

PENGUATAN KETERAMPILAN ABAD 21 MELALUI PENGABDIAN BERBASIS PELATIHAN INTERNET OF THINGS (IOT) DAN SAINS BAGI SISWA MADRASAH IBTIDAIYAH

Alfian Erwinsyah¹, Aljunaid Bakari², Zulkifli A.T Nggaibo³, Gina Tho⁴

¹²³⁴IAIN Sultan Amai Gorontalo

email: alfian_erwinsyah@iaingorontalo.ac.id

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini untuk: (1) Menggambarkan kondisi awal keterampilan abad 21 siswa MI; (2) Mengimplementasikan pelatihan IoT dan Sains dengan metode Service Learning; (3) Menganalisis efektivitas pelatihan dalam meningkatkan keterampilan abad 21 siswa. Metode yang digunakan adalah Service Learning, dilaksanakan di salah satu MI di Kabupaten Gorontalo dengan 18 siswa kelas V sebagai partisipan. Pendekatan kuantitatif (pre-test dan post-test) dan kualitatif (observasi, wawancara, FGD) diterapkan. Intervensi berupa modul kontekstual, kit IoT sederhana, dan skenario pembelajaran berbasis proyek. Hasil menunjukkan analisis statistik menunjukkan peningkatan yang sangat signifikan (sig. 0,000) pada keterampilan abad 21 siswa, dengan nilai rata-rata meningkat dari 48,89 (pre-test) menjadi 129,17 (post-test). Observasi kualitatif mengkonfirmasi peningkatan pada aspek critical thinking, kreativitas, kolaborasi, dan komunikasi. Kapasitas guru juga mengalami transformasi positif menjadi fasilitator pembelajaran inovatif. Kesimpulan dan Implikasi yakni Pelatihan IoT dan Sains berbasis Service Learning terbukti efektif memperkuat keterampilan abad 21 siswa MI dan kapasitas guru. Program ini merekomendasikan integrasi model serupa ke dalam kurikulum, pendampingan berkelanjutan bagi guru, serta penguatan kemitraan multipihak untuk menjamin keberlanjutan dan replikasi inovasi pembelajaran di jenjang pendidikan dasar.

Kata Kunci: Keterampilan Abad 21, IoT, Sains, Madrasah Ibtidaiyah

ABSTRACT

The objectives of this study aim to: (1) Describe the initial condition of 21st century skills of MI students; (2) Implementing IoT and Science training with Service Learning methods; (3) Analyze the effectiveness of training in improving students' 21st century skills. The method used is Service Learning, carried out in one of the MIs in Gorontalo Regency with 18 class V students as participants. Quantitative (pre-test and post-test) and qualitative (observation, interview, FGD) approaches

were applied. Interventions include contextual modules, simple IoT kits, and project-based learning scenarios. The results showed statistical analysis showed a very significant improvement (sig. 0.000) in students' 21st century skills, with the average score increasing from 48.89 (pre-test) to 129.17 (post-test). Qualitative observations confirmed improvements in critical thinking, creativity, collaboration, and communication. The capacity of teachers has also undergone a positive transformation into innovative learning facilitators. Conclusion and Implications, namely Service Learning-based IoT and Science Training has proven to be effective in strengthening the 21st century skills of MI students and teacher capacity. The program recommends the integration of similar models into the curriculum, ongoing mentoring for teachers, and the strengthening of multi-stakeholder partnerships to ensure the sustainability and replication of learning innovations at the primary education level.

Keywords: *21st Century Skills, IoT, Science, Madrasah Ibtidaiyah*

PENDAHULUAN

Pendidikan abad ke-21 tengah mengalami transformasi fundamental menyikapi dinamika era Revolusi Industri 4.0 dan Society 5.0, ditandai dengan percepatan inovasi teknologi yang disruptif¹. Perubahan paradigmatik ini menuntut kesiapan lembaga pendidikan dan pemangku kebijakan dalam merancang kurikulum yang responsif guna mempersiapkan generasi muda menghadapi kompleksitas tantangan masa depan. Sejalan dengan tuntutan global, pemerintah Indonesia melalui Kementerian dan lembaga yang menagani bidang pendidikan secara proaktif mengintegrasikan teknologi dalam ekosistem pendidikan serta memperkuat literasi sains dan digital sejak jenjang dasar sebagai pilar utama Kurikulum Merdeka². Lebih jauh, visi Society 5.0 yang menekankan simbiosis optimal antara kecanggihan teknologi dan humaniora³, mendorong terciptanya pendekatan pembelajaran holistik dan inovatif untuk membentuk individu yang

¹ Dreitsohn F Purba et al., "Mengembangkan Kepemimpinan Pendidikan Unggul Di Era Revolusi Industri 4.0 Dan Era Society 5.0," *Educare* 3, no. 1 (2023): 1–8, <https://doi.org/10.56393/educare.v3i1.1401>.

² Nyoman A P Lestari et al., "Kurikulum Merdeka Sebagai Inovasi Menjawab Tantangan Era Society 5.0 Di Sekolah Dasar," *Jurnal Ilmiah Pendidikan Citra Bakti* 10, no. 4 (2023): 736–46, <https://doi.org/10.38048/jipcb.v10i4.1996>.

³ Cici Ratnanenci, "Korelasi Dampak Covid-19 Dengan Era Society 5.0 Di Bidang Pendidikan," *JDMP (Jurnal Dinamika Manajemen Pendidikan)* 6, no. 1 (2022), <https://doi.org/10.26740/jdmp.v6n1.p1-6>.

tidak hanya kompeten secara teknis tetapi juga mampu berkontribusi substantif bagi kemaslahatan masyarakat ⁴.

Dalam kerangka menyiapkan kompetensi esensial tersebut, penguasaan Keterampilan Abad ke-21 (4C) Critical Thinking, Creativity, Collaboration, Communication menjadi prasyarat mutlak bagi peserta didik untuk beradaptasi dan bersaing di lingkungan global yang semakin dinamis ⁵. Kemampuan berpikir kritis memungkinkan siswa melakukan analisis informasi secara mendalam dan merancang solusi inovatif berbasis bukti, sementara kolaborasi dan komunikasi efektif menjadi krusial dalam menjawab tantangan yang memerlukan sinergi lintas disiplin dan batas geografis ⁶. Penguatan keempat keterampilan pokok ini tidak hanya menjadi fondasi peningkatan kapabilitas individu, tetapi juga selaras dengan komitmen global terhadap Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (*Sustainable Development Goals* / SDGs) ⁷, khususnya dalam menjamin pendidikan berkualitas yang inklusif dan berkeadilan serta mendorong pertumbuhan berkelanjutan ⁸.

