

ABSTRAK

Keamanan data kesehatan yang dikelola Pemerintah menjadi tantangan kritis, terutama pada sistem terpusat yang rentan terhadap ancaman internal maupun eksternal seperti akses tidak sah dan manipulasi data. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan keamanan data kesehatan dengan pendekatan biaya rendah melalui integrasi teknologi blockchain dan sistem Manajemen Dasis Data Relasional (DBMS) yang telah digunakan pada aplikasi Teman Mas Abdi di Dinas Kesehatan Kabupaten Kediri.

Metode penelitian dilakukan dalam tiga tahap: identifikasi masalah, perancangan sistem, dan implementasi. Pada tahap desain, data publik seperti profil fasilitas kesehatan tetap disimpan dalam DBMS, sedangkan data pribadi berupa rekam medis elektronik disimpan di blockchain menggunakan BigchainDB. Arsitektur hibrida ini menggabungkan enkripsi, sifat *immutable*, serta mekanisme kendali berbasis pasien. Implementasi dilakukan dengan empat *node* menggunakan konsensus Tendermint, yang memastikan toleransi kesalahan serta mencegah *single point of failure*.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa integrasi ini mampu mempertahankan sistem yang ada, meminimalkan biaya tambahan, serta mendeteksi upaya manipulasi data meskipun penyerang memiliki akses server. Dengan demikian, model hibrid DBMS–BigchainDB terbukti meningkatkan keamanan, integritas, dan privasi data kesehatan tanpa perlu mengganti sistem yang ada.

Kata kunci— Data Kesehatan, Keamanan, Blockchain, Enkripsi, DBMS.

ABSTRACT

The security of government-managed health data is a critical challenge, especially in centralized systems that are vulnerable to internal and external threats such as unauthorized access and data manipulation. This research aims to improve health data security with a low-cost approach by integrating blockchain technology and a relational database management system (DBMS), which has been used in the Teman Mas Abdi application at the Kediri Regency Health Office.

The research method was conducted in three stages: problem identification, system design, and implementation. In the design stage, public data, such as health facility profiles, remained stored in the DBMS, while private data, in the form of electronic medical records, was stored on the blockchain using BigchainDB. This hybrid architecture combines encryption, immutable properties, and patient-based control mechanisms. The implementation was conducted with four nodes using Tendermint consensus, ensuring fault tolerance and preventing a single point of failure.

Test results showed that this integration was able to maintain the existing system, minimize additional costs, and detect data manipulation attempts even if an attacker had server access. Thus, the hybrid DBMS–BigchainDB model has been proven to improve the security, integrity, and privacy of healthcare data without requiring replacement of existing system.

Keywords— Health Data, Security, Blockchain, Encryption, DBMS.

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pemerintah Indonesia berkomitmen untuk memperkuat transformasi sistem kesehatan nasional melalui Peraturan Pemerintah Nomor 28 Tahun 2024 sebagai peraturan pelaksanaan Undang-Undang Nomor 17 Tahun 2023 tentang Kesehatan. Regulasi tersebut menegaskan pentingnya transformasi digital dalam pelayanan kesehatan sebagai bagian dari upaya mewujudkan sistem kesehatan yang tangguh, efektif, dan terintegrasi secara nasional [1]. Digitalisasi data kesehatan menjadi salah satu pilar utama dalam kebijakan tersebut, dengan tujuan menciptakan sistem informasi yang mampu menyediakan data yang akurat, terkini, dan dapat digunakan untuk mendukung pengambilan keputusan berbasis bukti.

Dalam konteks tersebut, Dinas Kesehatan Kabupaten Kediri memiliki peranan penting dan strategis dalam menjamin terselenggaranya pelayanan kesehatan yang efektif, berkualitas, dan merata bagi seluruh masyarakat. Salah satu bentuk implementasi transformasi digital di daerah adalah pengembangan aplikasi Teman Mas Abdi, yang sejak tahun 2017 digunakan sebagai sistem informasi utama dalam pengelolaan data kesehatan di seluruh puskesmas di Kabupaten Kediri. Aplikasi ini mencakup berbagai jenis data, meliputi data fasilitas pelayanan, identitas tenaga kesehatan, identitas pasien, data kunjungan, rekam medis, pembiayaan, serta data farmasi dan alat kesehatan.

