

Transformasi Manajemen Madrasah Berbasis Internet of Things: Pengembangan Model Smart Green Madrasah untuk Penguatan Perilaku Berkelanjutan Siswa

Maryance

Universitas Islam Negeri Raden Fatah Palembang, Indonesia

e-mail: maryance_uin@radenfatah.ac.id

Abstrak

Perkembangan teknologi digital dan meningkatnya urgensi pendidikan berkelanjutan mendorong madrasah untuk melakukan transformasi tata kelola kelembagaan yang lebih adaptif, efisien, dan berorientasi ekologis. Dalam konteks pendidikan Islam, integrasi Internet of Things (IoT) ke dalam manajemen madrasah belum banyak dikaji, khususnya dalam kaitannya dengan penguatan perilaku berkelanjutan siswa. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis transformasi manajemen madrasah berbasis IoT melalui pengembangan model Smart Green Madrasah untuk memperkuat perilaku berkelanjutan siswa di Kota Palembang. Penelitian menggunakan pendekatan kualitatif dengan metode studi kasus multisitus pada beberapa madrasah yang mulai mengintegrasikan teknologi digital dalam pengelolaan lingkungan, pembelajaran, dan budaya sekolah. Penelitian dilaksanakan di Kota Palembang pada tahun 2026 dengan pengumpulan data melalui wawancara mendalam, observasi, dan dokumentasi. Informan dipilih menggunakan teknik purposive sampling yang melibatkan kepala madrasah, wakil kepala bidang sarana dan kurikulum, guru, pengelola laboratorium/teknologi, serta siswa. Data dianalisis menggunakan model interaktif Miles, Huberman, dan Saldaña melalui reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan, serta diuji kredibilitasnya melalui triangulasi sumber dan metode. Hasil penelitian menunjukkan bahwa transformasi manajemen madrasah berbasis IoT diwujudkan melalui integrasi sensor dan perangkat digital untuk pengelolaan energi, pemantauan kebersihan dan penggunaan air, penguatan pembelajaran berbasis data lingkungan, serta pembentukan budaya sekolah hijau yang terhubung dengan nilai-nilai keislaman. Implementasi tersebut berkontribusi terhadap meningkatnya efisiensi pengelolaan sarana, penguatan literasi lingkungan siswa, pembiasaan perilaku hemat energi, disiplin menjaga kebersihan, dan tumbuhnya tanggung jawab ekologis sebagai bagian dari karakter Islami. Penelitian ini menghasilkan model Smart Green Madrasah yang menempatkan IoT bukan hanya sebagai perangkat teknologis, tetapi sebagai instrumen transformasi manajemen pendidikan Islam yang mengintegrasikan tata kelola kelembagaan, budaya ekologis, dan pembentukan perilaku berkelanjutan siswa. Kontribusi penelitian terletak pada pengembangan perspektif manajemen pendidikan Islam berbasis teknologi hijau sebagai pendekatan inovatif dalam mewujudkan madrasah yang cerdas, berkelanjutan, dan berkarakter.

Kata Kunci: Internet of Things (IoT); Smart Green Madrasah; Manajemen Pendidikan Islam; Perilaku Berkelanjutan; Literasi Lingkungan

Abstract

Advances in digital technology and the growing urgency of sustainable education are driving madrasahs to transform their institutional governance to be more adaptive, efficient, and eco-friendly. In the context of Islamic education, the integration of the Internet of Things (IoT) into madrasah management has not been extensively studied, particularly in relation to fostering sustainable behavior among students. This

study aims to analyze IoT-based madrasah management transformation through the development of the Smart Green Madrasah model to strengthen students' sustainable behaviors in Palembang City. The study employs a qualitative approach using a multisite case study method across several madrasahs that have begun integrating digital technology into environmental management, learning, and school culture. The research was conducted in Palembang in 2026, with data collected through in-depth interviews, observations, and documentation. Informants were selected using purposive sampling, involving madrasah principals, vice principals for facilities and curriculum, teachers, laboratory/technology managers, and students. Data were analyzed using the Miles, Huberman, and Saldaña interactive model through data reduction, data presentation, and drawing conclusions, and their credibility was tested through source and method triangulation. The research results indicate that IoT-based madrasah management transformation is achieved through the integration of sensors and digital devices for energy management, monitoring of cleanliness and water usage, strengthening of environmental data-driven learning, and the establishment of a "green school" culture aligned with Islamic values. This implementation contributes to increased efficiency in facility management, the strengthening of students' environmental literacy, the cultivation of energy-saving behaviors, discipline in maintaining cleanliness, and the growth of ecological responsibility as part of Islamic character. This study produced a Smart Green Madrasah model that positions IoT not merely as a technological tool but as an instrument for transforming Islamic educational management by integrating institutional governance, an ecological culture, and the cultivation of sustainable student behavior. The study's contribution lies in the development of a green technology-based perspective on Islamic educational management as an innovative approach to realizing a smart, sustainable, and character-building madrasah.

Keywords: *Internet of Things (IoT); Smart Green Madrasah; Islamic Education Management; Sustainable Behavior; Environmental Literacy*

Copyright (c) 2025 Maryance

✉ Corresponding author : Maryance
Email Address : maryance_uin@radenfatah.ac.id

Pendahuluan

Transformasi digital telah membawa perubahan mendasar dalam tata kelola lembaga pendidikan di berbagai belahan dunia. Perkembangan teknologi informasi, kecerdasan buatan, sistem otomatisasi, dan perangkat digital berbasis jaringan telah mendorong institusi pendidikan untuk tidak lagi dikelola secara konvensional, melainkan diarahkan menuju tata kelola yang lebih adaptif, efisien, partisipatif, dan berbasis data (Ridha et al., 2025; Teck Wei Ng, 2026). Digitalisasi tidak hanya menyentuh aspek pembelajaran di kelas, tetapi juga merambah pada sistem manajemen kelembagaan, pengelolaan sarana-prasarana, monitoring lingkungan belajar, penguatan budaya sekolah, hingga pembentukan karakter peserta didik yang responsif terhadap tantangan masa depan (Safitri & Maksun, 2024). Perubahan tersebut semakin relevan seiring menguatnya agenda pendidikan berkelanjutan (*education for sustainable development*) yang menuntut lembaga pendidikan untuk tidak hanya menghasilkan peserta didik yang cakap secara akademik, tetapi juga memiliki kepedulian ekologis, tanggung jawab sosial, dan kebiasaan hidup berkelanjutan (Baihaqi et al., 2026).

Dalam perkembangan mutakhir, salah satu teknologi yang dinilai potensial untuk mendukung transformasi manajemen pendidikan adalah Internet of Things (IoT) (Sadiku et al., 2023). IoT memungkinkan berbagai perangkat fisik seperti sensor, meter digital, kamera, sistem pencahayaan, pengukur suhu, pengontrol air, hingga perangkat keamanan terkoneksi melalui jaringan internet untuk mengumpulkan, mengirim, dan mengolah data secara real time (Gubbi et al., 2013). Dalam dunia

pendidikan, IoT tidak hanya dipahami sebagai inovasi teknis, tetapi juga sebagai instrumen strategis untuk meningkatkan efektivitas pengelolaan sekolah, efisiensi penggunaan energi, kualitas pengawasan lingkungan belajar, serta optimalisasi pengambilan keputusan berbasis data (Madakam et al., 2015). Pemanfaatan IoT membuka peluang lahirnya model sekolah cerdas (*smart school*) yang mampu mengintegrasikan teknologi, tata kelola kelembagaan, budaya organisasi, dan pengalaman belajar siswa dalam satu sistem yang lebih terukur dan berkelanjutan.

Dalam konteks pendidikan Islam, urgensi transformasi digital melalui IoT menjadi semakin penting ketika dihadapkan pada tuntutan penguatan identitas madrasah sebagai lembaga pendidikan yang tidak hanya berorientasi pada transfer ilmu keislaman, tetapi juga pada pembentukan karakter, akhlak, dan tanggung jawab sosial-ekologis peserta didik (Zulmuqim, 2017). Madrasah sebagai institusi pendidikan Islam dituntut untuk mampu menjawab tantangan zaman dengan mengembangkan sistem pengelolaan yang modern tanpa kehilangan orientasi nilai-nilai Islam. Di satu sisi, madrasah perlu mengadopsi teknologi untuk meningkatkan mutu layanan pendidikan, efektivitas tata kelola, dan daya saing kelembagaan (Latipah et al., 2026). Namun di sisi lain, adopsi teknologi tersebut perlu diarahkan agar selaras dengan prinsip *amanah*, *ihsan*, kebersihan, hemat sumber daya, dan tanggung jawab sebagai khalifah fil ardh dalam menjaga kelestarian lingkungan. Dengan demikian, integrasi IoT dalam manajemen madrasah tidak cukup dipahami sebagai digitalisasi teknis semata, tetapi perlu ditempatkan sebagai bagian dari transformasi manajemen pendidikan Islam yang berorientasi pada keberlanjutan (*sustainability*) dan pembentukan perilaku ekologis siswa (Alsolami, 2026).

