam penelitian ini memiliki relevansi konten dan tingkat keterbacaan yang tinggi. Masukan dari para ahli memperkaya kualitas pertanyaan dan menyesuaikannya dengan data yang diharapkan dari penelitian ini. Proses ini memperkuat keabsahan data yang dikumpulkan dan menjamin bahwa temuan mencerminkan kondisi yang sebenarnya. Secara keseluruhan, temuan penelitian ini mengungkap bahwa integrasi *IoT* dalam pembelajaran sains tidak hanya meningkatkan pemahaman konseptual dan keterlibatan mahasiswa, tetapi juga berkontribusi pada pengembangan identitas profesional sebagai calon pendidik yang melek teknologi dan reflektif secara pedagogis. Lebih dari itu, pembelajaran berbasis *IoT* terbukti mampu menggabungkan kekuatan *contextual learning*, *inquiry-based learning*, dan *data-driven thinking* menjadi satu kesatuan pengalaman belajar yang utuh dan bermakna.

### Sintesis Temuan

Berdasarkan keseluruhan hasil penelitian, dapat diketahui bahwa penggunaan *IoT* dalam pembelajaran sains kontekstual di kelas pintar terbukti efektif dalam meningkatkan kualitas proses belajar, baik dari segi keterlibatan peserta, pemahaman konseptual, maupun pengembangan kemampuan berpikir kritis. Mahasiswa calon guru sains menunjukkan respons yang positif terhadap pendekatan ini dan menyatakan kesiapannya untuk menerapkan pembelajaran menggunakan *IoT* di masa depan. Namun demikian, keberhasilan implementasi secara luas akan sangat ditentukan oleh dukungan institusional, pelatihan teknis, dan penyediaan infrastruktur yang memadai di lingkungan sekolah.

### Pembahasan

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa integrasi *Internet of Things (IoT)* dalam pembelajaran sains kontekstual berhasil meningkatkan keterlibatan, pemahaman, dan keterampilan berpikir kritis mahasiswa calon guru sains. Temuan ini sejalan dengan hasil data yang menunjukkan persepsi positif yang sangat tinggi dari mahasiswa terhadap manfaat penggunaan *IoT* dalam pembelajaran. Mayoritas menganggap penggunaan perangkat *IoT* membantu Mahasiswa memahami konsep-konsep sains secara lebih konkret dan aplikatif. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan teknologi ini berhasil memperkaya pengalaman belajar mahasiswa dengan menghadirkan data *real-time* yang menjembatani antara teori dan praktik dalam konteks pembelajaran STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) temuan ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa dengan perangkat *IoT* data untuk penunjang pendidikan dapat diperoleh secara *real time* [7]. Selain itu, temuan ini juga sejalan dengan hasil penelitian yang mengungkapkan bahwa teknologi dapat

memperkaya pengalaman belajar ([16], [17]).

Penerapan *IoT* terbukti memberikan pengalaman belajar yang autentik, di mana mahasiswa tidak hanya menjadi penerima informasi tetapi juga berperan sebagai pengumpul dan analisis data. Berdasarkan hasil penelitian, sebagian besar mahasiswa mengungkapkan peningkatan keterlibatan Mahasiswa dalam pembelajaran karena kemampuan untuk mengamati data secara langsung dan melakukan analisis *real-time* sehingga mahasiswa merasa seperti ilmuwan yang dapat menemukan pengetahuannya melalui eksperimen. Hal ini mengindikasikan bahwa *IoT* tidak hanya berfungsi sebagai alat bantu, tetapi juga sebagai media yang membantu mahasiswa dalam mengembangkan *scientific reasoning* dan literasi sains. Hal ini selaras dengan penelitian [18] yang mengungkapkan bahwa pengetahuan yang diperoleh sendiri dapat meningkatkan literasi sains siswa. Selain itu studi terdahulu mengungkapkan bahwa pengalaman ataupun pengamatan secara langsung dapat meningkatkan kemampuan *scientific reasoning* ([19], [20]).