Hingga saat ini, aplikasi Teman Mas Abdi telah berhasil menghimpun data dari 37 puskesmas, 12 klinik, dan 106 praktik dokter pribadi, yang secara kolektif membentuk ekosistem data kesehatan terintegrasi di wilayah Kabupaten Kediri. Data tersebut tersimpan di server Dinas Komunikasi dan Informatika Kabupaten Kediri, dan dapat diakses oleh fasilitas kesehatan sesuai kebutuhan operasional. Namun, sistem ini masih menggunakan arsitektur basis data terpusat (*centralized database*), di mana seluruh pengguna bergantung pada satu server utama. Model ini menyisakan berbagai kelemahan, antara lain risiko kebocoran data akibat akses tidak sah, potensi kehilangan atau perubahan data yang mengganggu integritas rekam medis, serta kemungkinan kegagalan total sistem jika terjadi gangguan pada server pusat.

Sementara itu, sektor kesehatan menjadi salah satu target utama serangan siber di dunia, karena data medis memiliki nilai ekonomi yang tinggi dan sering dimanfaatkan untuk kepentingan komersial maupun kriminal [7], [9]. Pelanggaran terhadap privasi dan integritas data tidak hanya menimbulkan kerugian teknis, tetapi juga mengancam kepercayaan publik terhadap institusi pemerintah serta dapat berimplikasi langsung pada keselamatan pasien. Kesalahan diagnosis, keterlambatan pelayanan, dan potensi malpraktik dapat terjadi akibat manipulasi atau kerusakan data medis [3], [10].

Kewajiban menjaga keamanan dan kerahasiaan data kesehatan juga telah diatur secara tegas dalam Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 24 Tahun 2022, yang menyatakan bahwa setiap tenaga medis, staf fasilitas kesehatan, dan manajemen wajib menjaga kerahasiaan data serta informasi rekam medis pasien. Fasilitas pelayanan kesehatan bertanggung jawab melindungi data dari kehilangan, kerusakan,

pemalsuan, maupun penyalahgunaan oleh pihak yang tidak berhak. Berdasarkan ketentuan tersebut, Dinas Kesehatan Kabupaten Kediri memiliki tanggung jawab penuh dalam memastikan keamanan dan integritas sistem data kesehatan daerahnya.

Untuk menjawab tantangan tersebut, teknologi blockchain muncul sebagai salah satu solusi potensial dalam memperkuat keamanan dan transparansi data digital. Blockchain merupakan teknologi desentralisasi berbasis kriptografi yang memungkinkan pencatatan data secara permanen, transparan, dan tidak dapat dimodifikasi tanpa jejak digital yang jelas [2], [3], [5], [7]. Awalnya dikenal melalui penerapan pada mata uang digital seperti Bitcoin dan Ethereum, blockchain kini telah digunakan di berbagai sektor termasuk layanan kesehatan, untuk meningkatkan keamanan dan keandalan data medis [4], [8], [9].

Dalam sistem kesehatan, blockchain memungkinkan penerapan *Electronic Health Record* (EHR) yang lebih aman dan terdistribusi. Melalui mekanisme *hashing* dan *consensus protocol*, data medis dapat disimpan secara terenkripsi di jaringan *node* terdistribusi, sehingga sulit dimanipulasi oleh pihak tidak berwenang [10], [12], [13]. Penerapan blockchain di sektor kesehatan mampu meningkatkan ketahanan sistem terhadap serangan siber dan mempermudah audit trail rekam medis [7]. Sementara itu, studi lain memperkenalkan EMRChain sebagai sistem manajemen rekam medis berbasis blockchain yang menjamin integritas, autentikasi, dan transparansi data pasien [10].

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini berfokus pada pengembangan model integrasi BigchainDB dengan DBMS *existing* pada aplikasi Teman Mas Abdi. Pendekatan ini diharapkan dapat meningkatkan keamanan, integritas, dan privasi data kesehatan tanpa mengganti sistem yang sudah berjalan, serta mendukung kebijakan Satu Data Sehat Nasional sebagaimana diamanatkan dalam PP No. 28 Tahun 2024. Hasil penelitian ini diharapkan menjadi model penerapan blockchain yang adaptif, ekonomis, dan aplikatif bagi Pemerintah Daerah dalam memperkuat infrastruktur digital kesehatan di Indonesia.

1.2 Rumusan Masalah

1. Sistem pengelolaan Data Kesehatan Pemerintah Kabupaten Kediri pada aplikasi Teman Mas Abdi masih menggunakan arsitektur basis data terpusat, sehingga memiliki kelemahan pada aspek keamanan dan integritas data yang berpotensi menimbulkan perubahan atau kebocoran catatan medis baik secara sengaja maupun tidak sengaja.
2. Sistem pengelolaan Data Kesehatan Pemerintah Kabupaten Kediri pada aplikasi Teman Mas Abdi saat ini belum sepenuhnya terintegrasi dengan fasilitas kesehatan non-puskesmas yang menggunakan sistem berbeda, sehingga terjadi duplikasi dan potensi kesalahan input data.
3. Infrastruktur server yang bersifat terpusat di Dinas Kominfo Pemerintah Kabupaten Kediri menimbulkan ketergantungan tinggi terhadap satu titik kegagalan (*single point of failure*).
4. Berdasarkan kondisi tersebut, diperlukan pengembangan model sistem berbasis

integrasi Blockchain dan DBMS yang mampu meningkatkan keamanan, menjaga keutuhan data, memperkuat privasi pasien, serta mendukung interoperabilitas tanpa mengganti sistem yang telah ada.