Sejalan dengan itu, isu green education dan perilaku berkelanjutan siswa menjadi perhatian penting dalam diskursus pendidikan kontemporer. Lembaga pendidikan saat ini tidak lagi dinilai hanya dari keberhasilan akademik, tetapi juga dari kapasitasnya dalam membangun budaya ramah lingkungan, efisiensi energi, pengelolaan sampah, konservasi air, kebersihan ruang belajar, dan kebiasaan hidup sehat serta berkelanjutan di kalangan peserta didik (Maulana et al., 2025). Perilaku berkelanjutan siswa mencakup serangkaian sikap dan tindakan seperti hemat energi, disiplin menjaga kebersihan, pengurangan penggunaan plastik, kepedulian terhadap pengelolaan sampah, tanggung jawab terhadap penggunaan air, serta kesadaran untuk menjaga lingkungan sekolah sebagai bagian dari etika sosial dan keagamaan (Maulana et al., 2025). Dalam perspektif pendidikan Islam, perilaku tersebut tidak hanya bernilai ekologis, tetapi juga bernilai teologis dan moral karena berkaitan dengan amanah manusia dalam memakmurkan bumi dan mencegah kerusakan (*fasād*) di muka bumi. Oleh karena itu, penguatan perilaku berkelanjutan siswa di madrasah perlu diposisikan sebagai bagian dari pembentukan karakter Islami yang kontekstual dengan tantangan krisis lingkungan global.

Berbagai penelitian terdahulu menunjukkan bahwa teknologi digital memiliki kontribusi penting dalam mendukung inovasi tata kelola pendidikan. Penelitian mengenai *smart school* menegaskan bahwa pemanfaatan sensor digital, platform berbasis data, dan sistem monitoring otomatis dapat meningkatkan efisiensi pengelolaan fasilitas, kualitas layanan, dan akurasi pengambilan keputusan di lingkungan sekolah (Sabtina & Mahariah, 2025). Penelitian lain menunjukkan bahwa teknologi pendidikan tidak lagi terbatas pada media pembelajaran, tetapi telah berkembang menjadi sistem pendukung pengelolaan institusi, termasuk pengawasan energi, keamanan, kehadiran, dan manajemen lingkungan sekolah (Mandala et al., 2026). Temuan lain juga menegaskan bahwa transformasi digital dalam pendidikan

berpotensi memperkuat keterampilan abad ke-21, literasi digital, serta kesadaran siswa terhadap isu-isu sosial dan lingkungan melalui pengalaman belajar yang lebih kontekstual dan berbasis data (Baihaqi et al., 2026).

Dalam kajian pendidikan Islam, sejumlah penelitian telah membahas pemanfaatan teknologi digital untuk mendukung pembelajaran, penguatan karakter, dan literasi keagamaan. Penelitian (Rustan et al., 2023), misalnya, menunjukkan bahwa strategi guru Pendidikan Agama Islam berbasis literasi digital mampu memperkuat pembentukan karakter siswa di era Society 5.0. Penelitian lain menegaskan bahwa platform digital, media sosial, dan aplikasi pembelajaran telah menjadi medium penting dalam menyebarkan nilai-nilai Islam dan memperluas ruang belajar keagamaan di luar kelas formal. Temuan-temuan tersebut memperlihatkan bahwa pendidikan Islam mulai bergerak ke arah digitalisasi yang lebih dinamis. Akan tetapi, sebagian besar kajian tersebut masih berfokus pada aspek pembelajaran, media digital, literasi keagamaan, atau strategi pembelajaran PAI, sementara kajian yang secara khusus menempatkan IoT sebagai instrumen transformasi manajemen madrasah masih sangat terbatas.

Di sisi lain, kajian mengenai sekolah hijau (*green school*), pendidikan lingkungan, dan perilaku berkelanjutan siswa juga telah berkembang cukup pesat. Berbagai studi menunjukkan bahwa budaya sekolah yang mendukung konservasi energi, kebersihan lingkungan, pengelolaan sampah, dan penghijauan berpengaruh positif terhadap pembentukan kesadaran ekologis siswa. Sekolah yang mengintegrasikan pendidikan lingkungan ke dalam kurikulum, kegiatan ekstrakurikuler, dan budaya kelembagaan cenderung lebih berhasil menumbuhkan kebiasaan ramah lingkungan pada peserta didik. Namun demikian, sebagian besar penelitian tersebut masih menempatkan perilaku berkelanjutan sebagai hasil dari program pendidikan lingkungan, kurikulum adiwiyata, atau gerakan sekolah hijau yang bersifat normatif dan manual. Belum banyak penelitian yang mengkaji bagaimana teknologi IoT dapat digunakan untuk menghubungkan tata kelola fasilitas, monitoring lingkungan, data penggunaan sumber daya, dan pembiasaan perilaku berkelanjutan siswa secara terintegrasi dalam sistem manajemen madrasah.

Berdasarkan telaah tersebut, terdapat kesenjangan penelitian (*research gap*) yang penting untuk diisi. Pertama, penelitian tentang digitalisasi pendidikan Islam umumnya berfokus pada media pembelajaran, platform digital, dan literasi keagamaan, sementara dimensi manajemen kelembagaan madrasah berbasis IoT masih belum banyak dieksplorasi. Kedua, penelitian tentang pendidikan lingkungan dan perilaku berkelanjutan siswa lebih banyak menitikberatkan pada program kurikuler dan pembiasaan normatif, belum mengintegrasikan perangkat teknologi cerdas sebagai instrumen penguatan budaya ekologis di madrasah. Ketiga, masih terbatas kajian yang menghubungkan secara simultan antara manajemen pendidikan Islam, transformasi digital, green school governance, dan perilaku berkelanjutan siswa dalam satu kerangka model yang utuh. Padahal, keempat aspek tersebut sangat relevan untuk menjawab kebutuhan pengembangan madrasah di era transformasi digital dan krisis lingkungan dewasa ini.

Selain adanya *research gap*, terdapat pula kesenjangan praktis (*practical gap*) yang terjadi di lapangan. Banyak madrasah telah mulai mengadopsi perangkat digital seperti absensi elektronik, CCTV, aplikasi administrasi, atau media pembelajaran daring, tetapi pemanfaatannya masih cenderung parsial dan belum diarahkan secara strategis untuk membangun tata kelola lingkungan sekolah yang cerdas dan berkelanjutan. Penggunaan listrik, air, pengelolaan sampah, ventilasi ruang kelas,

kebersihan lingkungan, dan monitoring fasilitas sering kali masih dikelola secara manual, bergantung pada kontrol manusia, serta belum terhubung dengan sistem data yang dapat dimanfaatkan sebagai dasar evaluasi dan pembentukan perilaku siswa. Akibatnya, berbagai program kebersihan, hemat energi, dan kepedulian lingkungan di madrasah sering berhenti pada slogan atau kegiatan seremonial, tanpa dukungan sistem monitoring dan pembiasaan yang berkelanjutan. Kondisi ini menunjukkan perlunya model manajemen madrasah yang mampu mengintegrasikan teknologi IoT, tata kelola kelembagaan, pendidikan lingkungan, dan pembentukan karakter siswa dalam satu kerangka yang operasional.

