

BLOCKCHAIN – SEBUAH INOVASI TEKNOLOGI MENUJU SMART HOSPITAL

Nora Fitria Tu, Helen Andriani

Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Indonesia, Indonesia

Email: noratu1188@gmail.com, helenandriani@ui.ac.id

Abstrak

Blockchain yang dikenal sebagai teknologi yang mendasari mata uang kripto memiliki potensi untuk memberikan perubahan dalam industri kesehatan. Teknologi ini merupakan sebuah sistem penyimpanan catatan transaksi digital yang memiliki karakteristik terdesentralisasi, *immutable*, transparan, dan tidak membutuhkan perantara. Penelitian ini bertujuan untuk mengumpulkan dan menganalisis artikel yang berhubungan dengan potensi aplikasi teknologi *blockchain* dalam manajemen rumah sakit melalui tinjauan literatur. Penelusuran literatur dilakukan pada 3 *online database* (PubMed, Scopus, dan ProQuest). Artikel dipilah dengan membaca judul, abstrak, dan naskah lengkap. Kriteria inklusi pada penelitian ini adalah artikel dalam Bahasa Inggris, artikel diterbitkan pada tahun 2018-2022, dan hasil penelitian berhubungan dengan aplikasi teknologi *blockchain* dalam manajemen rumah sakit. Dua puluh dua studi menunjukkan bahwa penerapan teknologi *blockchain* memiliki potensi manfaat di dalam manajemen rumah sakit, antara lain dalam manajemen rekam medis elektronik, rantai pasokan farmasi, uji klinis, kredensial tenaga kesehatan, klaim asuransi kesehatan, dan telemedisin. Penelitian lebih lanjut masih perlu dilakukan karena sebagian besar studi membahas potensi manfaat, namun belum mengevaluasi implementasi nyata teknologi *blockchain* dalam bidang manajemen rumah sakit.

Kata Kunci: Blockchain; Healthcare; Hospital.

Abstract

Blockchain, known as the technology that underlies cryptocurrencies, has the potential to make a difference in the healthcare industry. This technology is a digital ledger of transaction that has the characteristics of being decentralized, immutable, transparent, and does not require intermediaries. This study aims to collect and analyze articles related to the potential applications of blockchain technology in hospital management through a literature review. Literature search was performed in 3 online databases (PubMed, Scopus, and ProQuest). Articles were sorted by reading the title, abstract, and full text. The inclusion criteria in this study were articles in English, articles published in 2018-2022, and research results related to the application of blockchain technology in hospital management. Twenty-two studies show that the application of blockchain technology has potential benefits in hospital management, including electronic medical

How to cite:	Nora Fitria Tu, Helen Andriani (2022) Blockchain – Sebuah Inovasi Teknologi Menuju Smart Hospital, <i>Syntax Literate : Jurnal Ilmiah Indonesia</i> (7)12, http://dx.doi.org/10.36418/syntax-literate.v7i12.10734
E-ISSN:	2548-1398
Published by:	Ridwan Institute

record management, pharmaceutical supply chains, clinical trials, health worker credentials, health insurance claims, and telemedicine. Further research still needs to be done because most of the studies discuss the potential benefits, but have not evaluated the actual implementation of blockchain technology in the field of hospital management.

Keywords: *Blockchain; Healthcare; Hospital.*

Pendahuluan

Blockchain adalah sistem penyimpanan data digital terdesentralisasi yang terhubung secara kriptografi. Teknologi ini mendasari perkembangan mata uang kripto seperti *bitcoin*, *ethereum*, atau bentuk aset kripto lainnya (Nakamoto, 2008). *Blockchain* telah menarik lebih banyak perhatian dalam beberapa tahun terakhir karena manfaat dan fungsi *blockchain* tidak hanya terbatas dalam sektor keuangan. Beberapa literatur menunjukkan bahwa teknologi ini juga dapat diadopsi di bidang pelayanan kesehatan. Aplikasi teknologi informasi dan komunikasi seperti teknologi *blockchain* dalam bidang pelayanan kesehatan dapat meningkatkan kualitas, aksesibilitas, kesinambungan, dan kecepatan proses kerja. Teknologi ini juga dapat mengoptimalkan aliran data, sehingga ketersediaan data yang terintegrasi dan pertukaran data elektronik meningkat (Mahmoud, 2019; Elangovan, 2022).

Kita perlu memahami beberapa elemen teknis dasar dari *blockchain* untuk memahami potensi penerapan teknologi *blockchain* dalam pelayanan kesehatan. Secara teknis, *blockchain* adalah serangkaian blok yang berisi informasi digital dan terdiri dari dua komponen, yaitu blok (*block*) dan rantai (*chain*). Sistem *blockchain* dapat dikatakan menyerupai catatan transaksi digital yang didistribusikan ke beberapa jaringan anggota atau “*node*” yang telah diautentikasi, sehingga setiap orang memiliki salinan buku besar digital (*ledger*) yang sama. Transaksi data yang tersimpan dalam *blockchain* diurutkan berdasarkan blok. Sebuah blok terdiri dari data, keterangan waktu transaksi, dan tautan ke blok yang memuat transaksi sebelumnya. Data yang tersimpan dalam sistem *blockchain* tidak dapat diubah (*immutable*) dan pertukaran data tidak memerlukan campur tangan pihak ketiga atau perantara (Nakamoto, 2008).