1.3 Batasan Penelitian

Penelitian ini dibatasi pada pengembangan dan pengujian model integrasi antara Blockchain (BigchainDB) dan *Database Management System* (DBMS) untuk meningkatkan keamanan dan integritas Data Kesehatan Pemerintah Kabupaten Kediri. Ruang lingkup penelitian hanya mencakup data yang dikelola melalui aplikasi Teman Mas Abdi sebagai sistem utama pengelolaan data fasilitas kesehatan tingkat pertama (Faskes Tk. 1).

Penelitian ini tidak mencakup integrasi penuh dengan sistem Satu Sehat Kementerian Kesehatan, rumah sakit, maupun fasilitas kesehatan swasta yang masih dalam tahap pengembangan *bridging* data. Fokus penelitian dibatasi pada aspek keamanan, kerahasiaan, dan integritas data rekam medis elektronik dengan menggunakan 4 *node* dalam satu jaringan blockchain, tanpa membahas performa aplikasi, desain antarmuka pengguna, atau aspek non-teknis lainnya seperti kebijakan kelembagaan dan tata kelola organisasi.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah menghasilkan rekomendasi sistem keamanan data pada Sistem Data Kesehatan Pemerintah Kabupaten Kediri dengan memanfaatkan teknologi Blockchain. Secara lebih terarah, penelitian ini bertujuan untuk:

1. Merancang model sistem keamanan data berbasis integrasi Blockchain dan DBMS yang mampu melindungi kerahasiaan, menjaga integritas, serta meningkatkan keandalan pengelolaan data kesehatan tanpa mengganti sistem yang sudah ada.
2. Menyusun rekomendasi teknis dan strategis bagi Pemerintah Kabupaten Kediri dalam penerapan sistem keamanan data kesehatan yang sesuai dengan ketentuan Permenkes No. 24 Tahun 2022 tentang rekam medis elektronik serta mendukung arah transformasi digital kesehatan nasional.

1.5 Keaslian dan Kontribusi Penelitian

Keaslian Penelitian

Penelitian mengenai penerapan Blockchain dalam pengelolaan data rekam medis telah banyak dilakukan oleh peneliti sebelumnya, namun masing-masing memiliki ruang lingkup, framework, dan fokus penelitian yang berbeda.

1. S. Nekkalapudi et al. [2] melakukan kajian literatur mengenai penerapan Blockchain di sektor kesehatan dan menyimpulkan bahwa teknologi ini efektif dalam meningkatkan keamanan data melalui desentralisasi, imutabilitas, dan transparansi. Namun, penelitian tersebut belum menjelaskan secara rinci

- framework blockchain yang paling sesuai untuk menangani volume data kesehatan dalam skala besar.
2. Rajasekharan dan Koshy [10] mengusulkan sistem EMRChain dengan Blockchain untuk pengelolaan rekam medis secara terdistribusi. Penelitian tersebut menitikberatkan pada manajemen berbagi data antar lembaga medis, namun tidak mengulas integrasi blockchain dengan DBMS maupun strategi penerapan yang efisien bagi instansi Pemerintah Daerah.
 3. A. Srujan Kumar dan K. R. Kumar [17] telah mengimplementasikan aplikasi rekam medis menggunakan framework BigchainDB. Penelitian ini menunjukkan keberhasilan penerapan blockchain pada data pasien, namun belum membahas perbandingan keamanan antara sistem blockchain dan database tradisional (DBMS), serta masih menyertakan fungsi penghapusan data yang tidak sesuai dengan prinsip imutabilitas rekam medis.
 4. Kastowo et al. [19] meneliti penggunaan blockchain (BigchainDB) untuk interoperabilitas data pasien berbasis standar FHIR, dan membandingkan waktu penyimpanan dan pembacaan data antara blockchain dan DBMS tradisional. Meskipun demikian, penelitian ini belum menjelaskan mekanisme verifikasi data serta pemisahan data publik dan pribadi yang menjadi aspek penting dalam sistem kesehatan pemerintah.
 5. Tampubolon et al. [20] merancang sistem rekam medis berbasis BigchainDB untuk menjamin keamanan data. Fokus penelitian ini adalah penerapan *Role-Based Access Control* (RBAC) untuk mengatur hak akses pengguna, namun belum menguji keamanan data terhadap ancaman internal atau potensi modifikasi data dari pihak penyedia server.

