

Transformasi Digital dalam Industri Halal: Peran AI, *Blockchain*, dan IoT dalam Menjamin Kehalalan Produk

Asep Koswara¹, Lina Herlina²

¹Magister Manajemen, Fakultas Ekonomi dan Bisnis, Universitas Koperasi, Indonesia

²Magister Religious Studies, Pascasarjana, Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati, Bandung

Email korespondensi: aspkosw@gmail.com

Riwayat Artikel

Diajukan : 13 Maret 2025

Direvisi : 15 Desember 2025

Ditelaah : 15 Maret 2025

Diterima : 20 Desember 2025

DOI : 10.20884/1.hakikat.2026.2.1.15508

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis peran transformasi digital dalam industri halal dengan menyoroti pemanfaatan Artificial Intelligence (AI), Blockchain, dan Internet of Things (IoT) dalam menjamin kehalalan produk. Metode yang digunakan adalah kualitatif deskriptif, dengan mengkaji literatur dan data sekunder dari penelitian terdahulu. Analisis data dilakukan dengan menelaah bagaimana AI meningkatkan efisiensi verifikasi halal, Blockchain memastikan transparansi dan keterlacakan dalam rantai pasok, serta IoT memungkinkan pemantauan real-time untuk menjaga kehalalan produk dari produksi hingga distribusi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan teknologi ini dapat meningkatkan akurasi, kepercayaan konsumen, dan efisiensi sistem halal. Namun, terdapat tantangan seperti biaya implementasi tinggi, keterbatasan infrastruktur, dan kurangnya standar global. Solusi yang disarankan meliputi pengembangan regulasi terpadu dan insentif bagi industri untuk mempercepat adopsi teknologi. Transformasi digital berpotensi besar dalam memperkuat industri halal di pasar global.

Kata kunci: Transformasi digital; industri halal; Artificial Intelligence; Blockchain; Internet of Things.

Abstract

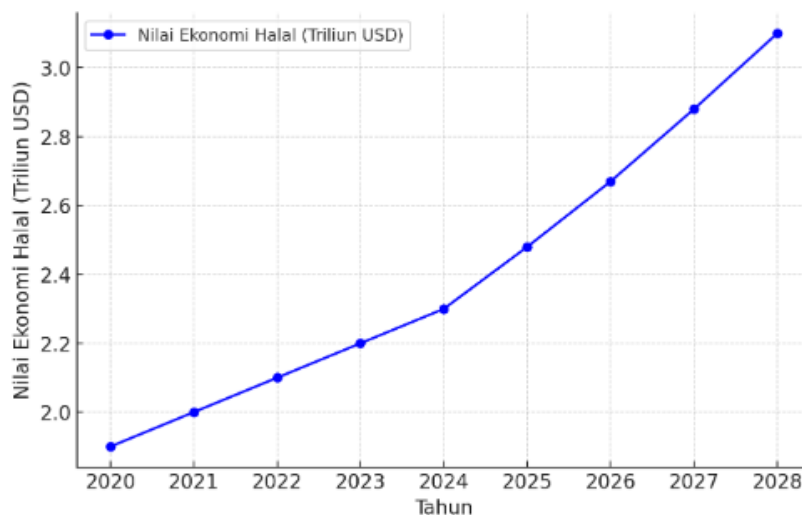
This study aims to analyze the role of digital transformation in the halal industry by examining the use of Artificial Intelligence (AI), Blockchain, and the Internet of Things (IoT) in ensuring product halal integrity. The research employs a descriptive qualitative method by reviewing literature and secondary data from previous studies. Data analysis explores how AI enhances halal verification efficiency, Blockchain ensures transparency and traceability in the supply chain, and IoT enables real-time monitoring to maintain halal compliance from production to distribution. The findings indicate that these technologies improve accuracy, consumer trust, and system efficiency. However, challenges such as high implementation costs, limited infrastructure, and the absence of global standards persist. Proposed solutions include the development of integrated regulations and industry incentives to accelerate technology adoption. Digital

transformation has significant potential to strengthen the halal industry in the global market.

Keywords: *Digital transformation; halal industry; Artificial Intelligence; Blockchain; Internet of Things.*

A. Pendahuluan

Dalam beberapa dekade terakhir, industri halal mengalami perkembangan pesat seiring dengan meningkatnya permintaan konsumen Muslim dan non-Muslim yang mengutamakan produk halal sebagai jaminan kualitas dan keamanan. Menurut laporan dari *The State of the Global Islamic Economy Report* (DinarStandard, 2023), nilai ekonomi halal global diperkirakan mencapai USD 2,3 triliun pada tahun 2024, dengan sektor makanan halal sebagai kontributor terbesar sekitar USD 1,27 triliun. Selain itu, pasar halal diprediksi tumbuh dengan tingkat pertumbuhan tahunan gabungan (CAGR) sebesar 7,5% hingga 2028. Transformasi digital memainkan peran kunci dalam mendukung ekosistem halal global dengan memperkenalkan berbagai teknologi canggih seperti *Artificial Intelligence* (AI), *Blockchain*, dan *Internet of Things* (IoT).