Berbagai masalah masih dihadapi dalam penyelenggaraan informasi di bidang pelayanan kesehatan, antara lain lemahnya tata kelola sistem informasi kesehatan; fragmentasi sistem informasi kesehatan; dan lemahnya manajemen data dan sistem penunjang pengambilan keputusan. Terdapat beberapa fitur penting dari teknologi *blockchain*, yaitu *database* terdistribusi, transmisi *peer-to-peer*, ireversibel, dan pseudonim yang dapat menjadi solusi dari masalah tersebut. Berdasarkan tinjauan sistematis yang dilakukan oleh Mahmoud (2019), fitur *blockchain* yang dapat memberikan manfaat dalam manajemen rumah sakit dirangkum dalam Tabel 1.

Tabel 1. Manfaat Fitur *Blockchain* dalam Industri Kesehatan

Desentralisasi	Tidak seperti <i>database</i> tradisional yang terpusat, data pada <i>blockchain</i> dapat didistribusikan ke beberapa database (<i>node</i>), sehingga setiap orang memiliki salinan buku besar digital (<i>ledger</i>) yang sama. Semua pengguna di sektor kesehatan (dokter, pasien, dan lainnya) dapat mengakses catatan kesehatan yang sama.
<i>Immutability</i>	<i>Blockchain</i> meningkatkan keamanan dan privasi data kesehatan karena data tidak dapat dirusak atau diubah setelah disimpan ke dalam sistem ini.
Kepemilikan data kesehatan	<i>Blockchain</i> membantu pasien untuk memiliki data kesehatan mereka dan mengontrol penggunaan data tersebut melalui protokol kriptografi dan <i>smart contract</i> . <i>Smart contract</i> adalah sebuah program kecil yang disimpan di dalam <i>blockchain</i> dan diprogram untuk bekerja secara mandiri dengan cara tertentu saat beberapa persyaratan terpenuhi. Fitur ini dapat memastikan bahwa transaksi yang terjadi sudah sesuai dengan perjanjian atau peraturan yang telah disepakati bersama di dalam jaringan (Gatteschi, 2018). Penggunaan algoritme kriptografi untuk mengenkripsi data yang disimpan di <i>blockchain</i> memastikan bahwa hanya pengguna yang memiliki izin sah yang dapat mengakses data, sehingga meningkatkan keamanan dan privasi data. Selain itu, karena identitas pasien dalam <i>blockchain</i> disamarkan melalui penggunaan kunci kriptografi, data kesehatan pasien dapat dibagikan di antara pemangku kepentingan layanan kesehatan tanpa mengungkapkan identitas pasien.
<i>Availability/robustness</i>	Data kesehatan pasien yang disimpan di <i>blockchain</i> tahan terhadap kehilangan data, kerusakan data, dan beberapa serangan keamanan.
Transparansi	<i>Blockchain</i> yang memiliki sifat terbuka dan transparan dapat membangun rasa percaya dalam sistem kesehatan terdesentralisasi.
<i>Data verifiability</i>	Catatan transaksi yang tersimpan dalam <i>blockchain</i> dapat diverifikasi integritas dan validitasnya tanpa perlu mengakses catatan tersebut. Fitur ini sangat berguna di industri kesehatan yang membutuhkan verifikasi catatan

	sebagai persyaratan, seperti manajemen rantai pasokan farmasi dan asuransi.
Persetujuan (consent)	Algoritma konsensus di dalam <i>blockchain</i> mengontrol akses, penyimpanan dan distribusi informasi dalam jaringan (<i>node</i>). Perubahan data akan diizinkan apabila telah terjadi kesepakatan semua pihak yang berpartisipasi dalam jaringan (Radanović, 2018).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi aplikasi teknologi *blockchain* di dalam bidang manajemen rumah sakit melalui tinjauan literatur. Hasil penelitian ini dapat membantu para pemangku kepentingan di bidang pelayanan kesehatan, khususnya manajemen rumah sakit, untuk memahami aspek penggunaan teknologi *blockchain* dalam era transformasi pelayanan kesehatan.

