



## POTENSI, TANTANGAN, DAN IMPLEMENTASI *BLOCKCHAIN* UNTUK PENGEMBANGAN APLIKASI DALAM ERA DIGITAL MODERN

Lestari<sup>1</sup>, Endang Romauli Amen Hutagalung<sup>2</sup>, Ucok Prima Tambunan<sup>3</sup>,  
Paul Harianja<sup>4</sup>, Selin<sup>5</sup>, Felia Gracia Sastra<sup>6</sup>, Joosten<sup>7</sup>

Fakultas Informatika, Universitas Mikroskil, Medan, Indonesia

Email: [Selinpark11@gmail.com](mailto:Selinpark11@gmail.com)

### Abstrak

Teknologi *Blockchain* telah menjadi inovasi yang menawarkan solusi untuk berbagai tantangan dan perkembangan dalam era digital. Penelitian ini bertujuan untuk memberikan pemahaman komprehensif tentang teknologi *Blockchain*, termasuk konsep dasar, karakteristik utama, dan studi kasus di berbagai sektor. Dengan menggunakan metode penelitian studi *literature*, penelitian ini akan menjelaskan elemen-elemen *Blockchain* seperti fungsi *hash*, jaringan peer-to-peer, dan mekanisme konsensus. Karakteristik utama *Blockchain*, termasuk desentralisasi, *immutability*, dan transparansi, untuk memahami keunggulan teknologi *Blockchain* dibandingkan sistem tradisional. Penelitian juga membahas berbagai jenis sistem *Blockchain* dari *public Blockchain* hingga *permissioned private*, serta implikasinya terhadap keamanan dan privasi data. Penelitian menjelaskan penerapan *Blockchain* di berbagai bidang, dengan fokus khusus pada sektor energi, pemerintahan, dan demokrasi. Tantangan dan peluang dalam implementasi *Blockchain* juga dibahas, termasuk masalah skalabilitas, regulasi, dan adopsi. Penelitian ini menyoroti potensi signifikan *Blockchain* dalam mentransformasi berbagai aspek kehidupan digital, dan pentingnya pendekatan yang hati-hati dan terencana dalam adopsi teknologi ini untuk memaksimalkan manfaatnya bagi masyarakat.

**Kata kunci** : *Blockchain*, Desentralisasi, Keamanan, Adopsi Teknologi

### Abstract

*Blockchain technology has emerged as an innovation offering solutions to various challenges and advancements in the digital era. This study aims to provide a comprehensive understanding of Blockchain technology, including its basic concepts, key characteristics, and case studies across various sectors. Utilizing a literature review research method, this study explores Blockchain elements such as hash functions, peer-to-peer networks, and consensus mechanisms. It highlights the primary characteristics of Blockchain, including decentralization, immutability, and transparency, to demonstrate its advantages over traditional systems. The study also examines various types of Blockchain systems, ranging*

### Article History

Received: November 2024

Reviewed: November 2024

Published: November 2024

Plagiarism Checker No 234

Prefix DOI : Prefix DOI :

10.8734/Kohesi.v1i2.365

**Copyright : Author**

**Publish by : Kohesi**



This work is licensed under

a [Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

[Attribution-](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

[NonCommercial 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

[International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



*from public Blockchain to permissioned private Blockchain, and their implications for data security and privacy. Furthermore, it elaborates on the application of Blockchain in different fields, with a particular focus on the energy sector, government, and democracy. Challenges and opportunities in Blockchain implementation are also discussed, including issues of scalability, regulation, and adoption. The study emphasizes the significant potential of Blockchain to transform various aspects of digital life and the importance of a careful and strategic approach to adopting this technology to maximize its benefits for society.*

**Keywords** : Blockchain, Decentralization, Security, Technology Adoption

## PENDAHULUAN

Jaringan komputer telah berkembang pesat sebagai sarana komunikasi dan pertukaran informasi di era digital yang terus berkembang. Di sisi lain, komunikasi dan berbagi data bergantung pada jaringan yang aman. Namun, keamanan jaringan komputer masih menjadi perhatian utama, terutama dalam menghadapi serangan. Dampak serangan dapat sangat merugikan, termasuk kebocoran data pribadi, pencurian identitas, atau manipulasi informasi. Sehingga diperlukan pendekatan yang lebih kuat dan aman untuk melindungi komunikasi jaringan dari serangan [1]. Identitas digital telah menjadi aspek penting dalam kehidupan modern, memainkan peran kunci dalam transaksi online, akses ke layanan digital, dan interaksi di dunia maya.

Seiring perkembangan teknologi di era digital, ide-ide baru diciptakan untuk mengatasi masalah yang kita hadapi. *Blockchain* mengacu pada teknologi yang berkembang dengan cepat di berbagai industri, termasuk pemerintah dan keuangan. *Blockchain* menawarkan metode baru yang aman untuk memproses, menyimpan, dan mengirim data. Desentralisasi, transparansi, dan keamanan adalah beberapa karakteristik teknologi *Blockchain* yang dapat membantu lembaga-lembaga tradisional di hampir setiap sektor, dan pemerintah, layanan kesehatan sampai keuangan.

*Blockchain* terdiri dari sistem buku besar digital terdesentralisasi yang dapat memverifikasi dan mencatat transfer aset di antara sekelompok pengguna dan menyimpan serta melacak data transaksi dalam struktur kronologis atau berdasarkan waktu. Ide di balik *blockchain* adalah bahwa rantai yang aman dapat dibentuk dengan menghubungkan blok-blok yang berisi informasi dan bukti kriptografi [1].

Pemahaman mendalam tentang *Blockchain* sangat penting karena berbagai komponen yang terdiri dari sistem ini. Model konsensus, salah satu komponen kunci dari *Blockchain*, diperlukan untuk menjaga keamanan dan integritas jaringan. Kinerja total sistem *Blockchain* dipengaruhi oleh keuntungan dan kerugian dari berbagai model konsensus, seperti *Proof of Work* dan *Proof of Stake*. Selain itu, potensi teknologi untuk diterapkan di berbagai industri ditingkatkan oleh komponen sistem *Blockchain*.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menyajikan pemahaman komprehensif dari sejumlah aspek penting dari teknologi *Blockchain*. Selain membahas pengoperasian



*Cryptocurrency* terkenal seperti *Ethereum* dan *Bitcoin*. Kekhawatiran privasi dan keamanan, selain kesulitan dalam menerapkan teknologi Blockchain, harus dipertimbangkan secara cermat.

Penelitian ini akan membahas penerapan teknologi *Blockchain* di sektor energi. Ada banyak kesempatan untuk meningkatkan efisiensi dan keterbukaan manajemen sumber daya energi. Agar sukses, adopsi teknologi ini juga harus melewati beberapa tantangan. Selain menjelaskan kelebihan dan kekurangan teknologi Blockchain, studi ini juga akan menjelaskan potensi penerapannya untuk meningkatkan solusi di berbagai sektor. Memperoleh pemahaman mendalam tentang teknologi Blockchain sangat penting untuk memanfaatkan sepenuhnya potensi revolusionernya di dunia kita yang saling terhubung dan rumit.

## METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini, metode yang digunakan adalah studi literatur. Metode studi literatur adalah meninjau dan membahas berbagai penelitian sebelumnya. Langkah pertama dalam metode ini adalah pemeriksaan terhadap sumber-sumber ilmiah yang relevan dengan subjek yang dipelajari, termasuk buku, jurnal, dan artikel.

Tujuan dari penelitian ini adalah memberikan pemahaman menyeluruh tentang potensi *Blockchain* dan pengaruhnya pada inovasi digital dan transformasi di berbagai industri. *Blockchain* diharapkan dapat menjadi pendorong utama bagi perubahan yang signifikan dalam cara bisnis dan organisasi beroperasi. Dengan memahami berbagai aspek dan aplikasi dari teknologi ini, dapat mengidentifikasi manfaat dan tantangan yang mungkin dihadapi saat mengadopsi *Blockchain*.

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan dasar untuk penelitian lebih lanjut secara mendalam dan pengembangan aplikasi *Blockchain* yang lebih efektif. Penelitian ini tidak hanya berkontribusi pada literatur akademik, tetapi memberikan panduan praktis bagi para profesional dan pengambil keputusan dalam menerapkan teknologi *Blockchain* di bidang masing-masing. Hasil dari penelitian ini dapat menjadi referensi penting dalam merumuskan strategi inovasi dan transformasi digital yang berbasis pada teknologi *Blockchain*.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### *Blockchain*

Teknologi Blockchain telah menjadi pengubah permainan dalam industri TI dalam beberapa tahun terakhir. Metode penyimpanan dan pengiriman data ini terkenal karena sifatnya yang transparan dan aman, *Blockchain* awalnya diperkenalkan sebagai teknologi dasar untuk *Cryptocurrency*, khususnya *Bitcoin*, oleh seorang individu atau kelompok yang menggunakan nama samaran Satoshi Nakamoto pada tahun 2008 [2]. Namun, seiring dengan perkembangan waktu, pemanfaatan teknologi ini telah meluas ke berbagai sektor industri, termasuk keuangan, kesehatan, logistik, dan pemerintahan.

