



## Mengupas Tuntas Teknologi Blockchain: Panduan Memahami Revolusi Di Balik Mata Uang Kripto Modern

Joosten<sup>1</sup>, Joevin Libra<sup>2</sup>, Kuncoro Diefang<sup>3</sup>, Victor Wijaya<sup>4</sup>, Richard Therano<sup>5</sup>, Kensync Nagata<sup>6</sup>  
<sup>1,2,3,4,5,6</sup> Fakultas Informatika, Universitas Mikroskil, Medan, Indonesia

### Article Info

#### Article history:

Received November 17, 2024  
Revised November 17, 2024  
Accepted November 19, 2024

#### Kata Kunci:

Desentralisasi,  
Mata Uang Kripto,  
Skalabilitas *Blockchain*,  
*Smart Contracts*,  
Teknologi *Blockchain*

#### Keywords:

*Decentralization*,  
*Cryptocurrency*,  
*Blockchain Scalability*,  
*Smart Contracts*,  
*Blockchain Technology*

### ABSTRAK

Teknologi *blockchain* telah membawa perubahan signifikan dalam cara kita mengelola dan membagikan data, menawarkan sistem terdesentralisasi dan transparan yang meningkatkan kepercayaan dan kolaborasi di berbagai sektor. Dengan sifatnya sebagai "mesin kebenaran," *blockchain* mengatasi masalah transparansi dan ketertelusuran, mengurangi penyimpangan bisnis, dan memungkinkan integrasi dengan teknologi lain seperti *Internet of Things* (IoT) dan *smart contracts*. Teknologi ini meningkatkan efisiensi dan keamanan transaksi data, serta memainkan peran kunci dalam transformasi digital dan keuangan. Namun, *blockchain* menghadapi tantangan dalam hal skalabilitas dan kepatuhan regulasi, terutama terkait jumlah transaksi yang dapat diproses dan tuntutan privasi data. Solusi inovatif seperti *layer-2*, *sharding*, dan teknologi peningkatan privasi diperlukan untuk mengatasi keterbatasan ini tanpa mengorbankan nilai dasar *blockchain*. Keberhasilan adopsi *blockchain* bergantung pada kolaborasi antara pengembang dan pembuat kebijakan untuk menciptakan kerangka kerja yang aman, efektif, dan patuh hukum. Melalui inovasi berkelanjutan dan kerjasama yang erat, *blockchain* dapat mengatasi hambatan yang ada dan memanfaatkan potensi penuhnya untuk merevolusi industri dengan meningkatkan keamanan, mengurangi biaya, dan memperkuat kepercayaan pemangku kepentingan. Dengan pendekatan ini, *blockchain* dapat menjadi fondasi kuat untuk masa depan digital yang lebih transparan dan efisien, menghadirkan peluang baru di berbagai aspek kehidupan dan bisnis.

### ABSTRACT

*Blockchain technology has brought about significant changes in the way we manage and share data, offering a decentralized and transparent system that enhances trust and collaboration across sectors. With its nature as a "truth engine," blockchain addresses transparency and traceability issues, reduces business irregularities, and enables integration with other technologies such as the Internet of Things (IoT) and smart contracts. The technology improves the efficiency and security of data transactions, and plays a key role in digital and financial transformation. However, blockchain faces challenges in terms of scalability and regulatory compliance, particularly related to the number of transactions that can be processed and the demands for data privacy. Innovative solutions such as layer-2, sharding, and privacy-enhancing technologies are needed to overcome these limitations without compromising blockchain's core values. The successful adoption of blockchain depends on collaboration between developers and policymakers to create a secure, effective, and legally compliant framework. Through continuous innovation and close collaboration, blockchain can overcome existing barriers and unleash its full potential to revolutionize industries by enhancing security, reducing costs, and strengthening stakeholder trust. With this approach, blockchain can*

---

*become a strong foundation for a more transparent and efficient digital future, opening up new opportunities across multiple aspects of life and business.*

---

*This is an open access article under the [CC BY](#) license.*



---

**Corresponding Author:**

Joosten  
Fakultas Informatika, Universitas Mikroskil,  
Medan, Indonesia  
E-mail: joosten.ng@mikroskil.ac.id

---

## 1. PENDAHULUAN

Teknologi *blockchain* kini mengubah cara kita mencatat dan membagikan data. Dengan sistem yang terdesentralisasi dan transparan, setiap peserta dalam rantai pasokan memiliki salinan buku besar yang sama. Inovasi ini meningkatkan kepercayaan dan kolaborasi di antara para pemangku kepentingan dengan menyelesaikan masalah transparansi dan ketertelusuran. Sebagai "mesin kebenaran," *blockchain* mengurangi penyimpangan bisnis dan dapat dengan mudah berintegrasi dengan teknologi lain seperti *Internet of Things* (IoT) dan *Smart Contract*, serta meningkatkan efisiensi dan transparansi dalam transaksi data [1].

Pada intinya, *blockchain* adalah sistem pencatatan data yang terdesentralisasi, di mana setiap transaksi disimpan dalam blok yang terhubung secara kronologis dan tidak bisa diubah tanpa persetujuan dari semua pihak yang terlibat. Berbeda dengan basis data tradisional yang terpusat dan bisa dimodifikasi oleh administrator, *blockchain* menawarkan tingkat transparansi dan keamanan yang lebih tinggi. Setiap mitra dapat mengakses buku besar yang sama, sehingga mengurangi risiko manipulasi data dan meningkatkan kepercayaan dalam ekosistem rantai pasokan [1].

Mata uang kripto adalah inovasi finansial yang mengandalkan teknologi *blockchain* untuk memastikan transaksi yang aman, transparan, dan terdesentralisasi. Tanpa *blockchain*, aset *digital* ini tidak dapat berfungsi, karena *blockchain* menyediakan infrastruktur yang dibutuhkan untuk mencatat dan memverifikasi transaksi dengan aman. Ketergantungan ini memungkinkan mata uang kripto beroperasi tanpa otoritas pusat, sehingga mengurangi biaya transaksi dan meningkatkan efisiensi dalam sistem keuangan [2].

*Blockchain* memainkan peran kunci dalam transformasi digital dan keuangan dengan meningkatkan efisiensi transaksi, mengurangi biaya, dan menghilangkan hambatan perdagangan. Teknologi ini memperkuat transparansi dan keamanan data sambil mendorong desentralisasi, mengurangi ketergantungan pada otoritas pusat. Selain itu, *blockchain* merangsang inovasi dan persaingan sehat dalam sektor keuangan. Diakui sebagai teknologi revolusioner, *blockchain* dapat diterapkan untuk berbagai tujuan, termasuk pembayaran, dengan menawarkan keamanan dan keandalan tanpa perantara. Kemajuan ini membuka jalan bagi infrastruktur keuangan yang lebih inovatif dan inklusi mata uang digital [2].

Memahami teknologi *blockchain* sangat penting karena *blockchain* dapat meningkatkan transparansi transaksi, meningkatkan efisiensi proses keuangan, dan memfasilitasi lingkungan

hukum yang konsisten untuk penggunaan mata uang kripto. Selain itu, pemahaman ini dapat merangsang inovasi dan mengarah pada pengembangan infrastruktur keuangan yang lebih unggul, sehingga memperluas akses keuangan di pasar yang sedang berkembang [2].

Isu skalabilitas dan regulasi merupakan dua tantangan utama yang dihadapi dalam pengembangan teknologi *blockchain*. Teknologi ini menjanjikan manfaat besar untuk berbagai sektor, seperti kesehatan, keuangan, dan *Internet of Things* (IoT), dengan mengoptimalkan penyimpanan data, memperkuat keamanan, dan menghilangkan peran perantara dalam transaksi. Namun, batasan dalam jumlah transaksi yang dapat diproses secara efektif, serta tuntutan untuk mematuhi regulasi yang ketat, menjadi penghambat yang signifikan dalam adopsi *blockchain* secara luas.