Keterlibatan mahasiswa dalam kegiatan praktikum berbasis *IoT* mendukung prinsip-prinsip pembelajaran kontekstual yang menekankan relevansi materi dengan kehidupan sehari-hari. Mayoritas responden mengungkapkan bahwa penggunaan *IoT* memperkaya pengalaman Mahasiswa dalam pembelajaran dan meningkatkan keterlibatan mahasiswa. Mahasiswa menjadi lebih aktif dalam eksperimen berbasis *IoT* dengan sensor dan aplikasi yang terintegrasi dengan *gadget* serta aktif dalam diskusi yang berbasis pada data yang diperoleh. Hasil observasi juga menunjukkan bahwa mahasiswa menunjukkan peningkatan dalam kemampuan berpikir kritis dan analisis data, yang tercermin dari peningkatan

kualitas laporan praktikum Mahasiswa. Waktu yang dihabiskan untuk menyusun laporan praktikum memang meningkat, namun kualitas analisis data yang disajikan jauh lebih baik. Temuan ini sejalan dengan penelitian [21] yang mengungkapkan bahwa mahasiswa mengalami peningkatan kemampuan berpikir kritis dengan pengalaman langsung dari praktikum membuat proyek yang diberikan pengajar. Temuan ini juga sejalan dengan penelitian [7], yang menunjukkan bahwa penggunaan *IoT* berbasis data *real-time* dapat meningkatkan kemampuan eksploratif siswa dalam pembelajaran sains.

Meskipun demikian, perbedaan mencolok antara penelitian ini dan penelitian sebelumnya terletak pada konteks subjek dan implementasinya. Penelitian sebelumnya tentang pembelajaran berbasis digital dan penggunaan *IoT* berfokus pada siswa di sekolah sementara penelitian ini melibatkan mahasiswa calon guru sains di pendidikan tinggi, yang berarti tanggung jawab moral, pendidikan, dan refleksi kritis lebih kuat karena nantinya akan terjun dalam dunia pendidikan untuk mendidik siswa di sekolah. Sehingga dapat dikatakan mahasiswa calon guru tidak hanya belajar konsep sains, tetapi juga mempersiapkan diri untuk mengajarkan konsep tersebut kepada siswa dengan pendekatan berbasis data.

Data yang didapat mengungkap bahwa meskipun penggunaan *IoT* memberikan banyak manfaat, beberapa mahasiswa menghadapi kendala teknis dalam mengoperasikan perangkat *IoT*, terutama pada tahap awal implementasi. Beberapa responden mengungkapkan adanya tantangan teknis yang Mahasiswa hadapi, yang mencakup kesulitan dalam memahami pengoperasian sensor dan alat. Meskipun demikian, tantangan tersebut justru menjadi bagian dari proses belajar yang bermakna, karena mahasiswa dapat mengatasi

kesulitan tersebut melalui kolaborasi kelompok dan *problem-solving*, yang tercermin dalam peningkatan kualitas diskusi dan refleksi pedagogis. Hasil wawancara juga menunjukkan bahwa mahasiswa semakin menyadari pentingnya kesiapan teknis dan kompetensi digital guru dalam penerapan teknologi ini di ruang kelas. Sebagai pembeda dari penelitian sebelumnya yang lebih menekankan pada aspek efisiensi laboratorium virtual, penelitian ini memberikan dimensi kontekstual yang lebih kuat, karena penggunaan *IoT* dilakukan secara langsung di lapangan dan dapat dikontrol dari ruang kelas, bukan secara virtual. Mahasiswa mengalami interaksi sosial langsung dan pengalaman fisik dengan perangkat *IoT*, yang menjadi komponen pembelajaran yang signifikan. Sebagian besar responden merasa bahwa interaksi langsung dengan data dan perangkat di kelas adalah aspek yang memperkaya pembelajaran Mahasiswa, yang sejalan dengan prinsip-prinsip *contextual learning* [22].

Implikasi dari temuan ini adalah perlunya peningkatan kapasitas guru dalam merancang pembelajaran berbasis teknologi, serta pentingnya dukungan institusional dalam menyediakan fasilitas yang memadai. Berdasarkan hasil penelitian mahasiswa merasa membutuhkan lebih banyak pelatihan teknis untuk memaksimalkan penggunaan *IoT* agar dapat digunakan saat menjadi guru dan mengajar di sekolah. Oleh karena itu, pendidikan calon guru perlu diarahkan pada pembentukan keterampilan abad 21, termasuk penguasaan TIK, berpikir kritis, komunikasi ilmiah, dan pemecahan masalah berbasis data. Pendekatan ini sejalan dengan visi pembelajaran sains modern yang tidak hanya menekankan pada penguasaan konsep, tetapi juga pada kemampuan transformatif dalam mengintegrasikan teknologi dalam pembelajaran [23].