*Blockchain* adalah struktur data terdistribusi yang memungkinkan pencatatan transaksi secara permanen dan transparan. Setiap blok dalam rantai yang tidak dapat diubah, sehingga meningkatkan keamanan dan keandalan data. Selain itu, sifat desentralisasi dari *Blockchain* menghilangkan kebutuhan akan pihak ketiga, yang sering kali menjadi sumber potensi penipuan dan kesalahan dalam sistem tradisional [3].

Penerapan *Blockchain* menjanjikan berbagai keuntungan, seperti peningkatan efisiensi operasional, pengurangan biaya transaksi, dan peningkatan transparansi. Dalam hal pemrosesan data, salah satu manfaat utama teknologi Blockchain adalah seberapa transparannya teknologi



tersebut. Karena semua blok dalam jaringan Blockchain saling terhubung satu sama lain dan dengan blok sebelumnya, maka mustahil bagi pihak lain untuk mengubah data tersebut. Hasilnya, Blockchain dapat membantu meningkatkan transparansi sekaligus mengurangi kemungkinan terjadinya penipuan [3].

Meskipun teknologi *Blockchain* menawarkan banyak keuntungan, penggunaannya juga menghadapi sejumlah risiko, tantangan terkait skalabilitas, kemungkinan masalah keamanan, dan ketergantungan pada teknologi tertentu. Semua transaksi dan data yang disimpan dalam Blockchain rentan terhadap kegagalan atau malfungsi. Selain itu, penggunaan teknologi Blockchain untuk mengamankan data masih penuh dengan masalah keamanan. Oleh karena itu, pemahaman yang lebih mendalam mengenai prinsip-prinsip dasar *Blockchain*, serta implikasi dan aplikasi praktisnya, menjadi sangat penting untuk mengeksplorasi potensi teknologi di masa depan [3].

### Model Konsensus

Model konsensus dalam teknologi *Blockchain* merupakan mekanisme yang digunakan untuk mencapai kesepakatan di antara semua *node* dalam jaringan mengenai status dan validitas transaksi. Model konsensus sangat penting untuk memastikan integritas dan keamanan data yang disimpan dalam *Blockchain*. Terdapat tiga jenis model konsensus yang paling sering digunakan, seperti *Proof of Work* (PoW), *Proof of Stake* (PoS), dan *Proof of Authority* (PoA). Fungsi model konsensus dapat membantu *Blockchain* beroperasi secara desentralisasi, mengurangi risiko penipuan, dan meningkatkan transparansi dalam transaksi digital [4].

*Proof of Work* (PoW) digunakan oleh Bitcoin sebagai algoritma konsensus. Menggelar kompetisi antar node merupakan gagasan utamanya. Para pesaing menggunakan petunjuk dari satu blok ke blok lain dalam upaya memecahkan teka-teki matematika. Bitcoin akan diberikan kepada node yang berhasil memecahkan teka-teki tersebut.[5]

*Proof of Stake* (PoS) adalah solusi PoW yang menggunakan banyak daya dan pemrosesan. Untuk membangun blok baru di Blockchain, konsensus PoS menggunakan proses pemilihan acak untuk node [5].

*Proof of Authority* (PoA) sering digunakan dalam Blockchain yang diizinkan sebagai algoritma konsensus. Fondasi PoA adalah sekelompok node otoritatif yang dianggap dapat dipercaya. Jika setidaknya  $n/2 + 1$  orang yang bertanggung jawab jujur, maka setiap pejabat memiliki ID yang berbeda. Dalam konsensus PoA, proses penambahan—penambahan blok baru ke Blockchain—dilakukan oleh setiap anggota otoritas secara bergantian [5]

*Proof of Space* (PoSpace) adalah mekanisme yang digunakan dalam teknologi *Blockchain* untuk mencapai kesepakatan di antara *node* dalam jaringan dengan memanfaatkan ruang penyimpanan yang tersedia. Dalam PoSpace, peserta jaringan diharuskan untuk menyimpan data tertentu sebagai bukti kontribusi terhadap keamanan dan integritas jaringan. Ini berbeda dari model konsensus tradisional yang sering bergantung pada daya komputasi [4]

### Elemen Lanjutan dalam Sistem *Blockchain*

Pada tahun 2008, teknologi blockchain muncul sebagai fondasi mata uang digital Bitcoin. Teknologi buku besar terdistribusi, atau blockchain, meningkatkan transparansi, integritas data, dan keamanan dengan memverifikasi transaksi secara langsung antara pengguna melalui jaringan node yang terdesentralisasi [6].



Evolusi teknologi *Blockchain* telah berkembang menjadi empat generasi utama yaitu:

1. *Blockchain* 1.0: Dengan Bitcoin sebagai kasus penggunaan utamanya, generasi pertama berpusat pada Teknologi Buku Besar Terdistribusi (DLT), yang memungkinkan pencatatan dan verifikasi transaksi yang terdesentralisasi.
2. *Blockchain* 2.0: Meningkatkan efisiensi verifikasi, eksekusi, dan perlindungan penipuan dengan membuat kontrak pintar yang dapat dilakukan secara otomatis sesuai dengan kondisi yang diketahui.
3. *Blockchain* 3.0: Meningkatkan sistem dengan menyertakan kemampuan seperti skalabilitas, interoperabilitas, dan dukungan untuk aplikasi terdesentralisasi yang lebih canggih. Membangun sistem buku besar terdesentralisasi yang tidak memerlukan blok, rantai, atau penambang menggunakan Directed Acyclic Graph (DAG).
4. *Blockchain* 4.0: Menekankan Blockchain sebagai platform bagi bisnis untuk membangun dan menjalankan aplikasi, sekaligus terintegrasi dengan teknologi lain seperti AI untuk memenuhi kebutuhan bisnis. Catatan permanen, Kontrak Cerdas, akuntansi entri rangkap tiga, enkripsi transaksi, dan penghindaran pengeluaran ganda adalah beberapa fitur yang membuat beberapa bentuk penipuan lebih sulit dilakukan dalam proses audit menggunakan Blockchain. Contoh kasus: Solusi audit digital Blockchain Intelligence Group (BIG), yang membantu dalam pendeteksian dan investigasi penipuan berkat Jejak Audit yang tidak dapat diubah, adalah contoh platform yang memungkinkan transparansi dan keamanan tinggi dalam pencatatan transaksi [6].

Teknologi *Blockchain* memiliki beberapa fitur utama. Aspek desentralisasi adalah penghapusan kekuasaan entitas terpusat (orang atau kelompok) dalam transfer dan pengambilan keputusan. Kurangnya ketergantungan pada pihak ketiga dan kebebasan dari kontrol antar pengguna adalah dua manfaat dari jaringan Blockchain yang terdesentralisasi [7]. Fitur *Resolution* berfungsi tidak dapat mengubah atau menukar informasi yang telah dicatat ke dalam buku besar [8]. Konsensus adalah karakteristik lain dari sistem Blockchain. Sistem ini tidak mengatur bagaimana para peserta sepakat untuk mencatat transaksi [8].

Arsitektur *Blockchain* terdiri dari beberapa komponen utama yang mendukung fungsionalitasnya. Transaksi Blockchain dicatat pada buku besar terdistribusi, yang merupakan basis data yang tidak dapat diubah. Sistem Blockchain menyimpan program yang disebut "kontrak pintar" yang, ketika kriteria tertentu terpenuhi, menyebabkan program berjalan secara otomatis. Sebagai langkah terakhir, kriptografi kunci publik digunakan untuk membuat dua set kunci: satu set yang dapat diakses semua orang, dan set lainnya yang unik untuk setiap anggota jaringan Blockchain. Hal ini memungkinkan identifikasi unik semua peserta [5].

### Topik Penting dalam *Blockchain*

Teknologi blockchain adalah buku besar terdistribusi yang mencatat transaksi secara aman dan transparan menggunakan serangkaian blok yang saling terhubung. Menghubungkan setiap blok dalam rantai blok secara kriptografis berisi data transaksi, stempel waktu, dan tanda tangan digital; inilah ide mendasar di balik teknologi ini. Setiap peserta dalam jaringan blockchain memiliki salinan identik dari buku besar terdistribusi, sehingga tidak ada satu entitas pun yang dapat menjalankan kendali penuh atas sistem tersebut.

Meskipun teknologi blockchain awalnya dikenal sebagai tulang punggung mata uang kripto seperti Bitcoin, kini teknologi ini telah menunjukkan keserbagunaan dan kegunaannya dalam banyak konteks lain. Buku besar terdistribusi yang disediakan oleh teknologi blockchain



aman, dilindungi menggunakan kriptografi, dan mencatat transaksi secara terbuka dan permanen. Rantai blok yang tidak dapat diubah memastikan integritas data tanpa otoritas pusat dengan menghubungkan setiap transaksi baru ke transaksi sebelumnya [9].