Metode Penelitian

Penelusuran literatur dilakukan dengan metode *Preferred Reporting Items for Systematic Review and Meta-Analyses* (PRISMA). Pencarian literatur yang relevan dilakukan dengan menggunakan 3 *online database* ilmiah (PubMed, Scopus, dan ProQuest). Kata kunci yang digunakan adalah “*blockchain*” AND “*healthcare*” AND “*hospital*”. Artikel dipilah dengan membaca judul, abstrak, dan naskah lengkap. Kriteria inklusi pada penelitian ini adalah (1) artikel dalam Bahasa Inggris, (2) artikel diterbitkan pada tahun 2018 sampai dengan tahun 2022, (3) hasil penelitian berhubungan dengan aplikasi teknologi *blockchain* di bidang manajemen rumah sakit. Kriteria eksklusi pada penelitian ini adalah (1) judul dan abstrak tidak relevan dan (2) publikasi tidak tersedia dalam bentuk naskah lengkap.

Pencarian literatur awal dilakukan pada 3 *online database* dan kemudian hasilnya disaring untuk duplikasi. Artikel duplikat dihapus menggunakan aplikasi Mendeley dan kemudian artikel dengan judul dan abstrak yang tidak relevan dengan tujuan penelitian dikeluarkan. Pada tahap selanjutnya, artikel yang tersisa ditinjau dengan membaca teks lengkap. Kami mengekstrak data seperti nama penulis, judul, lokasi, *research approach*, dan *use case blockchain*.

Hasil dan Pembahasan

Sebanyak 1353 artikel ditemukan menggunakan kata kunci pencarian yang telah ditentukan pada 3 *online database* jurnal ilmiah. Lima puluh empat artikel duplikat ditemukan dan dihapus menggunakan aplikasi Mendeley. Pada tahap selanjutnya dilakukan penyaringan artikel untuk melihat relevansi judul dan abstrak artikel dengan tujuan penelitian.

Sebagian besar artikel penelitian (82%) merupakan usulan model aplikasi berbasis teknologi *blockchain* yang dapat diterapkan di bidang manajemen rumah sakit dan sisanya

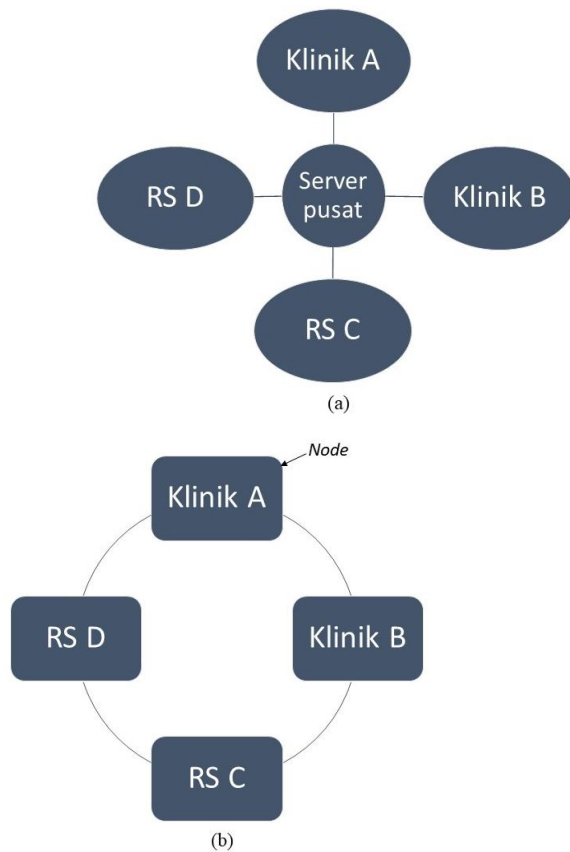
merupakan artikel *review*. Lima puluh sembilan persen penelitian berasal dari Benua Asia. Delapan artikel (36%) mengusulkan model aplikasi berbasis *blockchain* yang bermanfaat dalam manajemen rekam medis elektronik dan salah satu di antaranya telah melakukan survei pengguna dengan hasil memuaskan (Bae, 2021). Lima artikel (23%) membahas potensi manfaat teknologi *blockchain* di bidang manajemen rantai pasok farmasi dan 3 artikel di antaranya mengusulkan model aplikasi tersebut. Artikel yang tersisa menunjukkan potensi atau usulan model aplikasi berbasis *blockchain* dalam manajemen rumah sakit, antara lain manajemen klaim asuransi (4 artikel), telemedisin (4 artikel), uji klinis (3 artikel), dan kredensial tenaga kesehatan (1 artikel).

Masing-masing potensi manfaat penerapan teknologi *blockchain* di dalam manajemen rumah sakit akan dibahas lebih lanjut di bawah ini.

A. Rekam Medis Elektronik

Rekam medis elektronik merupakan salah satu domain terpenting dalam aplikasi teknologi *blockchain*. Seorang pasien dapat memeriksakan diri ke beberapa fasilitas pelayanan kesehatan (fasyankes) selama hidupnya, namun data medis pasien di sebuah fasyankes tidak terintegrasi dengan fasyankes lainnya. Fasilitas pelayanan kesehatan tersebut harus dapat bertukar informasi mengenai pasien secara lengkap dan rahasia agar para profesional pemberi asuhan dapat melakukan tinjauan catatan medis pasien dengan komprehensif dan menghindari kehilangan informasi yang penting. Teknologi *blockchain* yang memiliki sifat desentralisasi, *immutable*, transparan, *data verifiability*, dan *availaibility/robustness* dapat digunakan untuk pengelolaan rekam medis elektronik yang terintegrasi (Chen, 2020; Bae, 2021; Hashim, 2021; Hoang, 2021; Kim, 2021; Xiao, 2021; Cerchione, 2022; Chelladurai, 2022).