Kota Palembang menjadi konteks yang relevan untuk mengkaji persoalan tersebut. Sebagai salah satu kota besar di Sumatera Selatan dengan perkembangan lembaga pendidikan Islam yang cukup pesat, Palembang memiliki sejumlah madrasah yang mulai mengadopsi digitalisasi dalam pengelolaan administrasi, pembelajaran, dan layanan pendidikan. Di saat yang sama, isu lingkungan perkotaan seperti pengelolaan sampah, efisiensi energi, kualitas kebersihan sekolah, dan pembangunan budaya hidup sehat juga menjadi tantangan nyata bagi lembaga pendidikan. Madrasah di Kota Palembang berada pada posisi strategis untuk mengembangkan model pengelolaan pendidikan yang tidak hanya modern dan berbasis teknologi, tetapi juga mampu menanamkan kesadaran ekologis dan perilaku berkelanjutan kepada siswa melalui nilai-nilai Islam. Oleh karena itu, Palembang merupakan lokasi yang relevan untuk menelaah bagaimana transformasi manajemen madrasah berbasis IoT dapat dikembangkan dalam kerangka Smart Green Madrasah.

Konsep Smart Green Madrasah dalam penelitian ini dipahami sebagai model pengelolaan madrasah yang mengintegrasikan teknologi cerdas berbasis IoT dengan tata kelola lingkungan sekolah, budaya kelembagaan, pembelajaran, dan pembentukan karakter Islami siswa. "Smart" merujuk pada penggunaan sistem digital, sensor, dan data real time dalam mengelola sarana, energi, kebersihan, keamanan, dan monitoring lingkungan madrasah. Sementara "Green" mengacu pada orientasi keberlanjutan yang menekankan efisiensi sumber daya, kepedulian ekologis, budaya bersih, pengurangan limbah, dan pembiasaan perilaku ramah lingkungan di kalangan warga madrasah. Dalam perspektif pendidikan Islam, integrasi keduanya diarahkan untuk membentuk madrasah yang tidak hanya unggul secara teknologi, tetapi juga berakar pada nilai *amanah*, *nazhafah*, *maslahah*, dan tanggung jawab khalifah dalam menjaga kelestarian alam.

Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya menelaah penerapan teknologi di lingkungan madrasah, tetapi lebih jauh berupaya menjelaskan bagaimana teknologi tersebut diorganisasi dalam kerangka transformasi manajemen pendidikan Islam yang berdampak pada perilaku berkelanjutan siswa. Fokus penelitian diarahkan pada bagaimana madrasah merancang kebijakan, mengelola sarana dan lingkungan, mengintegrasikan data digital ke dalam budaya sekolah, serta membangun kebiasaan siswa yang lebih peduli terhadap kebersihan, energi, air, dan lingkungan sebagai bagian dari karakter Islami. Dalam konteks tersebut, penguatan perilaku berkelanjutan siswa dipahami bukan sekadar hasil pembelajaran lingkungan, tetapi sebagai outcome dari sistem manajemen madrasah yang dirancang secara sadar, terukur, dan berbasis teknologi.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis transformasi manajemen madrasah berbasis Internet of Things melalui pengembangan model Smart Green Madrasah untuk penguatan perilaku berkelanjutan siswa di Kota Palembang. Penelitian ini diharapkan memberikan

kontribusi teoretis berupa pengembangan kajian manajemen pendidikan Islam berbasis teknologi hijau, khususnya dalam mempertemukan perspektif transformasi digital, green school governance, dan pembentukan karakter ekologis siswa di madrasah. Secara praktis, hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar bagi kepala madrasah, guru, pengelola sarana, dan pemangku kebijakan pendidikan Islam dalam merancang strategi digitalisasi kelembagaan yang tidak hanya meningkatkan efisiensi tata kelola, tetapi juga memperkuat budaya sekolah berkelanjutan.

Novelty penelitian ini terletak pada pengembangan model Smart Green Madrasah yang menempatkan IoT bukan semata sebagai perangkat teknologi, melainkan sebagai instrumen transformasi manajemen pendidikan Islam yang mengintegrasikan tata kelola kelembagaan, pengelolaan lingkungan sekolah, budaya ekologis, dan pembentukan perilaku berkelanjutan siswa dalam satu kerangka konseptual dan praksis. Dengan demikian, penelitian ini berupaya memperluas arah kajian manajemen pendidikan Islam dari fokus administratif dan pedagogis menuju pendekatan yang lebih integratif, inovatif, dan responsif terhadap tantangan transformasi digital serta keberlanjutan lingkungan di era kontemporer.

Metodologi

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan metode studi kasus multisitus untuk menganalisis transformasi manajemen madrasah berbasis Internet of Things (IoT) melalui pengembangan model Smart Green Madrasah dalam penguatan perilaku berkelanjutan siswa. Pendekatan ini dipilih karena memungkinkan peneliti memahami secara mendalam proses integrasi teknologi digital, tata kelola kelembagaan, pengelolaan lingkungan, serta pembentukan perilaku siswa dalam konteks pendidikan Islam. Penelitian dilaksanakan pada Januari–Mei 2026 di tiga madrasah di Kota Palembang yang dipilih secara purposif berdasarkan kriteria memiliki program penguatan lingkungan sekolah, mulai mengadopsi teknologi digital dalam pengelolaan madrasah, dan menunjukkan komitmen terhadap inovasi manajemen pendidikan Islam (Aspers & Corte, 2021).

Informan penelitian ditentukan dengan teknik purposive sampling dan melibatkan 15 informan, yang terdiri atas kepala madrasah, wakil kepala bidang kurikulum atau sarana prasarana, guru, pengelola sistem digital, dan siswa. Pemilihan informan didasarkan pada keterlibatan mereka dalam perencanaan, pelaksanaan, dan evaluasi program madrasah yang berkaitan dengan digitalisasi, pengelolaan lingkungan, serta pembiasaan perilaku berkelanjutan. Data penelitian terdiri atas data primer yang diperoleh dari informan dan data sekunder yang bersumber dari dokumen madrasah, seperti program kerja, tata tertib, dokumentasi kegiatan, dan arsip kebijakan sekolah.

Pengumpulan data dilakukan melalui wawancara mendalam, observasi, dan dokumentasi (Cresswel & Cheryl N. Poth, 2018). Wawancara digunakan untuk menggali informasi mengenai kebijakan transformasi digital madrasah, bentuk pemanfaatan IoT dalam pengelolaan sarana dan lingkungan, serta strategi penguatan perilaku berkelanjutan siswa. Observasi dilakukan untuk mengamati kondisi lingkungan madrasah, penggunaan perangkat digital, serta praktik budaya sekolah yang berkaitan dengan kebersihan, efisiensi energi, dan kepedulian lingkungan. Dokumentasi digunakan untuk melengkapi data lapangan sekaligus menelusuri konsistensi antara kebijakan, pelaksanaan, dan budaya madrasah.

Data dianalisis menggunakan model interaktif Miles, Huberman, dan Saldaña yang meliputi reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan (Miles &

Huberman, 2022). Reduksi data dilakukan dengan menyeleksi dan mengelompokkan data berdasarkan tema-tema utama penelitian, seperti transformasi manajemen, implementasi IoT, budaya sekolah hijau, dan perilaku berkelanjutan siswa. Selanjutnya, validitas data diuji melalui triangulasi sumber dan triangulasi metode dengan membandingkan hasil wawancara, observasi, dan dokumentasi dari berbagai informan dan lokasi penelitian, sehingga diperoleh temuan yang kredibel dan sesuai dengan konteks empiris madrasah di Kota Palembang.

Hasil dan Pembahasan

Transformasi Tata Kelola Madrasah Menuju Smart Green Madrasah

Hasil penelitian menunjukkan bahwa transformasi manajemen madrasah di Kota Palembang berlangsung melalui pergeseran dari pola pengelolaan konvensional menuju tata kelola yang lebih digital, terukur, dan berorientasi lingkungan. Pada tiga madrasah yang menjadi lokasi penelitian, transformasi ini tidak hanya tampak pada penggunaan perangkat digital untuk administrasi sekolah, tetapi juga mulai diarahkan pada pengelolaan lingkungan belajar, efisiensi sarana-prasarana, dan pembiasaan perilaku ramah lingkungan siswa. Kepala madrasah pada umumnya memandang bahwa digitalisasi tidak cukup berhenti pada layanan akademik dan administrasi, melainkan perlu dikembangkan sebagai instrumen penguatan budaya sekolah yang mendukung efektivitas manajemen sekaligus pembentukan karakter siswa. Dalam konteks tersebut, konsep Smart Green Madrasah mulai dipahami sebagai integrasi antara tata kelola digital, kepedulian ekologis, dan internalisasi nilai-nilai Islam dalam kehidupan sekolah sehari-hari.