Saat ini, banyak orang yang tertarik dengan teknologi blockchain karena dapat mencatat transaksi secara transparan dan aman, bahkan tanpa melibatkan pihak ketiga. Tingkat keamanan yang diberikan oleh teknologi ini sangat tinggi [10].

Urutan bit dengan panjang yang berubah-ubah dapat diubah menjadi string bit dengan panjang tetap menggunakan fungsi *has*. Dengan menggunakan fungsi *hash*, setiap perubahan kecil pada data akan menghasilkan output *hash* yang sama sekali berbeda, sehingga memudahkan dalam mendeteksi adanya manipulasi atau kerusakan data.

Setiap jaringan tersebar di mana node dapat berbagi sumber daya seperti penyimpanan, daya pemrosesan, dan perangkat lain dikenal sebagai jaringan peer-to-peer (P2P). Dalam jaringan P2P, setiap *node* tidak hanya berfungsi sebagai konsumen, tetapi juga sebagai penyedia layanan untuk saling berbagi file dan informasi secara langsung tanpa memerlukan server pusat. Model ini meningkatkan efisiensi dan ketahanan jaringan, serta memberikan tingkat desentralisasi yang lebih tinggi, yang merupakan salah satu prinsip dasar dari teknologi *Blockchain*.

Mekanisme konsensus atau algoritma persetujuan adalah proses yang memungkinkan sekelompok mesin atau komputer untuk beroperasi secara terkoordinasi. Masing-masing algoritma ini memiliki keunggulan dan kelemahan tersendiri, yang mempengaruhi cara jaringan mencapai kesepakatan dan memvalidasi transaksi. Algoritma konsensus ini sangat penting untuk memastikan keamanan dan kendali sistem *Blockchain* [5].

*Blockchain* memiliki karakteristik yang membedakan dari sistem tradisional. Karakteristik Desentralisasi memiliki akses dan dapat memelihara jaringan, sehingga setiap transaksi atau pertukaran data dapat divalidasi oleh semua pihak yang terlibat tanpa adanya intervensi dari pihak ketiga. Hal ini menciptakan lingkungan yang lebih terbuka dan adil, di mana tidak ada satu entitas pun memiliki kontrol penuh atas data.

*Immutability* merupakan karakteristik *blockchain* untuk menyimpan data yang tidak dapat diubah, karena setiap blok saling terhubung dengan blok sebelumnya melalui kriptografi. Sehingga integritas data terjaga karena jika ada perubahan pada satu blok dapat mengakibatkan blok lainnya menjadi tidak valid.

Meskipun teknologi *Blockchain* menawarkan banyak keuntungan, ada beberapa tantangan yang harus dihadapi untuk memastikan adopsi yang sukses. Salah satu masalah utama yang banyak ditemukan dalam teknologi *Blockchain* adalah skalabilitas. Ketika jumlah transaksi meningkat, kecepatan pemrosesan dapat melambat, yang dapat menyebabkan keterlambatan dan biaya transaksi yang lebih tinggi [5].

Banyak pemerintah masih berusaha untuk memahami dan mengatur teknologi, yang sering sekali menyebabkan ketidakpastian bagi perusahaan yang ingin berinvestasi dalam solusi berbasis *Blockchain*. Kerangka hukum yang jelas dan mendukung sangat diperlukan untuk memberikan kepercayaan kepada para pemangku kepentingan dan mendorong investasi. Serangan seperti *phishing*, *malware* dapat mengancam integritas jaringan. Oleh karena itu, penting untuk terus mengembangkan protokol keamanan dan praktik terbaik untuk melindungi sistem *Blockchain* [5].



## Kasus Penggunaan Utama *Blockchain*

Pada teknologi *Blockchain*, mungkin transaksi mata uang kripto yang cepat dan realtime serta pembayaran lintas batas yang aman. Kasus penggunaan *Blockchain* dalam industri keuangan yaitu pembayaran lintas batas, pinjaman *Peer-to-Peer* (P2P), pencatatan keuangan, manajemen *aset* transparan, pembiayaan perdagangan, inklusi keuangan, kontak cerdas [11].

Rantai pasokan yang menggunakan teknologi blockchain dapat menjamin bahwa makanan aman untuk dikonsumsi. Bila digunakan dalam perawatan kesehatan, teknologi blockchain dapat meningkatkan efisiensi dan keamanan. Bisnis perawatan kesehatan memiliki beberapa aplikasi potensial untuk teknologi blockchain, seperti catatan kesehatan elektronik yang difokuskan pada pasien, kontak cerdas untuk memfasilitasi pembayaran asuransi dan rantai pasokan, verifikasi kredensial untuk personel medis, dan keamanan Internet of Things (IoT) untuk pemantauan jarak jauh [12]. Dengan menggunakan teknologi blockchain, banyak sistem dapat saling terhubung, data rekam medis dapat dikelola dengan lebih tepat, dan data dapat dibagikan dengan aman. Beberapa aplikasi perawatan kesehatan, termasuk resep obat, manajemen rantai pasokan, dan kehamilan, juga dapat memperoleh manfaat dari teknologi blockchain. Lebih jauh lagi, data rekam medis dapat dilindungi dengan lebih baik dengan teknologi Blockchain, yang meningkatkan integritas data dan langkah-langkah keamanan lainnya. Ini karena ada masalah yang mungkin timbul dari penyimpanan rekam medis di atas kertas, seperti kemungkinan kerusakan data saat dipindahkan antar rumah sakit. Oleh karena itu, beberapa rumah sakit mempertimbangkan untuk beralih ke penyimpanan rekam medis elektronik dari catatan kertas. Karena mekanisme berbagi data yang memungkinkan akses yang lebih mudah ke data rekam pasien untuk perawatan, penggunaan rekam medis elektronik dapat meningkatkan ketersediaan data rekam medis. Jika kita menginginkan perawatan kesehatan yang lebih baik, kita memerlukan fasilitas perawatan kesehatan yang lebih baik, dan berbagi data rekam medis adalah bagian besar darinya [12].

Penggunaan teknologi blockchain dalam rantai pasokan dan logistik sangat bergantung pada konteks dan harus dievaluasi ulang di tingkat nasional. Sebagian besar pekerjaan yang ada pada topik ini berada di tingkat teknis, membahas kesulitan mengelola rantai pasokan makanan melalui penggunaan teknologi Blockchain dalam prosedur P2P. Rantai pasokan makanan baru-baru ini melihat pengenalan Teknologi Blockchain untuk membantu peningkatan keterlacakan data produk. Mengingat semakin banyaknya skandal terkait makanan, konsumen menuntut standar keamanan dan kualitas produk yang lebih tinggi, dan teknologi blockchain sangat penting untuk mencapai tujuan ini. Rantai pasokan makanan beragam, rumit, dan selalu berkembang. Skandal pemahaman yang tidak memadai tentang karakteristik geografis rantai pasokan makanan merupakan masalah besar yang dapat memiliki implikasi yang membawa bencana.

*Blockchain* dapat digunakan sebagai tokenisasi, melalui tokenisasi *aset* real estate memungkinkan fraksional, meningkatkan likuiditas dan aksesibilitas bagi investor. Kontrak pintar menyederhanakan proses dengan mengotomatiskan transaksi, meminimalisir dokumen, serta memastikan transfer kepemilikan yang cepat dan aman [11].

*Blockchain* dapat merevolusi industri keuangan dengan menyediakan layanan yang lebih cepat, lebih murah, dan lebih aman. Contohnya, teknologi DeFI (*Decentralized Finance*) memungkinkan pengguna untuk melakukan transaksi keuangan tanpa perlu melalui lembaga keuangan tradisional, yang dapat mengurangi biaya dan meningkatkan aksesibilitas bagi individu yang tidak memiliki akses ke perbankan [11].



Inovasi baru yang menarik telah muncul dari penggunaan teknologi Blockchain di industri asuransi, yang mengotomatiskan sejumlah operasi sekaligus meningkatkan transparansi dan keamanan. Kontrak pintar berpotensi mengotomatiskan penyelesaian klaim asuransi dalam keadaan tertentu. Jarak antara penyedia asuransi dan pemegang polis pun berkurang. Pembayaran dapat diproses secara otomatis saat persyaratan tertentu terpenuhi, seperti saat polis asuransi memverifikasi kerusakan. Hal ini mengurangi kemungkinan penipuan dan mempercepat pemrosesan. Teknologi Blockchain memungkinkan penyimpanan dan pengelolaan data polis asuransi yang aman. Hal ini memfasilitasi pelacakan dan pengelolaan portofolio yang lebih baik bagi perusahaan asuransi dan akses serta pembaruan polis yang lebih cepat bagi nasabah.