Dari tinjauan terhadap penelitian terdahulu, dapat disimpulkan bahwa belum terdapat penelitian yang secara khusus mengkaji integrasi Blockchain dan DBMS pada sistem data kesehatan Pemerintah Daerah, terutama pada aplikasi Teman Mas Abdi di Kabupaten Kediri. Penelitian ini berbeda karena berfokus pada pengembangan model hibrida Blockchain–DBMS untuk meningkatkan keamanan, integritas, dan privasi data tanpa mengganti sistem yang telah ada, sekaligus menyesuaikan dengan ketentuan Permenkes No. 24 Tahun 2022 mengenai rekam medis elektronik.

Kontribusi Penelitian

Penelitian ini memberikan kontribusi ilmiah dan praktis sebagai berikut:

1. Kontribusi Ilmiah:

- Menghasilkan model integrasi Blockchain–DBMS (BigchainDB dan Postgree) yang mampu menjaga imutabilitas data pribadi pasien, sekaligus mempertahankan fleksibilitas pengelolaan data publik.
- Menyediakan mekanisme kriptografi, kontrol akses berbasis peran, dan validasi waktu (*time-sensitive hashing*) yang memperkuat keamanan dan

auditabilitas data kesehatan Pemerintah Daerah.

- Mengisi kesenjangan pengetahuan (*research gap*) mengenai penerapan Blockchain dalam sistem data kesehatan pemerintah dengan pendekatan hibrida yang efisien dan kontekstual di Indonesia.

2. Kontribusi Praktis:

- Memberikan rekomendasi sistem keamanan data yang dapat diimplementasikan oleh Dinas Kesehatan Kabupaten Kediri untuk melindungi data rekam medis pasien dari ancaman modifikasi atau kebocoran.
- Menawarkan strategi penerapan teknologi Blockchain yang hemat biaya tanpa perlu mengganti sistem yang sudah ada, sehingga mendukung keberlanjutan operasional Pemerintah Daerah.
- Mendukung program Transformasi Digital Kesehatan Nasional (Satu Sehat) melalui penguatan tata kelola dan keamanan data berbasis prinsip desentralisasi dan transparansi.

Dengan demikian, penelitian ini diharapkan menjadi acuan ilmiah dan teknis dalam penerapan teknologi Blockchain untuk keamanan data kesehatan di tingkat Pemerintah Daerah, sekaligus memberikan kontribusi nyata terhadap pengembangan sistem informasi kesehatan yang aman, efisien, dan berkelanjutan.

1.6 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat baik secara praktis maupun akademis bagi masyarakat, Pemerintah Daerah, dan bangsa Indonesia.

- Bagi Pemerintah Daerah (Dinas Kesehatan Kabupaten Kediri):

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar dalam penguatan sistem keamanan data kesehatan melalui penerapan teknologi Blockchain terintegrasi dengan DBMS, sehingga meningkatkan keandalan, integritas, dan kerahasiaan data rekam medis pasien. Hasil penelitian juga dapat digunakan sebagai rekomendasi implementasi sistem keamanan informasi yang efisien dan sesuai dengan regulasi nasional di bidang kesehatan digital.

- Bagi Masyarakat:

Penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan kepercayaan masyarakat terhadap pengelolaan data kesehatan Pemerintah, dengan jaminan keamanan dan perlindungan privasi pasien yang lebih baik. Peningkatan kepercayaan ini akan mendukung partisipasi masyarakat dalam layanan kesehatan digital yang lebih transparan dan terintegrasi.

- Bagi Bangsa dan Negara:

Penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi terhadap pengembangan ekosistem transformasi digital kesehatan nasional, khususnya dalam mendukung

kebijakan Satu Sehat Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. Selain itu, hasil penelitian ini dapat menjadi model penerapan teknologi Blockchain di instansi pemerintah, yang memperkuat tata kelola data nasional dan mendorong terciptanya pelayanan publik berbasis digital yang aman, efisien, dan berkelanjutan.

1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tesis ini disusun untuk memberikan gambaran umum mengenai isi dan alur pembahasan dari setiap bab, sehingga pembaca memperoleh pemahaman menyeluruh tentang arah penelitian dan hasil yang dicapai. Adapun sistematika penulisan dalam tesis ini adalah sebagai berikut:

- BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi uraian mengenai latar belakang penelitian yang menjelaskan pentingnya keamanan data kesehatan di lingkungan Pemerintah Kabupaten Kediri. Selain itu, bab ini memuat perumusan masalah, batasan penelitian, tujuan penelitian, keaslian dan kontribusi penelitian, manfaat penelitian, serta sistematika penulisan tesis. Bab ini bertujuan memberikan landasan konseptual dan arah umum penelitian.

- BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

Bab ini membahas hasil-hasil penelitian terdahulu yang relevan dengan topik penerapan teknologi Blockchain dalam bidang kesehatan, serta menjelaskan posisi penelitian ini dibandingkan dengan penelitian sebelumnya. Selain itu, bab ini menguraikan teori-teori dasar yang mendukung penelitian, termasuk konsep keamanan data, arsitektur sistem terpusat dan terdistribusi, prinsip kerja Blockchain, BigchainDB, DBMS, serta regulasi nasional terkait keamanan data kesehatan seperti Permenkes No. 24 Tahun 2022. Bab ini juga memuat pertanyaan penelitian dan hipotesis yang menjadi dasar analisis penelitian.

- BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini menguraikan metode yang digunakan dalam penelitian, mencakup alat dan bahan penelitian, dataset yang digunakan (data kesehatan dari aplikasi Teman Mas Abdi), serta tahapan penelitian yang meliputi identifikasi masalah, perancangan model sistem hibrida Blockchain–DBMS, dan implementasi sistem pada lingkungan pengujian. Bab ini juga menjelaskan konfigurasi *node* BigchainDB, validasi data, serta metode evaluasi performa dan keamanan sistem yang diusulkan.

- BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan hasil implementasi model integrasi Blockchain–DBMS pada simulasi aplikasi, termasuk hasil pengujian fungsionalitas, kinerja, dan keamanan sistem. Pembahasan dilakukan untuk menganalisis perbandingan antara sistem database tradisional (DBMS) dan sistem hibrida Blockchain–DBMS, baik dari sisi deteksi manipulasi data, maupun ketahanan terhadap kegagalan. Bab ini juga menjelaskan bagaimana model yang diusulkan memenuhi prinsip keamanan, privasi, dan kepatuhan terhadap regulasi.

- **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini berisi kesimpulan yang merangkum hasil utama penelitian serta capaian terhadap tujuan yang telah ditetapkan. Selain itu, bab ini memuat saran untuk penelitian lanjutan, baik dalam pengembangan sistem keamanan data kesehatan berbasis Blockchain di tingkat daerah maupun dalam konteks nasional menuju integrasi dengan platform Satu Sehat Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.

- **DAFTAR PUSTAKA**

Bab ini memuat seluruh sumber referensi yang digunakan dalam penelitian, ditulis sesuai dengan format penulisan referensi IEEE.

- **LAMPIRAN**

Bagian ini memuat data pendukung penelitian seperti konfigurasi sistem, potongan kode program, tangkapan layar hasil pengujian, serta dokumen teknis lain yang relevan untuk mendukung validitas dan replikasi penelitian..

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

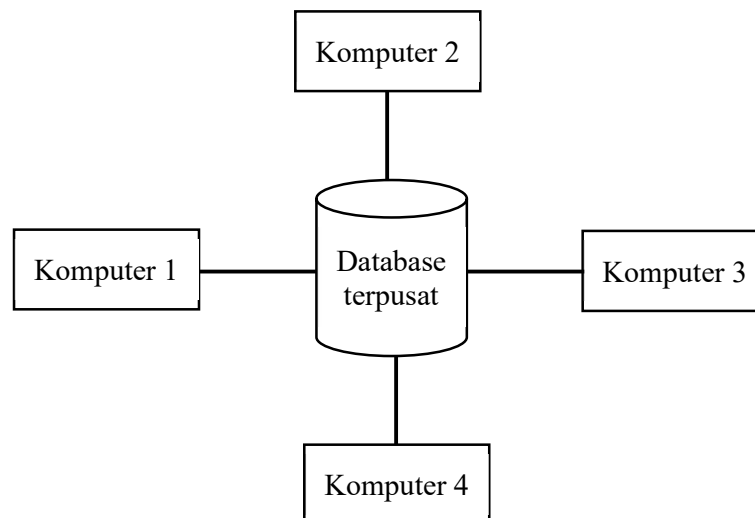
2.1 Tinjauan Pustaka

2.1.1. Sistem Informasi Kesehatan Daerah

Sistem informasi kesehatan merupakan salah satu komponen penting dalam penyelenggaraan pembangunan kesehatan, karena berfungsi sebagai dasar pengambilan keputusan yang berbasis bukti (*evidence-based policy*). Menurut Kementerian Kesehatan (2023), sistem informasi kesehatan daerah bertujuan untuk mengintegrasikan seluruh data kesehatan dari berbagai fasilitas pelayanan kesehatan (Fasyankes) seperti Puskesmas, Rumah Sakit, Laboratorium, dan Klinik.