Secara kelembagaan, transformasi tersebut diawali dari kebijakan pimpinan madrasah yang mendorong penguatan disiplin kebersihan, penghematan energi, pengelolaan sarana secara efisien, dan pemanfaatan teknologi digital untuk mendukung pengawasan. Pada level perencanaan, madrasah mulai memasukkan agenda sekolah hijau, kebersihan lingkungan, dan penggunaan perangkat digital ke dalam program kerja tahunan. Di salah satu madrasah, program kebersihan dan hemat energi telah dipadukan dengan pengawasan melalui grup digital dan pelaporan rutin oleh wali kelas serta petugas sarana. Di madrasah lain, penguatan budaya hijau dilakukan dengan menata area sekolah menjadi lebih bersih, menyediakan titik-titik pemilahan sampah, dan mendorong guru untuk mengintegrasikan kepedulian lingkungan ke dalam pembelajaran. Meski belum seluruhnya menggunakan sistem IoT yang kompleks, arah kebijakan menunjukkan adanya kesadaran bahwa pengelolaan madrasah yang efektif harus ditopang oleh sistem monitoring, pembiasaan, dan evaluasi berbasis data.

Transformasi tata kelola ini juga tampak pada perubahan cara madrasah memandang sarana dan lingkungan sekolah. Jika sebelumnya sarana diposisikan sekadar sebagai fasilitas pendukung pembelajaran, maka dalam model pengelolaan yang berkembang, sarana mulai dilihat sebagai bagian dari sistem pembentukan perilaku siswa. Ruang kelas, tempat wudhu, area taman, tempat sampah, pencahayaan, dan perangkat listrik tidak lagi hanya dikelola secara teknis, tetapi juga dijadikan medium pendidikan karakter berkelanjutan. Kepala madrasah dan guru menekankan bahwa kebiasaan mematikan lampu, menutup keran air, membuang sampah sesuai jenisnya, serta menjaga kebersihan ruang belajar harus dibangun bukan hanya melalui instruksi verbal, tetapi melalui sistem yang memungkinkan siswa melihat, mengingat, dan merasakan bahwa perilaku tersebut merupakan bagian dari budaya madrasah. Dengan demikian, transformasi manajemen tidak hanya

berlangsung pada aspek administratif, tetapi juga pada cara madrasah mengorganisasi ruang, teknologi, dan budaya sekolah sebagai ekosistem pendidikan berkelanjutan.

Temuan lapangan menunjukkan bahwa transformasi menuju Smart Green Madrasah masih berada pada tahap berkembang, tetapi sudah memperlihatkan ciri penting. Pertama, adanya komitmen pimpinan untuk mengintegrasikan digitalisasi dan budaya lingkungan ke dalam program madrasah. Kedua, adanya perubahan tata kelola sarana dari yang semula bersifat reaktif menjadi lebih preventif dan terencana. Ketiga, munculnya upaya menjadikan lingkungan sekolah sebagai ruang pembiasaan karakter ekologis. Keempat, mulai terbentuk kesadaran bahwa pemanfaatan teknologi harus diarahkan untuk mendukung efisiensi, pengawasan, dan pendidikan perilaku berkelanjutan siswa. Keempat ciri ini menjadi fondasi awal bagi pengembangan model manajemen madrasah berbasis IoT yang lebih sistematis.

Implementasi Internet of Things dalam Pengelolaan Sarana dan Lingkungan Madrasah

Hasil penelitian memperlihatkan bahwa implementasi Internet of Things (IoT) di madrasah Kota Palembang belum sepenuhnya berbentuk sistem digital yang kompleks, tetapi telah muncul dalam bentuk digitalisasi bertahap pada beberapa aspek pengelolaan. Implementasi tersebut tampak pada penggunaan perangkat elektronik dan sistem digital untuk mendukung pengawasan kehadiran, kontrol penggunaan listrik, dokumentasi kondisi fasilitas, komunikasi pelaporan kebersihan, dan pemantauan aktivitas sekolah. Pada beberapa madrasah, perangkat seperti CCTV, absensi digital, aplikasi pelaporan internal, meter listrik digital, dan grup komunikasi berbasis daring mulai dimanfaatkan untuk membantu kepala madrasah dan guru memantau aktivitas sekolah secara lebih cepat dan efisien. Meskipun belum semua perangkat tersebut terkoneksi dalam satu dashboard IoT yang utuh, pola pemanfaatannya menunjukkan embrio tata kelola berbasis data dan monitoring real-time.

Dalam pengelolaan energi dan fasilitas, beberapa praktik menarik ditemukan. Salah satu madrasah mulai menerapkan pengawasan penggunaan listrik melalui penugasan petugas kelas dan guru piket untuk memeriksa lampu, kipas angin, dan perangkat elektronik setelah kegiatan belajar selesai. Pengawasan ini diperkuat dengan dokumentasi digital dan pelaporan melalui grup internal madrasah. Pada madrasah lain, pemantauan kebersihan ruang kelas dan fasilitas sanitasi dilakukan melalui jadwal kontrol berbasis dokumentasi foto yang dikirimkan oleh siswa atau wali kelas kepada guru pembina. Praktik ini belum dapat dikategorikan sebagai IoT murni dalam pengertian teknis berbasis sensor otomatis, namun secara substantif telah menunjukkan upaya membangun mekanisme monitoring berbasis teknologi yang mendukung pengelolaan lingkungan sekolah secara lebih teratur.

Temuan lain menunjukkan bahwa pemanfaatan teknologi di madrasah juga diarahkan untuk mendukung pengelolaan kebersihan dan lingkungan fisik sekolah. Beberapa madrasah telah menata tempat sampah terpilah, area hijau, dan ruang kelas bersih sebagai bagian dari budaya sekolah. Di lokasi tertentu, guru dan pengelola sarana menggunakan dokumentasi digital untuk membandingkan kondisi kebersihan kelas dari waktu ke waktu. Selain itu, terdapat upaya mengembangkan sistem kontrol sederhana terhadap penggunaan air di tempat wudhu dan kamar mandi melalui jadwal pengawasan dan pengingat visual. Dalam wawancara, beberapa guru menyampaikan bahwa teknologi digital membantu mempercepat komunikasi,

memudahkan pelaporan kondisi fasilitas, dan memberi tekanan moral kepada siswa untuk lebih disiplin menjaga kebersihan karena kondisi kelas atau lingkungan sekolah dapat dipantau dan didokumentasikan setiap saat.

Meski demikian, hasil penelitian juga menunjukkan bahwa implementasi IoT di madrasah masih menghadapi keterbatasan. Pertama, belum tersedianya infrastruktur sensor dan sistem otomatis yang benar-benar terintegrasi untuk memantau penggunaan energi, air, atau kualitas lingkungan sekolah secara real time. Kedua, pemanfaatan teknologi masih sangat bergantung pada inisiatif kepala madrasah, guru, atau operator tertentu, sehingga keberlanjutannya belum sepenuhnya terlembagakan. Ketiga, pemahaman tentang IoT di kalangan pengelola madrasah masih cenderung dipersempit sebagai alat bantu administrasi atau pengawasan, belum dipandang sebagai sistem manajemen lingkungan sekolah yang strategis. Keempat, keterbatasan anggaran dan kapasitas teknis menjadi kendala dalam pengadaan perangkat yang lebih canggih. Namun demikian, dari temuan tersebut dapat disimpulkan bahwa madrasah di Kota Palembang telah memiliki modal awal transformasi digital yang dapat dikembangkan lebih lanjut menjadi model IoT yang terintegrasi untuk mendukung Smart Green Madrasah.

Penguatan Perilaku Berkelanjutan Siswa melalui Budaya Sekolah Hijau

Salah satu temuan utama penelitian ini adalah bahwa transformasi manajemen madrasah berbasis digital dan lingkungan berkontribusi terhadap penguatan perilaku berkelanjutan siswa. Perilaku berkelanjutan yang tampak pada siswa meliputi kebiasaan menjaga kebersihan kelas, membuang sampah pada tempatnya, mengurangi penggunaan plastik sekali pakai, mematikan lampu atau kipas angin setelah digunakan, menghemat air saat berwudhu, serta menjaga taman dan area hijau sekolah. Pada ketiga madrasah yang diteliti, perilaku tersebut tidak muncul secara spontan, tetapi dibentuk melalui kombinasi antara aturan sekolah, pembiasaan harian, pengawasan guru, teladan pimpinan, dan dukungan sistem monitoring berbasis teknologi. Dengan kata lain, perilaku berkelanjutan siswa merupakan hasil dari desain budaya sekolah yang sengaja dibangun melalui manajemen madrasah.