*Blockchain* dapat juga digunakan untuk menciptakan pasar yang terdesentralisasikan diaman pemain dapat membeli, menjual, dan memperdagangkan aset dalam game secara peer-to-peer. Kasus penggunaan *Blockchain* dalam industri game adalah kepemilikan nyata, pasar terdesentralisasi, meringkas pembayaran, game multi semesta, dan tempat bermain yang adil [13].

Pengguna dapat mengonfirmasi dan melacak riwayat data yang disimpan di Blockchain, termasuk audit dan rantai pasokan, berkat karakteristik keterlacakan. Transaksi yang ditandatangani secara digital tidak dapat dibatalkan karena fitur anti-penyangkalan. Bukti kuat keabsahan transaksi disediakan oleh prosedur tanda tangan digital, yang menggunakan kunci pribadi yang sepenuhnya dimiliki oleh pengguna.

Sistem Blockchain bersifat transparan dalam desainnya, yang memungkinkan pengguna untuk melihat dan berinteraksi dengannya berdasarkan izin akses yang ditetapkan. Sistem *Blockchain* yang menawarkan *pseudonymity* dan *anonymity*, yang memberikan tingkat anonimitas tertentu bagi pengguna. Meskipun identitas pengguna tidak sepenuhnya tersembunyi, informasi yang ditransaksikan dapat dilakukan tanpa mengungkapkan identitas asli, menjaga privasi pengguna dalam transaksi yang dilakukan [5].

Sistem *Blockchain* dapat dikategorikan ke dalam beberapa tipe berdasarkan izin akses dan pemeliharaan. Tipe paling dikenal adalah *unpermissioned*, atau yang biasa disebut sebagai *public Blockchain*. Dalam sistem ini, semua orang memiliki kebebasan untuk menggunakan dan memelihara jaringan. Salah satu contoh dari tipe ini adalah *Bitcoin*, di mana siapa pun dapat berpartisipasi dalam proses transaksi dan validasi tanpa memerlukan izin khusus. Karakteristik ini menciptakan lingkungan yang terbuka dan desentralisasi, dimana semua pengguna memiliki hak yang sama [5].

Tipe *permissioned public* adalah meskipun semua orang dapat menggunakan sistem, hanya sejumlah *node* terpercaya yang diizinkan untuk memelihara dan mengelola jaringan. Ini menciptakan keseimbangan antara aksesibilitas dan keamanan, di mana partisipasi tetap terbuka, namun pengelolaan sistem dilakukan oleh entitas yang telah diverifikasi. Tipe ini sering digunakan dalam aplikasi bisnis dan industri yang memerlukan tingkat kontrol lebih tinggi terhadap operasional jaringan [5].

Terakhir, *permissioned private Blockchain*, yang secara ketat membatasi akses hanya kepada *node-node* terpercaya. Dalam sistem ini, hanya entitas tertentu yang dapat menggunakan dan memelihara jaringan, sehingga memberikan tingkat keamanan dan kontrol yang lebih tinggi. Tipe ini diterapkan dalam konteks perusahaan atau organisasi yang memerlukan privasi dan kerahasiaan data yang tidak boleh diakses oleh sembarang pihak [5].



Pasar saham dan mata uang kripto telah sepenuhnya diubah oleh teknologi blockchain, yang telah menghasilkan peningkatan dramatis dalam efisiensi, keamanan, dan transparansi. Dengan teknologi Blockchain, transaksi pasar saham dapat dicatat secara real-time dan didistribusikan, yang meningkatkan kepercayaan investor dan mengurangi kemungkinan penipuan [5].

Otomatisasi operasi perdagangan saham, termasuk pembayaran dividen, juga dimungkinkan dengan Kontrak Cerdas, yang meningkatkan efisiensi operasional. Sebaliknya, desentralisasi yang ditawarkan Blockchain menciptakan platform yang lebih aman dan lebih transparan untuk transaksi keuangan di pasar uang mata uang kripto, yang pada gilirannya meningkatkan kepercayaan investor dan mengurangi kemungkinan penipuan. Lebih jauh, dengan menyediakan layanan keuangan bagi mereka yang sebelumnya tidak memiliki rekening bank, Blockchain membuka jalan bagi inklusi keuangan yang lebih luas [14].

### **Cara Kerja Blockchain**

Metode basis data yang inovatif, teknologi blockchain memungkinkan pertukaran data yang transparan dalam jaringan perusahaan. Data yang disimpan dalam basis data blockchain berada dalam blok yang terhubung dalam rantai. Karena penghapusan atau perubahan rantai memerlukan konsensus jaringan, data bersifat konstan dari waktu ke waktu. Oleh karena itu, buku besar yang tidak dapat diubah atau permanen dapat dibuat untuk mencatat pesanan, pembayaran, akun, dan lainnya menggunakan teknologi Blockchain. Ada perlindungan dalam sistem yang membuat pengguna yang tidak berwenang tidak dapat memasukkan transaksi dan memastikan bahwa setiap orang memiliki gambaran yang sama tentang transaksi tersebut.

Meskipun sistem Blockchain rumit, kami akan memberikan ikhtisar singkat tentangnya dalam fase-fase berikut. Transaksi yang melibatkan transfer aset apa pun, digital atau lainnya, dari satu peserta ke peserta lain dalam jaringan Blockchain harus dicatat terlebih dahulu [5]. Transaksi dicatat sebagai blok data dan dapat mencakup detail sebagai berikut:

- Apa yang terjadi selama transaksi berlangsung?
- Siapa yang melakukan apa selama transaksi berlangsung?
- Pada jam berapa transaksi dilakukan?
- Dapatkah Anda memberi tahu saya di mana transaksi dilakukan?
- Apa alasan di balik transaksi tersebut?
- Sejauh mana berbagai aset dipertukarkan?
- Berapa banyak persyaratan yang dipenuhi selama transaksi?

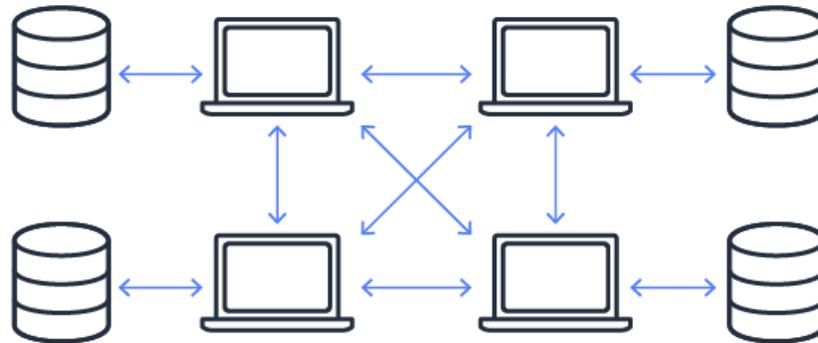
Langkah kedua melibatkan pencapaian konsensus, yang terjadi ketika mayoritas node dalam blockchain terdistribusi setuju bahwa catatan transaksi tersebut sah. Aturan kesepakatan sering kali ditetapkan di awal jaringan, namun aturan tersebut dapat berbeda-beda menurut jenisnya [5].

Tahap terakhir melibatkan penyambungan blok-blok terkait ke halaman buku besar. Hash kriptografi ditambahkan ke blok baru sebagai tambahan pada transaksi. Dengan menyambungkan blok-blok tersebut, hash berfungsi sebagai rantai. Nilai hash berubah setiap kali isi blok diubah, baik sengaja maupun tidak sengaja, yang memungkinkan deteksi manipulasi data [5].

Hal ini memastikan bahwa blok dan rantai saling bergantung dan tidak dapat diubah. Seluruh Blockchain diperkuat ketika setiap blok baru meningkatkan verifikasi blok sebelumnya. Metode ini dianalogikan dengan membangun menara dari balok kayu. Hanya dengan

menambahkan lebih banyak blok di atasnya, pemain dapat membangun menara; mengambil satu blok dari inti menara akan menyebabkannya jatuh [5].

Mendistribusikan versi terbaru buku besar pusat kepada semua peserta adalah langkah keempat dari sistem [5].



Gambar 1. Alur Distribusi Dari Buku Besar Pusat Ke Semua Peserta

### Cara Kerja *Bitcoin*

Bitcoin adalah mata uang digital terdesentralisasi yang memungkinkan pengguna untuk mengirim dan menerima dana secara langsung di antara mereka sendiri, tanpa memerlukan lembaga keuangan terpusat. Frasa "jaringan peer-to-peer" sangat populer di dunia komputer, tetapi para perantara tidak memahaminya. Konsep dasar di balik teknologi sudah ada sejak lama seperti halnya perdagangan menghilangkan biaya perantara untuk menjual barang dengan harga yang lebih terjangkau [15].