Pada tataran implementasi pendidikan dasar, Sains memainkan peran sentral sebagai fondasi pembentukan pemahaman konseptual tentang dunia sekaligus pengembangan pola pikir ilmiah (*scientific mindset*). Proses pembelajaran Sains yang efektif melatih berbagai keterampilan proses sains seperti observasi, pengukuran, perancangan eksperimen, dan analisis data yang secara inheren beririsan dan memperkuat pencapaian keterampilan 4C ⁹. Di sisi lain, pemahaman dasar tentang Internet of Things (IoT) sebuah paradigma teknologi yang menghubungkan objek fisik dan dunia digital melalui jaringan sensor, konektivitas, dan mekanisme otomasi membuka cakrawala baru bagi siswa dalam memahami pengumpulan data real-time, efisiensi sistem, dan penyelesaian masalah teknis

⁴ Ghasa F Alam et al., "Paradigma Pendidikan Era Learning Society 5.0: Model STEAM Sebagai Internasional Best Practice Dalam Smart Education," *Proceedings Series of Educational Studies*, 2023, <https://doi.org/10.17977/um083.7870>.

⁵ Bambang Yuniarto and Rivo P Yudha, "Literasi Digital Sebagai Penguatan Pendidikan Karakter Menuju Era Society 5.0," *Eduksos Jurnal Pendidikan Sosial & Ekonomi* 10, no. 2 (2021), <https://doi.org/10.24235/edueksos.v10i2.8096>.

⁶ Hardika Saputra, Lintang F Utami, and Ramadhani D Purwanti, "Era Baru Pembelajaran Matematika: Menyongsong Society 5.0," *Indiktika Jurnal Inovasi Pendidikan Matematika* 5, no. 2 (2023): 146–57, <https://doi.org/10.31851/indiktika.v5i2.11155>.

⁷ Atiasih Atiasih, Asti N Hadiani, and Lukman Hamid, "Pendidikan Anak Usia Dini Dan Tumbuh Kembang Anak Serta Tantangan Era Super Smart Society 5.0," *Jurnal Syntax Imperatif Jurnal Ilmu Sosial Dan Pendidikan* 4, no. 5 (2023): 622–29, <https://doi.org/10.36418/syntax-imperatif.v4i5.293>.

⁸ Via Alissa, "Kesadaran Peserta Didik Dalam Penerapan Green School Untuk Mendukung Esd (Education for Sustainable Development)," *Eduteach Jurnal Edukasi Dan Teknologi Pembelajaran* 3, no. 2 (2022): 51–60, <https://doi.org/10.37859/eduteach.v3i2.3805>.

⁹ Leah R Cheek, Vinson Carter, and Michael K Daugherty, "STEL Practice and the Integration of Tinkering And&Nbsp;Take Apart in the Elementary Classroom&Nbsp;," *The Journal of Technology Studies* 47, no. 2 (2022): 13, <https://doi.org/10.21061/jts.403>.

berbasis teknologi ¹⁰. Konvergensi antara Sains dan IoT melalui pendekatan pembelajaran berbasis proyek (project based learning) sederhana misalnya merancang sistem pemantauan lingkungan berbasis sensor suhu, cahaya, atau kelembaban telah terbukti secara empiris meningkatkan pemahaman konseptual, kemampuan analisis data, motivasi intrinsik siswa, serta penguatan terpadu keterampilan 4C. Studi menunjukkan implementasi stasiun cuaca berbasis IoT mampu mendalami pemahaman siswa tentang konsep lingkungan dan metode ilmiah ¹¹, sementara aktivitas berbasis proyek dengan perangkat IoT yang disesuaikan untuk jenjang dasar menciptakan konteks nyata yang menarik, memfasilitasi keterlibatan aktif (*active engagement*), dan membangun literasi sains serta data sejak dini secara signifikan ¹².

Dalam konteks lokal di Kabupaten Gorontalo, pada jenjang sekolah dasar menempati posisi strategis sebagai garda terdepan dalam membentuk fondasi karakter, nilai, dan kompetensi awal peserta didik, sehingga memikul peran krusial dalam menyiapkan generasi masa depan daerah yang unggul ¹³. Potensi penguatan kualitas pembelajaran di sekolah dasar cukup signifikan, sebagaimana ditunjukkan oleh penelitian yang mengungkap efektivitas model STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics) yang disinergikan dengan nilai-nilai keislaman dalam merangsang keterampilan abad ke-21 seperti berpikir kritis, kreativitas, dan kolaborasi ¹⁴. Kajian lebih spesifik di Madrasah Ibtidaiyah Imam Syafii juga mengidentifikasi bahwa dengan dukungan fasilitas memadai dan strategi pembelajaran inovatif, MI memiliki kapasitas menjadi pusat pengembangan karakter dan literasi sains yang progresif ¹⁵. Pengembangan model pembelajaran inovatif dalam program Pendidikan Guru MI (PGPMI) juga terbukti mampu meningkatkan kesiapan pendidik menghadapi tantangan kontemporer ¹⁶, sementara

¹⁰ Timo Hynninen and Antti Knutas, "How Well Do Students Understand the All-Encompassing, Ubiquitous, and Interconnected Nature of IoT?," 2022, 244–50, <https://doi.org/10.1145/3478431.3499349>.

¹¹ Maeve Liston et al., "Integrating Data Science and the Internet of Things Into Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics Education Through the Use of New and Emerging Technologies," *Frontiers in Education* 7 (2022), <https://doi.org/10.3389/educ.2022.757866>.

¹² Ibrahim Adisa et al., "Engaging Elementary Students in Data Science Practices," *Information and Learning Sciences* 125, no. 7/8 (2023): 513–44, <https://doi.org/10.1108/ils-06-2023-0062>.

¹³ Pablo Rivas and Franziska Klügl, "Development of Innovative Learning Model in Madrasah Ibtidaiyah Teacher Education Study Program," *Elnty* 2, no. 2 (2024): 33–38, <https://doi.org/10.55210/elementary.v2i2.440>.

¹⁴ Muhammad A Kharozim, "STEAM Learning Model in Madrasah Ibtidaiyah," *Elnty* 2, no. 2 (2024): 58–62, <https://doi.org/10.55210/elementary.v2i2.445>.

¹⁵ Rahmat Polihito, Abdul H Panai, and Yusraningsih H Pongoliu, "The Role of the Anti-Bullying Task Force in Minimizing (Verbal) Violence in the Private Ibtidaiyah Madrasah Imam Syafi'i, Telaga District, Gorontalo Regency," *Adv* 2, no. 4 (2024): 572–88, <https://doi.org/10.46799/adv.v2i4.220>.

¹⁶ Rivas and Klügl, "Development of Innovative Learning Model in Madrasah Ibtidaiyah Teacher Education Study Program."

optimalisasi kompetensi profesional guru terutama melalui pelatihan teknologi pendidikan dan metodologi sains mutakhir berkontribusi positif pada efektivitas pembelajaran ¹⁷.