Salah satu bentuk implementasinya di Kabupaten Kediri adalah aplikasi Teman Mas Abdi, yang berperan sebagai platform pengelolaan data kesehatan berbasis digital. Sistem ini menyimpan dan mengelola data identitas pasien, tenaga medis, kunjungan, rekam medis, farmasi, serta pembiayaan kesehatan.

Namun, sistem ini masih menggunakan arsitektur basis data terpusat (*centralized database*) yang disimpan pada server Dinas Kominfo Kabupaten Kediri. Model ini menyebabkan seluruh fasilitas kesehatan terhubung pada satu titik data utama, sebagaimana digambarkan pada Gambar 2.1.



Gambar 2. 1 Arsitektur Sistem Basis Data Terpusat

Model arsitektur terpusat memiliki beberapa kelebihan seperti kemudahan pemeliharaan dan konsistensi data. Namun, ia juga mengandung kelemahan kritis seperti potensi kegagalan total apabila server utama bermasalah, kerentanan terhadap serangan siber, serta risiko kebocoran atau manipulasi data [2][3].

2.1.2 Keamanan Data Kesehatan

Keamanan data kesehatan merupakan aspek fundamental dalam penyelenggaraan sistem informasi kesehatan digital. Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik

Indonesia Nomor 24 Tahun 2022 tentang Rekam Medis Elektronik, setiap fasilitas pelayanan kesehatan wajib menjamin keamanan, kerahasiaan, keutuhan, dan ketersediaan data rekam medis pasien. Peraturan ini menjadi dasar hukum dalam mendukung transformasi digital kesehatan di Indonesia yang berfokus pada perlindungan data pribadi pasien dan peningkatan efisiensi layanan medis.

Penerapan rekam medis elektronik (ERM) di Rumah Sakit Panti Nugroho telah mengacu pada ketentuan Permenkes No. 24 Tahun 2022, dengan mekanisme autentikasi pengguna melalui username dan password. Namun, hasil penelitian tersebut juga mengindikasikan masih adanya celah keamanan karena data tetap dapat diakses oleh tenaga TI internal, sehingga integritas dan privasi data belum sepenuhnya terlindungi [21]. Kondisi ini menegaskan pentingnya sistem keamanan berlapis yang tidak hanya mengandalkan kontrol akses, tetapi juga menjamin keutuhan data melalui pendekatan kriptografi dan audit berbasis teknologi desentralisasi.

2.1.3. Teknologi Blockchain

Blockchain merupakan teknologi penyimpanan data terdistribusi yang bersifat *immutable*, transparan, dan terdesentralisasi. Karakteristik utama blockchain seperti ketahanan terhadap perusakan data, fleksibilitas, dan skalabilitas tinggi menjadikannya relevan untuk penerapan di sektor kesehatan dan perlindungan hak cipta digital [22]. Blockchain dibedakan menjadi tiga jenis berdasarkan otorisasi akses [12], yaitu:

- *Public chain*, di mana setiap pihak dapat berpartisipasi tanpa izin, seperti pada Bitcoin.
- *Private chain*, yang hanya dapat diakses oleh entitas tertentu di dalam organisasi.
- *Consortium (alliance) chain*, yang memungkinkan kolaborasi antara beberapa organisasi dengan kontrol akses terbatas.

Dalam konteks pengelolaan data kesehatan pemerintah, *consortium blockchain* menjadi pilihan yang ideal karena memungkinkan kolaborasi antar fasilitas kesehatan dan instansi pemerintah dengan tetap menjaga keamanan serta privasi data pasien.

2.1.4. Blockchain untuk Pemerintahan

Penerapan blockchain pada sistem pemerintahan yang menyoroti potensi teknologi ini dalam membangun sistem manajemen informasi pemerintah yang lebih aman dan transparan. Penelitian tersebut mengusulkan framework berbasis blockchain untuk mengatasi efek silo antar lembaga, meningkatkan efisiensi berbagi informasi, dan mengubah fungsi pemerintahan dari model manajerial menuju model pelayanan publik berbasis data terpercaya. Dalam konteks Indonesia, pendekatan ini relevan dengan kebijakan Transformasi Digital Nasional, di mana Pemerintah Daerah diharapkan dapat mengintegrasikan sistem data secara aman dan efisien lintas sektor.