Salah satu dari sekian banyak bentuk uang digital yang digunakan di internet adalah yang satu ini. Dengan nilai yang dapat mencapai jutaan rupiah per koin dan kemudahan tambahan untuk dapat bertransaksi ke berbagai negara dengan biaya pengiriman yang hampir nol, Bitcoin adalah salah satu mata uang pertama dan terkuat di dunia [15]. Selain itu, *Bitcoin* menyediakan transparansi dan keamanan yang tinggi karena setiap transaksi dicatat dalam teknologi *Blockchain*, sebuah sistem desentralisasi yang tidak bergantung pada otoritas pusat dengan meningkatnya adopsi global, *Bitcoin* telah menjadi instrumen investasi dan alat pembayaran yang semakin diminati di berbagai sektor ekonomi.

Menginstal dompet Bitcoin di PC atau perangkat seluler pengguna adalah satu-satunya hal yang diperlukan untuk mulai menggunakan Bitcoin. Bitcoin, aset digital, memiliki sejumlah karakteristik yang membuatnya unik di antara mata uang baru dan dapat menyebabkannya menjadi favorit dalam investasi. Berikut ini adalah manfaat yang ditawarkan Bitcoin.

1. Transfer *instant* secara *Peer-to-Peer*.
2. Transfer kemana saja
3. Biaya transfer sangat kecil
4. Transaksi bersifat *irreversible*, artinya sekali ditransfer tidak bisa dibatalkan.
5. Transaksi *Bitcoin* bersifat *pseudonymous*.
6. *Bitcoin* tidak dikontrol oleh lembaga atau pemerintah apapun.
7. Jumlahnya terbatas.

Ide inti di balik Bitcoin adalah menggunakan tanda tangan digital untuk membangun sistem transaksi otoritas terdesentralisasi yang menghilangkan kebutuhan pihak ketiga untuk memvalidasi transaksi [15].



Singkatnya, Bitcoin adalah buku besar digital terdesentralisasi yang merupakan bagian dari sistem yang lebih besar yang dikenal sebagai Blockchain. Setiap transaksi Bitcoin dicatat pada buku besar ini. Untuk menjamin bahwa Bitcoin tidak dapat dipalsukan, setiap pergerakannya dilacak sejak saat diperoleh. Untuk membangun sistem Blockchain, program Bitcoin akan mencatat semua transaksi ke dalam berkas digital yang dikenal sebagai blok setiap sepuluh menit. Blok ini juga melacak semua transaksi yang pernah terjadi dan berisi referensi ke berkas yang ada sebelumnya.

Semua Bitcoin disimpan secara pribadi oleh setiap pemilik di hard disk perangkat mereka sendiri atau di web. Pemilik juga memiliki kendali atas kunci dompet, yang digunakan untuk menyimpan jumlah tersebut. Sebagai alternatif, layanan penyimpanan kunci publik dapat digunakan [15].

Sebuah suprastruktur yang disebut Blockchain akan terbentuk ketika banyak Blok terpisah yang membentuk mekanisme kerja Bitcoin bersatu. Blok Bitcoin dirancang untuk mengoptimalkan jaringan. Transaksi Bitcoin baru pada akhirnya akan menghasilkan nilai rata-rata yang jauh lebih rendah karena transaksi individual yang telah disetujui sebagai konsensus. Pengoperasian efisiensi yang optimal disebabkan oleh transaksi yang masuk ke setiap Blok. Proses penciptaan uang baru juga terlibat dalam pencatatan setiap transaksi dalam Blok Bitcoin [15]. Penambangan *Bitcoin* memiliki jaringan kesamaan dengan sistem akuntansi terbuka. Dalam jaringan *Bitcoin*, setiap blok berperan seperti lembaga akuntansi yang transparan. Setiap blok mencatat berbagai transaksi *Bitcoin*, dan catatan tersebut nantinya akan digabungkan menjadi bagian dari buku besar yang dikenal sebagai *Blockchain*.

Cara yang paling sering dilakukan untuk mendapatkan Bitcoin adalah melalui proses yang dikenal sebagai penambangan Bitcoin. Penambangan Bitcoin mirip dengan cara orang mengekstrak mineral dari bumi. Namun dengan penambangan Bitcoin, semuanya dilakukan secara digital. Kenyataannya, yang terjadi selama penambangan hanyalah penambahan informasi transaksi dari satu blok ke blok lainnya. Di Blockchain, atau buku besar digital, hasil rekaman akan dicatat. Ketika seorang penambang menemukan blok baru, mereka mendapatkan 25 Bitcoin (BTC). Spesifikasi perangkat komputer yang layak terutama memengaruhi kemampuan penambang untuk mendapatkan Bitcoin baru. Semakin besar daya pemrosesan dan kecepatan komputer penambang, semakin sering mereka dapat menambahkan Blok baru ke buku besar transaksi. Cara yang murah dan sulit bagi orang untuk mendapatkan Bitcoin adalah melalui penambangan. Bitcoin juga dapat diperoleh melalui pembelian dan penjualan, selain penambangan [15]. Seperti emas, mekanisme perdagangan Bitcoin terdesentralisasi. Saat menganalisis kondisi harga pasar, pembeli dan penjual harus bertindak hati-hati.

*Bitcoin* adalah Sistem pembayaran yang memanfaatkan teknologi open source dan Peer-to-Peer. Jaringan Bitcoin mencatat setiap transaksi Bitcoin. Catatan pembeli dan penjual secara otomatis dibuat dalam basis data jaringan Bitcoin setiap kali transaksi Bitcoin terjadi [16]. Metode pembayaran yang biasa kita gunakan untuk pembelian dan penjualan daring meliputi kartu kredit, internet banking, dan mobile banking. Di sisi lain, diperkenalkannya Bitcoin sebagai uang digital telah membuat transaksi jauh lebih mudah dibandingkan dengan paradigma pembayaran sebelumnya. Bitcoin menyediakan cara pembayaran yang lebih mudah tanpa melibatkan pihak ketiga (rekening bersama Kaskus) atau bank. Untuk membeli dan menjual secara daring, Anda dapat menggunakan Bitcoin, yang pada dasarnya adalah uang digital yang disimpan di komputer. Tidak seperti mata uang digital terkait bank lainnya yang menggunakan sistem



pembayaran seperti PayPal. Bitcoin menghilangkan kebutuhan akan perantara dengan mendistribusikan dana secara langsung kepada pengguna [16].

Mata uang virtual seperti Bitcoin telah menimbulkan kontroversi di berbagai sistem hukum di seluruh dunia, termasuk Indonesia, sejak awal kemunculannya. Untuk menciptakan kerangka legislatif yang transparan bagi penggunaan dan perlindungan hukum bagi pengguna mata uang virtual seperti Bitcoin sebagai metode pembayaran, pemerintah Indonesia menerbitkan Undang-Undang Nomor 4 Tahun 2023 tentang Pengembangan dan Penguatan Sektor Keuangan Terkait Mata Uang Virtual pada tahun 2023 [17]. Bitcoin tidak hanya bermasalah sebagai metode pembayaran, tetapi sistem elektronik Bitcoin sendiri menimbulkan sejumlah masalah hukum. Misalnya, agar informasi elektronik yang baru dibuat dianggap valid, informasi tersebut harus berasal dari sistem elektronik yang sah. Akibatnya, sejumlah masalah muncul, termasuk yang berikut: perlindungan hukum yang diberikan kepada konsumen dalam transaksi komersial yang melibatkan uang virtual Bitcoin; dan status Bitcoin di Indonesia [17].

### Cara Kerja *Ethereum*

*Ethereum* adalah sebuah teknologi yang membangun aplikasi dari sistem, menyimpan aset, transaksi, dan komunikasi tanpa dikontrol oleh sebuah otoritas terpusat. Penggunaan *Ethereum* tidak perlu menyerahkan data pribadi, pengguna dapat mengontrol data diri dan apa saja yang ingin dibagikan. *Ethereum* memiliki *Cryptocurrency* sendiri yang bernama *Ether* yang digunakan untuk membayar aktivitas tertentu dalam jaringan *Ethereum* [18].

*Ethereum* adalah kapitalisasi pasar mata uang kripto yang menempati peringkat kedua secara keseluruhan. Terdesentralisasi dan bersumber terbuka, *Ethereum Blockchain* memungkinkan pengguna untuk membuat dan menjalankan kontrak pintar, yang sering dikenal sebagai skrip. Ada dua bagian utama *Ethereum*. Pertama-tama, ada *Ethereum Virtual Machine (EVM)*, prosesor virtual turing-complete yang mampu menentukan sumber daya komputasi yang diperlukan dan menjalankan skrip. Bagian kedua adalah mata uang digital yang dikenal sebagai *Ether*. Pengguna dapat membayar satu sama lain atau penambang jaringan dengan *Ether*, mata uang data jaringan. *Solidity*, yang didasarkan pada kompilator C++, dan *Vyper*, yang didasarkan pada kompilator Python, adalah dua bahasa pemrograman yang dapat digunakan pengguna *Ethereum* untuk membuat kontrak pintar [19].