Meskipun memiliki potensi besar, realitas di lapangan menunjukkan bahwa sekolah dasar khususnya Madrasah Ibtidaiyah di Kabupaten Gorontalo masih menghadapi sejumlah tantangan struktural yang menghambat pengembangan keterampilan abad ke-21 berbasis teknologi dan sains. Pertama, akses terhadap infrastruktur dan perangkat teknologi informasi dan komunikasi (TIK) yang memadai masih sangat terbatas. Studi di sekolah dasar daerah lain (Yogyakarta) mengungkap fenomena minimnya ketersediaan perangkat ICT dan konektivitas internet yang stabil ¹⁸, suatu kondisi yang sangat mungkin terjadi bahkan lebih akut di sejumlah MI Gorontalo. Kedua, implementasi kurikulum masih cenderung bersifat teoritis dan belum mengadopsi pendekatan berbasis proyek, inkuiri, atau STEAM secara komprehensif dan berkelanjutan, padahal model-model tersebut secara empiris terbukti meningkatkan engagement dan pemahaman sains siswa ¹⁹. Ketiga, kapasitas dan kompetensi sebagian besar guru dalam mengintegrasikan teknologi mutakhir seperti Internet of Things (IoT) serta menerapkan metodologi pembelajaran inovatif berbasis 4C masih belum optimal. Rendahnya kesempatan pelatihan profesional berkelanjutan menjadi faktor penyebab utama ²⁰. Keempat, sebagai dampak dari tantangan di atas, kesiapan siswa dalam penguasaan literasi digital tingkat lanjut dan internalisasi keterampilan abad ke-21 masih terbatas. Hal ini sejalan dengan temuan penelitian bahwa implementasi model inovatif seperti Virtual Field Trip untuk penguatan literasi digital di MI daerah belum berjalan optimal ²¹.

Berdasarkan kompleksitas tantangan tersebut, kegiatan pengabdian masyarakat ini hadir dengan urgensi tinggi dan nilai kebaruan strategis. Pertama, kegiatan ini menjadi jembatan krusial (*crucial bridge*) untuk mengatasi kesenjangan ganda (*double gap*) yaitu kesenjangan akses terhadap teknologi terkini

¹⁷ Omar El-Masri and Hiroshi Tanaka, "The Role of Professional Competence in Improving the Quality of Madrasah Ibtidaiyah Teacher Education," *Elnty* 2, no. 1 (2024): 27–32, <https://doi.org/10.55210/elementary.v2i1.438>.

¹⁸ Dyna H Suwanto, Benni Setiawan, and Siti Machmiah, "Developing Digital Literacy Practices in Yogyakarta Elementary Schools," *The Electronic Journal of E-Learning* 20, no. 2 (2022): pp101-111, <https://doi.org/10.34190/ejel.20.2.2602>.

¹⁹ Kharozim, "STEAM Learning Model in Madrasah Ibtidaiyah."

²⁰ Hasan Baharun and Almakkiyatul Mukarramah, "Digital Based Madrasah: The Strategy to Improve the Quality of Madrasah Ibtidaiyah Performance," *Al Ibtida Jurnal Pendidikan Guru Mi* 10, no. 1 (2023): 119, <https://doi.org/10.24235/al.ibtida.snj.v10i1.13075>.

²¹ Muhammad Mushfi El Iq Bali and Desi A Rohmah, "Urgensi Literasi Digital Di Madrasah Ibtidaiyah: Minority Logic Analyze Di Madrasah Ibtidaiyah Nurul Islam," *Edukasia* 4, no. 2 (2023): 2465–76, <https://doi.org/10.62775/edukasia.v4i2.611>.

dan kesenjangan pengetahuan tentang aplikasi sains praktis bagi siswa MI di daerah. Pendekatan manajemen TIK yang strategis berperan sentral dalam memanfaatkan sumber daya teknologi secara efisien dan efektif untuk mendukung layanan pendidikan berbasis digital ²². Kedua, kegiatan ini dirancang untuk menstimulasi minat, rasa ingin tahu (curiosity), dan kreativitas siswa dalam ranah STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) melalui pengenalan dan praktik langsung konsep IoT dan sains aplikatif. Pembekalan sejak jenjang dasar merupakan investasi vital untuk menyiapkan siswa mengeksplorasi bidang sains dan teknologi lebih lanjut ²³. Ketiga, membekali siswa MI dengan fondasi kokoh keterampilan 4C serta literasi teknologi dan sains dasar merupakan langkah strategis dalam menyiapkan Sumber Daya Manusia (SDM) daerah Gorontalo yang kompetitif dan adaptif di masa depan. Transformasi digital pembelajaran dan peningkatan kapasitas adaptif guru merupakan pendukung utama terciptanya ekosistem belajar yang kondusif bagi pengembangan kompetensi siswa ²⁴. Keempat, dari segi kebaruan (novelty), kegiatan ini menawarkan model integratif kontekstual yang unik: pelatihan IoT sederhana berbasis proyek yang secara langsung mengaitkan prinsip-prinsip sains dasar dengan perangkat teknologi terkini, dirancang khusus untuk konteks pembelajaran di Madrasah Ibtidaiyah daerah. Model *hands-on* ini belum banyak diimplementasikan secara sistematis dan terukur di jenjang pendidikan dasar, terutama di lingkungan madrasah, sehingga menjadi terobosan inovatif yang mudah diadopsi dan diadaptasi oleh guru sesuai konteks lokal. Kelima, kegiatan ini mengadopsi pendekatan pemberdayaan holistik yang tidak hanya menyasar siswa, tetapi juga melibatkan pendampingan intensif bagi guru dan membangun aliansi kolaboratif dengan orang tua. Sinergi ini menciptakan ekosistem belajar yang partisipatif, suportif, dan berkelanjutan, memperluas wawasan pemanfaatan teknologi untuk pembelajaran serta memperkuat kemandirian madrasah ²⁵.

Berdasarkan pertimbangan mendalam atas konteks global, tantangan lokal, serta urgensi dan kebaruan solusi yang ditawarkan, maka kegiatan Pengabdian

²² Citra Juniarni and Nur Ali, "Developing Innovation and Based on Smart Madrasah Model in Malang City," *Idarah (Jurnal Pendidikan Dan Kependidikan)* 6, no. 1 (2022): 1–14, <https://doi.org/10.47766/idadah.v6i1.85>.

²³ Hasyim Haddade et al., "Madrasah Management Strategies Through Madrasah Reform Program: An Evidence From Indonesia," *International Journal of Educational Management* 38, no. 5 (2024): 1289–1304, <https://doi.org/10.1108/ijem-05-2023-0236>.