2.1.5. Blockchain untuk Industri Kesehatan

Blockchain terbukti mampu menyelesaikan berbagai masalah keamanan di industri kesehatan melalui desentralisasi penyimpanan data, penggunaan kriptografi dan kontrak

pintar (*smart contract*), serta kemampuan pelacakan *real-time* untuk obat-obatan [7]. Penelitian ini menegaskan bahwa teknologi blockchain meningkatkan keamanan, transparansi, dan interoperabilitas antar sistem kesehatan yang berbeda, namun belum memberikan panduan implementasi yang spesifik untuk instansi Pemerintah Daerah dengan keterbatasan infrastruktur. Studi literatur komprehensif terhadap penerapan blockchain di sektor kesehatan, dengan fokus pada tiga domain utama:

1. Manajemen rekam medis,
2. Ketertelusuran rantai pasok obat, dan
3. Penelitian serta uji klinis.

2.1.6. Blockchain untuk Rekam Medis Pasien

Beberapa penelitian terkait penerapan blockchain dalam sistem rekam medis pasien telah dilakukan dengan berbagai fokus:

- Srujan Kumar [5] mengimplementasikan aplikasi rekam medis pasien menggunakan BigchainDB, menunjukkan bahwa blockchain dapat digunakan untuk menyimpan data pasien secara aman. Namun, penelitian tersebut belum membandingkan tingkat keamanan antara sistem blockchain dan database tradisional (DBMS) serta belum menghapus fungsi yang memungkinkan penghapusan data, yang bertentangan dengan prinsip imutabilitas blockchain.
- Danang et al. [7] meneliti perbandingan waktu *insert* dan *read* data pasien antara blockchain (BigchainDB) dan DBMS konvensional dengan format data FHIR. Hasilnya menunjukkan peningkatan keamanan, namun belum menjelaskan mekanisme verifikasi data publik dan pribadi.
- Jogi Oliver J.K. et al. [10] menguji keamanan data rekam medis berbasis Role-Based Access Control (RBAC) menggunakan BigchainDB. Meski berhasil meningkatkan kontrol akses, penelitian ini belum membahas ancaman dari pihak internal atau skenario kebocoran data di lingkungan terpusat.
- Abega Begum et al. [15] mengusulkan integrasi Blockchain dengan Big Data untuk penyimpanan dan berbagi data *Electronic Health Records* (EHR). Penelitian ini menawarkan pendekatan integratif, namun tidak menjelaskan aspek keamanan data besar (*big data security*) secara rinci.

Berdasarkan kajian tersebut, dapat disimpulkan bahwa sebagian besar penelitian terdahulu masih berfokus pada penerapan blockchain dalam konteks fasilitas kesehatan individu atau komersial. Belum ada penelitian yang secara spesifik mengkaji integrasi Blockchain dan DBMS pada sistem data kesehatan Pemerintah Daerah, terutama yang relevan dengan aplikasi Teman Mas Abdi di Kabupaten Kediri.

2.1.7. Posisi Penelitian

Penelitian ini menempati posisi strategis di antara penelitian-penelitian terdahulu dengan memberikan pendekatan baru berupa model hibrida Blockchain–DBMS (BigchainDB dan Postgree) yang dirancang khusus untuk kebutuhan Pemerintah Daerah. Pendekatan ini menjembatani kesenjangan antara efisiensi sistem terpusat dan keamanan sistem desentralisasi.

Selain itu, penelitian ini menekankan pada:

- Pemenuhan regulasi nasional (Permenkes No. 24 Tahun 2022) terkait keamanan data rekam medis elektronik.
- Efisiensi biaya dan kompatibilitas dengan sistem eksisting di lingkungan Dinas Kesehatan Kabupaten Kediri.
- Kontribusi empiris berupa rekomendasi model keamanan yang dapat diterapkan pada sistem kesehatan pemerintah lainnya di Indonesia.

Dengan demikian, penelitian ini memperkuat posisi ilmiah dalam bidang keamanan data kesehatan berbasis Blockchain di sektor publik, sekaligus memberikan kontribusi nyata terhadap agenda transformasi digital kesehatan nasional.

2.2 Landasan Teori

Landasan teori merupakan dasar konseptual yang dijabarkan peneliti berdasarkan hasil tinjauan pustaka, yang digunakan untuk menjelaskan arah pemecahan masalah, perumusan hipotesis, serta pembangunan model sistem dalam penelitian ini.

2.2.1 Data Kesehatan Pemerintah Kabupaten Kediri

Dinas Kesehatan Kabupaten Kediri memiliki peranan penting dalam memberikan layanan kesehatan yang baik dan efektif bagi masyarakat Kabupaten Kediri. Salah satu upaya untuk meningkatkan layanan kesehatan tersebut adalah dengan tersedianya data kesehatan yang terkini dari seluruh fasilitas kesehatan di Kabupaten Kediri. Ketersediaan data yang lengkap dan terkini dapat mendukung pengambilan kebijakan yang tepat, cepat dan responsif. Informasi yang diperoleh dari hasil olahan data dapat membantu untuk membuat rencana dan tujuan jangka panjang, merumuskan strategi serta menyusun standar dan prosedur tertentu yang akan memajukan Kesehatan Kabupaten Kediri.