Skalabilitas *blockchain* publik, seperti yang digunakan pada jaringan *Bitcoin* dan *Ethereum* menghadapi masalah skalabilitas karena struktur desentralistiknya. Setiap transaksi harus diverifikasi oleh sebagian besar *node* dalam jaringan, yang memperlambat waktu pemrosesan saat jumlah transaksi meningkat. Solusi untuk meningkatkan skalabilitas melibatkan teknik *layer-2*, seperti *Lightning Network*, yang memungkinkan transaksi dilakukan secara *off-chain*. Teknik lain, seperti *sharding*, membagi *database blockchain* menjadi beberapa partisi atau "*shard*" sehingga dapat diproses secara paralel dan meningkatkan *throughput* jaringan. Algoritma konsensus baru yang lebih efisien, seperti *Proof of Stake* (PoS), juga banyak digunakan untuk mengurangi kebutuhan energi sambil tetap menjaga kecepatan dan keamanan jaringan [3]. Kepatuhan terhadap regulasi menjadi tantangan besar karena sifat *blockchain* yang tidak dapat diubah dan terdesentralisasi seringkali bertentangan dengan regulasi privasi data. Regulasi ini menuntut agar pengguna memiliki kontrol atas data pribadi mereka, termasuk hak untuk menghapus data, yang sulit diterapkan dalam sistem *blockchain* karena data yang telah dicatat di *blockchain* umumnya tidak dapat dihapus atau diubah [3].

Untuk mengatasi tantangan ini, beberapa inovasi telah diusulkan, seperti implementasi "*privacy-enhancing technologies*" dan pendekatan *hybrid* yang memungkinkan penyimpanan data sensitif di luar rantai *blockchain* (*off-chain*) atau pada sistem yang dapat mematuhi standar privasi tertentu. Dengan solusi yang tepat, isu skalabilitas dan kepatuhan terhadap regulasi pada *blockchain* dapat diatasi. Solusi teknis, seperti *layer-2*, *sharding*, dan algoritma konsensus baru, serta adaptasi dalam pendekatan terhadap regulasi privasi, dapat memperluas potensi penggunaan *blockchain* tanpa mengorbankan nilai dasarnya. Untuk mencapai adopsi yang lebih luas, sangat penting bagi pengembang dan pembuat kebijakan untuk bekerja sama dalam menciptakan kerangka kerja yang aman, efektif, dan mematuhi hukum, yang memungkinkan *blockchain* menjadi teknologi yang relevan dan berkelanjutan [3].

*Smart Contracts* atau kontrak pintar adalah kesepakatan digital yang dikodekan sebagai program komputer, dirancang untuk mengotomatisasi dan menegakkan komitmen antara pihak-pihak menggunakan metode kriptografi untuk mencegah pemalsuan. Kontrak ini secara inheren bersifat *self-verifying* dan *self-enforcing*, menjadikannya alat yang sangat berharga untuk menyederhanakan transaksi, mengelola perjanjian pengguna, dan memfasilitasi transfer aset setelah kesepakatan terpenuhi [4].

Dalam dunia teknologi *blockchain*, kontrak pintar memegang peranan penting dengan mengotomatisasi proses transaksi dan mengelola perjanjian antara pihak-pihak yang terlibat. Mereka dirancang untuk menggabungkan elemen kontraktual dalam kerangka algoritmik, memastikan bahwa kontrak ini dapat diverifikasi sendiri dan tahan terhadap manipulasi.

Fleksibilitas dalam penerapan aturan kontrak yang disesuaikan ini mendorong kolaborasi yang lebih baik dalam jaringan pasokan, meningkatkan transparansi, efisiensi, dan kepercayaan di antara para mitra, serta meningkatkan interaksi dalam ekosistem *blockchain* yang kompleks [4].

Kriptografi sangat penting dalam mengamankan transaksi dan menjaga integritas data dalam konteks *blockchain* dan kontrak pintar. Pertama, kriptografi mengenkripsi data yang disimpan di *blockchain*, memastikan bahwa hanya pihak yang berwenang yang dapat mengakses dan menafsirkan informasi tersebut, menjaga kerahasiaan. Kedua, kriptografi menciptakan tanda tangan digital yang menjamin keaslian dan integritas transaksi, memungkinkan setiap perubahan data terdeteksi dan mencegah modifikasi yang tidak sah. Hal ini membangun kepercayaan di antara semua peserta dalam ekosistem *blockchain* [4].

Manfaat dari kontrak pintar meliputi otomatisasi proses transaksi, pengelolaan perjanjian pengguna, peningkatan kolaborasi dan transparansi dalam jaringan pasokan, serta pengurangan risiko transaksi yang curang atau tidak akurat. Selain itu, kontrak pintar juga memungkinkan transfer aset yang cepat setelah syarat yang disepakati terpenuhi, meningkatkan efisiensi dan nilai dalam ekosistem bisnis [4].

## 2. METODE

### 2.1 Model Konsensus

Dalam ekosistem *blockchain*, model konsensus berfungsi sebagai mekanisme penting untuk memverifikasi keaslian dan akurasi transaksi sebelum ditambahkan sebagai blok baru. Proses ini mengharuskan semua partisipan jaringan mencapai kesepakatan, memastikan bahwa kontrol atas data terdesentralisasi dan tersebar di seluruh jaringan. Desentralisasi ini meningkatkan transparansi dan mengurangi risiko satu titik kegagalan, sambil menjamin bahwa transaksi yang dicatat bersifat permanen dan dapat diaudit. Model konsensus memainkan peran vital dalam menjaga keamanan dan integritas jaringan *blockchain* dengan memastikan bahwa hanya transaksi yang tervalidasi yang ditambahkan, sehingga mencegah penipuan dan menjaga akurasi data. Dengan mendistribusikan kontrol di seluruh jaringan, model ini mengurangi risiko manipulasi data, karena tidak ada entitas tunggal yang dapat mengubah informasi tanpa persetujuan jaringan, sehingga memperkuat keamanan secara keseluruhan [5].

*Proof of Work* (PoW) adalah proses dimana penambang harus menyelesaikan masalah matematika yang rumit untuk menambahkan blok baru ke dalam *blockchain*. Penyelesaian masalah ini memerlukan waktu dan daya komputasi yang besar, yang berfungsi untuk mengurangi kemungkinan terjadinya serangan pada jaringan. Dengan menuntut investasi signifikan dalam hal waktu dan sumber daya, PoW berperan penting dalam menjaga keamanan dan integritas *blockchain* [6].

*Proof of Stake* (PoS) didefinisikan sebagai alternatif dari *Proof of Work* (PoW), dengan memanfaatkan mekanisme *blockchain* untuk memvalidasi transaksi dalam aset digital. Dalam PoS, pembuat blok dipilih berdasarkan jumlah *cryptocurrency* yang dimiliki, dan terdapat sistem penalti yang mendorong kejujuran dalam transaksi. Metode ini menghilangkan kebutuhan akan kompetisi besar dalam validasi, sehingga lebih efisien dalam penggunaan energi [7].

Sebaliknya, *Proof of Work* (PoW) memerlukan lebih banyak energi dan sumber daya karena melibatkan para penambang yang bersaing untuk menyelesaikan perhitungan matematis yang kompleks. PoS lebih efisien dalam penggunaan energi karena tidak ada kompetisi untuk

menambahkan blok dan dapat menyesuaikan tingkat validitas hash untuk menciptakan laju blok yang lebih terkontrol. Dalam hal skalabilitas, PoS menawarkan kecepatan transaksi yang lebih tinggi dan waktu penambahan blok yang lebih cepat dibandingkan dengan PoW [7].

Model konsensus dalam *blockchain* menawarkan sejumlah keuntungan. Transparansi adalah salah satu keunggulan utamanya, dimana semua transaksi dapat dilihat oleh peserta jaringan, memfasilitasi audit yang lebih mudah dan memastikan tidak ada transaksi yang tersembunyi. Selain itu, efisiensi menjadi lebih tinggi karena protokol konsensus memungkinkan transaksi diproses dengan cepat dan akurat, mengurangi waktu yang dibutuhkan untuk verifikasi. Terakhir, *blockchain* dapat mengurangi biaya operasional di sektor keuangan dengan menghilangkan perantara dan meminimalkan biaya transaksi [6].