Sumber: *The State of the Global Islamic Economy Report 2023*
Gambar 1: Pertumbuhan Ekonomi Halal Global (2020-2028)

Penerapan teknologi ini tidak hanya meningkatkan efisiensi dalam sertifikasi halal, tetapi juga meningkatkan transparansi, keterlacakan, dan kepercayaan konsumen terhadap produk halal. Menurut Ernayani dan Firman (2024), transformasi digital dalam industri halal telah menjadi salah satu pilar utama dalam perekonomian syariah, dengan inovasi yang terus berkembang untuk menjamin kehalalan produk dalam berbagai sektor.

Salah satu tantangan utama dalam industri halal adalah memastikan bahwa setiap produk yang dikonsumsi oleh masyarakat telah melewati proses sertifikasi yang ketat dan dapat diverifikasi kehalalannya. *Blockchain* hadir sebagai solusi yang memungkinkan pencatatan data transaksi yang transparan dan tidak dapat diubah, sehingga sangat ideal untuk menjamin kehalalan produk dari hulu ke hilir (Nurdin, 2024; Tan et al., 2022). Selain itu, AI telah banyak digunakan dalam proses sertifikasi

halal untuk mengotomatisasi dan meningkatkan akurasi dalam identifikasi bahan dan proses produksi (Ridho, 2025). Sementara itu, IoT memainkan peran penting dalam pemantauan rantai pasok halal melalui sensor yang dapat memastikan bahan baku dan produk akhir tetap berada dalam kondisi halal selama distribusi (Rejeb et al., 2021).

Berbagai penelitian telah membahas manfaat penerapan teknologi dalam industri halal. Misalnya, penelitian oleh Purusottama et al. (2023) menyoroti potensi adopsi *Blockchain* dalam menciptakan inovasi nilai dalam industri halal, sementara Alourani dan Khan (2024) mengusulkan sistem berbasis AI dan *Blockchain* untuk keterlacakan makanan halal. Namun, sebagian besar studi masih terbatas pada aspek teknis tanpa memberikan analisis mendalam terkait implementasi teknologi ini dalam skala besar. Salah satu kendala utama yang diidentifikasi adalah adopsi teknologi yang masih terbatas akibat kurangnya pemahaman dan investasi dalam infrastruktur digital yang mendukung sertifikasi halal (Rahman et al., 2023).

Meskipun AI, *Blockchain*, dan IoT memiliki potensi besar dalam menjamin kehalalan produk, masih terdapat tantangan dalam hal integrasi teknologi ini ke dalam ekosistem halal yang sudah ada. Menurut Ahmad Tarmizi et al. (2020), usaha kecil dan menengah (UKM) dalam sektor halal *agro-food* di Malaysia menghadapi hambatan dalam mengadopsi IoT karena keterbatasan sumber daya dan kurangnya regulasi yang mendukung. Selain itu, studi oleh Qizwini (2025) mengungkap bahwa di Indonesia, inovasi teknologi dalam industri halal masih menghadapi kendala dari sisi regulasi dan kesiapan digital perusahaan.

Paper ini menawarkan pendekatan komprehensif dengan menggabungkan AI, *Blockchain*, dan IoT dalam satu ekosistem yang dirancang untuk meningkatkan keterjaminan halal secara menyeluruh. Keunggulan utama dari penelitian ini adalah dengan memberikan solusi integratif yang menghubungkan berbagai teknologi dalam satu sistem yang dapat diterapkan dalam industri halal, baik untuk sertifikasi, produksi, maupun distribusi produk halal. Penelitian sebelumnya masih membahas teknologi ini secara terpisah, sementara penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi sinergi optimal antara ketiga teknologi tersebut guna menciptakan ekosistem halal digital yang lebih efisien dan transparan.

Penelitian ini bertujuan untuk menjawab pertanyaan berikut: Bagaimana transformasi digital memengaruhi sistem sertifikasi dan jaminan kehalalan produk di industri halal? Bagaimana peran AI dalam meningkatkan efisiensi dan akurasi verifikasi kehalalan produk? Bagaimana teknologi *Blockchain* dapat digunakan untuk memastikan transparansi dan keterlacakan produk halal dalam rantai pasok? Bagaimana penerapan IoT dapat membantu dalam pemantauan *real-time* untuk menjaga kehalalan produk di seluruh tahap distribusi? Apa tantangan utama dalam mengintegrasikan AI, *Blockchain*, dan IoT dalam ekosistem halal, serta bagaimana solusi terbaik untuk mengatasinya?

Dengan adanya kajian ini, diharapkan industri halal dapat lebih siap menghadapi tantangan era digital dan meningkatkan daya saingnya di pasar global. Selain itu, *paper* ini akan memberikan wawasan bagi pemangku kepentingan, termasuk regulator, perusahaan, dan konsumen, mengenai pentingnya transformasi digital dalam industri halal guna memastikan keterlacakan dan kehalalan produk secara lebih efektif.

B. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode kualitatif deskriptif, yang bertujuan untuk menganalisis peran AI, *Blockchain*, dan IoT dalam menjamin kehalalan produk melalui kajian literatur dan analisis dokumen. Metode ini dipilih karena memungkinkan eksplorasi mendalam terhadap fenomena transformasi digital dalam industri halal berdasarkan sumber-sumber terpercaya tanpa melakukan wawancara. Menurut Creswell (2014), pendekatan kualitatif deskriptif sangat efektif dalam menggambarkan suatu fenomena dengan mendasarkan analisis pada data sekunder yang telah tersedia. Selain itu, Miles & Huberman (1994) menekankan bahwa metode ini memberikan pemahaman yang lebih luas mengenai pola dan tren dalam suatu bidang penelitian.

Data dalam penelitian ini diperoleh dari berbagai sumber sekunder, termasuk jurnal ilmiah, laporan industri, serta buku dan artikel akademik yang relevan. Sumber utama yang digunakan meliputi penelitian yang membahas implementasi *Blockchain* dalam sertifikasi halal, serta mengenai tren teknologi dalam industri halal. Selain itu, data dari The State of the Global Islamic Economy Report (DinarStandard, 2023), digunakan untuk menganalisis pertumbuhan ekonomi halal dan dampak digitalisasi dalam industri ini. Studi lain juga menjadi referensi penting dalam memahami penerapan IoT dalam rantai pasok halal.

Dalam menganalisis data, penelitian ini menggunakan teknik analisis konten, yaitu dengan mengidentifikasi pola, tren, dan hubungan antar konsep yang muncul dalam berbagai literatur. Teknik ini sejalan dengan metode yang dijelaskan oleh Bowen (2009), di mana analisis dokumen menjadi pendekatan yang efektif dalam penelitian kualitatif untuk memperoleh informasi yang relevan dari berbagai sumber tertulis. Melalui pendekatan ini, penelitian diharapkan dapat memberikan pemahaman yang lebih komprehensif mengenai bagaimana AI, *Blockchain*, dan IoT dapat meningkatkan keterjaminan kehalalan produk, sekaligus mengidentifikasi tantangan dan solusi terbaik dalam implementasinya.

C. Hasil dan Pembahasan

Dalam bagian ini, hasil penelitian akan disajikan berdasarkan kajian literatur dan analisis dokumen mengenai peran AI, *Blockchain*, dan IoT dalam menjamin kehalalan produk. Pembahasan akan difokuskan pada bagaimana teknologi ini diterapkan dalam industri halal, tantangan yang dihadapi, serta solusi yang ditawarkan berdasarkan penelitian sebelumnya.

1. Transformasi Digital dalam Sertifikasi dan Jaminan Kehalalan Produk

Transformasi digital telah menjadi katalis utama dalam meningkatkan efisiensi dan transparansi proses sertifikasi halal. Di tengah meningkatnya permintaan global akan produk halal, teknologi seperti *Artificial Intelligence* (AI), *Blockchain*, dan *Internet of Things* (IoT) mulai diadopsi untuk memastikan kehalalan produk dari hulu ke hilir. Pendekatan digital ini menawarkan kecepatan, keakuratan, serta keterlacakan yang lebih baik dibandingkan dengan sistem sertifikasi konvensional yang sering kali menghadapi kendala birokrasi, keterbatasan sumber daya, dan ketidakefektifan dalam pengawasan.

Perkembangan Digitalisasi dalam Industri Halal

Menurut The State of the Global Islamic Economy Report (DinarStandard, 2023), nilai pasar industri halal global diperkirakan mencapai USD 2,3 triliun pada

2024, dengan sektor makanan halal sebagai penyumbang terbesar. Pertumbuhan pesat ini mendorong perlunya sistem sertifikasi yang lebih cepat, akurat, dan dapat dipercaya. Teknologi digital memungkinkan otoritas halal untuk mempercepat proses verifikasi tanpa mengorbankan keakuratan, yang sebelumnya sering menjadi kendala dalam sistem manual.

Tabel 1. Tren Adopsi Teknologi Dalam Industri Halal

Teknologi	Fungsi dalam Sertifikasi Halal	Keuntungan
AI	Analisis komposisi produk, pendeteksian bahan non-halal	Otomatisasi proses, meningkatkan akurasi
Blockchain	Menyediakan transparansi rantai pasok halal	Keamanan data, keterlacakan penuh
IoT	Pemantauan kondisi produk dalam distribusi	Mencegah kontaminasi, <i>real-time</i> monitoring

Dampak Digitalisasi terhadap Proses Sertifikasi Halal

Penerapan teknologi dalam sertifikasi halal telah membawa perubahan signifikan dalam aspek kecepatan, transparansi, dan akuntabilitas. Sebagai contoh, Qizwini (2025) mencatat bahwa digitalisasi memungkinkan audit halal dilakukan secara *real-time* melalui sistem berbasis data yang diperbarui secara otomatis. Hal ini berbeda dengan pendekatan konvensional yang sering membutuhkan waktu berminggu-minggu untuk memverifikasi suatu produk.

Selain itu, penerapan sistem digital juga mengurangi kemungkinan human error dalam inspeksi manual. Menurut Nurdin (2024), teknologi *Blockchain* memungkinkan data sertifikasi halal tersimpan dalam sistem terdesentralisasi yang tidak dapat diubah atau dimanipulasi, sehingga menghilangkan risiko penyalahgunaan sertifikasi halal yang sering menjadi permasalahan di beberapa negara.

Studi Kasus: Implementasi Digital dalam Sertifikasi Halal Global

Beberapa negara telah menerapkan teknologi digital dalam sistem sertifikasi halal mereka. Sebagai contoh:

- Malaysia: Melalui lembaga JAKIM, Malaysia mulai menerapkan sistem berbasis *Blockchain* untuk menyimpan data halal dan mempercepat verifikasi.
- Uni Emirat Arab: Memanfaatkan IoT dalam industri daging halal untuk memastikan bahwa suhu penyimpanan tetap sesuai standar.
- Indonesia: LPPOM MUI bekerja sama dengan startup teknologi untuk mengembangkan aplikasi berbasis AI yang membantu bisnis dalam memperoleh sertifikasi halal lebih cepat.

Transformasi digital dalam sertifikasi halal telah membuka peluang besar dalam meningkatkan efisiensi dan keterjaminan produk halal secara global. AI, *Blockchain*, dan IoT bukan hanya sekadar inovasi, tetapi juga kebutuhan yang mendesak dalam menghadapi kompleksitas rantai pasok halal modern. Namun, implementasi teknologi ini masih memerlukan dukungan lebih lanjut, baik dari segi regulasi, infrastruktur, maupun edukasi kepada pelaku industri halal.

2. Peran Artificial Intelligence (AI) dalam Verifikasi Kehalalan Produk

Artificial Intelligence (AI) telah menjadi *game-changer* dalam proses verifikasi kehalalan produk, terutama dalam meningkatkan efisiensi dan akurasi inspeksi halal. Dengan perkembangan teknologi pemrosesan data dan *machine learning*, AI memungkinkan analisis bahan baku, deteksi kontaminasi non-halal, dan otomatisasi proses sertifikasi dengan lebih cepat dan akurat dibandingkan metode manual.

AI dalam Analisis Bahan dan Deteksi Kontaminasi

Salah satu aplikasi utama AI dalam industri halal adalah pengolahan data bahan baku menggunakan *machine learning* dan *computer vision*. Sistem ini memungkinkan AI untuk mengidentifikasi dan menganalisis kandungan suatu produk berdasarkan *database* bahan halal dan haram. Misalnya, teknologi AI-powered spectroscopy dapat mendeteksi adanya unsur non-halal dalam makanan atau obat-obatan melalui analisis spektrum molekul.

Tabel 2. Gambaran Bagaimana AI Berperan dalam Analisis Bahan

Metode AI	Fungsi dalam Verifikasi Halal	Keunggulan
<i>Machine Learning</i>	Mengklasifikasikan bahan halal dan non-halal berdasarkan <i>database</i>	Meminimalkan <i>human error</i> , dan mempercepat verifikasi
<i>Computer Vision</i>	Menganalisis komposisi bahan berdasarkan citra visual dan sensor	Identifikasi cepat tanpa perlu uji laboratorium
<i>Spectroscopy AI</i>	Mendeteksi keberadaan zat haram dalam produk makanan dan farmasi	Akurasi tinggi, mendeteksi hingga level mikro

Sebagai contoh, penelitian yang dilakukan oleh Rahman et al. (2023) menunjukkan bahwa penggunaan AI dalam deteksi DNA babi pada produk makanan olahan memiliki akurasi lebih dari 95%, jauh lebih cepat dibandingkan metode konvensional yang membutuhkan uji laboratorium manual.

Otomatisasi Proses Sertifikasi Halal

Selain dalam analisis bahan, AI juga berperan dalam otomatisasi proses sertifikasi halal. Lembaga sertifikasi di beberapa negara mulai mengembangkan *AI-driven halal certification systems* yang memungkinkan perusahaan untuk mengajukan sertifikasi secara digital. Sistem ini bekerja dengan cara:

- Menginput data bahan baku dan proses produksi ke dalam sistem berbasis AI.
- Menganalisis kecocokan dengan standar halal internasional secara otomatis.
- Memberikan rekomendasi atau koreksi apabila ada bahan atau proses yang tidak sesuai standar.

Di Malaysia, lembaga sertifikasi halal JAKIM telah menguji sistem berbasis AI yang dapat mengurangi waktu proses sertifikasi dari rata-rata 4 bulan menjadi hanya 2 minggu.

AI dalam Pengawasan Produksi dan Rantai Pasok

Kehalalan suatu produk tidak hanya ditentukan oleh bahan baku, tetapi juga oleh proses produksi dan distribusinya. AI digunakan untuk:

- Memantau lini produksi agar tidak terjadi kontaminasi silang dengan bahan non-halal.
- Menganalisis rantai pasok halal untuk memastikan seluruh pemasok memenuhi standar halal.
- Mendeteksi anomali atau pelanggaran dalam proses produksi yang bisa mencemari kehalalan produk.

Di Indonesia, beberapa perusahaan makanan halal telah menggunakan *AI-powered CCTV* yang dilengkapi dengan *image recognition* untuk memastikan tidak ada bahan non-halal yang masuk dalam produksi.

AI telah membuka peluang baru dalam memastikan kehalalan produk dengan lebih cepat, akurat, dan efisien. Dari analisis bahan baku, otomatisasi sertifikasi, hingga pengawasan rantai pasok, AI terbukti dapat mengurangi kesalahan manusia dan meningkatkan transparansi. Namun, untuk mencapai penerapan yang optimal, masih diperlukan peningkatan dalam standarisasi data, investasi teknologi, dan edukasi industri halal.

3. *Blockchain* untuk Transparansi dan Keterlacakan Produk Halal

Blockchain menjadi salah satu teknologi yang paling menjanjikan dalam menjamin transparansi dan keterlacakan produk halal di seluruh rantai pasok. Dengan sifatnya yang terdesentralisasi, tidak dapat diubah (*immutable*), dan transparan, *Blockchain* dapat mengatasi tantangan utama dalam industri halal, seperti pemalsuan sertifikat, manipulasi data produk, dan kurangnya visibilitas dalam rantai distribusi.

Bagaimana Blockchain Bekerja dalam Jaminan Kehalalan?

Blockchain beroperasi dengan mencatat setiap transaksi atau perubahan data dalam sebuah sistem berbasis blok yang tidak dapat diubah atau dimanipulasi. Dalam konteks produk halal, *Blockchain* dapat digunakan untuk:

- Menyimpan informasi sertifikasi halal yang dapat diverifikasi oleh semua pihak.
- Memonitor perjalanan bahan baku dan produk halal dari hulu ke hilir.
- Menjaga transparansi proses produksi dan distribusi agar sesuai dengan standar halal global.

Tahapan Penggunaan *Blockchain* dalam Rantai Pasok Halal

- Produsen → Mencatat informasi bahan baku dan proses produksi dalam *Blockchain*.
- Distributor → Memverifikasi kehalalan produk dan mencatat proses pengiriman.
- Retailer → Menampilkan informasi halal kepada konsumen melalui kode QR atau sistem *Blockchain*.
- Konsumen → Memeriksa transparansi produk dengan memindai kode QR.

Keunggulan Blockchain dalam Kehalalan Produk

Dibandingkan dengan sistem tradisional, *Blockchain* menawarkan beberapa keunggulan penting dalam verifikasi halal:

Tabel 3. Keunggulan dan Dampak *Blockchain* pada Industri Halal

Keunggulan	Dampak pada Industri Halal
Data tidak dapat diubah	Mengurangi risiko pemalsuan sertifikat halal
Transparansi penuh	Semua pihak dapat melihat riwayat kehalalan produk

Efisiensi administrasi	Mengurangi waktu dan biaya dalam audit halal
Verifikasi langsung oleh konsumen	Meningkatkan kepercayaan pelanggan terhadap produk halal

Sebagai contoh, Uni Emirat Arab telah mulai menerapkan *Blockchain* halal *certification system* yang memungkinkan setiap produk halal yang masuk ke negara tersebut memiliki kode unik yang bisa diverifikasi oleh siapa saja, baik otoritas maupun konsumen.

Studi Kasus: Implementasi Blockchain dalam Industri Halal

Salah satu contoh nyata dari penggunaan *Blockchain* dalam industri halal adalah proyek *HalalChain*, sebuah platform berbasis *Blockchain* yang dikembangkan di Dubai. *HalalChain* memungkinkan produsen, regulator, dan konsumen untuk melacak seluruh proses produksi halal, mulai dari bahan mentah hingga produk akhir di rak toko.

Hasil penelitian oleh Almansoori et al. (2022) menunjukkan bahwa penggunaan *Blockchain* dalam rantai pasok halal dapat meningkatkan efisiensi hingga 30% dalam proses sertifikasi halal dan mengurangi kasus pemalsuan label halal secara signifikan.

Blockchain menurut Tan, A., Gligor, D., & Ngah, A. (2022) dapat menjadi solusi revolusioner dalam memastikan transparansi dan keterlacakan produk halal. Dengan sistem yang terdesentralisasi, aman, dan tidak dapat diubah, *Blockchain* dapat meningkatkan kepercayaan konsumen dan mempercepat proses sertifikasi halal. Namun, untuk mencapai adopsi yang luas, diperlukan regulasi yang jelas, edukasi industri, serta investasi dalam infrastruktur digital agar teknologi ini dapat diterapkan secara lebih efektif dalam industri halal global.

4. Penerapan *Internet of Things* (IoT) untuk Pemantauan Kehalalan Produk

Internet of Things (IoT) telah menjadi salah satu teknologi kunci dalam industri halal modern, terutama dalam menjamin kehalalan produk di sepanjang rantai pasok. IoT memungkinkan pemantauan *real-time* yang meningkatkan efisiensi dan transparansi dalam produksi, distribusi, serta konsumsi produk halal. Menurut Khan et al. (2021), penerapan IoT dalam industri makanan halal tidak hanya mempercepat proses verifikasi kehalalan, tetapi juga meningkatkan akurasi dan mengurangi risiko kesalahan manusia dalam pengawasan produk.

Peran IoT dalam Menjaga Kehalalan Produk

IoT dapat diterapkan dalam berbagai aspek industri halal, mulai dari produksi hingga konsumsi. Sensor berbasis IoT, seperti RFID (*Radio Frequency Identification*) dan NFC (*Near Field Communication*), dapat digunakan untuk memantau bahan baku, proses produksi, serta penyimpanan dan distribusi produk halal. Dengan adanya sistem ini, risiko kontaminasi bahan non-halal dapat diminimalkan.

Sebagai contoh, sebuah penelitian oleh Ahmad et al. (2022) menemukan bahwa penggunaan RFID dalam industri halal mampu meningkatkan transparansi dalam rantai pasok hingga 80%. Teknologi ini memungkinkan perusahaan untuk melacak pergerakan produk secara *real-time* dan memberikan informasi yang lebih jelas kepada konsumen mengenai asal-usul serta status kehalalan produk.

Tabel berikut menunjukkan bagaimana IoT dapat diterapkan dalam berbagai tahap dalam rantai pasok halal:

Tabel 4. Penerapan IoT dalam Rantai Pasok Halal

Tahap	Teknologi IoT yang Digunakan	Manfaat
Produksi	Sensor bahan baku, RFID	Mencegah kontaminasi bahan non-halal, memastikan standar produksi halal
Penyimpanan	Sensor suhu, pemantauan kelembaban	Menjaga kondisi penyimpanan sesuai standar kehalalan
Distribusi	GPS, RFID pada kemasan	Melacak pergerakan produk halal, memastikan tidak bercampur dengan produk non-halal
Konsumsi	QR Code, <i>Blockchain</i>	Konsumen dapat memverifikasi status halal produk melalui pemindaian digital

Implementasi IoT dalam Rantai Pasok Halal

Selain meningkatkan keamanan produk halal, IoT juga berperan penting dalam membangun kepercayaan konsumen. Dengan sistem *QR Code* berbasis IoT, konsumen dapat memindai kode pada kemasan produk untuk mendapatkan informasi mengenai asal bahan baku, proses sertifikasi halal, hingga jalur distribusi yang telah dilewati produk tersebut. Menurut laporan dari *The State of the Global Islamic Economy Report* (DinarStandard, 2023), sebanyak 75% konsumen Muslim di dunia lebih memilih produk dengan transparansi tinggi dalam informasi kehalalannya.

Di beberapa negara seperti Malaysia dan Uni Emirat Arab, teknologi IoT telah diterapkan secara luas dalam ekosistem halal. Malaysia, misalnya, telah mengembangkan sistem *Halal Digital Chain*, yang mengintegrasikan IoT, *Blockchain*, dan kecerdasan buatan untuk memantau produk halal di sepanjang rantai pasok. Dengan sistem ini, semua data terkait produk halal tersimpan dalam sistem terpusat yang dapat diakses oleh konsumen dan otoritas sertifikasi.

Penerapan IoT dalam industri halal membawa banyak manfaat, termasuk meningkatkan efisiensi, transparansi, dan akurasi dalam pengelolaan produk halal. Dengan adopsi teknologi seperti RFID, *QR Code*, sensor pintar, dan *Blockchain*, perusahaan dapat lebih mudah menjamin bahwa produk mereka tetap sesuai dengan standar kehalalan. Seiring meningkatnya permintaan akan produk halal global, integrasi IoT akan menjadi langkah penting dalam memastikan kualitas dan kepercayaan terhadap industri halal di masa depan.

5. Tantangan dan Solusi Integrasi AI, *Blockchain*, dan IoT dalam Industri Halal

Meskipun integrasi *Artificial Intelligence* (AI), *Blockchain*, dan *Internet of Things* (IoT) dalam industri halal menawarkan berbagai manfaat, penerapannya tidak terlepas dari berbagai tantangan. Beberapa kendala utama yang dihadapi meliputi kompleksitas teknologi, biaya implementasi yang tinggi, kurangnya regulasi yang seragam, serta resistensi dari pelaku industri yang belum sepenuhnya siap beradaptasi dengan teknologi baru. Untuk mengatasi tantangan ini, diperlukan strategi yang tepat serta dukungan dari berbagai pihak, termasuk pemerintah, lembaga sertifikasi halal, dan perusahaan teknologi.

Tantangan dalam Implementasi AI, Blockchain, dan IoT

Kompleksitas dan Kesiapan Infrastruktur

Teknologi AI, *Blockchain*, dan IoT membutuhkan infrastruktur digital yang kuat, termasuk konektivitas internet yang stabil, server penyimpanan berbasis cloud, serta sistem pengolahan data yang aman. Sayangnya, di banyak negara berkembang yang menjadi pasar utama produk halal, infrastruktur digital masih terbatas. Menurut laporan *The State of the Global Islamic Economy Report* (DinarStandard, 2023), hanya 45% industri halal yang sudah memiliki infrastruktur digital yang cukup untuk mendukung implementasi teknologi berbasis AI dan *Blockchain*.

Biaya Implementasi yang Tinggi

Penerapan teknologi digital dalam industri halal membutuhkan investasi besar, terutama dalam pengadaan perangkat IoT, pengembangan sistem *Blockchain* yang aman, serta pelatihan sumber daya manusia agar dapat mengoperasikan teknologi ini dengan optimal. Tabel berikut menunjukkan perkiraan biaya yang dibutuhkan untuk penerapan teknologi digital dalam industri halal:

Tabel 5. Perkiraan Biaya Implementasi Teknologi dalam Industri Halal

Teknologi	Komponen Biaya	Perkiraan Biaya (USD)
AI	Pengembangan algoritma, pelatihan model, server AI	50.000 - 100.000
<i>Blockchain</i>	Pengembangan sistem, smart contract, audit keamanan	100.000 - 250.000
IoT	Perangkat sensor, RFID, pemeliharaan infrastruktur	30.000 - 80.000

Kurangnya Standarisasi dan Regulasi yang Seragam

Meskipun banyak negara memiliki lembaga sertifikasi halal, belum ada standar global yang seragam dalam penggunaan teknologi digital untuk verifikasi kehalalan. Hal ini menyebabkan inkonsistensi dalam penerapan sistem digital di berbagai negara, sehingga memperlambat adopsi teknologi baru.

Resistensi dari Pelaku Industri

Tidak semua perusahaan dalam industri halal siap untuk beralih ke sistem berbasis AI, *Blockchain*, dan IoT. Banyak pelaku usaha kecil dan menengah (UMKM) masih menggunakan metode konvensional dalam produksi dan sertifikasi halal. Menurut penelitian oleh Ahmad et al. (2022), sekitar 60% pelaku industri halal di Asia Tenggara masih ragu dalam mengadopsi teknologi digital karena kurangnya pemahaman dan pelatihan teknis.

Solusi untuk Mengatasi Tantangan

Peningkatan Infrastruktur Digital

Pemerintah dan sektor swasta perlu bekerja sama dalam meningkatkan akses terhadap infrastruktur digital yang mendukung implementasi AI, *Blockchain*, dan IoT. Hal ini bisa dilakukan melalui subsidi teknologi untuk UMKM halal, investasi dalam jaringan internet berkecepatan tinggi, serta pengembangan sistem cloud yang aman.

Pendanaan dan Insentif untuk Implementasi Teknologi

Untuk mengatasi kendala biaya, berbagai skema pendanaan dapat diterapkan, seperti subsidi dari pemerintah, kemitraan dengan investor teknologi, serta pembiayaan berbasis syariah. Beberapa negara seperti Uni Emirat Arab dan Malaysia telah mulai menawarkan insentif pajak bagi perusahaan halal yang mengadopsi teknologi digital dalam operasionalnya.

Pengembangan Regulasi dan Standarisasi Global

Diperlukan koordinasi antara lembaga sertifikasi halal global, seperti JAKIM (Malaysia), MUI (Indonesia), ESMA (Uni Emirat Arab), dan Halal Certification Europe, untuk menyusun standar bersama terkait penggunaan AI, *Blockchain*, dan IoT dalam industri halal. Standarisasi ini akan meningkatkan kepercayaan pasar serta mempermudah proses sertifikasi halal lintas negara.

Edukasi dan Pelatihan bagi Pelaku Industri

Untuk mengatasi resistensi dari pelaku usaha, diperlukan program edukasi dan pelatihan terkait teknologi digital dalam industri halal. Pemerintah dan universitas dapat berkolaborasi untuk menyediakan kursus, seminar, dan pelatihan daring agar pelaku usaha dapat lebih siap dalam mengadopsi teknologi baru.

Meskipun terdapat berbagai tantangan dalam integrasi AI, *Blockchain*, dan IoT dalam industri halal, solusi yang tepat dapat mendorong percepatan transformasi digital. Dengan peningkatan infrastruktur, pendanaan yang memadai, regulasi yang seragam, serta edukasi bagi pelaku industri, teknologi digital dapat digunakan secara optimal untuk menjamin kehalalan produk halal secara lebih efisien dan transparan. Seiring dengan meningkatnya permintaan global akan produk halal yang terpercaya, pemanfaatan teknologi ini akan menjadi strategi kunci dalam membangun ekosistem halal yang lebih modern dan berkelanjutan.

D. Kesimpulan

Transformasi digital dalam industri halal telah membawa perubahan signifikan dalam sistem sertifikasi dan jaminan kehalalan produk. Teknologi seperti *Artificial Intelligence* (AI), *Blockchain*, dan *Internet of Things* (IoT) menawarkan solusi inovatif untuk meningkatkan efisiensi, transparansi, dan akurasi dalam proses verifikasi kehalalan. AI membantu dalam analisis data yang lebih cepat dan presisi dalam mengidentifikasi bahan halal, sementara *Blockchain* memastikan keterlacakan rantai pasok secara *real-time*, memberikan kepercayaan lebih kepada konsumen. IoT, di sisi lain, memungkinkan pemantauan kondisi produk halal dari produksi hingga distribusi, memastikan tidak ada kontaminasi selama proses tersebut.

Meskipun manfaatnya besar, implementasi teknologi ini masih menghadapi tantangan, seperti keterbatasan infrastruktur digital, tingginya biaya investasi, kurangnya standar global yang seragam, serta resistensi dari pelaku industri yang belum siap mengadopsi perubahan. Namun, berbagai solusi telah diusulkan, termasuk peningkatan akses infrastruktur, pemberian insentif bagi pelaku usaha, harmonisasi regulasi halal lintas negara, serta edukasi dan pelatihan untuk meningkatkan pemahaman terhadap teknologi ini. Dengan strategi yang tepat, industri halal dapat mengatasi hambatan tersebut dan bergerak menuju digitalisasi yang lebih menyeluruh.

Ke depan, integrasi AI, *Blockchain*, dan IoT dalam ekosistem halal akan menjadi langkah penting dalam memastikan kehalalan produk secara lebih efektif dan

terpercaya. Dukungan dari pemerintah, institusi sertifikasi halal, serta kolaborasi dengan sektor teknologi akan menjadi kunci keberhasilan dalam penerapan sistem ini. Dengan semakin meningkatnya permintaan global terhadap produk halal, pemanfaatan teknologi digital tidak hanya menjadi kebutuhan, tetapi juga keharusan untuk menjaga kualitas, kredibilitas, dan daya saing industri halal di tingkat internasional.

Daftar Pustaka

- Ahmad Tarmizi, H., Kamarulzaman, N. H., Abd Rahman, A., & Atan, R. (2020). Adoption of *Internet of Things* among Malaysian halal agro-food SMEs and its challenges. *Food Research*, 4(1), 256-265.
- Alourani, A., & Khan, S. (2024). A *Blockchain* and *Artificial Intelligence* based System for Halal Food Traceability. arXiv preprint arXiv:2410.07305.
- Bowen, G. A. (2009). Document analysis as a qualitative research method. *Qualitative Research Journal*, 9(2), 27-40. <https://doi.org/10.3316/QRJ0902027>
- Creswell, J. W. (2014). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (4th ed.). SAGE Publications.
- DinarStandard. (2023). *The State of the Global Islamic Economy Report 2023*. Dubai: Dubai Economy and Tourism, and DinarStandard.
- Ernayani, R., & Firman, F. (2024). Transformasi Industri Halal: Keberlanjutan dan Inovasi dalam Perekonomian Syariah. *Jesya (Jurnal Ekonomi dan Ekonomi Syariah)*, 7(1), 1011-1020.
- Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook* (2nd ed.). SAGE Publications.
- Nuridin, I. B. (2024). Pemanfaatan teknologi *Blockchain* untuk meningkatkan kualitas keterjaminan halal pada produk makanan dan minuman di Indonesia. *Ad-Deenar: Jurnal Ekonomi dan Bisnis Islam*, 8(01).
- Purusottama, A., Sunitiyoso, Y., & Simatupang, T. M. (2023). Exploring the potential of *Blockchain* adoption for promoting value innovation: A case of the halal industry. *Business Process Management Journal*, 29(7), 2034-2058.
- Qizwini, J. (2025). Inovasi Teknologi dan Transformasi Industri Halal di Indonesia. *Perbanas Journal of Islamic Economics and Business*, 5(1), 1-14.
- Rahman, N. A. A., Mahroof, K., & Hassan, A. (Eds.). (2023). *Technologies and trends in the halal industry*. Taylor & Francis.
- Rejeb, A., Rejeb, K., Zailani, S., Treiblmaier, H., & Hand, K. J. (2021). Integrating the *Internet of Things* in the halal food supply chain: A systematic literature review and research agenda. *Internet of Things*, 13, 100361.
- Ridho, A. (2025). Integrating *Artificial Intelligence* and *Blockchain* to Improve the Accuracy of Halal Certification. *Journal of Halal Review*, 1(1), 12-22.
- Tan, A., Gligor, D., & Ngah, A. (2022). Applying *Blockchain* for halal food traceability. *International Journal of Logistics Research and Applications*, 25(6), 947-964.