Hasil observasi menunjukkan bahwa madrasah yang lebih konsisten dalam penguatan budaya bersih dan hemat energi cenderung memiliki siswa yang lebih disiplin dalam menjaga lingkungan sekolah. Di salah satu madrasah, kebiasaan membersihkan kelas sebelum dan sesudah pembelajaran telah menjadi rutinitas yang diawasi oleh wali kelas dan guru piket. Pada madrasah lain, terdapat pembiasaan memeriksa keran air, mematikan lampu, serta memastikan tidak ada sampah tertinggal di kelas sebelum siswa pulang. Pembiasaan ini diperkuat dengan penilaian kelas bersih, pengumuman rutin, dan kontrol berkala oleh guru. Temuan tersebut menunjukkan bahwa perilaku berkelanjutan siswa tumbuh ketika madrasah tidak hanya memberi nasihat, tetapi juga membangun sistem sosial dan manajerial yang menuntut konsistensi perilaku.

Penguatan perilaku berkelanjutan siswa juga tampak dari integrasi nilai-nilai Islam dalam pembiasaan lingkungan. Guru dan kepala madrasah secara aktif mengaitkan kebersihan, hemat air, dan tanggung jawab terhadap lingkungan dengan ajaran Islam tentang *thaharah*, larangan berbuat kerusakan di muka bumi, serta amanah manusia sebagai khalifah. Di beberapa madrasah, pesan-pesan moral keagamaan dipasang di area sekolah dan diulang dalam pembinaan pagi, kultum, maupun pembelajaran PAI. Dengan demikian, perilaku berkelanjutan tidak hanya dibingkai sebagai kepatuhan terhadap aturan sekolah, tetapi juga sebagai bagian dari

akhlak Islami. Pendekatan ini penting karena memperkuat motivasi internal siswa; mereka tidak hanya menjaga lingkungan karena diawasi, tetapi juga karena menganggapnya sebagai bentuk ibadah, kedisiplinan, dan tanggung jawab moral.

Walaupun demikian, hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat perilaku berkelanjutan siswa belum sepenuhnya merata. Sebagian siswa masih menunjukkan perilaku yang fluktuatif, terutama ketika pengawasan guru berkurang. Di beberapa lokasi, kebiasaan membuang sampah sembarangan, penggunaan air yang berlebihan, atau kelalaian mematikan lampu masih sesekali ditemukan. Hal ini menandakan bahwa pembentukan perilaku berkelanjutan membutuhkan penguatan yang terus-menerus melalui sinergi antara kebijakan, pembiasaan, pengawasan, dan sistem pendukung berbasis teknologi. Dengan kata lain, perilaku berkelanjutan siswa tidak cukup dibentuk oleh program lingkungan sesaat, melainkan memerlukan sistem manajemen madrasah yang konsisten dan berkelanjutan.

Pengembangan Model Smart Green Madrasah sebagai Temuan Penelitian

Berdasarkan sintesis data dari tiga madrasah di Kota Palembang, penelitian ini menghasilkan model konseptual Smart Green Madrasah sebagai bentuk transformasi manajemen pendidikan Islam berbasis Internet of Things untuk penguatan perilaku berkelanjutan siswa. Model ini lahir dari temuan bahwa penguatan budaya lingkungan di madrasah akan lebih efektif apabila didukung oleh tata kelola digital, kepemimpinan madrasah, integrasi nilai-nilai Islam, dan pembiasaan siswa yang dilakukan secara sistematis. Dengan demikian, Smart Green Madrasah tidak dipahami sekadar sebagai madrasah yang memiliki fasilitas digital atau program penghijauan, melainkan sebagai sistem manajemen yang menghubungkan teknologi, tata kelola, budaya sekolah, dan pembentukan karakter dalam satu kerangka yang saling menopang.

Model Smart Green Madrasah dalam penelitian ini terdiri atas empat komponen utama. Pertama, kepemimpinan transformasional kepala madrasah, yaitu kemampuan pimpinan dalam merumuskan visi digital-hijau, membangun komitmen warga sekolah, mengintegrasikan program lingkungan ke dalam kebijakan madrasah, dan mendorong inovasi pengelolaan sarana secara berkelanjutan. Kedua, tata kelola digital berbasis IoT, yakni penggunaan perangkat digital, sistem monitoring, dokumentasi real-time, dan pengelolaan data untuk mendukung pengawasan fasilitas, energi, air, kebersihan, dan aktivitas lingkungan sekolah. Ketiga, budaya sekolah hijau berbasis nilai Islam, yaitu pembiasaan kebersihan, penghematan sumber daya, pengelolaan sampah, dan kepedulian terhadap lingkungan yang dikuatkan melalui ajaran Islam tentang amanah, kebersihan, dan larangan merusak bumi. Keempat, pembentukan perilaku berkelanjutan siswa, yaitu lahirnya kebiasaan ekologis yang tampak dalam tindakan sehari-hari siswa sebagai hasil dari integrasi kebijakan, teknologi, keteladanan, dan pembiasaan.

Hubungan antarkomponen dalam model ini bersifat saling menguatkan. Kepemimpinan kepala madrasah menjadi penggerak utama yang menentukan arah transformasi dan alokasi sumber daya. Tata kelola digital berbasis IoT menyediakan instrumen monitoring, pengawasan, dan evaluasi yang membuat program lingkungan tidak berhenti pada slogan, tetapi dapat dipantau dan diukur. Budaya sekolah hijau berbasis nilai Islam memberi landasan moral dan spiritual agar perilaku ekologis tidak bersifat mekanis, melainkan terinternalisasi sebagai bagian dari akhlak siswa. Sementara itu, perilaku berkelanjutan siswa menjadi indikator keberhasilan transformasi manajemen, karena menunjukkan bahwa tata kelola madrasah telah

berdampak nyata pada pembentukan kebiasaan hidup yang bertanggung jawab terhadap lingkungan.

Temuan penelitian ini menegaskan bahwa pengembangan Smart Green Madrasah di Kota Palembang memerlukan pergeseran cara pandang terhadap teknologi. Teknologi tidak cukup ditempatkan sebagai alat bantu administrasi atau simbol modernisasi sekolah, tetapi harus diintegrasikan ke dalam sistem manajemen yang mendukung efisiensi kelembagaan, penguatan budaya sekolah, dan pendidikan karakter ekologis siswa. Dengan demikian, model yang dihasilkan dalam penelitian ini memperlihatkan bahwa transformasi manajemen madrasah berbasis IoT berpotensi menjadi pendekatan baru dalam manajemen pendidikan Islam, terutama dalam menjawab tantangan digitalisasi lembaga pendidikan sekaligus kebutuhan membangun generasi Muslim yang sadar lingkungan, disiplin, dan berkelanjutan.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menunjukkan empat temuan utama. Pertama, transformasi manajemen madrasah di Kota Palembang bergerak menuju tata kelola yang lebih digital, efisien, dan berorientasi lingkungan. Kedua, implementasi IoT masih berada pada tahap awal, tetapi sudah tampak dalam berbagai praktik monitoring dan pengelolaan fasilitas berbasis teknologi. Ketiga, penguatan perilaku berkelanjutan siswa terbentuk melalui kombinasi antara budaya sekolah hijau, pembiasaan, pengawasan, dan integrasi nilai-nilai Islam. Keempat, penelitian ini menghasilkan model Smart Green Madrasah yang menempatkan kepemimpinan, tata kelola digital, budaya hijau Islami, dan perilaku berkelanjutan siswa sebagai satu kesatuan transformasi manajemen pendidikan Islam.

Discussion

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa transformasi manajemen madrasah berbasis Internet of Things (IoT) di Kota Palembang tidak dapat dipahami semata-mata sebagai adopsi perangkat digital dalam administrasi sekolah, melainkan sebagai proses perubahan kelembagaan yang lebih luas menuju tata kelola madrasah yang cerdas, hijau, dan berorientasi pada pembentukan perilaku berkelanjutan siswa. Temuan ini memperlihatkan bahwa digitalisasi di madrasah mulai bergerak dari fungsi administratif menuju fungsi strategis, yaitu sebagai instrumen untuk mengelola lingkungan belajar, mengefisienkan penggunaan sarana-prasarana, memperkuat pengawasan terhadap perilaku siswa, dan membangun budaya sekolah yang lebih disiplin, bersih, serta peduli terhadap keberlanjutan. Transformasi digital yang ditemukan dalam penelitian ini sesungguhnya mencerminkan pergeseran paradigma manajemen pendidikan Islam dari pola pengelolaan konvensional menuju sistem yang lebih data-driven, environmentally responsive, and value-based.