Dasar-dasar teknologi *blockchain* dapat dipahami sebagai buku besar digital yang beroperasi dalam sistem desentralisasi, tanpa otoritas pusat seperti bank atau pemerintah, dan terdistribusi sehingga tidak bergantung pada satu pusat data. Pada penggunaan normal, setiap transaksi dicatat dalam buku besar bersama komunitas dan tidak dapat diubah setelah dipublikasikan, menjadikannya kredibel dan transparan tanpa memerlukan pihak ketiga yang terpercaya.

Berikut merupakan analogi sederhana mengenai bagaimana hal ini bekerja; Andi ingin membeli barang digital dari Budi. Dalam proses transaksi, permintaan Andi disebarkan ke jaringan *peer-to-peer* yang terdiri dari berbagai *node* (komputer pengguna). Setiap *node* memvalidasi transaksi dan status pengguna atau akunnya melalui algoritma. Secara global, semua pengguna *blockchain* berkomunikasi untuk memverifikasi akun pihak yang bertransaksi. Jika dalam proses pengecekan, akunnya berhasil divalidasi dan saldo dalam dompet pembeli menunjukkan cukup untuk melakukan pembelian, maka transaksi dapat dilanjutkan.

Sebagai analogi sederhana, ketika Andi ingin membeli barang digital dari Budi, permintaannya disebarkan ke jaringan *peer-to-peer* yang terdiri dari berbagai *node* (komputer pengguna). Setiap *node* memvalidasi transaksi dan status akun melalui algoritma. Seluruh jaringan *blockchain* berkomunikasi untuk memverifikasi akun pihak yang bertransaksi. Jika akun berhasil divalidasi dan saldo cukup, transaksi dilanjutkan. Setelah berhasil, rincian transaksi dicatat dalam blok baru yang berisi informasi transaksi sebelumnya dan rincian baru. Blok ini bergabung dengan *blockchain* yang ada, dan setelah ditambahkan, informasi tersebut menjadi permanen. Proses ini berulang: permintaan transaksi baru disiarkan dan diverifikasi, membentuk blok baru yang bergabung dengan rantai blok yang ada. Teknologi ini menghilangkan kebutuhan otoritas pusat, karena verifikasi dilakukan oleh pengguna. Keamanan informasi dijaga menggunakan kriptografi, yang mengacak isi file asli dengan kunci enkripsi sehingga sulit dibaca tanpa kunci dekripsi [8], [9].

Mekanisme inti *blockchain* menggabungkan struktur desentralisasi, algoritma konsensus, sistem keamanan kriptografi, dan pemrosesan transaksi yang transparan untuk menciptakan sistem yang kokoh dalam merekam dan memverifikasi transaksi. Pendekatan ini berpotensi mentransformasikan berbagai industri dengan memperkuat keamanan, mengurangi biaya, dan meningkatkan kepercayaan pemangku kepentingan [10]. Setiap blok dalam *blockchain* menyimpan daftar transaksi, cap waktu, *nonce*, dan *hash* kriptografis dari blok sebelumnya, menghubungkan blok-blok tersebut dalam rantai yang tidak dapat diubah. *Blockchain* didistribusikan di seluruh jaringan *node*, dan setiap *node* menjaga salinan lengkap, memastikan

tidak ada entitas tunggal yang mengontrol jaringan. *Node* berkomunikasi langsung, memungkinkan transaksi diverifikasi dan dicatat tanpa perantara.

Mekanisme konsensus seperti *Proof-of-Work* (PoW) memilih satu *node* untuk membuat blok baru melalui kompetisi berdasarkan kekuatan komputasi. *Node* yang menyelesaikan teka-teki kriptografi pertama kali dapat menciptakan blok baru. Dalam *Proof-of-Stake* (PoS), pemilihan *node* bergantung pada jumlah stake, tidak pada kekuatan komputasi. *Delegated Proof-of-Stake* (DPoS) melibatkan pemegang stake dalam memilih verifikator blok, mengurangi konsumsi daya komputasi. Proses ini memastikan bahwa perubahan *blockchain* memerlukan konsensus jaringan.[11]

Ketika pengguna memulai transaksi, transaksi diserahkan ke jaringan, diverifikasi oleh *node*, dan dimasukkan ke dalam blok baru setelah konsensus tercapai. Setiap blok berisi hash dari blok sebelumnya, menciptakan tautan aman. Fungsi hash mendeteksi perubahan data input dengan mudah. Pengguna memiliki kunci publik untuk menerima dana dan kunci privat untuk menandatangani transaksi. Setelah blok ditambahkan ke *blockchain*, hampir tidak mungkin diubah, berkat tautan kriptografis dan konsensus. Semua transaksi dicatat dan dapat dilihat, membangun kepercayaan. Kontrak pintar mengeksekusi diri dengan syarat yang tertulis dalam kode, mengurangi kebutuhan perantara.

Kesimpulannya, *blockchain* adalah teknologi buku besar digital yang terdesentralisasi dan terdistribusi, memungkinkan transaksi dicatat secara permanen dan transparan tanpa otoritas pusat. Setiap transaksi divalidasi oleh jaringan *node* melalui algoritma konsensus, memastikan informasi yang tercatat tidak dapat diubah. Struktur *blockchain* dengan blok-blok terhubung secara kriptografis dan penggunaan kunci publik serta privat meningkatkan keamanan dan keandalan. Transparansi *blockchain* membangun kepercayaan, dan fitur seperti kontrak pintar memungkinkan otomatisasi, mengurangi kebutuhan perantara, dan berpotensi merevolusi industri dengan meningkatkan keamanan dan mengurangi biaya.

## 2.2 Cara Kerja Bitcoin

*Bitcoin*, diperkenalkan oleh sosok anonim atau kelompok dengan nama *Satoshi Nakamoto* pada tahun 2008, merupakan mata uang kripto pertama yang berfungsi tanpa memerlukan entitas terpusat. Inovasi terbesar dari *Bitcoin* adalah kemampuannya untuk mengatasi masalah pengeluaran ganda melalui mekanisme konsensus yang terdesentralisasi. Sebagai sistem pembayaran yang tidak memerlukan otoritas pusat, *Bitcoin* menggunakan teknologi *blockchain* untuk mencatat transaksi secara aman dan transparan, memberikan kendali penuh kepada pengguna atas aset digital mereka. Sebagai pelopor dalam dunia mata uang kripto, *Bitcoin* menantang sistem keuangan tradisional dan mendorong adopsi teknologi baru seperti kontrak pintar dan platform keuangan terdesentralisasi (*DeFi*). *Bitcoin* juga menjadi katalis untuk perkembangan berbagai mata uang digital dan *blockchain* lainnya.

*Bitcoin* beroperasi di atas teknologi *blockchain*, yang berfungsi sebagai buku besar terdistribusi yang mencatat setiap transaksi secara permanen dan transparan. Setiap transaksi dikumpulkan dalam blok, yang kemudian dihubungkan satu sama lain, memastikan integritas data dan mencegah pengeluaran ganda. *Bitcoin* memperkenalkan konsep mata uang digital dan teknologi *blockchain*, menghadirkan inovasi dalam sistem pembayaran dan keuangan. Dengan menawarkan alternatif untuk sistem pembayaran tradisional, *Bitcoin* memungkinkan transaksi langsung antar pengguna tanpa perantara seperti bank, yang mengurangi biaya transaksi dan

waktu pemrosesan serta memberikan akses ke layanan keuangan bagi mereka yang tidak memiliki rekening bank. *Bitcoin* juga telah merangsang munculnya berbagai *cryptocurrency* dan teknologi *blockchain*, menciptakan peluang investasi baru yang sebelumnya tidak ada. Selain sebagai alat pembayaran, *Bitcoin* dianggap sebagai aset digital yang dapat diinvestasikan, sering kali disebut sebagai "emas digital" karena jumlahnya yang terbatas (maksimum 21 juta BTC) dan potensinya untuk menyimpan nilai dalam jangka panjang, terutama di tengah inflasi dan ketidakpastian ekonomi.

