

Sistem Ketertelusuran Digital: Perspektif Teknologi dan Keberlanjutan

Julia Kurniasih

Prodi Informatika, Universitas Sarjanawiyata Tamansiswa Yogyakarta

e-mail: julia.kurniasih@ustjogja.ac.id

Intisari

Inovasi teknologi menjadikan sistem ketertelusuran sebagai salah satu faktor kunci dalam rantai pasokan. Adopsi teknologi transformatif yang selaras dengan standar informasi dapat membentuk sistem ketertelusuran digital yang komprehensif dan memastikan konsistensi data dalam rantai pasokan. Teknologi dapat mendukung lingkungan informasi yang dapat ditelusur/dilacak menjadi transparan sehingga meningkatkan kepercayaan konsumen. Terbentuknya transparansi pada rantai pasokan akan meningkatkan produktivitas bisnis melalui sistem ketertelusuran yang aman, berkelanjutan, efisien dan inklusif.

Kata kunci—Ketertelusuran Digital, Teknologi, Keberlanjutan

Abstract

Technological innovation makes the traceability system as one of the key factors in the supply chain. The adoption of transformative technologies in harmony with information standards can form a comprehensive digital traceability system and ensure data consistency in the supply chain. Technology can support a traceable information environment to become transparent thereby increasing consumer confidence. The establishment of transparency in the supply chain will increase business productivity through a traceability system that is safe, sustainable, efficient, and inclusive.

Keywords—Digital Traceability, Technology, Sustainable

PENDAHULUAN

Kertelusuran membantu membuat apa yang saat ini tidak terlihat dalam rantai pasokan menjadi terlihat. Kertelusuran adalah “kemampuan untuk mengikuti pergerakan produk melalui tahapan produksi, pemrosesan, dan distribusi” [1]. Oleh karena itu, sistem kertelusuran memungkinkan organisasi untuk mendokumentasikan informasi tentang suatu produk melalui tahapan operasinya. Faktor penting dalam kertelusuran adalah menghubungkan data bersama dengan cara yang menjaga konsistensi data produk (bagaimana suatu produk dihasilkan dari bahan mentah), proses (dengan cara apa transformasi bahan mentah ke produk terjadi) dan aktor/pelaku (siapa yang melakukan kegiatan) [2].

Sistem kertelusuran secara historis beroperasi pada pekerjaan berbasis kertas dan manual. Dengan kemajuan teknologi, sistem digital dikembangkan dengan teknologi transformatif untuk meningkatkan kecepatan, akurasi, dan efektivitas kertelusuran. Kertelusuran digital adalah penggunaan catatan elektronik dan teknologi untuk melacak pergerakan maju suatu produk melalui berbagai tahap rantai pasokan dan untuk melacak ke belakang sejarah produk termasuk lokasi, transformasi dan aplikasi [3]. Kertelusuran digital menjadi faktor penting dalam menggeser rantai pasokan produk menuju era konektivitas digital, di mana kita dapat melihat informasi produk di mana pun, dan kapan pun.

Tiga faktor penting pada penerapan sistem kertelusuran, yaitu faktor lingkungan (undang-undang dan standarisasi, dukungan pemerintah, dan pengetahuan konsumen), faktor organisasi (keterlibatan manajemen atas, dukungan pemasok, komunikasi yang efektif), dan faktor teknologi (kualitas informasi yang ditelusur dan sistem kertelusuran) [4][5]. Dalam beberapa tahun terakhir, teknologi canggih seperti Blockchain dan Internet of Thing telah dipandang sebagai solusi yang menjanjikan untuk pengembangan rantai pasokan yang berkelanjutan. Teknologi ini telah diadopsi dalam banyak model kertelusuran di banyak sektor di seluruh dunia dengan berbagai tingkat keberhasilannya. Beberapa inovasi teknologi lain yang juga banyak digunakan adalah rekayasa genetika, bioteknologi,

nanoteknologi, robotika dan otomatisasi, *big data* dan *machine learning*, *sensor* dan kecerdasan buatan [6].