*Ethereum* juga memungkinkan para pengembang untuk menciptakan *Smart Contracts* (kontrak pintar) yang berjalan otomatis sesuai dengan ketentuan yang telah disepakati, tanpa memerlukan perantara. Hal ini membuka peluang besar dalam berbagai sektor, seperti keuangan terdesentralisasi (DeFi), tokenisasi aset, dan pengembangan aplikasi terdesentralisasi (*dApps*). Karena sifatnya yang open-source, jaringan *Ethereum* memberikan fleksibilitas bagi penggunanya untuk membangun inovasi baru dengan keamanan dan transparansi yang terjamin, sehingga dapat menciptakan ekosistem yang mandiri dan efisien.

Sebagai salah satu platform *Blockchain* terbesar saat ini, *Ethereum* dapat digunakan untuk mengembangkan *Smart contract* pada *Ethereum contract*. Salah satu kelebihan yang menjadikan *Ethereum* sebagai platform yang banyak diminati oleh berbagai pihak khususnya pihak pengembang (developer) karena pengembang dapat membuat dan mengembangkan berbagai jenis aplikasi terdesentralisasi yang diinginkan di dalam platform *Ethereum*. Selain itu, *Ethereum* menawarkan fleksibilitas yang tinggi dalam pengembangan aplikasi terdesentralisasi (*dApps*), yang memungkinkan inovasi tanpa batas dan memfasilitasi solusi digital yang dapat diakses secara global tanpa perantara [20].



*Smart contract* termasuk ke dalam *Ethereum account* (akun *Ethereum*) hal ini memungkinkan *Smart contract* dapat menyimpan dana, menjadi alamat tujuan transaksi, dan menerima transaksi. Sebuah akun pengguna melalui dompet (wallet) dapat berinteraksi dengan *Smart contract* dengan cara mengirimkan transaksi yang mengeksekusi kode fungsi di dalam *Smart contract* [20].

*Smart contract* termasuk ke dalam *Ethereum account* (akun *Ethereum*) hal ini memungkinkan *Smart contract* dapat menyimpan dana, menjadi alamat tujuan transaksi, dan menerima transaksi. Sebuah akun pengguna melalui dompen (wallet) dapat berinteraksi dengan *Smart contract* dengan cara mengirimkan transaksi yang mengeksekusi kode fungsi di dalam *Smart contract* [20].

*Non-Fungible Token* (NFT) adalah sesuatu seperti token *Ethereum* yang berbasis pada *Blockchain*. Kapasitas untuk memperdagangkan NFT antarpeer adalah hal yang membedakannya dari mata uang kripto lainnya. Karena itu, setiap *Non-Fungible Token* (NFT) memiliki keunikan tersendiri. Karya seni digital, musik, film, dan harta virtual dapat secara efektif direpresentasikan oleh *Non-Fungible Token* (NFT) karena karakteristik ini. Kapasitas untuk mengonfirmasi keabsahan dan kepemilikan aset digital adalah karakteristik menarik dari *Non-Fungible Token* (NFT) [21].

Layanan keuangan yang lebih mudah diakses dan transparan bagi masyarakat dan perusahaan disediakan oleh *Decentralized Finance* (DeFi), ekosistem keuangan digital yang dibangun di atas teknologi *Blockchain* dengan protokol kontrak pintar dan teknologi buku besar terdistribusi (DLT). Kontrak pintar memungkinkan pelaksanaan transaksi secara otomatis melalui jaringan internet dengan mencantumkan syarat dan ketentuan perjanjian antara pembeli dan penjual secara langsung dalam bentuk kode. Karena layanan DeFi lebih mudah diakses, lebih cepat, terbuka (transparan), terjangkau, dan aman, layanan ini memiliki kemampuan untuk mengubah industri keuangan konvensional dan digital secara radikal [22].

Dalam ranah keuangan terdesentralisasi, atau "DeFi," teknologi *Ethereum Blockchain* tengah membangun sistem baru (*Decentralized Finance*). *Ethereum* adalah salah satu dari ratusan, bahkan ribuan, jaringan *Blockchain* yang digunakan saat ini. *Blockchain* adalah sistem buku besar terdistribusi yang melacak transaksi moneter dalam jaringan perusahaan. Hak kekayaan intelektual, hak cipta, paten, dan merek dagang adalah contoh aset yang dapat berwujud maupun tidak berwujud [9].

Selain itu, keberadaan komunitas pengembang yang aktif turut mempercepat pengembangan solusi dan teknologi baru, memungkinkan pengguna untuk mengeksplorasi berbagai kemungkinan dalam dunia digital yang terus berkembang. Keberhasilan ini juga didorong oleh kolaborasi antar berbagai pihak yang berkomitmen untuk menciptakan sistem keuangan yang lebih inklusif dan berkelanjutan.

## **DAapps**

*Decentralized Applications* (DAapps) adalah aplikasi yang beroperasi pada sistem buku besar terdistribusi, seperti *Blockchain*. Aset kripto adalah media pertukaran untuk aplikasi ini. Sebagai platform pertama yang menggunakan kontrak pintar, *Ethereum* (ETH) meletakkan dasar bagi gagasan aplikasi terdesentralisasi, atau DAapps. EVM, atau mesin Turing-lengkap, adalah bagian dari *Blockchain Ethereum*; ia memiliki bahasa pemrogramannya sendiri dan dapat menjalankan semua operasi komputer konvensional. Aplikasi digital (DAapps) berfungsi serupa dengan aplikasi tradisional tetapi juga memiliki semua keuntungan dari sistem terdesentralisasi,



termasuk ketersediaan dan keamanan yang hampir konstan terhadap penyensoran dan serangan pemerintah [23].

Privasi data merupakan fitur utama DApps, yang merupakan keuntungan utama. Enkripsi digunakan pada semua data yang disimpan di jaringan publik untuk mencegah individu yang tidak berwenang mengakses informasi pengguna. Mengingat banyaknya pelanggaran privasi yang terjadi di beberapa aplikasi tradisional, manfaat ini sangat relevan. Manfaat lain dari menyimpan DApps di jaringan publik adalah membuat gagasan tentang kebebasan lebih memungkinkan untuk dicapai. Karena penyimpanan data di jaringan publik lebih murah, semua orang mampu menggunakannya. Dengan lebih sedikit biaya yang terkait dengan pengembangan aplikasi dan penyimpanan data, hal ini membuka jalan bagi inovasi lebih lanjut [23].

Aplikasi terdesentralisasi (DApps) masih dalam tahap awal, tetapi memiliki potensi yang sangat besar. Akibatnya, aplikasi ini masih rentan terhadap masalah operasional atau penundaan. Karena kesulitan teknis yang dihadapi pengembang, proses penemuannya memakan waktu lama. Selain itu, kerumitan DApps merupakan kelemahan lainnya. Pengguna mungkin merasa kesulitan untuk berinteraksi dengan aplikasi terdesentralisasi karena aplikasi tersebut sering kali menuntut pemahaman teknis yang lebih baik. Pengguna, khususnya yang tidak terbiasa dengan desentralisasi, perlu menginvestasikan waktu dan energi untuk membiasakan diri dengan gagasan aplikasi terdesentralisasi (dApps) [23].

### **Masalah Keamanan dan Privasi**

Keamanan blockchain merupakan aspek penting yang bergantung pada beberapa komponen yang saling bergantung. Enkripsi merupakan salah satu komponen utamanya. Hash merupakan rangkaian huruf dan angka unik yang dihasilkan dari data terenkripsi. Hash menggunakan algoritma kriptografi, sehingga pihak yang memiliki kunci yang tepat dapat mengakses informasi asli [8].

Beberapa node yang saling terhubung melakukan validasi yang diperlukan terhadap transaksi yang masuk dalam jaringan Blockchain. Mekanisme Konsensus ini memastikan bahwa semua *node* dalam jaringan sejalan dengan transaksi yang terjadi, sehingga mencegah adanya kecurangan [8].

Proof of Work (PoW) adalah standar de facto untuk mekanisme konsensus; ini membantu dalam pemeliharaan integritas jaringan dengan menggagalkan spam dan serangan lainnya. Untuk menambahkan blok baru dalam Proof-of-Work (PoW), komputer harus memecahkan masalah matematika yang rumit [8].

Komponen penting lainnya dari teknologi Blockchain adalah privasi. Ada sejumlah bagian dalam mekanisme privasi Blockchain yang bekerja sama untuk melindungi informasi pribadi pengguna. *Pseudonym* adalah elemen yang mendukung privasi pengguna. Hanya dengan menggunakan *public key*, pengguna dapat menerima dan mengirim transaksi tanpa perlu menggunakan identitas asli [24].