Dengan demikian, studi ini memberikan kontribusi pada pengembangan model pembelajaran berbasis teknologi yang kontekstual, serta memperkaya wacana pembelajaran sains digital di era kemajuan teknologi saat ini. Penelitian ini juga membuka ruang eksplorasi lebih lanjut mengenai bagaimana teknologi dapat diintegrasikan secara berkelanjutan dalam kurikulum pembelajaran sains, baik pada level pendidikan tinggi maupun sekolah dasar dan menengah.

### SIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa integrasi *Internet of Things (IoT)* dalam pembelajaran sains kontekstual secara signifikan meningkatkan kualitas proses pembelajaran mahasiswa calon guru sains. Melalui pendekatan *mixed methods*, ditemukan bahwa penggunaan perangkat *IoT* seperti sensor suhu, kelembaban, dan kualitas udara tidak hanya memperkaya pengalaman praktikum, tetapi juga menjembatani pemahaman antara teori dan fenomena nyata di lapangan. Mahasiswa menunjukkan peningkatan dalam keterlibatan, kemampuan berpikir kritis, serta kemampuan dalam menerapkan teknologi dalam pembelajaran sains masa depan.

Triangulasi data dari kuesioner, wawancara, dan observasi mendukung kesimpulan bahwa pembelajaran sains berbasis *IoT* bersifat kontekstual, berbasis data, dan mampu memfasilitasi pembelajaran aktif. Mahasiswa tidak hanya memperoleh manfaat kognitif, tetapi juga mengembangkan identitas profesional sebagai calon pendidik yang bertanggung jawab dan adaptif terhadap inovasi teknologi. Meskipun terdapat hambatan teknis di awal implementasi, tantangan tersebut justru berkontribusi pada proses pembelajaran bermakna yang mendorong kolaborasi dan *problem solving*.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] L. Naibaho dan D. Anneke Rantung, "Peran Teknologi dalam Proses Pembelajaran The Role of Technology in the Learning Process," *JURNAL KOLABORATIF SAINS*, vol. 7, no. 1, pp. 444–448, 2024, doi: 10.56338/jks.v7i1.4896.
- [2] A. Arroio, "Context Based Learning: a Role for Cinema in Science Education," 2014. [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/47690163>.
- [3] P. Bell, *Learning Science in Informal Environments: People, Places, and Pursuits*. National Academies Press, 2009.
- [4] N. A. Aprilia, M. Masrur, Zainal Abd, dan Mas'odi Mas'od, "Studi Literatur: Penggunaan Model Pembelajaran Kontekstual terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik," *JURNAL IKA : IKATAN ALUMNI PGSD UNARS*, vol. 15, no. 2, pp. 196–203, 2024.
- [5] A. Al-Fuqaha, M. Guizani, M. Mohammadi, M. Aledhari, and M. Ayyash, "Internet of Things: A Survey on Enabling Technologies, Protocols, and Applications," *IEEE Communications Surveys and Tutorials*, vol. 17, no. 4, pp. 2347–2376, Oct. 2015, doi: 10.1109/COMST.2015.2444095.
- [6] S. Syafruddin, I. Agustina, J. Jemmy, K. Komari, and T. A. Santosa, "Effectiveness of IoT-Based Flipped Classroom Model on Students' Critical Thinking Skills: A Meta-Analysis," *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, vol. 9, no. 10, pp. 883–891, Oct. 2023, doi: 10.29303/jppipa.v9i10.5265.
- [7] M. A. Alnahidh, A. S. Li, B. Soh, and M. A. AlZain, "RETFAL: Real-Time Feedback System in Active Learning," *International Journal of Language and Literary Studies*, vol. 4, no. 4, pp. 385–398, Dec. 2022, doi: 10.36892/ijlls.v4i4.1173.
- [8] M. E. Nurtamam, T. Apra Santosa, and A. Rahman, "Meta-analysis: The Effectiveness of IoT-Based Flipped Learning to Improve Students' Problem Solving Abilities," *Edumaspul Jurnal Pendidikan*, vol. 7, no. 1, 2023, doi: 10.33487/edumaspul.v7i1.6195.
- [9] J. M. Flores, *et al.*, "Systematic Review of Challenges and Opportunities of Internet of Things in STEM Education," 2025. [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/n/393377296>
- [10] I. Afriliana, A. Basit, A. Rakhman, dan M. T. Prihandoyo, "Peningkatan IPTEK pada Siswa Sekolah Menengah Atas Melalui Pengenalan Internet of Things," *JMM (Jurnal Masyarakat Mandiri)*, vol. 8, no. 1, p. 608, Feb. 2024, doi: 10.31764/jmm.v8i1.20110.
- [11] J. W. Creswell, *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*. United States of America: SAGE, 2014.
- [12] Sugiyono, *Metode Penelitian Pendidikan: Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta, 2015.
- [13] P. Y. A. Dewi and K. H. Primayana, "Effect of Learning Module with Setting Contextual Teaching and Learning to Increase the Understanding of Concepts," *International Journal of Education and Learning*, vol. 1, no. 1, pp. 19–26, Jun. 2019, doi: 10.31763/ijele.v1i1.26.
- [14] S. K. Dewi and A. Sudaryanto, "Validitas dan Reliabilitas Kuesioner Pengetahuan, Sikap dan Perilaku Pencegahan Demam Berdarah," *Seminar Nasional Keperawatan Universitas Muhammadiyah Surakarta (SEMNASKEP) 2020*, pp. 73–79, 2020.
- [15] Sugiono, *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta, 2011.
- [16] D. Damayanti and A. K. Nuzuli, "Dasar Evaluation of The Effectiveness of The Use of Communication Technology in Teaching Traditional Educational Methods in Elementary Schools," *Journal of Scientech Research and Development*, vol. 5, no. 1, 2023, [Online]. Available: <https://idm.or.id/JSCR/index.php/JSCR>
- [17] E. Melati, A. D. Fayola, I. P. A. D. Hita, A. M. A. Saputra, and A. Ninasari,