Penyimpanan data medis di fasyankes yang dilakukan secara terpusat (misalnya di Cloud) dapat menjadi target serangan siber karena kurangnya keamanan, privasi, integritas, dan akuntabilitas (Hussien, 2019). Jika data pada server hilang, maka seluruh data client juga hilang. Data dalam *blockchain* bersifat kekal dan aman dari kerusakan atau kehilangan karena data disimpan dalam berbagai tempat yang terhubung melalui jaringan peer-to-peer. Data yang tersimpan dalam *blockchain* dapat ditelusuri dan diverifikasi dengan mudah, yaitu dengan membandingkan blok data yang tersimpan dalam setiap node dalam jaringan. Jika terdapat blok data baru yang terbentuk, maka node yang membentuk blok data baru tersebut akan melakukan broadcast ke seluruh node yang terhubung dalam jaringan dan kemudian akan dilakukan sinkronisasi data, sehingga setiap node akan menyimpan data *blockchain* terbaru yang memuat seluruh blok data (Nakamoto, 2008).



Gambar 2. Sistem Terpusat dan Sistem Desentralisasi

Di dalam sistem (a) terdapat beberapa buku besar digital (*ledger*), namun semuanya disimpan di server pusat. Pada sistem (b) hanya ada 1 buku besar digital, namun setiap *node* memiliki akses ke buku besar tersebut. Sehubungan dengan perlindungan informasi pribadi, keamanan data dijamin dengan metode enkripsi menggunakan *private key* yang dimiliki oleh pasien (Bae, 2021). Pasien dapat mengatur sendiri kepada siapa saja informasi kesehatannya dapat dibagikan. Setiap catatan medis pasien di dalam *blockchain* akan terpelihara kekal dan aman. Semakin banyak sarana pelayanan kesehatan yang terhubung ke dalam *blockchain*, maka semakin lengkap pula data kesehatan seorang pasien.

Beberapa perusahaan telah menggunakan *platform* berbasis *blockchain* untuk mengelola rekam medis elektronik, antara lain Guardtime, MedRec, Gem Health Network, Healthbank, Medicalchain, dan sebagainya (Dalianis, 2015; Azaria, 2016; Hanna, 2017; Heston, 2017).

B. Rantai Pasokan Farmasi

Manajemen rantai pasokan farmasi yang tepat sangat diperlukan untuk melacak sumber bahan baku, proses produksi, dan distribusi produk. Sebagian besar rantai

pasokan kini menjangkau banyak negara, pelaku, dan produk. Rantai pasokan farmasi memiliki kompleksitas, fragmentasi, dan banyak pihak yang terlibat di dalamnya, seperti produsen, distributor, penyedia logistik, regulator, rumah sakit, apotek, klinik, dan pasien. Dalam rantai pasokan ini, potensi obat untuk mengalami gangguan dalam manajemen, kualitas, keamanan, dan keasliannya menjadi perhatian serius bagi kesehatan masyarakat (Mackey, 2019).

Blockchain memiliki potensi untuk mengatasi banyak tantangan rantai pasokan farmasi, meskipun kasus penggunaan yang menonjol adalah penerapannya untuk memerangi obat-obatan yang dipalsukan (A. B. Abbas & Chain, n.d.). Teknologi ini dapat memungkinkan produsen obat untuk membagikan nomor seri produknya, kemudian melakukan desentralisasi data dan mendistribusikannya dengan stempel waktu, sehingga distributor, apotek, pembuat resep, dan pasien dapat mengaksesnya untuk memverifikasi asal obat (Mackey, 2019).

Tantangan dalam manajemen rantai pasokan dalam kesehatan masyarakat dirasakan pada saat pandemi COVID-19. Banyak negara mengalami kekurangan alat pelindung diri (APD) dan obat-obat penting (WHO, 2020; Badreldin, 2021). Menurut Salah (2020), hal ini disebabkan lemahnya sistem yang dapat memberikan informasi akurat mengenai *supply* dan *demand* produk-produk tersebut. Dalam konteks ini, *smart contract* yang diprogram untuk mengelola kontrol akses dan otomatisasi dapat membantu pemerintah, pihak berwenang, dan perusahaan farmasi untuk melacak (secara *real-time*) untuk meramalkan besarnya permintaan produk. Data tentang stok yang tersedia dapat dikumpulkan melalui sensor yang terdaftar dan resmi, kemudian *smart contract* secara otomatis memberikan pemberitahuan kepada bagian pengadaan rumah sakit untuk memesan lebih banyak APD atau obat untuk mencegah kemungkinan kekurangan barang tersebut (Salah, 2020).