Teknologi *zero knowledge proof* memungkinkan pengguna membuktikan kebenaran suatu informasi tanpa harus memberikan detail menggunakan identitas asli. Lebih jauh lagi, Mixnet digunakan untuk menggabungkan transaksi dari beberapa pengguna agar tidak dapat dilacak. Untuk mencampur transaksi yang masuk, Mixnet memanfaatkan node yang didistribusikan di seluruh jaringan. Dengan mekanisme ini pengguna dapat merasa lebih aman dalam melakukan transaksi, karena identitas tetap dilindungi[24].



Sistem *Blockchain* menawarkan banyak keuntungan, namun juga memiliki risiko keamanan dan privasi. Serangan *phishing* merupakan salah satu ancaman yang serius, di mana penyerang memberikan informasi pribadi atau akses akun melalui email atau situs web palsu. *Malware* merupakan perangkat lunak berbahaya yang dapat merusak sistem atau mencuri data pribadi [25].

Beberapa solusi untuk mengatasi risiko-risiko tersebut yang dapat diterapkan dalam sistem *Blockchain*. Dengan menggunakan *cold storage* seperti *hard drive* atau *flash drive* dapat lebih aman dari akses pihak yang tidak bertanggung jawab. Penerapan *multisignature* dapat meningkatkan keamanan transaksi dengan mewajibkan persetujuan dari beberapa pihak sebelum transaksi dilakukan. Melakukan audit keamanan secara berkala dapat memperbaiki kelemahan dalam sistem. Organisasi dapat memastikan bahwa sistem *Blockchain* tetap aman dan tidak ada celah [25].

### **Teknologi *Blockchain* di Bidang Energi: Peluang dan Tantangan**

Teknologi *Blockchain* dalam bidang energi menawarkan peluang. Desentralisasi pasar energi memungkinkan terciptanya pasar energi *peer-to-peer* (P2P) di mana produsen energi kecil, seperti rumah tangga dengan panel surya, bisa menjual kelebihan energi langsung ke pengguna lain tanpa perantara, yang menciptakan ekosistem yang lebih transparan dan demokratis dalam perdagangan energi [26]. Dengan *Blockchain*, semua transaksi tercatat dalam sebuah buku besar yang terbuka dan aman. Ini meminimalkan potensi kecurangan atau manipulasi dalam perdagangan energi dan memungkinkan pelacakan energi dari sumber yang berkelanjutan [27].

*Blockchain* dapat mengotomatiskan proses, seperti manajemen jaringan energi pintar, melalui penggunaan *Smart Contracts*. Hal ini membantu mengurangi biaya operasional, meningkatkan efisiensi pengelolaan energi dan mempercepat transaksi [27]. Selain itu, *Blockchain* dapat memfasilitasi pelacakan dan perdagangan sertifikat energi hijau secara *real-time*. Ini meningkatkan kepercayaan konsumen bahwa energi yang digunakan berasal dari sumber [28]. *Blockchain* memungkinkan pembayaran mikro untuk konsumsi energi dalam jaringan mikro. Ini memungkinkan konsumen untuk membayar energi yang digunakan dalam hitungan detik atau menit, meningkatkan aksesibilitas energi di daerah yang sulit dijangkau [28].

Selain menawarkan sejumlah peluang, tantangan teknologi *Blockchain* perlu diperhatikan. Teknologi *Blockchain* masih baru di sektor energi, sehingga banyak negara belum memiliki regulasi yang jelas. Ketidakpastian hukum ini bisa menghambat adopsi *Blockchain* secara luas dalam industri energi *blockchain* publik yang sering digunakan, seperti *Ethereum* atau *Bitcoin*, menghadapi masalah skalabilitas, terutama ketika volume transaksi tinggi. Ini bisa menjadi kendala ketika diimplementasikan pada jaringan energi yang besar dan kompleks [29]. Beberapa jenis *Blockchain*, khususnya yang menggunakan algoritma *Proof of Work* (PoW), sangat penggunaan energi yang tinggi. Ini menjadi *paradoks* jika digunakan untuk sektor energi yang berfokus pada efisiensi dan keberlanjutan [29].

Industri energi yang sudah lama beroperasi dengan cara tradisional mungkin akan lambat mengadopsi teknologi *Blockchain*. Ada resistensi perubahan dan biaya implementasi awal yang tinggi. Meskipun *Blockchain* secara intrinsik aman, namun penerapan yang buruk atau celah dalam kontrak pintar bisa dimanfaatkan oleh pihak tidak bertanggung jawab. Selain itu, meskipun transparan, ada tantangan terkait privasi data pengguna yang harus diperhatikan [30].



## Membangun Kembali Pemerintahan dan Demokrasi

Teknologi *Blockchain* memiliki potensi untuk membangun kembali pemerintahan dan demokrasi dengan berbagai cara yang signifikan, termasuk peningkatan transparansi, keamanan, dan partisipasi masyarakat dalam proses demokrasi. *Blockchain* dapat meningkatkan integritas pemilu melalui sistem *e-Voting* yang aman dan transparan. Di Indonesia, adopsi *e-Voting* berbasis *Blockchain* sangat relevan karena memungkinkan penghitungan suara yang tidak dapat dimanipulasi, melindungi privasi pemilih, serta mencegah kecurangan dan korupsi dalam pemilu. Sistem ini juga dapat mempermudah partisipasi pemilih, terutama di daerah terpencil, dengan tetap menjamin keandalan dan transparansi proses pemilihan umum [22]. Teknologi ini sudah mulai dieksplorasi di beberapa daerah untuk memperkuat demokrasi digital.

*Blockchain* memungkinkan pelacakan transaksi dan keputusan pemerintah secara terbuka dan tidak dapat diubah. Ini sangat penting dalam memerangi korupsi, di mana teknologi ini dapat memberikan catatan publik yang terbuka mengenai pengeluaran anggaran dan kebijakan pemerintah. Sistem berbasis *Blockchain* dapat meningkatkan kepercayaan publik terhadap pemerintah karena semua transaksi dan proses dapat diaudit secara *real-time* oleh siapa pun [2]. Dalam konteks anti korupsi, *Blockchain* juga menawarkan solusi untuk mengatasi masalah ini dengan menciptakan sistem yang transparan dan tidak bisa diubah. Di Indonesia, penggunaan *Blockchain* telah dipertimbangkan dalam berbagai proyek untuk meningkatkan transparansi dan mencegah penyelewengan dana publik. Implementasi ini menjadi salah satu bagian dari transformasi digital pemerintahan di era revolusi industri keempat.

Dengan demikian, *Blockchain* memiliki peran penting dalam mendukung pemerintahan yang lebih transparan, demokrasi yang lebih inklusif, serta pengurangan korupsi, yang semuanya krusial untuk meningkatkan kualitas demokrasi dan kepercayaan publik di Indonesia.

## KESIMPULAN

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa teknologi *Blockchain* memiliki potensi yang signifikan untuk mengubah berbagai sektor di era digital. Karakteristik utama seperti desentralisasi, keamanan, transparansi, dan *immutability* menjadikan *Blockchain* sebagai solusi yang unggul dibandingkan dengan sistem tradisional. Penerapan teknologi *Blockchain* di sektor-sektor seperti energi, pemerintahan, dan demokrasi dapat meningkatkan efisiensi dan kepercayaan dalam transaksi serta pengelolaan data.

Namun, meskipun memiliki banyak manfaat, tantangan seperti skalabilitas, regulasi, dan adopsi perlu di atasi untuk memaksimalkan manfaat *Blockchain*. Ketidakpastian hukum dan kurangnya pemahaman di kalangan kepentingan dapat menghambat adopsi lebih luas. Oleh karena itu, pendekatan yang terencana dalam implementasi teknologi *Blockchain* sangat penting untuk memastikan semua pihak dapat memanfaatkan potensi *Blockchain* secara optimal. *Blockchain* tidak hanya dapat menjadi alat inovatif, tetapi juga dapat berkontribusi pada pembangunan masyarakat yang lebih transparan dan berkelanjutan di masa depan.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Afdilah, N. S. Agustina, I. Hani, and G. Gunawan, "Penerapan Teknologi *Blockchain* dalam Meningkatkan Keamanan Sistem Identifikasi Pengguna," *Journal Software, Hardware and Information Technology*, vol. 4, no. 2, pp. 47–62, Jun. 2024, doi: 10.24252/shift.v4i2.142.
- [2] M. Wulandari, W. Aprilla, A. Elcaputera, K. W. Jl Supratman, K. Limun, and K. Muara Bangka Hulu, "Meningkatkan Transparansi dan Akuntabilitas Pemerintah Melalui