Dalam perspektif manajemen pendidikan Islam, perubahan tersebut penting karena madrasah pada dasarnya tidak hanya berfungsi sebagai lembaga transmisi ilmu pengetahuan, tetapi juga sebagai ruang pembentukan akhlak, pembiasaan nilai, dan internalisasi tanggung jawab sosial-keagamaan peserta didik (Supriyanto, 2023). Madrasah mengadopsi teknologi digital, orientasinya tidak cukup hanya pada efisiensi layanan administrasi atau modernisasi kelembagaan, tetapi harus diarahkan pada penguatan fungsi tarbiyah itu sendiri. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kepala madrasah dan guru di Kota Palembang mulai memandang digitalisasi sebagai bagian dari strategi pengelolaan budaya sekolah, khususnya untuk mendukung kebersihan lingkungan, penghematan energi, pengawasan fasilitas, dan pembiasaan perilaku ekologis siswa. Cara pandang ini menunjukkan adanya perluasan makna teknologi dalam pendidikan Islam: teknologi tidak lagi berdiri sebagai alat bantu

teknis, tetapi menjadi bagian dari rekayasa manajerial yang menopang pembentukan karakter Islami siswa melalui lingkungan madrasah yang tertata, terpantau, dan berkelanjutan.

Temuan tersebut juga memperlihatkan bahwa transformasi menuju Smart Green Madrasah sangat ditentukan oleh kepemimpinan kepala madrasah. Kepala madrasah berperan sebagai penggerak utama yang menghubungkan visi digital, penguatan budaya lingkungan, dan pembentukan karakter siswa ke dalam sistem pengelolaan lembaga. Dalam konteks ini, kepala madrasah tidak hanya bertindak sebagai administrator, tetapi sebagai pemimpin transformasional yang merumuskan arah perubahan, membangun komitmen kolektif, dan mengintegrasikan inovasi ke dalam program kelembagaan. Penelitian ini menunjukkan bahwa kebijakan tentang kebersihan sekolah, pengelolaan sampah, penghematan listrik dan air, serta pemanfaatan teknologi untuk monitoring tidak muncul secara sporadis, melainkan dipengaruhi oleh kesadaran pimpinan madrasah akan pentingnya tata kelola modern yang selaras dengan nilai-nilai Islam. Dengan demikian, transformasi manajemen madrasah berbasis IoT dalam penelitian ini sesungguhnya berakar pada kepemimpinan kelembagaan yang mampu menghubungkan inovasi teknologi dengan misi pendidikan Islam.

Dalam tataran implementasi, hasil penelitian menunjukkan bahwa pemanfaatan IoT di madrasah Kota Palembang masih berada pada tahap awal dan belum sepenuhnya terwujud dalam bentuk sistem sensor otomatis yang terintegrasi. Namun demikian bentuk-bentuk digitalisasi yang ditemukan seperti penggunaan CCTV, absensi digital, dokumentasi kebersihan berbasis foto, pelaporan daring, dan pengawasan penggunaan listrik secara digital telah memperlihatkan arah menuju tata kelola berbasis data. Temuan ini penting karena menunjukkan bahwa IoT dalam konteks madrasah tidak harus dipahami secara sempit sebagai teknologi canggih yang seluruh komponennya telah terotomatisasi, tetapi dapat dipahami sebagai proses bertahap dalam membangun sistem monitoring dan pengelolaan lingkungan sekolah yang lebih efisien, responsif, dan terukur. Dalam hal ini, nilai utama IoT terletak pada kemampuannya untuk menghadirkan visibilitas manajerial terhadap penggunaan sumber daya, kondisi fasilitas, dan perilaku warga sekolah, sehingga pengambilan keputusan tidak lagi bergantung sepenuhnya pada pengamatan sporadis, melainkan dapat ditopang oleh data, dokumentasi, dan evaluasi yang lebih sistematis.

Dari sudut pandang manajemen sarana-prasarana, temuan penelitian menegaskan bahwa penggunaan teknologi dalam madrasah berpotensi memperkuat *green school governance*, yaitu tata kelola sekolah yang menempatkan efisiensi sumber daya, kepedulian lingkungan, dan pengawasan fasilitas sebagai bagian integral dari manajemen kelembagaan (Mandala et al., 2026). Selama ini, persoalan kebersihan, pemborosan listrik, penggunaan air yang tidak terkendali, dan lemahnya perawatan fasilitas sering kali dipandang sebagai persoalan teknis yang terpisah dari proses pendidikan. Namun penelitian ini memperlihatkan hal yang berbeda: sarana dan lingkungan madrasah justru dapat menjadi medium strategis pembentukan karakter siswa apabila dikelola melalui sistem yang sadar tujuan. Ketika penggunaan lampu, kipas angin, air wudhu, kebersihan kelas, dan pengelolaan sampah dipantau secara konsisten melalui dukungan teknologi, maka madrasah tidak hanya menghemat sumber daya, tetapi juga sedang mendidik siswa untuk membangun relasi yang bertanggung jawab dengan lingkungan sekitarnya. Dengan demikian, tata kelola fasilitas dalam Smart Green Madrasah tidak lagi bersifat teknis administratif semata,

tetapi berubah menjadi pedagogical management of environment, yakni pengelolaan lingkungan sebagai sarana pendidikan karakter.

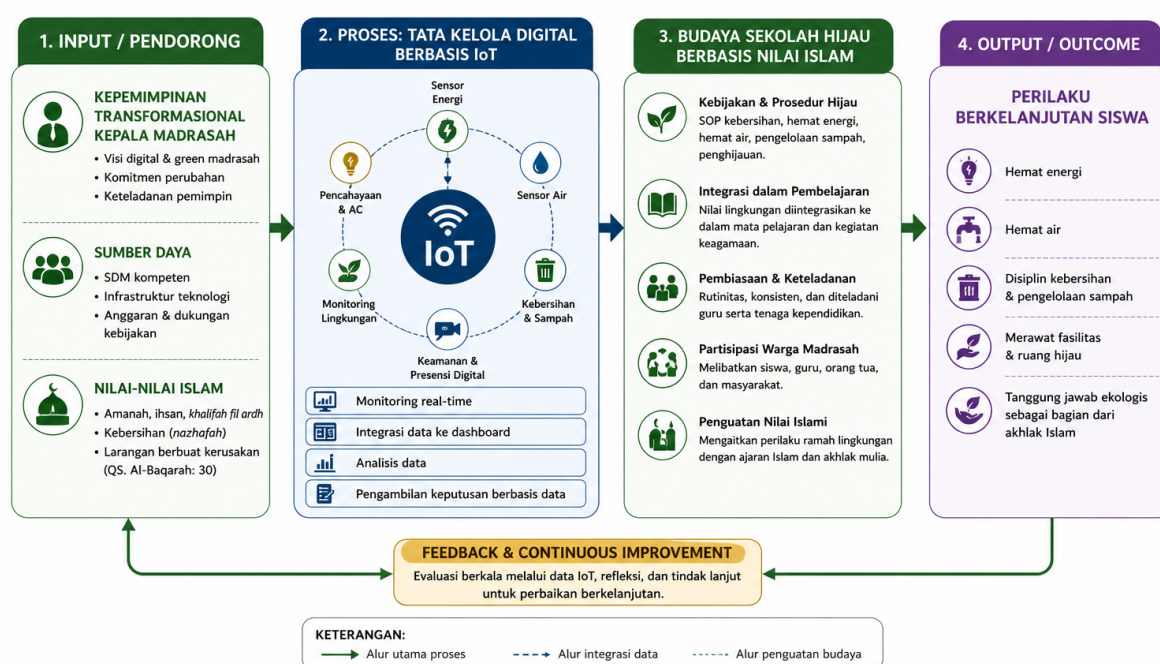
Pada titik inilah penelitian ini menunjukkan bahwa perilaku berkelanjutan siswa bukanlah hasil sampingan dari program sekolah hijau, melainkan outcome langsung dari desain manajemen madrasah. Kebiasaan siswa untuk membuang sampah pada tempatnya, menghemat air, mematikan lampu setelah digunakan, menjaga kebersihan kelas, dan merawat area hijau sekolah tidak muncul secara alamiah, tetapi dibentuk melalui kombinasi antara aturan, pembiasaan, keteladanan, pengawasan, dan dukungan sistem monitoring digital. Temuan ini memperkuat pandangan bahwa perilaku berkelanjutan di lingkungan pendidikan memerlukan struktur sosial dan manajerial yang konsisten. Siswa cenderung membangun habitus ekologis ketika sekolah menyediakan lingkungan yang mendukung, aturan yang jelas, kontrol yang berkesinambungan, dan simbol-simbol moral yang menegaskan pentingnya perilaku tersebut. Keberhasilan madrasah dalam menumbuhkan perilaku berkelanjutan siswa tidak dapat diukur hanya dari keberadaan program lingkungan, tetapi dari sejauh mana seluruh sistem kelembagaan bekerja untuk membentuk pembiasaan tersebut.