- “Pemanfaatan Animasi sebagai Media Pembelajaran Berbasis Teknologi untuk Meningkatkan Motivasi Belajar,” *Journal on Education*, vol. 06, no. 01, pp. 732–741, 2023.
- [18] A. Latip dan A. Faisal, “Upaya Peningkatan Literasi Sains Siswa melalui Media Pembelajaran IPA Berbasis Komputer,” pp. 444–452, 2020.
- [19] P. D. Sundari dan E. Rimadani, “Peningkatan Penalaran Ilmiah Siswa melalui Pembelajaran Guided Inquiry Berstrategi Scaffolding pada Materi Suhu dan Kalor,” *JURNAL EKSAKTA PENDIDIKAN (JEP)*, vol. 4, no. 1, p. 34, May 2020, doi: 10.24036/jep/vol4-iss1/402.
- [20] D. Damayanti dan A. K. Nuzuli, “Dasar Evaluation of The Effectiveness of The Use of Communication Technology in Teaching Traditional Educational Methods in Elementary Schools,” *Journal of Sciencetech Research and Development*, vol. 5, no. 1, 2023, [Online]. Available: <https://idm.or.id/JSCR/index.php/JSCR>
- [21] S. Suteja and D. Setiawan, “Students’ Critical Thinking and Writing Skills in Project-Based Learning,” *International Journal of Educational Qualitative Quantitative Research*, vol. 1, no. 1, pp. 16–22, Jul. 2022, doi: 10.58418/ijeqqr.v1i1.5.
- [22] H. Jaya, L. Lumu, S. Haryoko, and S. Suhaeb, “Development of Remote Laboratory for Distance Learning Practicum Online And Real-Time Digital Electronics Subjects,” *Journal of Educational Science and Technology (EST)*, pp. 56–64, Mar. 2020, doi: 10.26858/est.v6i1.12006.
- [23] H. Legi, M. Riwu, P. Hermanugerah, S. Tinggi, dan A. Kristen, “Pembelajaran Transformatif Kurikulum Merdeka di Era Digital,” 2023. [Online]. Available: <https://jurnal.ypkpasid.org/index.php/jei>