*Bitcoin* menggunakan mekanisme konsensus yang dikenal sebagai *Proof-of-Work* (PoW), di mana penambang bersaing untuk menyelesaikan teka-teki matematis yang kompleks guna menambahkan blok baru ke *blockchain*. Penambang mengumpulkan transaksi yang belum dikonfirmasi dari pool transaksi dan mengemasnya ke dalam blok. Mereka harus menemukan solusi untuk teka-teki PoW, yang melibatkan perhitungan hash yang memenuhi kriteria tertentu. Penambang yang berhasil menyelesaikan teka-teki pertama kali akan menambahkan blok ke *blockchain* dan menerima hadiah berupa *Bitcoin* baru serta biaya transaksi dari transaksi yang ada dalam blok tersebut, memberikan insentif ekonomi bagi partisipan dalam jaringan.

Peningkatan penggunaan *Bitcoin* mendorong pemerintah dan lembaga keuangan untuk mengembangkan regulasi lebih ketat, yang mempengaruhi kebijakan moneter dan sistem keuangan global. Meskipun *Bitcoin* menawarkan banyak manfaat, ada tantangan yang harus diatasi seperti volatilitas harga, masalah skalabilitas, dan dampak lingkungan dari proses penambangan. Penambangan *Bitcoin* menggunakan algoritma PoW memerlukan daya komputasi tinggi, mengakibatkan konsumsi energi besar yang sering kali berasal dari sumber fosil. Tingginya konsumsi energi ini berkontribusi pada emisi gas rumah kaca, memperburuk perubahan iklim dan menciptakan masalah limbah elektronik akibat perangkat keras penambangan yang cepat usang. Diskusi tentang solusi, seperti transisi ke mekanisme konsensus lebih ramah lingkungan seperti *Proof-of-Stake*, sedang berlangsung dalam komunitas komunitas *blockchain* [12], [13].

*Bitcoin* telah mengubah cara kita melihat uang dan sistem keuangan, menawarkan alternatif yang lebih inklusif dan efisien. Dengan adopsi teknologi yang terus berkembang, peran *Bitcoin* dalam ekosistem keuangan global diperkirakan akan semakin penting di masa depan. *Bitcoin* adalah teknologi revolusioner dengan potensi besar untuk mengubah cara kita bertransaksi dan berinvestasi, meskipun masih ada tantangan yang harus diatasi untuk keberlanjutan jangka panjang.

### 2.3 Cara Kerja Ethereum

Posisi unik *Ethereum* dalam evolusi teknologi *blockchain* dibentuk oleh salah satu pendirinya, Vitalik Buterin, yang terinspirasi oleh *Bitcoin* berkat dorongan dari ayahnya. Setelah mendalami *Bitcoin*, Buterin mulai menulis artikel dan mendirikan *Bitcoin Magazine* dengan seorang kolega. Namun, ia melihat potensi yang lebih besar untuk *Bitcoin* jika bisa digunakan lebih dari sekadar pertukaran mata uang.

Buterin membayangkan *Bitcoin* sebagai pengganti bank, namun ia kemudian berpikir bahwa *Bitcoin* bisa diperluas untuk melakukan pemrosesan yang lebih kompleks. Untuk menggambarkan ide ini, ia mengilustrasikan bahwa bank sebenarnya adalah komputer dengan beberapa instruksi dasar, seperti menyetor, menarik, dan mengirim uang. Namun, ia membayangkan jika kita bisa memberi bank instruksi yang lebih spesifik, seperti membatasi

jumlah penarikan atau membuat akun bersama dengan aturan yang lebih kompleks. Misalnya, sebuah bisnis bisa otomatis mendistribusikan pendapatan kepada para pemiliknya sesuai dengan aturan tertentu, tanpa melibatkan proses hukum atau administrasi yang rumit.

Ide Buterin ini bertujuan untuk menciptakan sistem yang lebih fleksibel dan otomatis melalui *smart contracts* (kontrak pintar), yang sulit diwujudkan dengan sistem perbankan tradisional. Meski ide ini tidak didukung oleh pengembang *Bitcoin* lainnya, Buterin memutuskan untuk memulai proyek sendiri dan mengembangkan *Ethereum* pada tahun 2015. *Ethereum* diluncurkan untuk mengatasi keterbatasan *Bitcoin*, dengan mata uangnya sendiri yang disebut *Ether* (ETH), namun dengan kemampuan lebih luas untuk menjalankan instruksi atau kode otomatis, bukan hanya transaksi keuangan. Dengan demikian, *Ethereum* diciptakan untuk menjadi platform yang memungkinkan pembuatan kontrak pintar dan aplikasi desentralisasi, yang jauh lebih kompleks dan fleksibel daripada *Bitcoin* [14]

*Ethereum* memperkenalkan konsep kontrak pintar, sebuah program komputer yang secara otomatis mengeksekusi, mengontrol, atau mendokumentasikan peristiwa dan tindakan sesuai dengan ketentuan kontrak yang telah diprogram, tanpa memerlukan perantara., memperluas penggunaan *blockchain* di luar sekadar transaksi mata uang. *Ethereum* juga berfungsi sebagai platform terbuka untuk pengembangan aplikasi terdesentralisasi (Dapps), memungkinkan berbagai inovasi dalam sektor keuangan, penyimpanan data, dan organisasi otonom terdesentralisasi (DAO).

*Ethereum* menggunakan bahasa pemrograman *Solidity* yang memungkinkan pengembang untuk menulis kontrak pintar dengan logika yang kompleks dan beragam. Inilah yang memungkinkan pembuatan aplikasi yang dapat melakukan berbagai fungsi, dari transaksi sederhana hingga sistem yang lebih rumit seperti organisasi otonom terdesentralisasi (DAO). *Ethereum* beroperasi di jaringan *peer-to-peer*, di mana setiap *node* menyimpan salinan *blockchain*, meningkatkan keamanan dan ketahanan terhadap serangan. Kontrak pintar dieksekusi secara otomatis berdasarkan kode yang telah ditulis, mengurangi kebutuhan akan pihak ketiga dan meminimalkan risiko penipuan atau manipulasi. *Ethereum* memungkinkan berbagai Dapps dan kontrak pintar untuk berinteraksi satu sama lain, menciptakan ekosistem yang saling terhubung. Fitur ini mendukung pengembangan protokol baru dan inovasi di berbagai sektor, seperti keuangan terdesentralisasi (DeFi), token *non-fungible* (NFT), dan sistem identitas digital.

*Ethereum* menggunakan sistem "gas" untuk mengukur biaya komputasi yang diperlukan untuk mengeksekusi kontrak pintar, memberikan insentif bagi penambang dan menjaga jaringan tetap efisien. Kontrak pintar dapat digunakan untuk berbagai aplikasi, termasuk:

1. Keuangan: Mengelola transaksi, pinjaman, dan derivatif keuangan.
2. Identitas dan Reputasi: Membangun sistem identitas digital dan reputasi yang terdesentralisasi.
3. Penyimpanan Data: Mengatur penyimpanan file secara terdesentralisasi, seperti dalam sistem mirip *Dropbox*

Pengguna dapat mengatur jumlah gas yang ingin mereka bayar, namun hal ini mempengaruhi kecepatan dan biaya transaksi.

*Ethereum* terus berinovasi dengan pembaruan seperti *Ethereum 2.0*, yang berfokus pada peningkatan skalabilitas, keamanan, dan efisiensi energi melalui transisi dari *proof-of-work* (PoW) ke *proof-of-stake* (PoS). *Ethereum* terus berinovasi dengan pembaruan seperti *Ethereum*



2.0, yang berfokus pada peningkatan skalabilitas, keamanan, dan efisiensi energi melalui transisi dari *proof-of-work* (PoW) ke *proof-of-stake* (PoS).

Berikut merupakan pengaplikasian *Ethereum* dalam berbagai industri:

1. Keuangan dan Perbankan: *Ethereum* digunakan untuk menciptakan aplikasi keuangan terdesentralisasi (DeFi) seperti pinjaman, pertukaran aset, dan derivatif, memungkinkan pengguna untuk mengakses layanan keuangan tanpa perantara tradisional.
2. Rantai Pasokan: Dalam industri rantai pasokan, *Ethereum* membantu meningkatkan transparansi dan efisiensi dengan melacak produk dari produsen ke konsumen, memastikan keaslian dan mengurangi penipuan.
3. Kesehatan: *Ethereum* dapat digunakan untuk menyimpan dan mengelola data medis secara aman dan terdesentralisasi, memungkinkan pasien untuk memiliki kontrol lebih besar atas informasi kesehatan mereka dan memfasilitasi berbagi data antar penyedia layanan kesehatan.
4. Hiburan dan Media: Dalam industri hiburan, *Ethereum* mendukung platform untuk distribusi konten digital, memungkinkan pencipta untuk mendapatkan imbalan langsung dari audiens tanpa perantara, serta menciptakan token *non-fungible* (NFT) untuk karya seni dan barang koleksi.