²⁴ Arif Rahman et al., "Madrasah Education Quality Reform: Improving Teacher Quality Post Pandemic in Indonesia," *Al-Ishlah Jurnal Pendidikan* 16, no. 1 (2024): 54–66, <https://doi.org/10.35445/alishlah.v16i1.3899>.

²⁵ Ummi P Astutik, Umar Fauzan, and Noor Malihah, "Madrasah and Parents Alliance as an Effort to Prevent Invisible Teachers," *Edureligia Jurnal Pendidikan Agama Islam* 7, no. 2 (2023): 180–88, <https://doi.org/10.33650/edureligia.v7i2.6822>.

kepada Masyarakat dengan judul: Penguatan Keterampilan Abad 21 Berbasis Pelatihan Internet of Things (IoT) dan Sains kepada Siswa Madrasah Ibtidaiyah Kabupaten Gorontalo dirumuskan sebagai respons yang tepat sasaran. Kegiatan ini diharapkan mampu memberikan pengalaman belajar langsung (*authentic hands-on experience*), dengan metode *service learning* secara signifikan akan meningkatkan penguasaan keterampilan 4C, memperluas wawasan teknologi, serta memperdalam pemahaman sains aplikatif bagi siswa. Secara bersamaan, kegiatan ini dirancang untuk memberikan dampak *multiplier* positif melalui peningkatan kapasitas guru dan penguatan lingkungan belajar madrasah menuju transformasi pendidikan yang berkelanjutan dan relevan dengan tuntutan zaman.

METODE

Kegiatan pengabdian masyarakat ini menyasar peserta didik kelas V di salah satu Madrasah Ibtidaiyah Swasta di Kabupaten Gorontalo dengan alokasi waktu pelaksanaan selama tiga bulan. Metode utama yang diterapkan adalah Service Learning (SL), suatu pendekatan pedagogis transformatif yang berakar pada paradigma konstruktivisme dan mengoperasionalkan siklus pembelajaran berpengalaman David Kolb (concrete experience, reflective observation, abstract conceptualization, active experimentation). Prinsip SL yang dipegang mencakup integrasi tujuan akademik dan pelayanan, refleksi sistematis, serta timbal balik (reciprocity) dengan komunitas. Implementasinya mengikuti tahapan sistematis mulai dari identifikasi masalah, perencanaan, orientasi, pelaksanaan dengan pendampingan, refleksi berkala, hingga tindak lanjut. Teknik pengumpulan data menggunakan metode triangulasi yang meliputi survei/kuesioner, wawancara mendalam dan FGD, observasi partisipatif, serta kajian data sekunder. Data yang terkumpul kemudian dianalisis melalui dua pendekatan: kuantitatif (statistik deskriptif dan inferensial) dan kualitatif (analisis tematik, naratif, dan konten), yang didahului oleh fase pra-analisis untuk pembersihan dan validasi data. Hasil analisis selanjutnya diinterpretasi dan divisualisasikan untuk menyajikan temuan secara komprehensif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penguasaan Keterampilan Abad 21 Pada Siswa Madrasah Ibtidaiyah

Berdasarkan wawancara mendalam dengan guru dan kepala sekolah Madrasah Ibtidaiyah (MI) di Kabupaten Gorontalo, penelitian ini mengungkapkan bahwa penguasaan keterampilan abad 21 pada siswa masih dalam tahap perkembangan awal. Terdapat variasi signifikan antara sekolah di pusat kota dan daerah pelosok. Meskipun siswa menunjukkan potensi dan antusiasme tinggi,

pengembangannya belum optimal dan sistematis karena fokus pembelajaran masih terpusat pada pencapaian akademik dasar dan agama, serta menghadapi kendala struktural dalam integrasi kurikuler. Analisis terhadap empat komponen utama (4C) menunjukkan profil sebagai berikut:

Berpikir Kritis: Keterampilan ini belum berkembang baik, terutama dalam pembelajaran sains. Proses pembelajaran cenderung berhenti pada penghafalan fakta tanpa eksplorasi mendalam. Siswa kurang dirangsang untuk merumuskan pertanyaan, merancang penyelidikan, atau menganalisis data. Akibatnya, sains dipersepsikan sebagai kumpulan fakta statis, bukan proses dinamis pemecahan masalah.

Kreativitas: Potensi kreativitas siswa dalam seni dan narasi tinggi, namun mengalami kesulitan saat dialihkan ke eksplorasi ilmiah dan solusi teknis terstruktur. Hal ini disebabkan oleh minimnya eksposur terhadap alat peraga, percobaan riil, dan proyek sains yang dapat menyalurkan imajinasi menjadi inovasi terapan.

Kolaborasi: Aspek ini paling menonjol, didukung kuat oleh nilai budaya lokal huyula (gotong royong). Namun, kolaborasi yang efektif dengan pembagian peran spesifik dan manajemen proyek masih perlu dilatih. Kerja kelompok sering kali bersifat sosial dan didominasi oleh beberapa siswa, belum menjadi kolaborasi produktif yang memanfaatkan keahlian masing-masing anggota.

Komunikasi: Meski kemampuan komunikasi lisan sehari-hari baik, penyampaian ide kompleks secara tertulis dan presentasi, khususnya dalam konteks ilmiah, memerlukan peningkatan serius. Siswa kurang terlatih dalam mendokumentasikan prosedur, melaporkan hasil, atau mempresentasikan temuan secara sistematis, termasuk menggunakan platform digital untuk komunikasi produktif.

Beberapa faktor menjadi pendorong sekaligus penghambat. Antusiasme siswa, dukungan orang tua, dan fleksibilitas kurikulum membuka peluang. Sebaliknya, ketimpangan infrastruktur teknologi (internet, komputer), minimnya pelatihan guru dalam metodologi pembelajaran abad 21, serta keterbatasan bahan ajar dan peralatan eksperimen menjadi kendala utama. Kesiapan untuk pelatihan IoT dan Sains masih rendah karena fondasi pengetahuan sains dasar dan literasi digital yang minim, meskipun minat siswa tinggi.

Dari perspektif kebijakan, implementasi Kurikulum Merdeka yang mendukung pengintegrasian keterampilan abad 21 masih terbentur kapasitas guru, keterbatasan sarana prasarana, dan minimnya muatan lokal berbasis STEM. Oleh karena itu, diperlukan intervensi strategis melalui program pengabdian masyarakat (PKM) yang berprinsip pada: (1) pelatihan guru terlebih dahulu, (2) pengembangan modul sederhana, aplikatif, dan kontekstual dengan bahan lokal serta terintegrasi

nilai keislaman, (3) pembelajaran berbasis pengalaman langsung (hands-on), dan (4) pembangunan jejaring berkelanjutan dengan komunitas atau kampus. Pendekatan ini diharapkan dapat menjadi katalisator untuk menciptakan generasi yang tidak hanya religius tetapi juga kompetitif di era digital.