Sebuah contoh perusahaan yang menggunakan teknologi *blockchain* dalam rantai pasokan farmasi adalah Modum.io AG. Perusahaan ini membuat catatan suhu produk farmasinya selama proses transportasi dapat diakses publik sehingga kepatuhan mereka terhadap *quality control* suhu dapat diverifikasi (Mahmoud, 2019).

C. Uji Klinis

Beberapa tantangan yang paling mendesak dalam uji klinis antara lain akses dan pengelolaan data uji klinis; integritas dan asal data untuk proses uji klinis; persetujuan pasien; dan rekrutmen pasien. Dalam uji klinis, *blockchain* dapat membantu menghilangkan pemalsuan data, *under-reporting*, atau eksklusi hasil penelitian klinis yang tidak diinginkan (Mahmoud, 2019). Akses data yang lebih kuat juga dapat memungkinkan perekrutan pasien yang lebih baik ke dalam uji klinis. *Blockchain* dapat menggabungkan data pasien dan uji coba yang dianonimkan atau berdasarkan izin pasien, sehingga sponsor dapat terhubung lebih baik dengan populasi pasien yang memenuhi syarat (Mackey, 2019).

Integritas data dan asal data merupakan kunci dalam uji klinis. Sistem yang aman dan andal sangat diperlukan di dalam lingkungan penelitian untuk mengurangi risiko *fraud* dan memastikan bahwa data tidak diubah, dimanipulasi, atau dipalsukan. Jika salah satu tindakan tersebut terjadi, sistem tersebut harus mampu mengidentifikasi secara tepat siapa yang memanipulasi data, kapan, dan bagaimana (Boetto, 2021). *Blockchain* memiliki fitur yang secara transparan dapat menunjukkan asal data sampai dengan laporan ringkasan klinis akhir (Mackey, 2019).

Teknologi *blockchain* memberikan harapan bagi masa depan manajemen uji klinis dalam kemudahan berbagi data, melacak data, menurunkan biaya, meningkatkan kepatuhan terhadap regulasi, dan merampingkan proses uji klinis (Choudhury, 2019; Hussien, 2019; Mackey, 2019; Wong, 2019).

D. Kredensial Tenaga Kesehatan

Kredensial adalah suatu proses verifikasi terhadap kompetensi tenaga kesehatan dalam menentukan kelayakan kewenangan klinis maupun profesi. Hal yang perlu diverifikasi adalah kualifikasi, registrasi profesi, pengalaman, pendidikan dan pelatihan berkelanjutan, mutu kualitas, dan etika disiplin (Amalia, 2018). Sebagian besar proses ini dilakukan dengan sistem konvensional yang dapat mengalami inefisiensi, kurangnya transparansi, dan biaya yang dapat dihindari. Secara umum, kredensial tenaga kesehatan rumah sakit dapat memakan waktu dan jika tidak diproses secara tepat dapat menyebabkan peningkatan biaya, potensi tanggung jawab hukum, dan menghambat kemampuan sistem kesehatan untuk memproses *reimbursement* (Salzman, 2018).

Blockchain menunjukkan solusi untuk proses kredensial tenaga kesehatan dengan cara bertindak sebagai direktori data terdesentralisasi. Data identitas tenaga kesehatan dapat diverifikasi ke sumber tepercaya, diperbarui, dan direkonsiliasi secara terus-menerus untuk memastikan kelayakan tenaga kesehatan untuk praktik (Mackey, 2019).

E. Klaim Asuransi Kesehatan

Proses klaim asuransi kesehatan dapat memanfaatkan karakteristik desentralisasi, transparansi, *immutability*, dan kemampuan audit dari teknologi *blockchain*. Fitur *smart contract* di sistem *blockchain* berpotensi membantu menyelesaikan klaim asuransi kesehatan dan mengelola pembayaran secara *real-time*; membuat proses klaim menjadi lebih efisien; dan transparan bagi pembayar, penyedia layanan kesehatan, dan pasien (Zhou, 2018; Alnavar, 2021; Chin-Ling, 2021).

Sejumlah penelitian menunjukkan potensi penerapan teknologi ini di dalam proses klaim asuransi kesehatan, namun contoh implementasi nyata dari teknologi ini masih sangat terbatas. Contoh prototipe sistem ini adalah MiStore, sistem penyimpanan asuransi kesehatan yang berbasis *blockchain* (Zhou, 2018). Sebuah perusahaan bernama PokitDok membangun sistem berbasis *blockchain* bernama DokChain yang memfasilitasi penyelesaian klaim asuransi kesehatan (Bennett, 2016). Platform berbasis *blockchain* bernama *MyHealthData* menyediakan sistem layanan klaim asuransi

kesehatan swasta. Pengguna dapat menggunakan aplikasi untuk mengajukan klaim ke asuransi mereka. Tanda terima dan sertifikat medis dapat dikirim dari rumah sakit ke aplikasi. Semua informasi medis dienkripsi dan disimpan dalam aplikasi, kemudian pengguna dapat memilih dan mengirim riwayat medis yang ingin mereka klaim (Bae, 2021).