Dalam konteks pendidikan Islam, pembentukan perilaku berkelanjutan siswa memperoleh dimensi yang lebih substantif karena diikat oleh nilai-nilai teologis dan moral (Manshur et al., 2025). Hasil penelitian menunjukkan bahwa guru dan kepala madrasah tidak sekadar menekankan kebersihan atau hemat energi sebagai tuntutan kedisiplinan sekolah, tetapi juga mengaitkannya dengan ajaran Islam tentang amanah, kebersihan (nazhafah), keseimbangan (i'tidal), dan tanggung jawab manusia sebagai khalifah fil ardh. Integrasi ini menjadi temuan penting karena memperlihatkan bahwa budaya ekologis di madrasah memiliki basis normatif yang lebih kuat dibanding sekadar pendekatan lingkungan sekuler. Siswa diarahkan untuk memahami bahwa menjaga kebersihan kelas, menghemat air saat berwudhu, atau tidak merusak fasilitas sekolah bukan hanya tindakan sosial yang baik, melainkan bagian dari akhlak Islami dan wujud tanggung jawab spiritual. Dalam kerangka ini, perilaku berkelanjutan siswa bukan semata-mata perilaku pro-lingkungan, tetapi merupakan bentuk religious ecological conduct, yaitu perilaku ekologis yang lahir dari kesadaran keagamaan dan dibiasakan melalui sistem pendidikan.

Penelitian ini sekaligus menegaskan bahwa efektivitas budaya sekolah hijau di madrasah sangat bergantung pada kemampuan lembaga dalam menyinergikan nilai, struktur, dan teknologi. Nilai Islam memberikan legitimasi moral dan motivasi internal; struktur manajerial menghadirkan aturan, pembagian peran, dan pembiasaan; sedangkan teknologi menyediakan instrumen monitoring, dokumentasi, dan evaluasi yang membuat program tidak berhenti pada slogan. Ketika ketiga unsur ini berjalan secara terintegrasi, maka Smart Green Madrasah menjadi lebih dari sekadar label institusional. Ia berubah menjadi sistem manajemen yang bekerja melalui kepemimpinan, kebijakan, sarana, budaya, dan perilaku warga sekolah secara simultan (Rosyadi & Subiyantoro, 2021). Sebaliknya, jika salah satu unsur lemah misalnya teknologi tidak diikuti pembiasaan, atau nilai tidak diterjemahkan ke dalam tata kelola maka penguatan perilaku berkelanjutan cenderung bersifat temporer dan tidak mengakar. Temuan ini memperlihatkan bahwa keberlanjutan dalam madrasah tidak cukup dibangun melalui program adiwiyata atau gerakan kebersihan sesaat, tetapi memerlukan arsitektur kelembagaan yang sengaja dirancang untuk menjadikan lingkungan sebagai bagian dari ekosistem pendidikan Islam.

Dari keseluruhan hasil penelitian, dapat dirumuskan bahwa model Smart Green Madrasah yang berkembang di Kota Palembang bertumpu pada empat elemen yang

saling berkaitan: kepemimpinan transformasional kepala madrasah, tata kelola digital berbasis IoT, budaya sekolah hijau berbasis nilai Islam, dan perilaku berkelanjutan siswa sebagai outcome. Kepala madrasah berfungsi sebagai pengarah visi dan pengambil kebijakan; teknologi IoT berperan sebagai instrumen efisiensi, kontrol, dan monitoring; budaya hijau Islami menjadi kerangka normatif yang memberi makna terhadap praktik keberlanjutan; sedangkan perilaku berkelanjutan siswa merupakan indikator konkret keberhasilan sistem. Keempat unsur ini tidak berdiri sendiri, melainkan saling menopang dalam satu siklus transformasi kelembagaan. Ketika kepala madrasah memiliki visi perubahan, teknologi dikelola secara strategis, budaya sekolah dibangun dengan konsisten, dan siswa dibiasakan melalui pengawasan serta keteladanan, maka madrasah bergerak menuju model pendidikan Islam yang bukan hanya modern, tetapi juga ekologis dan berkelanjutan.



Gambar 1. Model Smart Green Madrasah Berbasis Internet of Things (IoT) untuk Penguatan Perilaku Berkelanjutan Siswa

Gambar 1 menunjukkan bahwa transformasi manajemen madrasah dimulai dari input berupa kepemimpinan transformasional kepala madrasah, ketersediaan sumber daya, dan internalisasi nilai-nilai Islam sebagai fondasi perubahan. Input tersebut mendorong proses inti berupa tata kelola digital berbasis IoT yang mencakup monitoring energi, air, kebersihan, presensi, dan integrasi data untuk pengambilan keputusan. Proses ini kemudian membentuk budaya sekolah hijau berbasis nilai Islam melalui kebijakan, integrasi pembelajaran, pembiasaan, partisipasi warga madrasah, dan penguatan nilai-nilai keislaman. Pada akhirnya, seluruh proses bermuara pada terbentuknya perilaku berkelanjutan siswa berupa hemat energi, hemat air, disiplin kebersihan, kepedulian terhadap fasilitas, dan tanggung jawab ekologis sebagai bagian dari akhlak Islam. Model ini juga menegaskan pentingnya evaluasi berkelanjutan sebagai mekanisme penguatan dan penyempurnaan program.

Dengan demikian, kontribusi utama penelitian ini terletak pada penegasan bahwa transformasi manajemen madrasah berbasis IoT harus dipahami sebagai integrasi antara digital governance, green school governance, dan Islamic character

formation. Penelitian ini memperluas cakupan kajian manajemen pendidikan Islam yang selama ini lebih banyak menekankan administrasi, kepemimpinan, kurikulum, atau mutu pembelajaran, dengan menunjukkan bahwa pengelolaan lingkungan sekolah, efisiensi sumber daya, dan pembentukan etika ekologis siswa juga merupakan bagian penting dari kerja manajerial madrasah. Dalam konteks krisis lingkungan dan percepatan transformasi digital dewasa ini, Smart Green Madrasah menawarkan arah baru pengembangan manajemen pendidikan Islam: sebuah model pengelolaan kelembagaan yang memadukan teknologi, keberlanjutan, dan akhlak dalam satu kerangka pendidikan yang utuh. Model ini tidak hanya relevan bagi madrasah di Kota Palembang, tetapi juga berpotensi menjadi rujukan konseptual bagi pengembangan madrasah di Indonesia yang ingin bergerak menuju tata kelola pendidikan Islam yang adaptif, efisien, ramah lingkungan, dan berorientasi pada pembentukan generasi Muslim yang bertanggung jawab terhadap masa depan bumi.

Simpulan

Penelitian ini menunjukkan bahwa transformasi manajemen madrasah berbasis Internet of Things (IoT) di Kota Palembang merupakan upaya strategis dalam mengembangkan tata kelola madrasah yang lebih digital, efisien, dan berorientasi pada keberlanjutan. Transformasi tersebut tidak hanya tampak pada pemanfaatan teknologi untuk mendukung administrasi dan pengelolaan sarana-prasarana, tetapi juga pada penguatan budaya sekolah hijau yang diarahkan untuk membentuk perilaku berkelanjutan siswa. Hasil penelitian memperlihatkan bahwa pemanfaatan IoT dalam madrasah berfungsi sebagai instrumen monitoring terhadap penggunaan energi, air, kebersihan, keamanan, dan pengelolaan lingkungan sekolah, sehingga membantu madrasah membangun sistem pengawasan dan pengambilan keputusan yang lebih terukur.