Implementasi Kegiatan Pelatihan Internet of Things (IoT) dan Sains melalui Metode Service Learning

Implementasi pelatihan Internet of Things (IoT) dan Sains dengan pendekatan Service Learning (SL) di Madrasah Ibtidaiyah (MI) Kabupaten Gorontalo dirancang sebagai intervensi strategis untuk mengatasi kesenjangan antara kurikulum konvensional dengan tuntutan pengembangan keterampilan abad 21. Program ini dilaksanakan melalui enam tahap metodologis yang saling terkait, menghasilkan dampak signifikan baik bagi siswa maupun guru.

1. Identifikasi Masalah Kolaboratif

Tahap ini dilakukan melalui forum diskusi (FGD) dan observasi bersama guru serta kepala madrasah, guna memahami kebutuhan autentik. Hasil identifikasi menunjukkan kebutuhan mendasar akan pergeseran paradigma pembelajaran sains dari yang abstrak-tekstual menuju pengalaman belajar kontekstual-berbasis teknologi. Siswa kesulitan menghubungkan teori dengan realita, sementara guru membutuhkan model integrasi sains-teknologi yang sederhana dan terjangkau. IoT kemudian dipilih sebagai medium ganda: sebagai objek pembelajaran teknologi dan alat bantu investigasi ilmiah. Fokus intervensi dirumuskan untuk menciptakan meaningful learning dengan mengaitkan proyek IoT dengan konteks kehidupan sehari-hari siswa, menempatkan mereka sebagai subjek aktif dalam proses SL.

2. Perencanaan Intervensi Berbasis Konteks

Perencanaan pembelajaran ini dirancang secara kontekstual dan terintegrasi, berpusat pada kekhasan lokal Gorontalo. Inti dari perencanaan ini adalah sebuah modul pembelajaran aplikatif yang menyajikan langkah-langkah metode ilmiah dengan bahasa yang ramah, sekaligus mengintegrasikannya dengan operasi perangkat Internet of Things (IoT). Materi dalam modul ini tidak abstrak, tetapi dikaitkan langsung dengan fenomena dan isu di lingkungan sekitar Gorontalo, agar peserta didik dapat melihat relevansi langsung antara sains, teknologi, dan kehidupan mereka. Untuk mendukung penerapan modul tersebut, disediakan kit proyek IoT sederhana yang menggunakan mikrokontroler serta sensor-sensor seperti suhu, kelembaban, dan cahaya. Pemilihan sensor ini pun disesuaikan dengan konteks lokal, misalnya untuk memantau kondisi pertanian atau lingkungan, dan dirancang secara modular sehingga dapat dikembangkan lebih lanjut untuk menjamin keberlanjutan pembelajaran.

Selanjutnya, kerangka aktivitasnya dibangun melalui skenario Pembelajaran Berbasis Proyek (PjBL) yang menantang peserta didik dengan masalah autentik. Contohnya, mereka mungkin diberi tantangan untuk merancang sistem peringatan dini kekeringan atau memonitor iklim mikro untuk tanaman lokal. Melalui proses memecahkan tantangan inilah, keterampilan abad ke-21 atau 4C seperti berpikir kritis, kreativitas, kolaborasi, dan komunikasi dilatih secara intrinsik dan praktis. Namun, keberhasilan implementasi seluruh rancangan ini tidak hanya bergantung pada perangkat dan materi, melainkan juga pada faktor pendukung manusia. Oleh karena itu, komponen pendampingan guru dirancang khusus untuk membangun kapasitas dan kepercayaan diri pengajar dalam memandu proyek teknologi ini. Selain itu, keterlibatan orang tua juga diupayakan untuk menciptakan ekosistem pendukung yang kokoh, sehingga inovasi pembelajaran ini tidak berhenti di ruang kelas, tetapi juga mendapat apresiasi dan dukungan dari rumah serta komunitas.

3. Pelaksanaan Program di Lapangan

Pelaksanaan program ini diwujudkan sebagai sebuah ekosistem pembelajaran terpadu yang dinamis, di mana setiap aktivitas saling bertaut dan memperkuat. Proses diawali dengan sesi teoritis interaktif, di mana konsep-konsep ilmiah dan teknologi tidak disajikan sebagai hafalan, melainkan sebagai "alat berpikir dan bertindak". Melalui dialog tanya jawab dan analogi yang dekat dengan konteks kehidupan siswa, pemahaman awal dibangun dengan landasan yang bermakna. Dari pemahaman konseptual ini, peserta didik kemudian masuk ke dalam inti pengalaman belajar, yaitu praktik langsung atau hands-on. Di sini, mereka secara fisik merakit kit IoT dan memprogramnya, menjadikan teori yang baru dipelajari sebagai kenyataan yang bisa disentuh. Dalam tahap ini, kesalahan yang terjadi tidak dilihat sebagai kegagalan, melainkan sebagai productive failure momen belajar yang berharga untuk mengasah ketekunan dan, pada akhirnya, membangun self-efficacy atau keyakinan pada kemampuan diri mereka sendiri.

Kemudian, pembelajaran meningkat menjadi sebuah upaya kolektif melalui proyek kolaboratif. Siswa bekerja dalam kelompok untuk menyelesaikan tantangan nyata yang bermakna, seperti menciptakan prototipe sistem pemantauan. Proses ini secara alamiah melatih soft skill penting seperti negosiasi ide, pembagian peran yang adil, dan tanggung jawab kolektif atas hasil bersama. Sepanjang perjalanan dari teori, praktik, hingga kolaborasi ini, kehadiran pendampingan aktif menjadi tulang punggung yang menyokong. Tim fasilitator dan guru mitra tidak hanya mengawasi, tetapi bertindak sebagai pemandu yang memberikan scaffolding melalui pertanyaan-pertanyaan penuntun dan umpan balik yang reflektif. Pendampingan ini secara sengaja menciptakan lingkungan belajar yang aman dan mendukung, tempat siswa merasa bebas untuk bereksperimen, mengambil risiko

intelektual, dan tumbuh dari setiap langkah yang mereka ambil. Dengan demikian, keempat aktivitas ini menyatu menjadi suatu siklus belajar yang hidup, di mana pengetahuan dibangun, diterapkan, dibagikan, dan direfleksikan secara terus-menerus.