- Teknologi Digital dan Partisipasi Publik dalam Upaya Pemberantasan Korupsi,” vol. 2, no. 4, pp. 321–334, 2024, doi: 10.55606/eksekusi.v2i4.1553.
- [3] T. W. E. Suryawijaya, “Memperkuat Keamanan Data melalui Teknologi *Blockchain*: Mengeksplorasi Implementasi Sukses dalam Transformasi Digital di Indonesia,” *Jurnal Studi Kebijakan Publik*, vol. 2, no. 1, pp. 55–68, May 2023, doi: 10.21787/jskp.2.2023.55-68.
- [4] B. Lashkari and P. Musilek, “A Comprehensive Review of *Blockchain* Konsensus Mechanisms,” *IEEE Access*, vol. 9, pp. 43620–43652, 2021, doi: 10.1109/ACCESS.2021.3065880.
- [5] A. Nanda Sari and T. Gelar, “*BLOCKCHAIN*: TEKNOLOGI DAN IMPLEMENTASINYA,” *Jurnal Mnemonic*, vol. 7, no. 1, pp. 63–70, Mar. 2024, doi: 10.36040/mnemonic.v7i1.6961.
- [6] M. R. Syahronny and T. Dewayanto, “PENERAPAN TEKNOLOGI ARTIFICIAL INTELLIGENCE DAN *BLOCKCHAIN* DALAM MENDETEKSI *FRAUD* PADA PROSES AUDIT: SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW,” *DIPONEGORO JOURNAL OF ACCOUNTING*, vol. 13, no. 3, pp. 1–14, 2024, [Online]. Available: <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/accounting>
- [7] L. Theodorakopoulos, A. Theodoropoulou, and C. Halkiopoulos, “Enhancing *Decentralized* Decision-Making with Big Data and *Blockchain* Technology: A Comprehensive Review,” *Applied Sciences*, vol. 14, no. 16, p. 7007, Aug. 2024, doi: 10.3390/app14167007.
- [8] T. Wira and E. Suryawijaya, “Memperkuat Keamanan Data melalui Teknologi *Blockchain*: Mengeksplorasi Implementasi Sukses dalam Transformasi Digital di Indonesia Strengthening Data Security through *Blockchain* Technology: Exploring Successful Implementations in *Digital transformation* in Indonesia,” vol. 2, no. 1, pp. 55–67, 2023, doi: 10.21787/jskp.2.2023.55-67.
- [9] A. H. Dzaky Muhammad and S. Amalia Junianti, “Penerapan Teknologi *Blockchain* Dalam Sistem Informasi Akuntansi: Potensi Dan Tantangan,” 2023.
- [10] V. Palidita Febriana, T. Suci Wulandari, Z. Azmi, and U. Muhammadiyah Riau, “PENGUNAAN TEKNOLOGI *BLOCKCHAIN* DALAM SISTEM INFORMASI AKUNTANSI : PELUANG DAN TANTANGAN,” 2024.
- [11] M. Arwin, D. Aulia, and L. Uzliawati, “Implementasi *Blockchain* Dalam Bidang Akuntansi dan Supply Chain Management: Studi Literatur,” *Progress: Jurnal Pendidikan, Akuntansi dan Keuangan*, vol. 6, no. 2, pp. 76–90, Aug. 2023, doi: 10.47080/progress.v6i2.2616.
- [12] S. Fachri Rizky, Nukhe Andri Silviana, Yudi Daeng Polewangi, and Haniza Haniza, “Teknologi *Blockchain* dalam Digitalisasi Rantai Pasokan,” *JOURNAL OF INDUSTRIAL AND MANUFACTURE ENGINEERING*, vol. 8, no. 1, pp. 104–116, May 2024, doi: 10.31289/jime.v8i1.11682.
- [13] A. Dwi Nugraha and I. M. Suartana, “Implementasi State Compression dengan NFT (*Non-Fungible Token*) Pack pada *Blockchain* Solana untuk Penjualan & Pembelian Paket NFT dalam Game berbasis Web3,” *Journal of Informatics and Komputer Science*, vol. 05, 2024.
- [14] M. J. Waloyandari and A. M. Tyas, “Pengaruh Teknologi *Blockchain* Terhadap Kepercayaan Investor dalam Pengambilan Keputusan Investasi,” *R2J*, vol. 6, no. 5, 2024, doi: 10.38035/rrj.v6i5.
- [15] Muhammad Masruron, “Tinjauan Hukum Islam Terhadap Transaksi *Bitcoin* Dalam Perspektif Ulama Fiqh Klasik Dan Kontemporer,” *TAFALQUH*, vol. 6, no. 1, pp. 52–65, Jun. 2021, doi: 10.70032/xs0hg576.
- [16] L. Nurhisam, “*BITCOIN* DALAM KACMATA HUKUM ISLAM,” vol. 4, no. 1, 2017.



- [17] M. Habiburrahman and A. Atsar, "PERLINDUNGAN HUKUM BAGI PENGGUNA TRANSAKSI CRYPTOCURRENCY DI INDONESIA."
- [18] N. P. Lestari, Y. Durachman, S. Watini, and S. Millah, "Manajemen Kontrol Akses Berbasis *Blockchain* untuk Pendidikan Online Terdesentralisasi," *Technomedia Journal*, vol. 6, no. 1, pp. 111–123, Jul. 2021, doi: 10.33050/tmj.v6i1.1682.
- [19] M. Fauzan Adithya, "Implementasi Teknologi *Blockchain* Pada Layanan Pendaftaran Vaksinasi Dengan Menggunakan *Ethereum* Platform," 2023.
- [20] K. Musana, "Optimalisasi Pengelolaan Zakat dengan Teknologi *Blockchain*," *Ekonomica Sharia: Jurnal Pemikiran dan Pengembangan Ekonomi Syariah*, vol. 9, no. 1, pp. 73–94, Aug. 2023, doi: 10.36908/esha.v9i1.766.
- [21] R. Sharma, D. Clemon, and Y. Perez, "Non-Fungible Token (NFT): What It Means and How It Works," Investopedia. Accessed: Oct. 31, 2024. [Online]. Available: <https://www.investopedia.com/non-fungible-tokens-nft-5115211>
- [22] U. Jafar, M. J. A. Aziz, and Z. Shukur, "Blockchain for Electronic Voting System—Review and Open Research Challenges," *Sensors*, vol. 21, no. 17, p. 5874, Aug. 2021, doi: 10.3390/s21175874.
- [23] D. Gustina, I. G. A. Suwartane, and Y. Buditama, "Rancang Bangun Sistem Informasi Minting Defiapp (Dapp) Non Fungible Token (Nft) Berbasis Website pada *Ethereum Blockchain*," *Jurnal Esensi Infokom : Jurnal Esensi Sistem Informasi dan Sistem Komputer*, vol. 7, no. 2, pp. 65–72, Oct. 2023, doi: 10.55886/infokom.v7i2.765.
- [24] I. Elan Maulani, T. Herdianto, D. Febri Syawaludin, and M. Oga Laksana, "Penerapan Teknologi *Blockchain* Pada Sistem Keamanan Informasi," *Jurnal Sosial Teknologi*, vol. 3, no. 2, pp. 99–102, Feb. 2023, doi: 10.59188/journalsostech.v3i2.634.
- [25] I. Elan Maulani, T. Herdianto, D. Febri Syawaludin, and M. Oga Laksana, "Penerapan Teknologi *Blockchain* Pada Sistem Keamanan Informasi," *Jurnal Sosial Teknologi*, vol. 3, no. 2, pp. 99–102, Feb. 2023, doi: 10.36418/journalsostech.v3i2.634.
- [26] P. Wongthongtham, D. Marrable, B. Abu-Salih, X. Liu, and G. Morrison, "Blockchain-enabled Peer-to-Peer energy trading," *Komputers & Electrical Engineering*, vol. 94, p. 107299, Sep. 2021, doi: 10.1016/j.compeleceng.2021.107299.
- [27] Mulyati, Padel, M. H. R. Chakim, N. Azizah, and D. Julianingsih, "Implikasi Pengembangan Energi Terdistribusi di Lingkungan Institusi Berbasis *Blockchain*," no. 2022: Seminar Nasional Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat CORISINDO, Sep. 2022.
- [28] K. Diantoro, D. Supriyanti, Ardi, Y. P. Ayu Sanjaya, and S. Watini, "Implications of Distributed Energy Development in *Blockchain*-Based Institutional Environment," *Aptisi Transactions on Technopreneurship (ATT)*, vol. 5, no. 2sp, pp. 209–220, Sep. 2023, doi: 10.34306/att.v5i2sp.343.
- [29] H. Firmansyah, "Blockchain dalam Energi: Menuju Solusi yang Berkelanjutan." Accessed: Oct. 30, 2024. [Online]. Available: <https://irmapa.org/Blockchain-dalam-energi-menuju-solusi-yang-berkelanjutan/>
- [30] R. Delfianti, "Desain Implementasi Aplikasi Monitoring Perdagangan Energi untuk Kasus Wheeling Berbasis Teknologi *Blockchain*," Universitas Airlangga. Accessed: Oct. 30, 2024. [Online]. Available: <https://unair.ac.id/desain-implementasi-aplikasi-monitoring-perdagangan-energi-untuk-kasus-wheeling-berbasis-teknologi-Blockchain/>