Penelitian ini juga menemukan bahwa penguatan perilaku berkelanjutan siswa tidak terbentuk secara spontan, melainkan melalui integrasi antara kepemimpinan transformasional kepala madrasah, tata kelola digital berbasis IoT, budaya sekolah hijau, serta internalisasi nilai-nilai Islam seperti *amanah*, *nazhafah*, dan tanggung jawab sebagai *khalifah fil ardh*. Sinergi antara keempat unsur tersebut melahirkan model Smart Green Madrasah, yaitu model manajemen pendidikan Islam yang menghubungkan digital governance, green school culture, dan pembentukan karakter ekologis siswa dalam satu sistem yang saling menguatkan. Model ini menegaskan bahwa teknologi di madrasah tidak cukup diposisikan sebagai alat bantu teknis, tetapi harus diarahkan sebagai instrumen transformasi kelembagaan yang mendukung efisiensi pengelolaan sekaligus pembentukan akhlak berkelanjutan peserta didik.

Secara teoretis, penelitian ini memperluas kajian manajemen pendidikan Islam dengan menghadirkan perspektif baru mengenai integrasi teknologi, tata kelola lingkungan, dan pendidikan karakter dalam madrasah. Secara praktis, hasil penelitian ini memberikan implikasi bahwa pengembangan madrasah di era digital perlu diarahkan pada penguatan kepemimpinan, kesiapan infrastruktur, budaya sekolah hijau, dan sistem evaluasi berbasis data agar mampu membentuk perilaku berkelanjutan siswa secara konsisten. Dengan demikian, model Smart Green Madrasah dapat menjadi alternatif kerangka pengembangan manajemen madrasah yang adaptif terhadap transformasi digital sekaligus responsif terhadap isu keberlanjutan lingkungan dalam pendidikan Islam kontemporer.

Daftar Pustaka

- Alsolami, E. (2026). Investigation of Performance Analysis for Data-Driven Intelligent Model With Internet of Things in Higher Education Teaching System. *European Journal of Education*, 61(1), e70409. <https://doi.org/10.1111/ejed.70409>
- Aspers, P., & Corte, U. (2021). What is Qualitative in Research. *Qualitative Sociology*, 44(4), 599–608. <https://doi.org/10.1007/s11133-021-09497-w>
- Baihaqi, A., Rahman, A. N., Nurhasanah, N., Jenery, F. R., & Fitri, S. H. (2026). Digital transformation in madrasah education: A conceptual framework for integrating higher-order thinking skills and internet of things in teaching. *Journal of Instruction and Islamic Religious Education*, 2(1), 68–83. <https://doi.org/10.63826/jiire.v2i1.198>
- Cresswel & Cheryl N. Poth. (2018). *Qualitative Inquiry and Research Design*. SAGE Publications. <https://www.sagepub.com/shop/buy-a-book/qualitative-inquiry-and-research-design-4-246896>
- Gubbi, J., Buyya, R., Marusic, S., & Palaniswami, M. (2013). Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions. *Future Generation Computer Systems, Including Special Sections: Cyber-Enabled Distributed Computing for Ubiquitous Cloud and Network Services & Cloud Computing and Scientific Applications – Big Data, Scalable Analytics, and Beyond*, 29(7), 1645–1660. <https://doi.org/10.1016/j.future.2013.01.010>
- Latipah, D., Alimudin, M., & Anggraini, D. P. (2026). Digital Transformation of Data-Driven School Management for Improving Education Quality in the Thousand Islands, Indonesia. *Indonesian Journal Economic Review*, 6(1), 217–226. <https://doi.org/10.59431/ijer.v6i1.744>
- Madakam, S., Ramaswamy, R., & Tripathi, S. (2015). Internet of Things (IoT): A Literature Review. *Journal of Computer and Communications*, 3(5), 164–173. <https://doi.org/10.4236/jcc.2015.35021>
- Mandala, G., Shakilla, R. O., & Shambono, A. (2026). The Role of Character Based Islamic Education in Creating a Green School Environment. *International Journal of Islamic Educational Research*, 3(1), 83–91. <https://doi.org/10.61132/ijier.v3i1.507>
- Manshur, A., Anisah, G., & Ahmad, M. T. (2025). Development of the E2A2E Learning Model with a SOLO Taxonomy-based Deep Learning Approach to Improve The Moral Character of Madrasah Aliyah Students. *Al Ulya: Jurnal Pendidikan Islam*, 10(2), 289–308. <https://doi.org/10.32665/alulya.v10i2.5616>
- Maulana, M. R., Murtadho, A., Baharudin, & Syafei, I. (2025). Pendidikan Islam Berbasis Etika Ekologis sebagai Respons terhadap Krisis dan Bencana Lingkungan Global. *Pendas : Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 10(04), 237–249. <https://doi.org/10.23969/jp.v10i04.38529>
- Miles, M. B., & Huberman, A. M. (2022). Drawing Valid Meaning from Qualitative Data: Toward a Shared Craft. *Educational Researcher*, 13(5), 20–30. <https://doi.org/10.3102/0013189X013005020>
- Ridha, R. A., Cahyadi, A., & Hamdan, H. (2025). The Use of IoT Technology To Support Interactive Learning And The Management of Infrastructure Facilities In Islamic Educational Institutions. *The International Journal of Education Management and Sociology*, 4(1), 1–13. <https://doi.org/10.58818/ijems.v4i1.182>
- Rosyadi, A. F., & Subiyantoro. (2021). THE MANAGEMENT OF CURRICULUM IN INTEGRATED-ISLAMIC ELEMENTARY SCHOOL: FACILITATING QURAN

- LEARNING. MANAGERIA: *Jurnal Manajemen Pendidikan Islam*, 6(2), 183–204. <https://doi.org/10.14421/manageria.2021.62-12>
- Rustan, K., Agustang, A., & Idrus, I. I. (2023). PENERAPAN GAYA HIDUP ZERO WASTE SEBAGAI UPAYA PENYELAMATAN LINGKUNGAN DI INDONESIA. *SIBATIK JOURNAL: Jurnal Ilmiah Bidang Sosial, Ekonomi, Budaya, Teknologi, Dan Pendidikan*, 2(6), 1763–1768. <https://doi.org/10.54443/sibatik.v2i6.887>
- Sabtina, D., & Mahariah, M. (2025). Internalizing Islamic Ecotheology through School Culture to Foster Eco-Character: Internalisasi Ekoteologi Islam melalui Budaya Sekolah untuk Menumbuhkan Karakter Peduli Lingkungan. *Halqa: Islamic Education Journal*, 9(2), 21–41. <https://doi.org/10.21070/halqa.v9i2.1754>
- Sadiku, M. N. O., Chukwu, U. C., & Sadiku, J. O. (2023). Internet of Things in Education: A Brief Overview. *International Journal on Integrated Education*, 6(5), 304–312. <https://doi.org/10.31149/ijie.v6i5.4443>
- Safitri, H. A., & Maksum, M. N. R. (2024). Internet of Things to Improve the Quality of Islamic Education. *Iseedu: Journal of Islamic Educational Thoughts and Practices*, 8(1), 62–69. <https://doi.org/10.23917/iseedu.v8i1.8845>
- Supriyanto, J. (2023). Development of an Integrated Curriculum Based on the Pyramid of Learning in Improving Student Learning Activities at the Darul Maâ€™arif Surakarta Integrated Islamic Elementary School. *Tadbir : Jurnal Studi Manajemen Pendidikan*, 7(1), 183–200. <https://doi.org/10.29240/jsmp.v7i1.6875>
- Teck Wei Ng. (2026). A scan-to-BIM-enabled strategy for improving facility information and space management in educational buildings. *Facilities*, 44(5–6), 431–448. <https://doi.org/10.1108/F-12-2025-0233>
- Zulmuqim, Z. (2017). The Existence of Pesantren, Kiai and Kitab Kuning learning as the Main Element of Islamic Education in Indonesia. *Khalifa: Journal of Islamic Education*, 1(2), 113–134. <https://doi.org/10.24036/kjie.v1i2.9>