Inovasi adalah tentang mengenali peluang untuk melakukan sesuatu yang baru dengan menerapkan ide dan teknologi untuk menciptakan nilai, seperti: "inovasi produk" mengubah produk dan layanan, "inovasi proses" mengubah cara produk/jasa dibuat dan disampaikan, "inovasi posisi" mengubah konteks di mana produk/layanan diperkenalkan, dan "paradigma inovasi" perubahan dalam model mental dasar yang digunakan oleh organisasi. Semua unsur masyarakat dapat mendefinisikan e-inovasi sebagai pengembangan teknologi informasi dan komunikasi yang lebih luas dan lebih baik. Teknologi bisa diterjemahkan ke dalam pembangunan sosial dan ekonomi, dan teknologi informasi dan komunikasi memiliki dampak yang besar dalam setiap aspek kehidupan. Teknologi informasi dan komunikasi dapat memainkan peran kunci dalam keberlanjutan pelaksanaan pembangunan, meningkatkan daya saing dan memenuhi tuntutan masyarakat modern serta mampu beradaptasi dengan perubahan. Penting untuk mempertahankan keunggulan kompetitif dalam teknologi informasi dan komunikasi, menciptakan nilai, baik dinyatakan dalam pertumbuhan, keberlanjutan atau peningkatan.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah pendekatan kualitatif dengan melakukan review pada topik ketertelusuran digital (*digital traceability*). Dalam studi ini, identifikasi, analisis dan rekomendasi dibuat pada lingkup penggunaan teknologi dan keberlanjutan pada ketertelusuran digital saat ini. Cakupan artikel meliputi ketertelusuran digital pada manajemen kesehatan, logistik, manufaktur dan industri makanan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tuntutan untuk membuat rantai pasokan lebih kuat dan lebih tangguh akan memiliki implikasi bisnis dan membutuhkan pergeseran digital pada sistem ketertelusuran [7]. Secara umum manfaat ketertelusuran digital adalah untuk manajemen kualitas. Transparansi dan ketertelusuran membantu mendapatkan kembali nilai yang hilang dengan mengidentifikasi dari mana bahan berasal dan kemana bahan tersebut akan diberikan dan digunakan. Implementasi transparansi dan ketertelusuran dimulai dari pemahaman data apa yang dikumpulkan dan bagaimana mengumpulkannya, digitalisasi koneksi dan pemetaan antar komponen pada rantai pasokan, dan aliran data secara real time dari titik awal sampai akhir. Akses ke satu sumber data permanen sebagai media komunikasi dan pelaporan juga mendukung terbentuknya transparansi dan ketertelusuran yang baik. Dengan pengumpulan data, akan memberikan hasil dan wawasan berbasis data, dan mendukung keputusan analitik dan perbaikan proses yang cerdas.

Jenis teknologi yang digunakan bisa dikategorikan dalam dua kelompok, yaitu produk teknologi secara fisik biasanya berupa *off-the-shelf* teknologi (misalnya: RFID, QR, NFC, Bluetooth, dan lainnya) beserta modifikasinya yang dikustomisasi; dan data rekaman peristiwa dan transaksi secara digital (*digital record*). Beberapa inovasi teknologi perlu merujuk pada pendekatan permasalahan dengan membangun infrastruktur data baru untuk melakukan pemetaan dan identifikasi kebutuhan. Terkadang penggunaan teknologi yang ada dalam konteks “hebat” merupakan solusi yang berlebihan karena pada kenyataannya terdapat solusi lain yang lebih sederhana dan lebih tepat untuk menyelesaikan permasalahan yang ada, misalnya teknologi Blockchain yang bisa menjadi sebuah palu godam sementara permasalahan itu sendiri sebenarnya hanya membutuhkan sebuah obeng sebagai solusinya.

Pada beberapa sektor, ketertelusuran digital dapat membantu menentukan kelebihan pemasok produk dan broker yang tidak perlu ada di seluruh rantai pasokan. Transparansi dan ketertelusuran juga dapat membantu menentukan di mana gudang pemasok dan lokasi manufaktur berada, menyoroti potensi geografis yang dapat menimbulkan resiko terkait iklim, misalnya suatu daerah rawan bencana alam seperti kebakaran atau banjir, sehingga akan membantu menciptakan

ketahanan. Kemampuan ini juga membantu menghilangkan masalah pemasok tunggal yang bisa mengganggu atau menunda produksi. Transparansi dan ketertelusuran dapat membantu perusahaan mencapai sertifikasi keberlanjutan, mematuhi standar industri dan memverifikasi keberlanjutan. Transparansi dan ketertelusuran dapat membantu menghilangkan penjualan kembali produk yang tidak sah di pasar gelap dimana bagi merk/brand mewah, produk yang sensitif terhadap kekayaan intelektual, dan industri farmasi, ini adalah nilai yang sangat berarti.

Teknologi Industri 4.0, seperti sensor IIoT, pelabelan cerdas, Blockchain dan Big Data adalah akselerator yang akan mengubah ketertelusuran dan manajemen keamanan secara signifikan. Teknologi-teknologi tersebut tidak hanya meniadakan proses keamanan berbasis kertas tetapi juga merampingkan ketertelusuran. Solusi ketertelusuran digital juga meniadakan proses manual yang rawan kegagalan dengan mengambil dan menyimpan data secara baik, meningkatkan efisiensi, serta mengurangi biaya dan resiko [8].