Saat ini telah tersedia platform satu sehat kemenkes, tetapi data yang bisa dilihat oleh dinas Kesehatan Kabupaten Kediri adalah data global bukan data detail yang bisa mendukung pengambilan kebijakan yang tepat sasaran. Pemerintah Kabupaten Kediri memiliki database kesehatan dari aplikasi Teman Mas Abdi (Sistem Pelayanan Puskesmas Kabupaten Kediri). Aplikasi Teman Mas Abdi ini sudah digunakan dan berhasil mengumpulkan data kesehatan seluruh puskesmas di Kabupaten Kediri dari tahun 2017. Aplikasi Teman Mas Abdi juga dikembangkan agar digunakan oleh praktek pribadi dokter maupun klinik dan RS di wilayah Kabupaten Kediri yang belum memiliki aplikasi.

Data kesehatan pemerintah kabupaten kediri adalah data hasil inputan dari aplikasi

Teman Mas Abdi (Sistem Pelayanan Puskesmas Kabupaten Kediri). Data tersebut antara lain berupa data fasilitas layanan Kesehatan Kabupaten Kediri, data pokok identitas pasien, data pokok identitas tenaga kesehatan, data kunjungan pasien, data rekam medis pasien, data pembiayaan, data laboratorium, data farmasi dan alat kesehatan.

2.2.2 Electronic Medical Record (Rekam Medis Elektronik)

Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 24 Tahun 2022 Rekam Medis adalah dokumen yang berisikan data identitas pasien, pemeriksaan, pengobatan, tindakan, dan pelayanan lain yang telah diberikan kepada pasien. Rekam Medis Elektronik adalah Rekam Medis yang dibuat dengan menggunakan sistem elektronik yang diperuntukkan bagi penyelenggaraan Rekam Medis. Fasilitas Pelayanan Kesehatan adalah suatu alat dan/atau tempat yang digunakan untuk menyelenggarakan upaya pelayanan kesehatan, baik promotif, preventif, kuratif maupun rehabilitatif yang dilakukan oleh pemerintah, Pemerintah Daerah, dan/atau masyarakat. Pasien adalah setiap orang yang melakukan konsultasi masalah kesehatannya untuk memperoleh pelayanan kesehatan yang diperlukan baik secara langsung maupun tidak langsung di Fasilitas Pelayanan Kesehatan.

Sistem Elektronik adalah serangkaian perangkat dan prosedur elektronik yang berfungsi mempersiapkan, mengumpulkan, mengolah, menganalisis, menyimpan, menampilkan, mengumumkan, mengirimkan, dan/atau menyebarkan informasi elektronik. Penyelenggara Sistem Elektronik adalah setiap orang, penyelenggara negara selain Kementerian Kesehatan, badan usaha, dan masyarakat, yang menyediakan, mengelola, dan/atau mengoperasikan Sistem Elektronik secara mandiri maupun bersama-sama kepada pengguna. Sistem Elektronik untuk keperluan dirinya dan/atau keperluan pihak lain. Setiap Fasilitas Pelayanan Kesehatan wajib menyelenggarakan Rekam Medis Elektronik (RME).

Fasilitas Pelayanan Kesehatan yang wajib RME terdiri atas: tempat praktik mandiri dokter, dokter gigi, dan/atau Tenaga kesehatan lainnya, puskesmas, klinik, rumah sakit, apotek, laboratorium kesehatan, balai, dan Fasilitas Pelayanan Kesehatan lain yang ditetapkan oleh Menteri. Penyelenggaraan Rekam Medis Elektronik dilakukan sejak Pasien masuk sampai Pasien pulang, dirujuk, atau meninggal. Sistem Elektronik yang digunakan dalam penyelenggaraan Rekam Medis Elektronik harus memiliki kemampuan kompatibilitas dan/atau interoperabilitas. Kompatibilitas merupakan kesesuaian Sistem Elektronik yang satu dengan Sistem Elektronik yang lainnya. Interoperabilitas merupakan kemampuan Sistem Elektronik yang berbeda untuk dapat bekerja secara terpadu melakukan komunikasi atau pertukaran data dengan salah satu atau lebih Sistem Elektronik yang lain, yang menggunakan standar pertukaran data. Interoperabilitas mengacu kepada standar sistem elektronik yang diselenggarakan oleh Kementerian Kesehatan sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan.

Kegiatan penyelenggaraan Rekam Medis Elektronik paling sedikit terdiri atas: registrasi Pasien, pendistribusian data Rekam Medis Elektronik, pengisian informasi klinis, pengolahan informasi Rekam Medis Elektronik, penginputan data untuk klaim pembiayaan, penyimpanan Rekam Medis Elektronik, penjaminan mutu Rekam Medis