4. Refleksi Sistematis dan Terstruktur

Refleksi tidak ditempatkan sebagai aktivitas tambahan, melainkan diintegrasikan sebagai proses berkelanjutan yang menjadi jantung dari pembelajaran transformatif. Proses ini dialirkan melalui tiga saluran yang saling memperkaya. Saluran pertama adalah jurnal reflektif siswa, yang berfungsi sebagai alat introspeksi pribadi. Melalui jurnal ini, siswa melatih metakognisi mereka belajar untuk menganalisis cara berpikir dan bertindak mereka sendiri sambil secara tidak langsung memberikan data kualitatif yang berharga mengenai perkembangan keterampilan 4C seperti kolaborasi dan berpikir kritis dalam diri mereka. Refleksi kemudian meningkat ke tingkat sosial-konstruktif melalui Diskusi Kelompok Terfokus (FGD). Dalam forum ini, siswa tidak hanya melihat kembali pengalaman individual, tetapi juga mendengarkan perspektif teman sebaya, mendorong mereka untuk bersama-sama menghubungkan proyek yang dikerjakan dengan relevansi sosial dan konteks lokal yang lebih luas, sehingga makna pembelajaran menjadi semakin mendalam.

Lingkaran refleksi kemudian diperluas lagi melalui umpan balik dari guru dan orang tua. Validasi dan perspektif eksternal dari kedua pihak kunci ini tidak hanya mengonfirmasi perkembangan siswa, tetapi juga membantu memahami dampak program terhadap ekosistem pembelajaran yang lebih luas, baik di sekolah maupun di rumah. Ketiga saluran ini jurnal pribadi, diskusi sosial, dan umpan balik eksternal bekerja secara bersamaan membentuk sebuah sistem triangulasi yang kokoh. Sistem inilah yang mengubah pengalaman praktis dan kolaboratif selama pelaksanaan menjadi sebuah pembelajaran yang benar-benar transformatif, di mana setiap langkah tidak hanya berakhir pada penyelesaian proyek, tetapi pada pemahaman yang lebih mendalam tentang diri, masyarakat, serta aplikasi ilmu pengetahuan dalam kehidupan.

5. Tindak Lanjut dan Replikasi Program

Fase akhir ini dirancang dengan visi jangka panjang untuk menjamin keberlanjutan dan mengukuhkan praktik baik tersebut ke dalam struktur budaya belajar. Langkah awalnya adalah dokumentasi sistemik yang menghasilkan berbagai produk pengetahuan praktis, seperti modul ajar, Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP), panduan teknis, portofolio digital, dan toolkit fisik. Kumpulan sumber daya ini disusun agar mudah diakses dan diadaptasi, sehingga tidak hanya menjadi arsip, tetapi menjadi fondasi yang hidup bagi pengulangan dan

pengembangan program di masa depan. Dengan fondasi dokumentasi yang kuat, fokus kemudian bergeser kepada penguatan kapasitas guru secara berjenjang. Melalui pelatihan lanjutan berbasis *training of trainers*, guru-guru tidak hanya menguasai konten, tetapi juga kompetensi kunci seperti penilaian autentik dan kemampuan memodifikasi proyek sesuai konteks, sekaligus membentuk jejaring *peer-teacher* yang saling mendukung.

Upaya ini kemudian diperkuat dengan diseminasi terstruktur untuk memperluas dampak dan melakukan advokasi berbasis bukti. Praktik baik dan hasil pembelajaran dipresentasikan dalam forum Kelompok Kerja Madrasah (KKM) atau Kelompok Kerja Guru (KKG), dipublikasikan secara ilmiah, serta dibagikan melalui platform berbagi sumber belajar digital. Namun, upaya keberlanjutan tidak berhenti pada publikasi. Jejaring kolaboratif yang berkelanjutan dibangun dengan melibatkan berbagai pemangku kepentingan, seperti pemerintah daerah, perguruan tinggi, dunia usaha, dan komunitas. Kemitraan ini tidak hanya memberikan dukungan sumber daya, tetapi juga membuka peluang untuk pengembangan proyek lanjutan yang lebih inklusif. Pada akhirnya, fase ini mentransformasi peran madrasah mitra dari sekadar penerima manfaat menjadi pusat penyebar inovasi, memastikan bahwa praktik pembelajaran kontekstual dan berbasis proyek ini tidak padam, tetapi terus tumbuh dan memberi inspirasi dalam ekosistem pendidikan yang lebih luas.

6. Hasil Implementasi terhadap Siswa dan Guru

Hasil implementasi program ini mencatat dampak transformatif yang signifikan baik pada peserta didik maupun pendidik. Pada siswa, keterlibatan dan motivasi belajar mengalami peningkatan nyata, ditandai dengan tingkat kehadiran rata-rata mencapai 98% serta munculnya rasa ingin tahu spontan dan keberanian untuk bereksperimen tanpa diliputi rasa takut akan kegagalan. Lebih jauh, program ini secara sistematis memperkuat keterampilan abad ke-21 atau 4C mereka. Keterampilan berpikir kritis berkembang ketika siswa mampu menganalisis data sensor, seperti mengkorelasikan grafik cahaya dengan pertumbuhan tanaman, mengevaluasi berbagai solusi, dan mengambil keputusan berdasarkan bukti. Kreativitas mereka tercermin dalam inovasi desain prototipe, seperti memodifikasi alat pantau menjadi sistem penyiram otomatis, dan dalam menemukan solusi kreatif atas setiap kendala teknis yang dihadapi.

Sementara itu, kolaborasi tumbuh melalui pembagian peran yang organik dalam kelompok, penyelesaian konflik lewat diskusi, serta dinamika *peer tutoring* yang alami, suatu proses yang diperkuat oleh nilai budaya gotong royong atau *huyula* yang khas Gorontalo. Kemampuan komunikasi mereka juga meningkat, terlihat dari keterampilan mempresentasikan hasil proyek dengan

didukung data, menulis jurnal reflektif, dan menggunakan diagram visual sebagai alat penjelasan.

Di sisi guru, terjadi peningkatan kapasitas yang mencakup transformasi peran dan penguasaan kompetensi. Terjadi pergeseran paradigma dari peran sebagai instruktur menjadi fasilitator inkuiri yang ahli merancang pertanyaan pemandu dan membimbing proses penemuan siswa. Penguasaan *TPACK* (*Technological Pedagogical Content Knowledge*) mereka meningkat secara sinergis, memungkinkan perancangan pembelajaran yang benar-benar inovatif. Guru juga mengembangkan kemampuan merancang materi kontekstual dengan memodifikasi proyek berdasarkan potensi lokal yang spesifik, serta terampil melakukan asesmen formatif melalui penggunaan rubrik kinerja, analisis jurnal siswa, dan penilaian holistik terhadap prototipe. Yang tak kalah penting, terbentuklah komunitas praktisi jejaring berbagi dan dukungan antarguru yang menjadi modal sosial berharga untuk menjaga keberlanjutan seluruh praktik baik ini di masa depan.

Hasil Pelatihan Internet of Things (IoT) dan Sains dalam meningkatkan keterampilan abad 21 siswa

Untuk menunjang hasil kegiatan PkM ini, pelaksana juga melakukan uji pre-test dan post-test untuk mengukur keterampilan abad 21 dengan menggunakan instrumen sederhana dengan beberapa indikator yang dijabarkan menjadi item angket yang dibagikan sebelum dan sesudah implementasi pelatihan.

Tabel 1. *Paired Samples Statistics*

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair	Pre-Test	48.89	18	7.962	1.877
	Post-test	129.17	18	16.561	3.903

Berdasarkan table 1 *Paired Samples Statistics*, dapat dideskripsikan perbandingan statistik deskriptif berpasangan antara nilai pre-test dan post-test keterampilan abad 21 dari 18 siswa. Tabel ini secara jelas memaparkan ukuran-ukuran pemusatan dan penyebaran data untuk kedua kelompok pengukuran yang berasal dari sampel yang sama, sehingga memungkinkan analisis perubahan yang terjadi pada setiap individu.

Terlihat peningkatan yang sangat besar pada nilai rata-rata (mean) keterampilan siswa, dari 48.89 pada pre-test menjadi 129.17 pada post-test. Selisih mean sebesar 80.28 poin ini memberikan indikasi awal yang kuat mengenai efektivitas intervensi pelatihan. Selain itu, penyebaran data juga mengalami perubahan, di mana standar deviasi meningkat dari 7.962 menjadi 16.561. Peningkatan variabilitas ini mengisyaratkan bahwa meskipun secara umum terjadi

kemajuan, tingkat pencapaian akhir siswa lebih beragam dibandingkan dengan kondisi awal mereka. Statistik ini menjadi dasar yang krusial untuk melakukan uji hipotesis lebih lanjut, seperti Paired Samples T-Test.

Tabel 2. Paired Samples Test

		<i>Paired Differences</i>					t	df	Sig.
				<i>Std. Error</i>	<i>95% Confidence Interval of the Difference</i>				
		<i>Mean</i>	<i>Std. Dev</i>	<i>Mean</i>	<i>Lower</i>	<i>Upper</i>			
Pair	Pre-Post	-80.278	18.979	4.473	-89.716	-70.840	-17.945	17	.000

Berdasarkan Tabel 2 *Paired Samples Test*, dapat diketahui bahwa terdapat peningkatan yang sangat signifikan secara statistik pada keterampilan abad 21 siswa setelah intervensi pelatihan. Hal ini dibuktikan oleh uji-t berpasangan (paired samples t-test) yang menghasilkan nilai $t = -17.945$ dengan derajat kebebasan (df) 17 dan nilai signifikansi (2-tailed) = 0.000.

Secara rinci, selisih rata-rata (mean difference) antara pre-test dan post-test adalah -80.278 poin. Tanda negatif menunjukkan bahwa nilai post-test secara konsisten lebih tinggi daripada nilai pre-test. Standar deviasi dari perbedaan ini adalah 18.979, yang menggambarkan variasi selisih nilai setiap siswa. Interval kepercayaan 95% untuk perbedaan rata-rata ini berkisar antara -89.716 hingga -70.840. Karena interval ini tidak mencakup angka nol, kita dapat meyakini bahwa perbedaan sebesar 80.278 poin ini nyata dan tidak terjadi karena kesalahan sampling.

Dengan nilai sig. 0.000 yang jauh lebih kecil dari tingkat alpha 0.05, hipotesis nol (yang menyatakan tidak ada perbedaan antara pre-test dan post-test) ditolak. Hasil ini, yang didahului oleh pemenuhan asumsi normalitas data, memberikan bukti statistik yang kuat untuk menyatakan bahwa intervensi atau perlakuan yang diberikan secara efektif meningkatkan keterampilan abad 21 siswa secara bermakna. Peningkatan yang drastis (dari mean 48.89 menjadi 129.17) bukanlah suatu kebetulan, melainkan efek yang signifikan dari proses pelatihan yang telah dijalani

KESIMPULAN

1. Penguasaan keterampilan abad 21 (4C) pada siswa MI di Kabupaten Gorontalo masih dalam tahap awal. Berpikir kritis terbatas pada hafalan, kreativitas belum teralihkan ke solusi teknis, kolaborasi efektif perlu dikembangkan lebih lanjut, dan komunikasi ilmiah masih lemah. Meski didukung antusiasme siswa dan orang tua, kendala utama terletak pada ketimpangan infrastruktur teknologi,

keterbatasan sarana, serta kapasitas guru dalam metodologi pembelajaran modern yang perlu ditingkatkan.

2. Implementasi pelatihan IoT dan Sains berhasil dilaksanakan dengan mengadaptasi metodologi Service Learning. Program ini dimulai dari identifikasi kebutuhan akan pembelajaran kontekstual, diikuti perencanaan intervensi berbasis lokal seperti modul aplikatif dan kit IoT. Pelaksanaannya menciptakan ekosistem pembelajaran terpadu yang mengubah siswa menjadi penemu aktif. Proses refleksi sistematis melalui jurnal dan diskusi memperdalam pembelajaran, sementara dokumentasi dan pelatihan guru menjamin keberlanjutan dan replikasi program.
3. Pelatihan IoT dan Sains berbasis Service Learning terbukti efektif dan signifikan. Hasil uji statistik Paired Sample T-Test menunjukkan peningkatan sangat signifikan pada keterampilan abad 21 (4C) siswa, dengan nilai rata-rata melonjak dari 48.89 menjadi 129.17. Guru pun bertransformasi dari instruktur menjadi fasilitator mandiri dengan penguasaan TPACK yang lebih baik. Metode SL berhasil menciptakan pembelajaran autentik, di mana penguatan keterampilan teknis berjalan seiring dengan pengembangan karakter dan pemberian layanan nyata untuk memecahkan masalah di lingkungan sekolah

DAFTAR PUSTAKA

- Adisa, Ibrahim, Danielle Herro, Oluwadara Abimbade, and Golnaz A Irgens. "Engaging Elementary Students in Data Science Practices." *Information and Learning Sciences* 125, no. 7/8 (2023): 513–44. <https://doi.org/10.1108/ils-06-2023-0062>.
- Alam, Ghasa F, Ali Imron, Achmad Supriyanto, and Mustiningsih Mustiningsih. "Paradigma Pendidikan Era Learning Society 5.0: Model STEAM Sebagai Internasional Best Practice Dalam Smart Education." *Proceedings Series of Educational Studies*, 2023. <https://doi.org/10.17977/um083.7870>.
- Alissa, Via. "Kesadaran Peserta Didik Dalam Penerapan Green School Untuk Mendukung Esd (Education for Sustainable Development)." *Eduteach Jurnal Edukasi Dan Teknologi Pembelajaran* 3, no. 2 (2022): 51–60. <https://doi.org/10.37859/eduteach.v3i2.3805>.
- Astutik, Umami P, Umar Fauzan, and Noor Malihah. "Madrasah and Parents Alliance as an Effort to Prevent Invisible Teachers." *Edureligia Jurnal Pendidikan Agama Islam* 7, no. 2 (2023): 180–88. <https://doi.org/10.33650/edureligia.v7i2.6822>.
- Atiasih, Atiasih, Asti N Hadianti, and Lukman Hamid. "Pendidikan Anak Usia Dini Dan Tumbuh Kembang Anak Serta Tantangan Era Super Smart Society 5.0." *Jurnal Syntax Imperatif Jurnal Ilmu Sosial Dan Pendidikan* 4, no. 5 (2023): 622–29. <https://doi.org/10.36418/syntax-imperatif.v4i5.293>.
- Baharun, Hasan, and Almakkiyatul Mukarramah. "Digital Based Madrasah: The Strategy to Improve the Quality of Madrasah Ibtidaiyah Performance." *Al*

- Ibtida Jurnal Pendidikan Guru Mi* 10, no. 1 (2023): 119. <https://doi.org/10.24235/al.ibtida.snj.v10i1.13075>.
- Bali, Muhammad Mushfi El Iq, and Desi A Rohmah. "Urgensi Literasi Digital Di Madrasah Ibtidaiyah: Minority Logic Analyze Di Madrasah Ibtidaiyah Nurul Islam." *Edukasia* 4, no. 2 (2023): 2465–76. <https://doi.org/10.62775/edukasia.v4i2.611>.
- Cheek, Leah R, Vinson Carter, and Michael K Daugherty. "STEL Practice and the Integration of Tinkering And Take Apart in the Elementary Classroom " *The Journal of Technology Studies* 47, no. 2 (2022): 13. <https://doi.org/10.21061/jts.403>.
- El-Masri, Omar, and Hiroshi Tanaka. "The Role of Professional Competence in Improving the Quality of Madrasah Ibtidaiyah Teacher Education." *Elnty* 2, no. 1 (2024): 27–32. <https://doi.org/10.55210/elementary.v2i1.438>.
- Haddade, Hasyim, Askar Nur, Andi Achruh, Muhammad N A Rasyid, and Andi Ibrahim. "Madrasah Management Strategies Through Madrasah Reform Program: An Evidence From Indonesia." *International Journal of Educational Management* 38, no. 5 (2024): 1289–1304. <https://doi.org/10.1108/ijem-05-2023-0236>.
- Hynninen, Timo, and Antti Knutas. "How Well Do Students Understand the All-Encompassing, Ubiquitous, and Interconnected Nature of IoT?," 2022, 244–50. <https://doi.org/10.1145/3478431.3499349>.
- Juniarni, Citra, and Nur Ali. "Developing Innovation and Based on Smart Madrasah Model in Malang City." *Idarah (Jurnal Pendidikan Dan Kependidikan)* 6, no. 1 (2022): 1–14. <https://doi.org/10.47766/idarrah.v6i1.85>.
- Kharozim, Muhammad A. "STEAM Learning Model in Madrasah Ibtidaiyah." *Elnty* 2, no. 2 (2024): 58–62. <https://doi.org/10.55210/elementary.v2i2.445>.
- Lestari, Nyoman A P, Luh T S Wahyuni, I W Lasmawan, I W Suastra, Made S A Dewi, and Ni Made Ignityas Prima Astuti. "Kurikulum Merdeka Sebagai Inovasi Menjawab Tantangan Era Society 5.0 Di Sekolah Dasar." *Jurnal Ilmiah Pendidikan Citra Bakti* 10, no. 4 (2023): 736–46. <https://doi.org/10.38048/jipcb.v10i4.1996>.
- Liston, Maeve, Anne M Morrin, Trevor Furlong, and Leona Griffin. "Integrating Data Science and the Internet of Things Into Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics Education Through the Use of New and Emerging Technologies." *Frontiers in Education* 7 (2022). <https://doi.org/10.3389/feduc.2022.757866>.
- Polihito, Rahmat, Abdul H Panai, and Yusraningsih H Pongoliu. "The Role of the Anti-Bullying Task Force in Minimizing (Verbal) Violence in the Private Ibtidaiyah Madrasah Imam Syafi'i, Telaga District, Gorontalo Regency." *Adv* 2, no. 4 (2024): 572–88. <https://doi.org/10.46799/adv.v2i4.220>.
- Purba, Dreitsohn F, Diding Nurdin, Abubakar Diturun, Bambang Irawan, and Dani Darmawan. "Mengembangkan Kepemimpinan Pendidikan Unggul Di Era Revolusi Industri 4.0 Dan Era Society 5.0." *Educare* 3, no. 1 (2023): 1–8. <https://doi.org/10.56393/educare.v3i1.1401>.

- Rahman, Arif, Mohd I M Pisol, Maya N Sari, and Zalik Nuryana. "Madrasah Education Quality Reform: Improving Teacher Quality Post Pandemic in Indonesia." *Al-Ishlah Jurnal Pendidikan* 16, no. 1 (2024): 54–66. <https://doi.org/10.35445/alishlah.v16i1.3899>.
- Ratnanenci, Cici. "Korelasi Dampak Covid-19 Dengan Era Society 5.0 Di Bidang Pendidikan." *JDMP (Jurnal Dinamika Manajemen Pendidikan)* 6, no. 1 (2022). <https://doi.org/10.26740/jdmp.v6n1.p1-6>.
- Rivas, Pablo, and Franziska Klügl. "Development of Innovative Learning Model in Madrasah Ibtidaiyah Teacher Education Study Program." *Elnty* 2, no. 2 (2024): 33–38. <https://doi.org/10.55210/elementary.v2i2.440>.
- Saputra, Hardika, Lintang F Utami, and Ramadhani D Purwanti. "Era Baru Pembelajaran Matematika: Menyongsong Society 5.0." *Indiktika Jurnal Inovasi Pendidikan Matematika* 5, no. 2 (2023): 146–57. <https://doi.org/10.31851/indiktika.v5i2.11155>.
- Suwarto, Dyna H, Benni Setiawan, and Siti Machmiyah. "Developing Digital Literacy Practices in Yogyakarta Elementary Schools." *The Electronic Journal of E-Learning* 20, no. 2 (2022): pp101-111. <https://doi.org/10.34190/ejel.20.2.2602>.
- Yuniarto, Bambang, and Rivo P Yudha. "Literasi Digital Sebagai Penguatan Pendidikan Karakter Menuju Era Society 5.0." *Edueksos Jurnal Pendidikan Sosial & Ekonomi* 10, no. 2 (2021). <https://doi.org/10.24235/edueksos.v10i2.8096>.