*Ethereum* juga memberikan tingkat fleksibilitas yang lebih tinggi karena dirancang untuk mendukung *smart contract*, yang memungkinkan transaksi dapat dijalankan secara otomatis berdasarkan kondisi tertentu. Akan tetapi, kemampuan ini juga dapat membuka potensi risiko, seperti pemanfaatan celah keamanan dalam kode *smart contract*. Di sisi lain, *Bitcoin* lebih berfokus pada aspek keamanan dan desentralisasi, dengan penekanan pada stabilitas serta perlindungan dari serangan, menjadikannya pilihan investasi yang lebih aman [15].

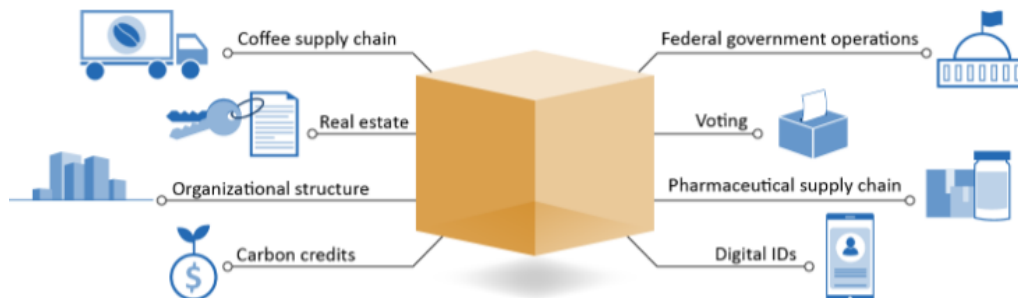
### 3 HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Kasus Penggunaan Utama Blockchain

*Blockchain* memiliki potensi besar dalam merevolusi beragam sektor industri. Dari keuangan hingga pendidikan, teknologi ini menawarkan transparansi, keamanan, dan efisiensi yang memungkinkan pertukaran data yang aman dan terdistribusi, sehingga bisa mengurangi ketergantungan pada perantara dalam transaksi digital. Beberapa aplikasi utama *blockchain* yang berhasil diimplementasikan di berbagai sektor industri mencakup [16], [17], [18]:

1. Dalam sektor keuangan, *blockchain* telah diadopsi dalam keuangan melalui teknologi seperti *stablecoins* dan pinjaman terdesentralisasi (DeFi). Sistem ini memfasilitasi transaksi yang cepat dan aman tanpa memerlukan perantara bank, serta menawarkan lebih banyak transparansi dalam pengelolaan aset digital. Selain itu, teknologi *blockchain* juga digunakan untuk manajemen aset dan transaksi otomatis dalam bursa efek dan sistem perbankan, yang dapat memangkas biaya operasional dan meningkatkan akurasi.
2. Dalam sektor kesehatan, *blockchain* membantu mengamankan catatan medis dan memastikan data pasien terdistribusi dengan aman dan terdesentralisasi. Ini memudahkan pasien untuk mengontrol akses ke data mereka dan dapat mengurangi biaya melalui transparansi dalam proses layanan kesehatan. Sebagai contoh, sektor farmasi di China dan India telah mengadopsi *blockchain* untuk memastikan keamanan produk dari produksi hingga distribusi.

3. Di sektor logistik dan rantai pasok, *blockchain* menciptakan sumber data tunggal yang dapat dilacak secara *real-time*, mengurangi risiko manipulasi dan meningkatkan transparansi. Perusahaan besar seperti DHL dan *Oracle* menggunakan teknologi ini untuk meningkatkan visibilitas dan efisiensi proses pengiriman. *Blockchain* juga memungkinkan pelacakan otomatis yang membantu mengurangi kerugian dan meningkatkan kecepatan operasi logistik.



Gambar 1. Penggunaan *Blockchain*

Penerapan *blockchain* memberikan dampak transformatif bagi industri-industri tersebut, meningkatkan efisiensi, keamanan, dan transparansi. Meski potensinya besar, *blockchain* menghadapi tantangan dalam skala besar, termasuk regulasi yang belum sepenuhnya mendukung adopsi di berbagai negara serta isu interoperabilitas di antara sistem *blockchain* yang berbeda. Dalam beberapa kasus, masalah keamanan juga masih menjadi perhatian, terutama ketika melibatkan jaringan publik yang terbuka untuk umum. Secara keseluruhan, dampak transformasional *blockchain* dalam berbagai industri sangat besar, dengan aplikasi yang terus berkembang dan inovasi yang memperkuat posisinya sebagai teknologi masa depan yang aman, transparan, dan efisien [17].

Teknologi *blockchain* memiliki potensi yang besar, namun adopsinya sering terhambat oleh tantangan skalabilitas dan regulasi. Dengan meningkatnya transaksi dan data, *blockchain* kadang menghadapi kesulitan dalam penanganan yang efisien, yang menghambat penyebarannya. Selain itu, ketidakjelasan regulasi menimbulkan kebingungan bagi organisasi dan keraguan bagi investor. Namun, terdapat solusi yang dapat diandalkan. Inovasi terbaru dalam *blockchain* berfokus pada pengembangan sistem yang mampu menangani lebih banyak transaksi tanpa mengorbankan kecepatan dan keamanan. Kolaborasi antara pelaku industri, pembuat kebijakan, dan pakar teknologi juga penting untuk menciptakan regulasi yang mendukung inovasi sambil melindungi kepentingan publik. Dengan demikian, *blockchain* dapat mewujudkan potensinya sebagai kekuatan transformasional di berbagai industri [19].

Namun, dampak sosial dari teknologi ini juga perlu diperhatikan. Kehilangan kepercayaan masyarakat dapat terjadi akibat penipuan investasi kripto, yang tidak hanya merusak persepsi publik terhadap *blockchain*, tetapi juga menimbulkan dampak pada hubungan sosial. Kehilangan dana yang signifikan akibat penipuan sering kali mengakibatkan konflik dalam hubungan pribadi, termasuk dengan teman dan keluarga, sehingga menambah beban emosional bagi para korban.

Dari segi ekonomi, penipuan kripto dapat menyebabkan penurunan minat dan investasi dalam industri kripto dan teknologi *blockchain* secara keseluruhan. Kejadian penipuan yang besar juga berpotensi mengurangi aktivitas ekonomi di sektor terkait, yang pada gilirannya mempengaruhi layanan-layanan yang bergantung pada transaksi dan investasi kripto.

Penurunan ini tidak hanya menghambat pertumbuhan industri terkait tetapi juga dapat menimbulkan dampak berantai pada ekonomi yang lebih luas, menghalangi potensi inovasi dan pengembangan yang ditawarkan oleh teknologi *blockchain* [20].

### 3.2 Aplikasi Terdesentralisasi – DApps

*Decentralized Applications*, atau biasa disebut DApps, merupakan bentuk arsitektur perangkat lunak yang memanfaatkan teknologi *blockchain*. Dengan menggunakan DApps, berbagai sektor kini memiliki akses untuk mencatat dan mengelola aset secara aman di dalam jaringan bisnis. Aset yang dicatat ini bisa beragam, mulai dari benda fisik seperti properti, kendaraan, hingga uang, sampai ke aset non-fisik seperti kekayaan intelektual—termasuk paten, hak cipta, dan merek dagang. Yang menarik dari teknologi DApps adalah kemampuannya untuk melacak dan memperdagangkan hampir semua objek yang memiliki nilai melalui jaringan *blockchain*. Ini membuka peluang besar bagi banyak sektor untuk memanfaatkan teknologi *blockchain*, khususnya dalam aspek keamanan dan efisiensi pertukaran aset [21].