F. Telemedisin

Pandemi COVID-19 meningkatkan penggunaan teknologi telemedisin karena memungkinkan pasien berkomunikasi dengan dokter dengan aman secara virtual untuk meminimalkan penyebaran infeksi. Telemedisin telah terbukti menjadi pilihan yang efektif untuk melawan pandemi (Monaghesh, 2020). Teknologi konsultasi jarak jauh ini juga berperan mengatasi kesulitan masyarakat untuk mendapatkan pelayanan kesehatan karena jarak fasyankes yang jauh.

Terlepas dari kemudahan telemedisin, teknologi ini berpotensi menimbulkan masalah keamanan data. Jika koneksi virtual antara dokter dan pasien tidak aman, maka ada kemungkinan lokasi pasien, data pribadi, dan informasi sensitif lainnya dapat mengalami kebocoran.

Peran utama teknologi *blockchain* untuk telemedisin adalah untuk mendistribusikan informasi medis pasien dan menyediakan akses bagi dokter untuk melihat informasi tersebut. Sistem ini memungkinkan pasien untuk mengontrol data medis mana saja yang akan ditempatkan di dalam sistem dan siapa yang dapat mengakses data tersebut (Azaria, 2016). Teknologi *blockchain* dapat meningkatkan layanan telemedisin dengan menyediakan pelayanan kesehatan jarak jauh melalui proses berbagi data yang terdesentralisasi, dapat dilacak, transparan, *immutable*, aman, dan dapat dipercaya (Ahmad, 2021; Koshechkin, 2021; Albahri, 2022).

Aplikasi teknologi *blockchain* di dalam telemedisin masih dalam tahap awal karena masih terdapat beberapa tantangan dan masalah penelitian yang harus diselesaikan untuk memungkinkan adopsi teknologi *blockchain* secara luas. Namun, beberapa proyek telah menggunakan teknologi *blockchain* dalam layanan telemedisin, seperti MedicalChain (Inggris), DocCoin (Estonia), Robomed (Rusia), Docademic (Meksiko), HapiChain (Prancis), dan sebagainya (Koshechkin, 2021).

Kesimpulan

Tinjauan literatur ini menunjukkan bahwa penerapan teknologi blockchain memiliki potensi manfaat dalam manajemen rumah sakit karena karakteristiknya yang terdesentralisasi, transparan, aman, immutable, dan mampu menyediakan data real-time. Teknologi ini dapat diterapkan dalam manajemen rekam medis elektronik, rantai pasokan farmasi, uji klinis, kredensial tenaga kesehatan, klaim asuransi kesehatan, dan telemedisin. Masih banyak peluang untuk mengeksplorasi penggunaan blockchain dalam ekosistem

pelayanan kesehatan, misalnya integrasi teknologi blockchain dengan teknologi lain seperti artificial intelligence (AI), internet of things (IoT), atau machine learning.

Jumlah studi tentang aplikasi blockchain dalam pelayanan kesehatan terus meningkat, meskipun teknologi ini memiliki keterbatasan seperti skalabilitas, kecepatan, keterlibatan pasien, dan interoperabilitas. Penelitian lebih lanjut masih perlu dilakukan karena sebagian besar studi membahas potensi manfaat, namun belum mengevaluasi implementasi nyata teknologi blockchain dalam bidang manajemen rumah sakit. Penelitian lebih lanjut juga diperlukan untuk melengkapi penelitian yang sedang berlangsung.