Sensor IIoT mampu meningkatkan akurasi dan mencegah penipuan produk

Produsen makanan sudah menggunakan sensor berkemampuan IIoT untuk memastikan keamanan makanan dan meningkatkan transparansi. Yang paling dikenal adalah sensor inline yang memantau suhu produk selama menjalankan produksi atau parameter lingkungan ruangan misalnya tekanan diferensial, kelembaban, atau suhu. Sensor IIoT memantau secara real-time dan mengirimkan peringatan instan ketika ambang batas yang telah ditentukan terlewati. Pemantauan otomatis mempercepat waktu reaksi secara signifikan, mengurangi limbah yang disebabkan oleh produk makanan yang rusak. Selain itu, penghapusan tugas pencatatan manual meningkatkan transparansi dan akurasi serta mencegah penipuan. Sensor IIoT menawarkan kemampuan yang jauh lebih banyak dari pada hanya memantau suhu. Sensor warna misalnya, dapat memantau kualitas produk makanan dengan mengukur nilai RGB permukaan produk. Kemampuan lainnya adalah pemantauan jarak jauh tingkat pemasakan buah di ruang pemasakan. Sensor hyperspectral mengukur kualitas produk makanan dengan memeriksanya dalam

panjang gelombang melintasi spektrum elektromagnetik, mengukur komposisi kimianya dan memvisualisasikan bahan-bahannya, seperti protein, gula, atau lemak.

Peningkatan transparansi dengan pelabelan cerdas dan blockchain

Produsen makanan saat ini dapat menerapkan solusi ketertelusuran makanan cerdas dengan menggunakan perangkat lunak manufaktur yang dikombinasikan dengan pemindai kode batang dan printer portabel. Hal ini memungkinkan operator untuk membaca semua data barcode yang relevan dari bahan mentah atau komponen yang akan disimpan secara otomatis ke dalam perangkat lunak pada setiap tahapan dari proses produksi. Perangkat lunak manufaktur ini dapat menghasilkan barcode baru, seperti label GS1, dan mencetaknya dengan printer portabel jika diperlukan barcode baru untuk sub-batch. Dengan label cerdas memungkinkan konsumen dapat dengan cepat mengakses semua data produk yang telah dikumpulkan melalui rantai pasokan hanya dengan memindai kode QR dengan ponsel cerdas mereka, mulai dari bahan hingga tanggal dan tempat asal. Produsen makanan juga dapat dengan cepat melacak informasi produk ke waktu dan proses yang tepat, bahan yang digunakan, operator yang bertugas/bertanggungjawab dan mesin yang digunakan pada saat suatu kerusakan terjadi.

Teknologi Blockchain memfasilitasi transparansi karena memungkinkan produsen mengotentikasi produk dan melacaknya melalui rantai pasokan. Saat ini, Blockchain adalah teknologi utama untuk platform ketertelusuran, hal ini didasari pada 85% platform solusi ketertelusuran menerapkan teknologi blockchain [9]. Ini menunjukkan bahwa blockchain adalah teknologi yang menjanjikan menuju rantai pasokan yang lebih transparan. Konsep teknologi blockchain adalah pencatatan dan penyimpanan data dalam blok sedemikian rupa sehingga hampir tidak mungkin untuk diubah.

Selain sektor makanan & jaminan kualitas, sistem ketertelusuran digital juga menyentuh masalah sosial dan lingkungan yang ada dalam rantai pasokan dengan memberikan lebih banyak visibilitas ke rantai pasokan. Tetapi sistem tidak dapat memiliki kualitas visibilitas yang komprehensif tanpa adanya akurasi data yang

tinggi dan real time. Data yang akurat dan dapat diverifikasi akan mendukung integritas sistem ketertelusuran. Kondisi ini juga memberikan *insight* yang baik untuk proses analisis dan pengambilan keputusan. Dengan menyimpan semua data ketertelusuran di *cloud*, produsen mendapatkan visibilitas penuh atas semua data, proses keamanan dan kepatuhan pangan secara *real time*. Selain itu, menyusun semua data yang relevan di satu tempat akan meningkatkan aliran data antar bagian/komponen dan karenanya akan meningkatkan efisiensi.

Pada ketertelusuran makanan digital, pembangunan berkelanjutan berdiri untuk memenuhi kebutuhan generasi saat ini tanpa mengorbankan kebutuhan generasi masa depan untuk memenuhi kebutuhan mereka sendiri. Pembangunan berkelanjutan mewakili kualitas yang lebih baik bagi kehidupan semua orang untuk masa sekarang dan untuk generasi yang akan datang, sekaligus memberikan visi kemajuan yang terintegrasi pada tujuan jangka pendek dan jangka panjang, tindakan lokal dan global, dan menganggap masalah sosial, ekonomi, dan lingkungan sebagai komponen yang tidak terpisahkan dan saling bergantung [10].

Bagi produsen sendiri untuk menjaga keberlanjutan kegiatan produksinya, perlu untuk memberikan keselamatan dan keamanan kepada konsumen dengan memberikan kepastian akan kualitas produknya dan membentuk hubungan kepercayaan melalui produknya. Tuntutan ini dapat difasilitasi melalui implementasi sistem ketertelusuran komprehensif yang memberikan nilai baru kepada konsumen dalam proses membangun kepercayaan akan sebuah produk.

Beberapa tantangan yang dihadapi oleh sistem ketertelusuran digital dalam mewujudkan nilai potensinya dan menjaga keberlanjutannya, yaitu:

a. Tantangan eksternal:

- Kurangnya kesadaran pemangku kepentingan terhadap terwujudnya sistem ketertelusuran yang menyebabkan rendahnya kemauan pelaku rantai pasokan untuk mengadopsi solusi ketertelusuran.

b. Tantangan internal:

- Ketidakcocokan antar sistem mengurangi efektivitas interoperabilitas dan skalabilitas sistem.

- Ketidakkonsistenan data, ketidakpastian data yang valid dan kurangnya keamanan sistem.
- Kompatibilitas yang rendah terhadap proses bisnis dan standar yang berbeda.

KESIMPULAN

Inovasi teknologi seperti Blockchain dan Internet-of-Things menjadikan sistem ketertelusuran digital sebagai salah satu faktor kunci dalam rantai pasokan. Dengan kolaborasi pemangku kepentingan dalam rantai pasokan, teknologi ini dapat membuat informasi yang dapat ditelusur/dilacak menjadi transparan dan meningkatkan kepercayaan konsumen. Adopsi teknologi transformatif yang selaras dengan standar informasi dapat memastikan konsistensi data dan diarahkan untuk dapat memecahkan masalah keamanan produk serta mendorong kolaborasi dalam rantai pasokan. Terbentuknya transparansi pada rantai pasokan akan meningkatkan produktivitas bisnis melalui sistem ketertelusuran yang aman, berkelanjutan, efisien dan inklusif.

SARAN

Penelitian selanjutnya perlu melakukan analisis mendalam tentang dampak teknologi baru seperti bagaimana Blockchain meningkatkan produktivitas rantai pasokan dan kepercayaan konsumen.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] CAC, 2004, 27th Session Report, ALINORM 04/27/41, Appendix II, (Geneva, Switzerland).
- [2] Ikezawa, K., Sakamura, K., Ohishi, S. & Katsube, N., 2021, *Comprehensive Traceability Technology for Value Creation in Manufacturing*, Hitachi Review

- Vol.70 (2). https://www.hitachi.com/rev/archive/2021/r2021_02/pdf/02b06.pdf
diakses tanggal 27 Februari 2023.
- [3] Bhatt, T., Cusack,, C., Dent, B., Gooch, M., Jones, D., Newsome, R., Stitzinger, J., Sylvia, G., and Zhang, J., 2016, Traceability technology architecture: issues brief, *Comp Rev Food Sci Food Saf* 15:392–429.
- [4] Miao, M., Liu, X., Duan, Y., Wang, R., & Fu, Z., 2011. *Critical success factors for implementing traceability systems in Chinese food enterprises*, Proceedings of the Management and Service Science (MASS), International Conference on IEEE; Wuhan, China.
- [5] Duan, Y., Miao, M., Wang, R., Fu, Z., Xu, M., 2017, *A framework for the successful implementation of food traceability systems in China*, *The Information Society* 33, 226 – 242.
- [6] Prilliadi, H., 2022, *Rantai Pasok Pangan Berkelanjutan dengan Penerapan Teknologi Industri 4.0*, BRIN, Jakarta Pusat.
- [7] Joseph, D. & Friedman, H., Transparency and Traceability: Digitizing Global Supply Chains to Unlock the Circular Advantage. https://www.closedlooppartners.com/wp-content/uploads/2021/11/Transparency-and-Traceability_CLP.pdf diakses tanggal 27 Februari 2023.
- [8] Stefani, 2021, *Digital Food Traceability Solutions - 5-Essential Benefits for Food Manufacturers*. <https://www.imonitor.net/blog-posts/digital-food-traceability-solutions-5-essential-benefits-for-food-manufacturers> diakses tanggal 27 Februari 2023.
- [9] Final Report, 2020, Study on Innovations and Challenges in Digital Traceability Towards Food Supply Chains in Asia, KPMG Limited, Vietnam.
- [10] Andreopoulou, Z., Samathrakakis, V., Louca, S., & Vlachopoulou, M., 2014, *Digital Traceability System: A Tool for Grain Segregation and Quality Management*, *E-Innovation for Sustainable Development of Rural Resources During Global Economic Crisis* pp. 19 (e-book), IGI-Global.