Aplikasi terdesentralisasi (DApps) adalah perangkat lunak yang berjalan di jaringan terdesentralisasi, seringkali menggunakan teknologi *blockchain*. Tidak seperti aplikasi tradisional yang tergantung pada server pusat, DApps dijalankan pada jaringan *node* yang tersebar, memungkinkan transparansi, keamanan, dan integritas data yang lebih tinggi. Salah satu fitur kunci dari DApps adalah *smart contract*, yaitu kode otomatis yang disimpan di *blockchain* dan dirancang untuk menegakkan aturan-aturan tertentu tanpa perlu perantara, sehingga membuat proses menjadi lebih efisien dan andal [22]. Berbagai jenis arsitektur DApp memberikan fleksibilitas dalam pengembangan dan implementasi [23]:

1. Klien Asli sebagai DApp: Pengguna menjalankan klien seperti *Bitcoin Wallet* untuk transaksi langsung. Sifatnya spesifik, dengan *blockchain* yang terbatas pada fungsi tertentu seperti pembayaran.
2. *Smart Contract* sebagai DApp: Memungkinkan lebih banyak fleksibilitas, di mana pengembang dapat membangun DApps di *blockchain* seperti *Ethereum* tanpa membuat *blockchain* baru.
3. *Web & Kontrak* sebagai DApp: Pengembang menyediakan antarmuka web, seperti pada *Compound* atau *Uniswap*, yang lebih memudahkan pengguna tetapi bisa menimbulkan sentralisasi.
4. DApp Sepenuhnya Terdesentralisasi: Menggunakan *Ethereum*, *Swarm*, dan *Whisper*, menghapus kebutuhan server dan memungkinkan penyimpanan sepenuhnya terdesentralisasi, contohnya *TornadoCash*.

Platform DApp beragam, seperti *Ethereum* dan *EOS*, yang berbeda dari aplikasi tradisional karena tak terpusat. Ada situs pasar DApp untuk mencatat dan mendistribusikan informasi, seperti *StateOfTheDApps* dan *DAppRadar*, dengan ribuan aplikasi yang diarsipkan dalam berbagai kategori. Contohnya, *DeFi* untuk keuangan memungkinkan transaksi tanpa perantara. Ada pula *GameFi*, yang menggabungkan game dan keuangan, serta *NFT* dan DApp berbasis penyimpanan data untuk bukti asal. Jenis-jenis DApp ini menghadirkan inovasi besar namun juga tantangan unik seperti keamanan dan efisiensi.

Masalah-masalah DApps dapat dirangkum dalam tiga area utama: ekonomi, keamanan, dan kinerja:

1. Ekonomi: Tantangan ekonomi DApps mencakup kebijakan insentif untuk menarik pengguna, evaluasi risiko untuk memitigasi ancaman seperti volatilitas pasar, efek dari tindakan penambang seperti MEV, dan tantangan regulasi ekonomi yang berkaitan dengan privasi dan transparansi transaksi.
2. Keamanan: Karena DApps melibatkan aset kripto, mereka rentan terhadap serangan dan kerentanan pada lapisan *web*, *smart contract*, dan *blockchain*. Upaya untuk meningkatkan keamanan melibatkan penggunaan alat verifikasi, deteksi *bug*, dan modifikasi mekanisme *blockchain*.
3. Kinerja: Tantangan kinerja di DApps meliputi isu skala dan efisiensi yang belum stabil.

### 3.3 Teknologi Blockchain: Masalah Keamanan dan Privasi

Masalah keamanan dalam *blockchain*, meskipun sering dianggap aman, meliputi beberapa risiko signifikan. Pertama, sistem ini rentan terhadap serangan seperti 51% *attack* dan *double-spending*. Selain itu, ketergantungan pada teknologi berarti bahwa malfungsi dapat memengaruhi data dan transaksi, menambah lapisan risiko. Terakhir, keterbatasan skalabilitas dalam kapasitas pemrosesan transaksi menjadi tantangan, terutama saat menerapkan transformasi digital yang besar dan kompleks. Semua faktor ini menunjukkan bahwa meskipun *blockchain* menjanjikan, tetap ada tantangan yang perlu diatasi untuk menjamin keamanannya [24].

Masalah keamanan dalam sistem *blockchain* mencakup perlindungan transaksi dari berbagai ancaman, baik yang bersifat internal maupun eksternal, serta ancaman yang tidak disengaja. Beberapa tantangan utama termasuk pengelolaan kunci privat, kerentanan pada algoritma tanda tangan, serta potensi masalah dalam kontrak pintar dan aplikasi terdesentralisasi. pentingnya mengintegrasikan arsitektur keamanan yang ada dengan aplikasi berbasis *blockchain* untuk mengatasi tantangan ini dan meningkatkan perlindungan terhadap serangan [25].

Meskipun *blockchain* menawarkan tingkat keamanan yang lebih tinggi, tetap ada risiko serangan siber dan kerentanan yang perlu diwaspadai. Keterbatasan dalam hal skalabilitas dan kecepatan transaksi dapat menjadi hambatan dalam penerapan teknologi ini secara luas di industri *fin-tech*. Selain itu, adanya regulasi yang jelas sangat penting untuk melindungi pengguna dan menjaga integritas sistem *blockchain* dalam konteks keuangan, sehingga semua pihak merasa aman saat bertransaksi dan menggunakan teknologi ini [26].

Ketika *blockchain* diterapkan dalam rantai pasokan, muncul kekhawatiran mengenai eksposur data sensitif yang dapat menghalangi adopsi teknologi ini oleh para pelaku pasar. Untuk mengatasi masalah ini, penggunaan teknik kriptografi seperti *Zero-Knowledge Proofs* dan *Merkle Trees*. Teknologi ini dapat meningkatkan privasi sambil memberikan akses data yang terkontrol, menciptakan keseimbangan antara transparansi dan kerahasiaan. Selain itu, pengembangan mekanisme yang efektif untuk mengelola akses terhadap data sensitif juga sangat diperlukan agar kebutuhan semua pemangku kepentingan dapat terpenuhi [27][27].

Teknologi *blockchain* memiliki potensi besar untuk meningkatkan keamanan data melalui sistem yang terdesentralisasi dan transparan. Dengan memanfaatkan inovasi seperti komputasi kognitif dan kecerdasan buatan, diharapkan efektivitas penerapan *blockchain* dalam layanan bisnis dapat meningkat. Namun, penelitian lebih lanjut diperlukan untuk memahami

variabel teknis, organisasi, dan faktor manusia yang memengaruhi implementasi teknologi ini secara optimal [28].

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

Potensi *Blockchain* dalam Sektor Energi menawarkan peluang besar untuk inovasi dalam sektor energi. Teknologi ini dapat menyediakan solusi yang lebih transparan dan efisien dalam pengelolaan data serta transaksi. Dengan kemampuan untuk menyimpan informasi secara aman, tidak dapat diubah, dan transparan, *blockchain* dapat diandalkan untuk berbagai kebutuhan di bidang energi. Penerapan teknologi ini dalam distribusi energi dapat membantu dalam pengelolaan transaksi secara desentralisasi, sehingga mengurangi ketergantungan pada perantara.

Setelah mengidentifikasi potensi signifikan dari teknologi *blockchain* dalam sektor energi, selanjutnya penting untuk mengeksplorasi bagaimana teknologi ini dapat merevolusi pengelolaan energi. Oleh karena itu, mari kita telaah beberapa aspek kunci terkait penerapan *blockchain*, termasuk peluang yang dapat meningkatkan efisiensi dan transparansi. Selain itu, perlu juga untuk mempertimbangkan tantangan yang mungkin timbul dalam proses integrasi teknologi ini ke dalam sistem energi yang ada saat ini [29].

#### 1. Wawasan tentang Bagaimana *Blockchain* Dapat Merevolusi Sektor Energi

*Blockchain* berpotensi mengubah cara pengelolaan dan distribusi energi. Dengan adanya sistem transaksi *peer-to-peer* (P2P), para produsen energi, seperti rumah tangga yang memiliki panel surya, dapat langsung menjual kelebihan energi mereka kepada konsumen lain tanpa perlu melalui perantara. Hal ini tidak hanya meningkatkan efisiensi tetapi juga memberikan lebih banyak kontrol kepada konsumen.

#### 2. Diskusi Peluang untuk Peningkatan Efisiensi dan Transparansi

Teknologi *blockchain* memungkinkan pencatatan setiap transaksi energi secara permanen dan transparan. Ini memungkinkan semua pihak dalam rantai pasokan energi untuk melacak asal-usul dan pergerakan energi dengan akurasi tinggi. Dengan demikian, efisiensi dalam pengelolaan energi dapat ditingkatkan melalui pengurangan biaya administrasi, percepatan proses transaksi, dan minimnya gangguan.

#### 3. Kajian Tantangan dalam Mengintegrasikan *Blockchain* dengan Sistem Energi

Meski memiliki banyak potensi, penerapan *blockchain* juga menghadapi sejumlah tantangan. Penyesuaian infrastruktur sangat diperlukan dan memerlukan investasi yang signifikan untuk menyediakan perangkat keras dan perangkat lunak yang sesuai. Selain itu, ada juga masalah skalabilitas, di mana sistem harus mampu menangani volume transaksi yang tinggi tanpa mengorbankan kecepatan dan biaya. Belum adanya regulasi dan kepatuhan hukum yang jelas juga menjadi kendala dalam penerapan teknologi ini di sektor energi.

### 3.5 Membangun Kembali Pemerintahan dan Demokrasi

Di era digital yang semakin maju saat ini, teknologi *blockchain* muncul sebagai inovasi yang menjanjikan untuk mentransformasi berbagai sektor, termasuk pemerintahan. Potensi dari teknologi ini terletak pada kemampuannya untuk meningkatkan transparansi, akuntabilitas, dan

kepercayaan dalam proses pemerintahan. Dengan sifatnya yang terdesentralisasi dan keamanannya yang tinggi, *blockchain* dapat digunakan untuk menyimpan data yang tidak dapat diubah, sehingga memberikan jaminan lebih dalam konteks demokrasi dan pengambilan keputusan [28]. Oleh karena itu, sangat penting untuk mengeksplorasi bagaimana penggunaan *blockchain* dapat memperkuat kepercayaan masyarakat terhadap institusi pemerintah, serta menganalisis aplikasi nyata dan proyek percontohan yang telah diterapkan dalam pemerintahan.

#### 1. Diskusi Penggunaan *Blockchain* untuk Meningkatkan Transparansi dan Kepercayaan dalam Proses Demokrasi

*Blockchain* berpotensi memainkan peran krusial dalam meningkatkan transparansi di berbagai aspek pemerintahan, seperti pemilihan umum, pengelolaan anggaran, dan pelayanan publik. Dengan memanfaatkan sistem yang terdesentralisasi, setiap transaksi atau keputusan yang diambil dapat dicatat secara permanen dan dapat diakses oleh publik, sehingga mengurangi kemungkinan penyalahgunaan wewenang dan praktik korupsi. Selain itu, penerapan teknologi ini dapat menumbuhkan kepercayaan masyarakat bahwa proses demokrasi berlangsung secara adil dan transparan. Misalnya, penggunaan *blockchain* dalam pemungutan suara elektronik dapat memastikan bahwa setiap suara dihitung dengan akurat dan tidak bisa dimanipulasi [28].

#### 2. Analisis Aplikasi Nyata dan Proyek Percontohan dalam Pemerintahan

Beberapa negara telah mulai mengimplementasikan teknologi *blockchain* dalam sistem pemerintahan mereka. Salah satu contohnya adalah proyek percontohan di *Estonia* yang menggunakan *blockchain* untuk identitas digital, pengelolaan dokumen, dan *e-voting*. Proyek-proyek ini menunjukkan bagaimana teknologi ini dapat mempercepat layanan publik dan meningkatkan efisiensi administrasi pemerintah. Negara lain juga mulai menjajaki penggunaan *blockchain* untuk memastikan transparansi dalam pengelolaan bantuan sosial dan program-program pemerintah lainnya, yang bertujuan agar bantuan tersebut dapat disalurkan kepada penerima yang tepat.

Penerapan teknologi *blockchain* dalam pemerintahan dan praktik demokrasi menawarkan peluang besar untuk menciptakan sistem yang lebih transparan, akuntabel, dan aman. Dengan memanfaatkan *blockchain*, proses pemilihan dan pengambilan keputusan dapat dilakukan dengan lebih terpercaya, yang pada gilirannya meningkatkan kepercayaan publik terhadap institusi pemerintah. Selain itu, teknologi ini dapat memfasilitasi peningkatan partisipasi masyarakat dalam proses demokrasi, sekaligus mengurangi risiko kecurangan dan penyalahgunaan kekuasaan. Dengan demikian, *blockchain* berpotensi menjadi pondasi yang kuat untuk membangun kembali sistem pemerintahan dan demokrasi yang lebih kokoh dan partisipatif, sejalan dengan kebutuhan masyarakat modern akan integritas dan keadilan dalam pengelolaan urusan publik [30].

#### 4. KESIMPULAN

Sebagai kesimpulan, teknologi *blockchain* telah menjadi terobosan signifikan dalam pengelolaan data, transparansi, dan efisiensi di berbagai sektor. Dengan mendesentralisasi dan mengamankan data, *blockchain* meningkatkan kepercayaan dan kolaborasi di antara pemangku

kepentingan, menyelesaikan masalah transparansi dan ketertelusuran. Sebagai "mesin kebenaran," teknologi ini tidak hanya mengurangi penyimpangan bisnis tetapi juga memungkinkan integrasi yang lancar dengan teknologi lain seperti *IoT* dan *smart contracts*, sehingga meningkatkan efisiensi dan transparansi transaksi.

Namun, meskipun potensi transformatifnya besar, *blockchain* menghadapi tantangan dalam hal skalabilitas dan kepatuhan terhadap regulasi. Keterbatasan dalam jumlah transaksi yang dapat diproses secara efektif dan tuntutan untuk mematuhi regulasi privasi data menjadi hambatan signifikan. Untuk mengatasi tantangan ini, diperlukan solusi inovatif seperti teknologi peningkatan privasi dan pendekatan teknik seperti *layer-2* dan *sharding*, yang dapat memperluas kegunaan *blockchain* sambil menjaga nilai dasarnya.

Keberhasilan adopsi *blockchain* sangat bergantung pada kolaborasi antara pengembang dan pembuat kebijakan untuk menciptakan kerangka kerja yang aman, efektif, dan sesuai hukum. Usaha bersama ini penting untuk memanfaatkan potensi penuh *blockchain* sebagai teknologi revolusioner yang menjanjikan untuk merombak industri dengan meningkatkan keamanan, mengurangi biaya, dan meningkatkan kepercayaan pemangku kepentingan.

Dengan demikian, inovasi berkelanjutan dan kolaborasi yang erat antara para pihak terkait sangat diperlukan untuk mengatasi hambatan yang ada dan mewujudkan potensi penuh teknologi *blockchain* dalam berbagai aspek kehidupan dan bisnis. Melalui pendekatan ini, *blockchain* dapat benar-benar menjadi fondasi yang kuat untuk masa depan digital yang lebih transparan dan efisien.

## REFERENSI

- [1] D. Apriani, N. N. Azizah, N. Ramadhona, and D. A. R. Kusumawardhani, "Optimasi Transparansi Data dalam Rantai Pasokan melalui Integrasi Teknologi Blockchain," *Jurnal MENTARI: Manajemen Pendidikan dan Teknologi Informasi*, vol. 2, no. 1, pp. 1–10, 2023, doi: 10.34306/mentari.v2i1.326.
- [2] R. M. Djati and T. I. D. W. P. Dewi, "Regulasi Metode Pembayaran Dengan Mata Uang Kripto (Cryptocurrency) Dalam Transaksi Bisnis Internasional," *Ethics and Law Journal: Business and Notary (ELJBN)*, vol. 2, no. 2, pp. 91–106, 2024, [Online]. Available: <http://journals.ldpb.org/index.php/eljbn>
- [3] S. S. Mohammed Abdul, "Navigating Blockchain's Twin Challenges: Scalability and Regulatory Compliance," *Blockchains*, vol. 2, no. 3, pp. 265–298, Jul. 2024, doi: 10.3390/blockchains2030013.
- [4] T. K. Agrawal, J. Angelis, W. A. Khilji, R. Kalaiarasan, and M. Wiktorsson, "Demonstration of a blockchain-based framework using smart contracts for supply chain collaboration," *Int J Prod Res*, vol. 61, no. 5, pp. 1497–1516, 2023, doi: 10.1080/00207543.2022.2039413.
- [5] A. Ramadhani, D. Aprilia Ananda, and Z. Azmi, "Teknologi Blockchain dan Sistem Akuntansi: Potensi dan Tantangan," *Indonesian Journal of Economics*, vol. 1, no. 1, pp. 37–48, 2024.
- [6] R. Setianingsih and M. I. P. Nasution, "Analisis Teknologi Blockchain Berperan dalam Meningkatkan Keamanan dan Data Privasi di Sektor Keuangan Terhadap Implementasi," *Jurnal Ilmiah Nusantara (JINU)*, vol. 1, no. 4, pp. 588–596, 2024, doi: 10.61722/jinu.v1i4.1841.
- [7] S. Lin, "Proof of Work vs. Proof of Stake in Cryptocurrency," *Highlights in Science, Engineering and Technology CMLAI*, vol. 39, pp. 953–961, 2023, doi: <https://doi.org/10.54097/hset.v39i.6683>.

- [8] S. I. Novisari, "Kajian Kritis Dampak Teknologi Blockchain Dalam Bidang Audit Di Era Revolusi Industri 4.0," *Digital Repository Universitas Jember*, p. 90, 2020.
- [9] Wasriyono, D. Apriliasari, and Bayu Ajie Putra Seno, "Inovasi Pemanfaatan Blockchain dalam Meningkatkan Keamanan Kekayaan Intelektual Pendidikan," *Jurnal MENTARI: Manajemen, Pendidikan dan Teknologi Informasi*, vol. 1, no. 1, pp. 68–76, 2022, doi: 10.34306/mentari.v1i1.142.
- [10] H. Lakkis and H. Issa, "Understanding Blockchain Technology," *International Journal of Technology and Human Interaction*, vol. 18, no. 1, pp. 1–14, 2022, doi: 10.4018/ijthi.297617.
- [11] S. Zhang and J. H. Lee, "Analysis of the main consensus protocols of blockchain," *ICT Express*, vol. 6, no. 2, pp. 93–97, 2020, doi: 10.1016/j.icte.2019.08.001.
- [12] K. John, M. O'Hara, and F. Saleh, "Bitcoin and beyond," *Annual Review of Financial Economics*, vol. 14, pp. 95–115, 2022, doi: 10.1146/annurev-financial-111620-011240.
- [13] L. Badea and M. C. Mungiu-Pupazan, "The Economic and Environmental Impact of Bitcoin," *IEEE Access*, vol. 9, pp. 48091–48104, 2021, doi: 10.1109/ACCESS.2021.3068636.
- [14] M. Yano, C. Dai, K. Masuda, and Y. Kishimoto, *Correction to: Blockchain and Crypto Currency*. 2020. doi: 10.1007/978-981-15-3376-1\_9.
- [15] A. W. Baharani, Z. Apriza, N. A. Mutmaina, and T. Sutabri, "Perbandingan Kinerja Mata Uang Kripto Utama: Bitcoin vs Ethereum," *IJM: Indonesian Journal of Multidisciplinary*, vol. 2, no. 1, pp. 138–145, 2024, [Online]. Available: <https://journal.csspublishing/index.php/ijm>
- [16] "United States Government Accountability Office Report to Congressional Requesters Blockchain Emerging Technology Offers Benefits for Some Applications but Faces Challenges," 2022.
- [17] "Blockchain and distributed ledger technologies-Use cases," 2022.
- [18] S. Zebua, H. Haryani, S. Rahayu, and Y. Putri Ayu Sanjaya, "RecChain: Record Catatan Kesehatan Elektronik berdasarkan Teknologi Blockchain," *SEMINAR NASIONAL CORISINDO*, pp. 32–37, 2022.
- [19] A. Muhtadibillah, B. Rawat, and B. M. Sentosa, "Motivasi Organisasi dalam Mengadopsi Teknologi Blockchain: Suatu Tinjauan Literatur dan Analisis Kualitatif," *Jurnal MENTARI: Manajemen Pendidikan dan Teknologi Informasi*, vol. 2, no. 2, pp. 188–196, 2024, [Online]. Available: <https://journal.pandawan.id/mentari/article/view/498>
- [20] R. E. P. R. Palaloi and R. Rahman, "ANALISIS DAN PENCEGAHAN SERANGAN SOSIAL ENGGINERUNG PADA JARINGAN KOMPUTER STUDI KASUS PENIPUAN INVESTASI CRYPTO," *JURNAL RISET SISTEM INFORMASI*, vol. 1, no. 3, pp. 8–16, 2024, doi: 10.69714/8b7xtv35.
- [21] A. Tarigan, "RANCANG BANGUN SISTEM PENERBITAN SERTIFIKAT KOMPETENSI SEBAGAI ASET NON-FUNGIBLE-TOKEN (NFT) BERBASIS BLOCKCHAIN DAN WEB3," *Jurnal Ilmiah Informatika Komputer*, vol. 27, no. 3, pp. 246–257, 2022, doi: 10.35760/ik.2022.v27i3.7787.
- [22] E. Valentino, "Computer Based Information System Journal Perancangan dan Implementasi Sistem Informasi Launchpad Cryptocurrency pada PT. Pintar Media Teknologi," *CBIS JOURNAL*, vol. 12, no. 01, 2024, doi: <https://doi.org/10.33884/cbis.v12i1.8791>.
- [23] P. Zheng, Z. Jiang, J. Wu, and Z. Zheng, "OJ Logo Received XX Month, XXXX; revised XX Month, XXXX; accepted XX Month, XXXX; Date of publication XX Month, XXXX; date of current version XX Month, XXXX. Blockchain-based Decentralized Application: A Survey," *Blockchain-based Decentralized Application: A Survey*, pp. 1–12, 2022, doi: 10.1109/OJIM.2022.1234567.



- [24] 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.
- [25] Z. Munawar, N. Indah Putri, I. Iswanto, and D. Widhiantoro, “ANALISIS KEAMANAN PADA TEKNOLOGI BLOCKCHAIN,” *Infotronik : Jurnal Teknologi Informasi dan Elektronika*, vol. 8, no. 2, p. 67, Dec. 2023, doi: 10.32897/infotronik.2023.8.2.2062.
- [26] I. Ariati and D. Rudianto, “Dampak Blockchain dalam Manajemen Keuangan pada Perusahaan Fintech,” *Dampak Blockchain dalam Manajemen Keuangan pada Perusahaan Fintech*, vol. 13 No 2, pp. 1–1, doi: <https://doi.org/10.52644/joeb.v13i2.1558>.
- [27] D. Apriani *et al.*, “Optimasi Transparansi Data dalam Rantai Pasokan melalui Integrasi Teknologi Blockchain,” vol. 2, no. 1, pp. 1–10, 2023, doi: 10.34306/mentari.v2i1.326.
- [28] A. Arwani and U. Priyadi, “Eksplorasi Peran Teknologi Blockchain dalam Meningkatkan Transparansi dan Akuntabilitas dalam Keuangan Islam: Tinjauan Sistematis,” *JURNAL EKONOMI BISNIS DAN MANAJEMEN*, vol. 2, no. 2, pp. 23–37, Mar. 2024, doi: 10.59024/jise.v2i2.653.
- [29] C. S. Luna, R. M. Chuquen, H. R. Chamorro, V. K. Sood, S. Badsha, and C. Konstantinou, “Blockchain for Distributed Energy Resources Management and Integration,” *IEEE Access*, vol. 10, pp. 68598–68617, 2022, doi: 10.1109/ACCESS.2022.3184704.
- [30] C. Gabriela Pakpahan and T. Qudsi Al-Fahd, “Manifestasi Negara Indonesia Sebagai Negara Kesejahteraan (Welfare State): Penerapan Sistem Electronic Recap (E-Recap) Berbasis Teknologi Blockchain Dalam Pemilu Serentak Indonesia,” *Jurnal Hukum dan HAM Wara Sains*, vol. 02, no. 08, pp. 622–630, 2023.