BIBLIOGRAFI

- Abbas, A. B., & Chain, M. L.-B. D. S. (n.d.). *Management and Recommendation System for Smart Pharmaceutical Industry*. Electronics.
- Abbas, K., Afaq, M., Ahmed Khan, T., & Song, W.-C. (2020). A Blockchain and Machine Learning-Based Drug Supply Chain Management and Recommendation System for Smart Pharmaceutical Industry. In *Electronics* (Vol. 9, Issue 5). <https://doi.org/10.3390/electronics9050852>
- Ahmad, R. W., Salah, K., Jayaraman, R., Yaqoob, I., Ellahham, S., & Omar, M. (2021). The role of blockchain technology in telehealth and telemedicine. *International Journal of Medical Informatics*, 148, 104399. <https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2021.104399>
- Albahri, O. S., Zaidan, A. A., Zaidan, B. B., Albahri, A. S., Mohsin, A. H., Mohammed, K. I., & Alsalem, M. A. (2022). New mHealth hospital selection framework supporting decentralised telemedicine architecture for outpatient cardiovascular disease-based integrated techniques: Haversine-GPS and AHP-VIKOR. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, 13(1), 219–239. <https://doi.org/10.1007/s12652-021-02897-4>
- Alnavar, K., & Babu, C. N. (2021). Blockchain-based Smart Contract with Machine Learning for Insurance Claim Verification. *2021 5th International Conference on Electrical, Electronics, Communication, Computer Technologies and Optimization Techniques, ICEECCOT 2021 - Proceedings*, 247–252. <https://doi.org/10.1109/ICEECCOT52851.2021.9707964>
- Amalia, Tuti; Sugiarto; Junainah; Kurniasih, T. (2018). *Pedoman Kredensial Tenaga Kesehatan di Rumah Sakit*. CV Infomedika.
- Azaria, A., Ekblaw, A., Vieira, T., & Lippman, A. (2016). MedRec: Using Blockchain for Medical Data Access and Permission Management. *2016 2nd International Conference on Open and Big Data (OBD)*, 25–30. <https://doi.org/10.1109/OBD.2016.11>
- Badreldin, H. A., & Atallah, B. (2021). Global drug shortages due to COVID-19: Impact on patient care and mitigation strategies. *Research in Social & Administrative Pharmacy : RSAP*, 17(1), 1946–1949. <https://doi.org/10.1016/j.sapharm.2020.05.017>
- Bae, Y.-S., Park, Y., Kim, T., Ko, T., Min-Soo, K., Lee, E., Hee-Chan, K., & Hyung-Jin, Y. (2021). Development and Pilot-Test of Blockchain-Based MyHealthData Platform. *Applied Sciences*, 11(17), 8209. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/app11178209>
- Bennett, B. (2016). *DokChain by PokitDok – Blockchain for Healthcare*. Blockchain Healthcare Review.

- Boetto, E., Golinelli, D., Carullo, G., & Fantini, M. P. (2021). Frauds in scientific research and how to possibly overcome them. *Journal of Medical Ethics*, 47(12), E19. <https://doi.org/10.1136/medethics-2020-106639>
- Cerchione, R., Centobelli, P., Riccio, E., Abbate, S., & Oropallo, E. (2022). Blockchain's coming to hospital to digitalize healthcare services: Designing a distributed electronic health record ecosystem. *Technovation*. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2022.102480>
- Chelladurai, U., & Pandian, S. (2022). A novel blockchain based electronic health record automation system for healthcare. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, 13(1), 693–703. <https://doi.org/10.1007/s12652-021-03163-3>
- Chen, C.-L., Deng, Y.-Y., Weng, W., Sun, H., & Zhou, M. (2020). A Blockchain-Based Secure Inter-Hospital EMR Sharing System. In *Applied Sciences* (Vol. 10, Issue 14). <https://doi.org/10.3390/app10144958>
- Chin-Ling, C., Yong-Yuan, D., Tsaur, W.-J., Chun-Ta, L., Cheng-Chi, L., & Wu, C.-M. (2021). A Traceable Online Insurance Claims System Based on Blockchain and Smart Contract Technology. *Sustainability*, 13(16), 9386. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/su13169386>
- Choudhury, O., Fairiza, N., Sylla, I., & Das, A. (2019). *A Blockchain Framework for Managing and Monitoring Data in Multi-Site Clinical Trials*. 1–13.
- Clauson, K. A., Breeden, E. A., Davidson, C., & Mackey, T. K. (2018). Leveraging Blockchain Technology to Enhance Supply Chain Management in Healthcare: An exploration of challenges and opportunities in the health supply chain. *Blockchain in Healthcare Today*, 1(0 SE-Reviews). <https://doi.org/10.30953/bhty.v1.20>
- Dalianis, H., Henriksson, A., Kvist, M., Velupillai, S., & Weegar, R. (2015). Health Bank-A Workbench for Data Science Applications in Healthcare. *CAiSE Industry Track*, 1381, 1–18.
- Elangovan, D., Long, C. S., Bakrin, F. S., Tan, C. S., Goh, K. W., Yeoh, S. F., Loy, M. J., Hussain, Z., Lee, K. S., Idris, A. C., & Ming, L. C. (2022). The Use of Blockchain Technology in the Health Care Sector: Systematic Review. *JMIR Medical Informatics*, 10(1). <https://doi.org/https://doi.org/10.2196/17278>
- Gatteschi, V., Lamberti, F., Demartini, C., Pranteda, C., & Santamaría, V. (2018). Blockchain and Smart Contracts for Insurance: Is the Technology Mature Enough? In *Future Internet* (Vol. 10, Issue 2). <https://doi.org/10.3390/fi10020020>
- Hanna, E., Remuzat, C., Auquier, P., Dussart, C., & Toumi, M. (2017). Could Healthcoin be A Revolution in Healthcare? *Value in Health : The Journal of the International Society*

for Pharmacoeconomics and Outcomes Research, 20(9).

- Hashim, F., Shuaib, K., & Sallabi, F. (2021). MedShard: Electronic Health Record Sharing Using Blockchain Sharding. *Sustainability*, 13(11), 5889. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/su13115889>
- Heston, T. F. (2017). A Case Study in Blockchain Healthcare Innovation. *Int. J. Curr. Res*, 1–3. <https://doi.org/10.22541/au.151060471.10755953>
- Hoang, H. D., Hien, D. T. T., Nhut, T. C., Quyen, P. D. T., Duy, P. T., & Pham, V.-H. (2021). A Blockchain-based Secured and Privacy-Preserved Personal Healthcare Record Exchange System. *Proceedings of the 2021 IEEE International Conference on Machine Learning and Applied Network Technologies, ICMLANT 2021*. <https://doi.org/10.1109/ICMLANT53170.2021.9690542>
- Hussien, H. M., Yasin, S. M., Udzir, S. N. I., Zaidan, A. A., & Zaidan, B. B. (2019). A Systematic Review for Enabling of Develop a Blockchain Technology in Healthcare Application: Taxonomy, Substantially Analysis, Motivations, Challenges, Recommendations and Future Direction. *Journal of Medical Systems*, 43(10), 1–35. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s10916-019-1445-8>
- Jamil, F., Hang, L., Kim, K., & Kim, D. (2019). A Novel Medical Blockchain Model for Drug Supply Chain Integrity Management in a Smart Hospital. *Electronics*, 8(5), 505. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/electronics8050505>
- Kim, H., Lee, S., Kwon, H., & Kim, E. (2021). Design and Implementation of a Personal Health Record Platform Based on Patient-consent Blockchain Technology. *KSII Transactions on Internet and Information Systems*, 15(12), 4400–4419. <https://doi.org/10.3837/TIIS.2021.12.008>
- Koshechkin, K., Lebedev, G., Radzievsky, G., Seepold, R., & Martinez, N. M. (2021). Blockchain Technology Projects to Provide Telemedical Services: Systematic Review. *J Med Internet Res*, 23(8), e17475. <https://doi.org/10.2196/17475>
- Mackey, T. K., Tsung-Ting, K. G., Clauson, K. A., Church, G., Grishin, D., Obbad, K., Barkovich, R., & Palombini, M. (2019). ‘Fit-for-purpose?’ – challenges and opportunities for applications of blockchain technology in the future of healthcare. *BMC Medicine*, 17. <https://doi.org/https://doi.org/10.1186/s12916-019-1296-7>
- Mahmoud, Q. H., & Eklund, J. M. (2019). Blockchain Technology in Healthcare: A Systematic Review. *Healthcare*, 7(2), 56. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/healthcare7020056>

Medicalchain. (n.d.).

- Monaghesh, E., & Hajizadeh, A. (2020). The role of telehealth during COVID-19 outbreak: a systematic review based on current evidence. *BMC Public Health*, 20(1), 1193. <https://doi.org/10.1186/s12889-020-09301-4>
- Nakamoto, S. (2008). *Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System*.
- Radanović, I., & Likić, R. (2018). Opportunities for Use of Blockchain Technology in Medicine. *Applied Health Economics and Health Policy*, 16(5), 583–590. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s40258-018-0412-8>
- Salah, K., Jayaraman, R., Ahmad, R., Yaqoob, I., Ellahham, S., & Omar, M. (2020). *Blockchain and COVID-19 Pandemic: Applications and Challenges*.
- Salzman, S. (2018). *Vetting Physician Credentials: Tech to the Rescue? – Blockchain touted as ensuring that docs are who they say they are*. MedPage Today.
- Shi, S., Luo, M., Wen, Y., Wang, L., & He, D. (2022). A Blockchain-Based User Authentication Scheme with Access Control for Telehealth Systems. *Security and Communication Networks*, 2022. <https://doi.org/https://doi.org/10.1155/2022/6735003>
- Uddin, M., Salah, K., Jayaraman, R., Pesic, S., & Ellahham, S. (2021). Blockchain for drug traceability: Architectures and open challenges. *Health Informatics Journal*, 27(2), 14604582211011228. <https://doi.org/10.1177/14604582211011228>
- WHO. (2020). *Shortage of personal protective equipment endangering health workers worldwide*.
- Wong, D. R., Bhattacharya, S., & Butte, A. J. (2019). Prototype of running clinical trials in an untrustworthy environment using blockchain. *Nature Communications*, 10(1), 1–8. <https://doi.org/10.1038/s41467-019-08874-y>
- Xiao, Y., Xu, B., Jiang, W., & Wu, Y. (2021). The HealthChain Blockchain for Electronic Health Records: Development Study. *Journal of Medical Internet Research*, 23(1), e13556. <https://doi.org/10.2196/13556>
- Zhou, L., Wang, L., & Sun, Y. (2018). MIStore: a Blockchain-Based Medical Insurance Storage System. *Journal of Medical Systems*, 42. <https://doi.org/10.1007/s10916-018-0996-4>

Copyright holder:

Nora Fitria Tu, Helen Andriani (2022)

First publication right:

This article is licensed under:

