Jurnal Manajemen & Bisnis
Volume 1, Nomor 2, Tahun 2025
e-ISSN : XXX-XXX-XXX Hal. 50-68
Online : https://ojs.forumkomunikasidosen.org/index.php/PROGRESA

Revolusi Peer-to-Peer: Pemetaan Bibliometrik Sistematis terhadap Lanskap Intelektual Bitcoin

Zacky Naufal Fathurachman[1], Muhammad Irham Abdul Ghani[2], Karel Rizky Trigantara[3], Rayyan Zaki[4], Galang Arildi Nazar[5], Gunardi[6], Linna Ismawati[7]
Universitas Komputer Indonesia[1,2,3,4,5,7], Politeknik Pajajaran ICB Bandung[6]
Email korespondensi: zacky.21222076@mahasiswa.unikom.ac.id[1]

Abstrak

Perkembangan teknologi keuangan berbasis peer-to-peer, blockchain, dan aset kripto seperti Bitcoin telah mendorong meningkatnya jumlah publikasi ilmiah dalam beberapa tahun terakhir. Namun, kajian yang memetakan secara sistematis tren penelitian, tema dominan, serta hubungan antar topik dalam bidang tersebut masih terbatas. Penelitian ini bertujuan untuk memetakan perkembangan literatur ilmiah terkait peer-to-peer, blockchain, dan Bitcoin melalui pendekatan analisis bibliometrik. Metode yang digunakan adalah analisis bibliometrik dengan pendekatan PRISMA dalam proses seleksi artikel. Data diperoleh dari basis data publikasi ilmiah menggunakan kata kunci yang relevan dan dianalisis dengan perangkat lunak VOSviewer untuk memvisualisasikan jaringan kata kunci, penulis, dan klaster tema penelitian. Hasil pemetaan menunjukkan bahwa penelitian didominasi oleh topik blockchain, cryptocurrency, dan sistem transaksi peer-to-peer. Klaster utama penelitian berkaitan dengan keamanan transaksi, sistem desentralisasi, serta implikasi teknologi blockchain terhadap sektor keuangan. Visualisasi jaringan kata kunci menunjukkan keterkaitan yang kuat antara Bitcoin dan teknologi blockchain, serta adanya peningkatan perhatian terhadap aspek regulasi dan adopsi teknologi. Penelitian ini memberikan gambaran komprehensif mengenai perkembangan riset peer-to-peer, blockchain, dan Bitcoin serta menunjukkan adanya pergeseran fokus penelitian dari aspek teknis menuju isu ekonomi dan regulasi. Temuan ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi peneliti selanjutnya dalam mengidentifikasi celah penelitian dan arah pengembangan kajian di bidang teknologi keuangan digital. Penelitian ini mengidentifikasi 35 artikel kunci dan mengungkap gap riset pada integrasi aspek teknis P2P dengan regulasi nasional, yang dapat menjadi panduan bagi pengembangan fintech di Indonesia.

Kata Kunci: *Peer-to-Peer; Blockchain; Bitcoin; Analisis Bibliometrik; PRISMA; VOSviewer*

Abstract

The development of peer-to-peer, blockchain, and cryptocurrency-based financial technology, such as Bitcoin, has led to an increase in the number of scientific publications in recent years. However, studies that systematically map research trends, dominant themes, and relationships between topics in this field are still limited. This study aims to map the development of scientific literature related to peer-to-peer, blockchain, and Bitcoin through a bibliometric analysis approach. The method used is bibliometric analysis with the PRISMA approach in the article selection process. Data were obtained from public scientific publication databases using relevant keywords and analyzed with VOSviewer software to visualize networks of keywords, authors, and research theme clusters. The mapping results show that the research is dominated by the topics of blockchain, cryptocurrency, and peer-to-peer transaction systems. The main research clusters are related to transaction security, decentralized systems, and the implications of blockchain technology for the financial sector. The keyword network visualization shows a strong connection between Bitcoin and blockchain technology, as well as an increasing focus on regulatory aspects and technology adoption. This research provides a comprehensive overview of the development of peer-to-peer, blockchain, and Bitcoin research, and demonstrates a shift in research focus from technical aspects toward economic and regulatory issues. This finding is expected to serve as a reference for future researchers in identifying research gaps and the direction of study development in the field of

digital financial technology. This study identifies 35 key articles and reveals research gaps in the integration of P2P technical aspects with national regulations, which can serve as a guide for fintech development in Indonesia.

Keywords: *Peer-to-Peer; Blockchain; Bitcoin; Bibliometric Analysis; PRISMA; VOSviewer*

Pendahuluan

Sejak diperkenalkan oleh Satoshi Nakamoto pada tahun 2008, Bitcoin dipahami sebagai sistem uang elektronik peer-to-peer murni yang memungkinkan pembayaran online dikirim langsung dari satu pihak ke pihak lain tanpa melalui lembaga keuangan (Nakamoto, 2008). Seiring berkembangnya teknologi buku besar terdistribusi (distributed ledger), konsep ini dipahami secara lebih kompleks dengan mengintegrasikan smart contracts, Internet of Things (IoT), dan aplikasi desentralisasi dalam berbagai sektor (Qamar, 2023; Nam & Choi, 2023). Peran penting teknologi blockchain tidak hanya untuk kepentingan transaksi mata uang kripto secara individu, tetapi berdampak juga pada transformasi infrastruktur keamanan siber, manajemen rantai pasok, hingga sektor pendidikan (Chen et al., 2024; Nouman et al., 2021). Teknologi ini dapat menjadi bentuk infrastruktur dasar masa depan untuk mengelola data dan menjaga integritas sistem agar tetap transparan dan aman (Gupta & Kumar, 2020).

Adopsi teknologi blockchain menjadi bagian penting dalam inovasi teknologi finansial (fintech) karena memungkinkan pelaku ekonomi meningkatkan efisiensi dan keamanan transaksi tanpa perantara (Nam & Choi, 2023). Investasi dalam aset kripto dan pengembangan protokol jaringan menjadi tren riset saat ini karena potensi desentralisasi yang ditawarkan lebih tinggi daripada sistem terpusat konvensional. Seiring dengan perkembangan arsitektur komunikasi jaringan, seperti Information-Centric Networking (ICN), aktivitas pertukaran data dalam blok semakin dioptimalkan untuk mengatasi latensi dan skalabilitas (Zhou et al., 2025). Hal tersebut menjadi pilar penting dalam proses evolusi sistem peer-to-peer, di mana tanpa memandang lokasi geografis, setiap node dapat memiliki kesempatan yang sama untuk berpartisipasi dalam konsensus jaringan (Howell et al., 2023). Namun, akses jaringan yang semakin terbuka dan luas, tidak secara otomatis menjamin ketahanan privasi dan keamanan identitas pengguna dalam bertransaksi.

Perilaku jaringan Bitcoin didefinisikan sebagai kombinasi dari protokol kriptografi dan mekanisme konsensus yang dijalankan oleh node untuk memverifikasi transaksi dan mengamankan ledger dari manipulasi (Alam, 2023). Kesehatan jaringan tercermin dari distribusi node, resistensi terhadap serangan topologi, serta cara memproses propagasi blok, sehingga privasi dan anonimitas menjadi salah satu faktor penting yang membentuk kepercayaan terhadap ekosistem Bitcoin (Franzoni et al., 2022).

Beberapa studi sebelumnya menunjukkan bahwa mekanisme penyembunyian topologi dan protokol pencampuran (mixing services) memiliki pengaruh positif terhadap peningkatan anonimitas pengguna Bitcoin (Fanti et al., 2018; Bao et al., 2022). Secara teknis, penggunaan protokol relai transaksi tertentu juga berpengaruh signifikan dalam memitigasi risiko deananimisasi (Franzoni & Daza, 2022). Namun, hasil ini bertentangan dengan sejumlah penelitian yang menemukan bahwa teknik serangan baru, seperti evicting and filling attack atau analisis motif jaringan hibrida, mampu mengekspos topologi jaringan dan mengaitkan alamat anonim dengan identitas nyata, yang menunjukkan bahwa perlindungan privasi saat ini masih rentan (Yang et al., 2023; Wu et al., 2021; Li et al., 2023).

Perbedaan temuan ini menunjukkan dinamika peran mekanisme keamanan dan privasi di jaringan Bitcoin. Hal ini dipengaruhi oleh vektor serangan baru, sehingga diperlukan pemahaman komprehensif melalui analisis bibliometrik. Oleh karena itu, diperlukan pemahaman yang lebih komprehensif terhadap evolusi konsep blockchain serta arah perkembangan kajiannya dalam literatur ilmiah, sehingga penelitian ini bertujuan untuk menganalisis evolusi lanskap intelektual Bitcoin melalui pendekatan bibliometrik guna memetakan tren penelitian, fokus kajian, dan peluang penelitian di masa mendatang.

Kajian Literatur

Konsep peer-to-peer (P2P) merujuk pada arsitektur jaringan di mana setiap node memiliki kedudukan yang relatif setara dan dapat berperan sekaligus sebagai klien maupun server, sehingga pertukaran data dan nilai dapat berlangsung langsung antar pengguna tanpa server pusat. Dalam konteks *cryptocurrency*, jaringan P2P digunakan untuk mendistribusikan informasi transaksi dan blok secara terdesentralisasi, dengan karakteristik yang dirancang untuk mencapai ketahanan tinggi dan keamanan yang lebih baik dibandingkan paradigma P2P tradisional (Delgado-Segura et al., 2018). Studi mengenai jaringan *Bitcoin* menunjukkan bahwa penyebaran informasi transaksi dan blok dilakukan melalui ribuan node yang saling berhubungan, sehingga konsensus dapat dicapai tanpa otoritas tunggal dan risiko *single point of failure* dapat diminimalkan.

Teknologi *blockchain* pada dasarnya adalah buku besar terdistribusi yang menyimpan catatan transaksi dalam bentuk rangkaian blok yang saling terhubung secara kriptografis, sehingga mempersulit modifikasi data yang sudah tersimpan tanpa persetujuan mayoritas peserta jaringan. Desain ini pertama kali diterapkan secara luas dalam sistem *Bitcoin* sebagai solusi atas masalah *double spending*, dengan memanfaatkan mekanisme *proof-of-work* untuk mengatur penambahan blok baru dan menjaga integritas ledger tanpa lembaga kepercayaan terpusat (Nakamoto, 2008, dalam Kayal & Rohilla, 2021). Seiring perkembangan, konsep *blockchain* berkembang menjadi berbagai varian seperti *public blockchain*, *consortium blockchain*, dan *permissioned blockchain* yang disesuaikan dengan kebutuhan lembaga keuangan, pemerintah, maupun sektor lainnya, misalnya melalui desain arsitektur berlapis dan mekanisme konsensus yang lebih hemat energi dan mudah diaudit.

Bitcoin dalam literatur banyak didefinisikan sebagai mata uang digital terdesentralisasi yang beroperasi di atas jaringan P2P dan memanfaatkan *blockchain* sebagai buku besar publik. Kayal dan Rohilla (2021) meninjau literatur ekonomi dan keuangan dan menyimpulkan bahwa *Bitcoin* perlu dipahami bukan hanya sebagai alat tukar, tetapi juga sebagai aset spekulatif dengan dinamika harga, volatilitas, serta respon terhadap sentimen investor yang kompleks. Kajian bibliometrik lain menunjukkan bahwa penelitian tentang *Bitcoin* berkembang ke dua arus besar, yakni Bitcoin sebagai instrumen investasi dan *Bitcoin* sebagai komponen infrastruktur teknologi keuangan yang lebih luas, termasuk kaitannya dengan perkembangan desentralisasi, kontrak pintar, dan tata kelola jaringan (Kang, 2025). Dalam konteks jaringan, *Bitcoin* juga dikarakterisasi sebagai contoh utama dari "*cryptocurrency P2P networks*" yang memiliki mekanisme khusus untuk mencapai desentralisasi maksimum, sekaligus mengatasi beberapa kelemahan P2P tradisional terkait keandalan dan keamanan distribusi informasi (Delgado-Segura et al., 2018).

Istilah digital *currency* mencakup berbagai bentuk uang yang sepenuhnya direpresentasikan secara digital dan dapat digunakan sebagai alat pembayaran tanpa bentuk fisik. Beberapa penelitian menekankan bahwa penggunaan *digital currency* berbasis *blockchain* memungkinkan sistem perbankan mengelola transaksi secara lebih aman dan transparan, dengan pencatatan transaksi pada ledger terdistribusi yang sulit dimanipulasi dan dapat diakses oleh seluruh partisipan jaringan (Bashir et al., 2023, dalam IJARCCE, 2023). Artikel mengenai "*digital currency banking using blockchain technology*" menegaskan bahwa kombinasi *blockchain* dan jaringan P2P memberi peluang untuk melakukan pembayaran *online* secara langsung antar pihak, tanpa harus selalu melalui lembaga perantara, karena verifikasi transaksi dan pencegahan double spending dapat dilakukan oleh jaringan itu sendiri.

Perkembangan terkini menunjukkan bahwa *digital currency* tidak hanya hadir dalam bentuk mata uang kripto seperti *Bitcoin*, tetapi juga dalam bentuk *Central Bank Digital Currenc*y (CBDC) yang dirancang dan diterbitkan oleh bank sentral. Analisis bibliometrik terhadap literatur CBDC menemukan peningkatan signifikan jumlah publikasi yang membahas desain teknis, implikasi kebijakan moneter, stabilitas sistem keuangan, serta isu privasi dan keamanan yang muncul ketika otoritas moneter memanfaatkan teknologi buku besar terdistribusi untuk menerbitkan versi digital dari uang resmi (Yao & Li, 2021). Pada saat yang sama, kajian literatur mengenai *cryptocurrency* dalam keuangan modern menunjukkan bahwa mata uang kripto dan *digital currency* menjadi bagian penting dari diskursus inovasi keuangan, baik sebagai alternatif instrumen investasi maupun sebagai pemicu perubahan struktural pada sistem pembayaran global (Rejeb et al., 2021).

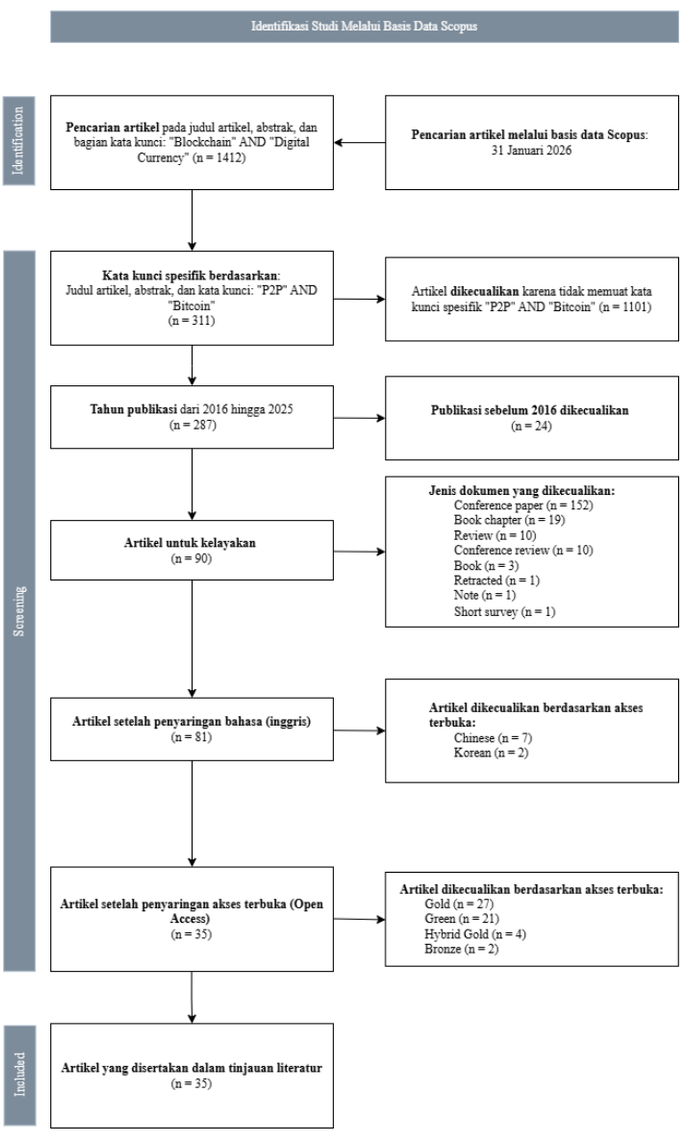
Secara keseluruhan, literatur menunjukkan bahwa integrasi antara arsitektur P2P, teknologi *blockchain*, *Bitcoin*, dan berbagai bentuk *digital currency* membentuk basis konseptual utama bagi transformasi sistem keuangan digital. Jaringan P2P menyediakan infrastruktur distribusi yang tahan gangguan, *blockchain* menjamin integritas dan transparansi data, *Bitcoin* menjadi prototipe penerapan mata uang digital terdesentralisasi, sementara *digital currency* baik swasta maupun resmi

mengilustrasikan bagaimana konsep-konsep tersebut dimanfaatkan untuk merancang sistem pembayaran baru yang lebih efisien dan inklusif (Kayal & Rohilla, 2021).

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pedoman *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA) dalam mengevaluasi artikel-artikel terkait dengan kerangka *Systematic Literature Review* (SLR). Data diperoleh melalui pencarian pada basis data Scopus yang dilakukan pada 31 Januari 2026, kemudian data dianalisis dengan analisis bibliometrik menggunakan perangkat lunak VOSviewer. Penerapan protokol seleksi sistematis dan analisis bibliometrik ini sejalan dengan standar metodologi survei terkini dalam domain cryptocurrency untuk memetakan tren intelektual dan mengidentifikasi kesenjangan penelitian secara objektif (Patel et al., 2022). Tahapan seleksi literatur terdiri atas tahap identifikasi, penyaringan, dan inklusi.

Penelusuran pada identifikasi awal menghasilkan sebanyak 1.412 artikel yang diklasifikasikan berdasarkan judul, abstrak, dan kata kunci artikel dengan menggunakan kata kunci *"Blockchain" AND "Digital Currency"*. Dilanjut pada tahap penyaringan yang dipersempit dengan menambahkan kata kunci yang lebih spesifik, yaitu ***"****P2P" AND "Bitcoin"* dan menghasilkan 311 artikel. Tahap penyaringan selanjutnya berdasarkan tahun publikasi dalam rentang waktu 2016 hingga 2025, sehingga diperoleh sebanyak 287 artikel. Artikel yang tidak sesuai dengan kriteria penelitian, meliputi *conference paper*, *book chapter*, *review*, *conference review*, *book*, *retracted document*, *note*, dan *short survey*, dikeluarkan daftar artikel serta menyisakan 90 artikel yang dinilai layak untuk dianalisis lebih lanjut. Pada tahap penyaringan bahasa, hanya artikel berbahasa Inggris yang dipertahankan sebanyak 81 artikel. Penyaringan berdasarkan akses terbuka *(open access)* menghasilkan 35 artikel, yang kemudian artikel tersebut dimasukkan untuk dianalisis lebih lanjut dalam tinjauan literatur sistematis pada penelitian ini.

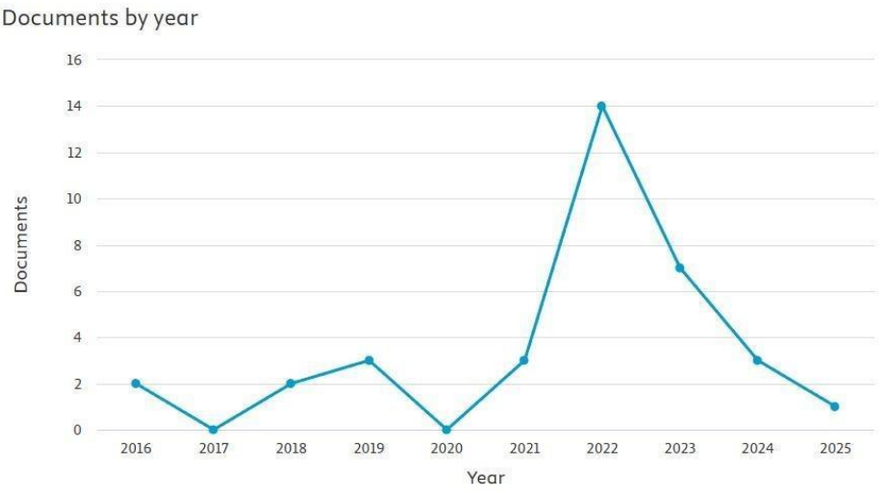


Gambar 1. Diagram PRISMA Proses Seleksi Studi

Hasil dan Pembahasan

A. Analisis Tren Perkembangan Publikasi

Berdasarkan hasil analisis bibliometrik terhadap publikasi yang terindeks dalam basis data Scopus, kajian mengenai topik yang diteliti menunjukkan dinamika perkembangan publikasi dalam periode 2016–2025, sebagaimana divisualisasikan secara rinci pada Gambar 2 berikut ini.



Gambar 2. Tren Analisis Publikasi dalam 10 Tahun

Sebagaimana divisualisasikan pada Gambar 2, evolusi publikasi ilmiah terkait topik ini dalam satu dekade terakhir memperlihatkan dinamika fluktuatif yang membentuk pola menyerupai siklus tren sesaat. Fase awal yang berlangsung sepanjang tahun 2016 hingga 2020 dapat diidentifikasi sebagai tahap inkubasi atau pengenalan topik, di mana produktivitas riset berjalan sangat lambat dan sporadis. Jumlah artikel tahunan pada periode ini bergerak tidak stabil di angka yang sangat rendah, berkisar antara 0 hingga 3 artikel saja, dengan beberapa titik yang menyentuh angka nol. Kondisi stagnan ini mengindikasikan bahwa pada rentang waktu tersebut, topik ini masih berada dalam tahap eksplorasi teoretis yang minim perhatian dan belum dianggap sebagai isu prioritas oleh komunitas akademik global.

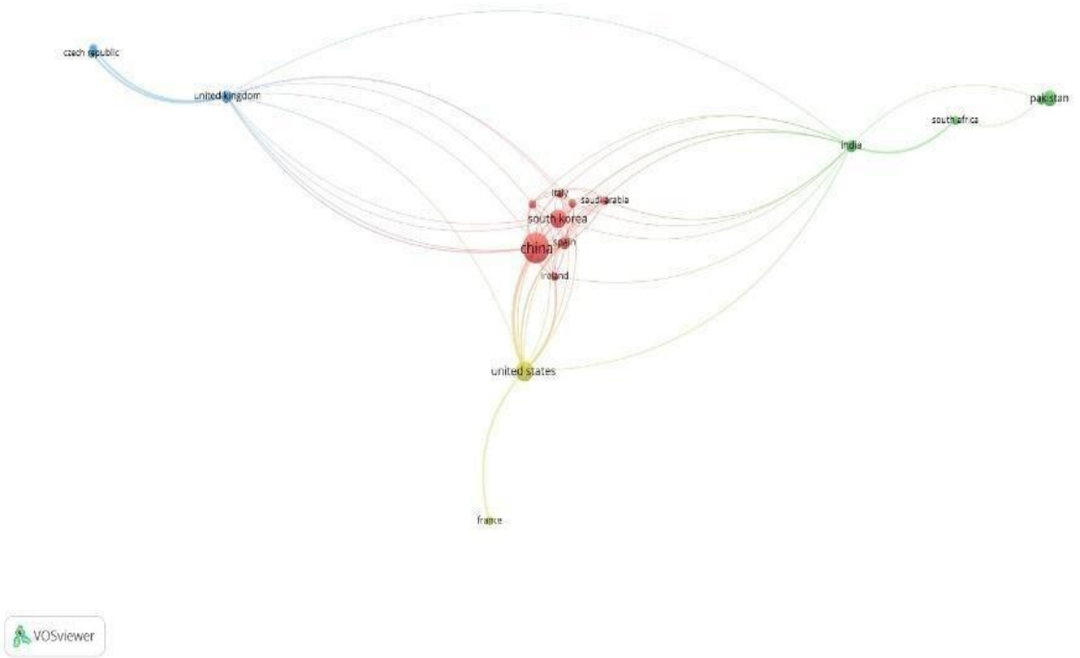
Titik balik yang mengubah peta tren ini terjadi secara signifikan memasuki periode 2021 hingga 2022. Setelah kenaikan moderat pada 2021, terjadi lonjakan eksplosif pada tahun 2022 di mana jumlah publikasi meroket hingga mencapai puncaknya yaitu sebanyak 14 artikel. Tahun 2022 menjadi representasi "masa keemasan" riset pada topik ini, di mana atensi publikasi berada pada level tertingginya dibandingkan tahun-tahun lain.

Momentum kenaikan tersebut ternyata tidak bersifat permanen dan segera memasuki fase koreksi atau normalisasi setelah 2022. Grafik menunjukkan tren penurunan tajam pada tahun 2023 dengan jumlah artikel yang menyusut separuhnya yaitu menjadi 7 artikel dan terus menurun ke 3 artikel pada tahun 2024 atau kembali ke level yang setara dengan periode awal. Data terakhir untuk tahun 2025 yang tercatat sangat rendah (1 artikel) perlu diinterpretasikan dengan kehati-hatian, hal ini kemungkinan besar bukan indikator mutlak hilangnya relevansi topik, melainkan akibat bias keterlambatan pengindeksan data

B. Analisis Lokasi Penelitian

Untuk membedah struktur kolaborasi global dan pola distribusi pengetahuan dalam ranah penelitian Bitcoin, analisis bibliometrik ini diperdalam dengan menggunakan perangkat lunak VOSviewer. Alat visualisasi ini dimanfaatkan untuk membangun peta jaringan bibliometrik dengan fokus spesifik pada analisis antarnegara. Pendekatan ini memungkinkan pemetaan hubungan spasial antara berbagai negara yang berkontribusi dalam literatur ilmiah, di mana ukuran node merepresentasikan volume publikasi, ketebalan garis penghubung merepresentasikan intensitas kolaborasi, dan warna klaster menunjukkan kedekatan kelompok kerja sama riset yang terbentuk secara organik.

Pemetaan geografis ini menjadi sangat krusial mengingat sifat dasar teknologi Bitcoin dan sistem *peer-to-peer* yang terdesentralisasi dan tidak mengenal batas yurisdiksi . Dengan memetakan afiliasi negara para peneliti, kita dapat mengidentifikasi pusat-pusat gravitasi intelektual dunia yang mendominasi diskursus ini. Lebih jauh lagi, analisis ini bertujuan untuk melihat apakah produksi pengetahuan mengenai aset kripto bersifat inklusif secara global atau terkonsentrasi pada hegemoni negara-negara maju semata. Visualisasi jaringan kolaborasi internasional yang dihasilkan dari ekstraksi metadata Scopus disajikan secara komprehensif pada gambar 3 berikut ini.



Gambar 3. Jejaring Kolaborasi Negara

Berdasarkan visualisasi jaringan pada Gambar 3, lanskap penelitian Bitcoin terfragmentasi ke dalam beberapa klaster geopolitik utama yang mencerminkan spesialisasi regional dan kedekatan kolaboratif. China muncul sebagai node paling dominan dalam klaster berwarna merah, dengan ukuran lingkaran terbesar yang mengindikasikan volume kontribusi publikasi tertinggi dibandingkan negara lain. Posisi sentral China ini terhubung erat dengan negara-negara di kawasan Asia dan sekitarnya, seperti Korea Selatan dan Arab Saudi. Dominasi ini kemungkinan besar berkorelasi dengan sejarah awal ekosistem Bitcoin, di mana wilayah ini sempat menjadi pusat aktivitas penambangan dan pengembangan infrastruktur perangkat keras *blockchain* terbesar di dunia sebelum adanya pengetatan regulasi.

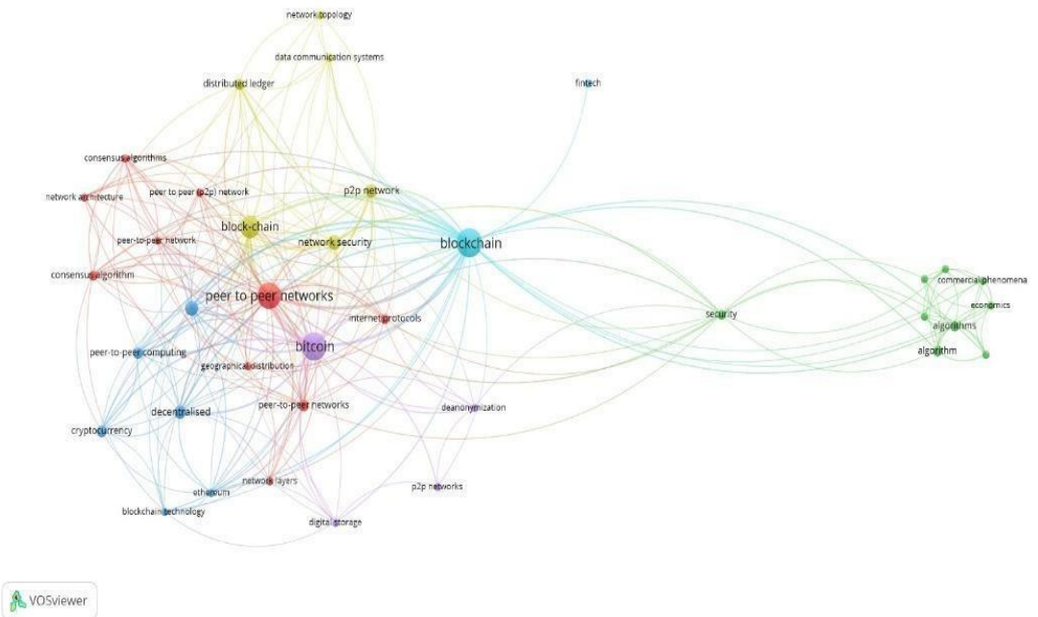
Pada belahan dunia Barat, poros kekuatan riset dikendalikan oleh Amerika Serikat dan Inggris yang menunjukkan sentralitas tinggi dalam jaringan. Amerika Serikat memiliki jejaring kolaborasi yang kuat dengan negara-negara Eropa seperti Prancis, yang mengindikasikan fokus riset pada aspek yang berbeda, kemungkinan besar terkait dengan tata kelola regulasi, inovasi finansial, dan integrasi pasar modal. Inggris juga memainkan peran strategis sebagai jembatan penghubung yang memfasilitasi aliran pengetahuan antara peneliti di benua Eropa dengan kawasan lainnya, termasuk Republik Ceko, menegaskan solidnya sinergi riset antarnegara maju.

Fenomena spesifik yang patut digarisbawahi adalah kemunculan klaster berwarna hijau yang terdiri dari negara-negara berkembang seperti India, Pakistan, dan Afrika Selatan. Keberadaan klaster mandiri ini menegaskan bahwa diskursus akademik mengenai Bitcoin tidak hanya dimonopoli oleh negara maju. Tingginya aktivitas riset di negara-negara ini mengisyaratkan relevansi kontekstual yang kuat dari teknologi *peer-to-peer*, misalnya sebagai solusi alternatif untuk inklusi keuangan, sistem remitansi, atau lindung nilai terhadap volatilitas mata uang lokal. Pola ini menunjukkan adanya desentralisasi riset yang sejalan dengan semangat teknologi itu sendiri di mana negara-negara berkembang kini bertransformasi menjadi kontributor intelektual yang signifikan dalam lanskap aset digital dunia .

C. Analisis Tren Berdasarkan Kata kunci

Pemetaan arsitektur konseptual intelektual dari literatur Bitcoin serta sistem peer-to-peer dalam penelitian ini dilakukan menggunakan algoritma VOSviewer. Metode ini dipilih karena kemampuannya melampaui sekadar penghitungan statistik frekuensi kata semata, melainkan mampu memvisualisasikan interaksi kompleks antar-konsep yang membentuk klaster pemikiran tertentu. Setiap node dalam peta jaringan merepresentasikan kata kunci yang diekstraksi dari metadata publikasi, di mana ukuran simpul mencerminkan intensitas pembahasan topik tersebut dalam diskursus global.

Analisis ini kemudian divalidasi secara kuantitatif menggunakan parameter *Total Link Strength* (TLS). Nilai TLS menjadi indikator krusial karena mengukur bobot total hubungan yang dimiliki sebuah kata kunci dengan seluruh kata kunci lain dalam jaringan. Semakin tinggi nilai TLS. Melalui data ini, kita dapat membedakan antara konsep yang menjadi fondasi utama) dengan konsep yang bersifat periferal, sehingga struktur pengetahuan mengenai aset digital dapat dipahami secara utuh dan empiris. Peta jaringan yang menggambarkan interaksi dinamis antar-topik tersebut disajikan secara utuh pada Gambar 4, yang kemudian divalidasi secara kuantitatif melalui data peringkat *Total Link Strength* pada Tabel 1 berikut ini.



Gambar 4. Keterkaitan Kata Kunci Penelitian

Visualisasi pada Gambar 4 memperlihatkan bahwa *"Blockchain"* dan "Bitcoin" menjadi topik yang paling sering muncul dan saling terhubung erat di pusat jaringan. Posisi sentral ini menegaskan bahwa fokus penelitian saat ini bukan lagi sekadar tahap perkenalan, melainkan sudah masuk ke pendalaman sistem yang lebih serius. Para peneliti memandang kedua hal ini sebagai satu kesatuan, di mana inovasi "Bitcoin" dianggap tidak bisa berdiri sendiri tanpa dukungan teknologi dasar yang kuat di belakangnya.

Hal menarik yang ditemukan adalah pembahasan mengenai infrastruktur sistem ternyata jauh lebih mendominasi dibandingkan aspek keuangannya. Dalam peta jaringan, terlihat bahwa topik seputar *"Network security"* lebih menjadi prioritas dibandingkan topik *"Cryptocurrency"* itu sendiri. Ini menunjukkan bahwa para akademisi lebih tertarik memecahkan masalah mendasar seperti bagaimana menjaga data agar tetap aman dan sistem berjalan lancar tanpa otoritas pusat daripada sekadar membahas fluktuasi harga di pasar.

keberadaan simpul *"Decentralised"* yang cukup dominan di lapisan inti jaringan memberikan wawasan tambahan mengenai arah pengembangan teknologi ini. Kedua topik ini menegaskan bahwa komunitas ilmiah memandang desentralisasi bukan hanya sebagai fitur pelengkap, melainkan sebagai fondasi arsitektur yang membedakan teknologi ini dari sistem basis data konvensional. Fokus pada aspek terdistribusi ini mengindikasikan adanya upaya serius untuk menciptakan sistem komputasi yang tidak hanya efisien, tetapi juga memiliki ketahanan tinggi terhadap kegagalan di satu titik pusat.

Rendahnya posisi *"Cryptocurrency"* dibandingkan elemen teknis lainnya bukanlah tanda bahwa aspek ekonomi diabaikan, melainkan sinyal bahwa literatur akademik sedang berada dalam fase penguatan fondasi. Para peneliti tampaknya sepakat bahwa aplikasi finansial yang sukses hanya bisa dibangun di atas *"Peer-to-peer computing"* dan protokol yang teruji secara ketat. Oleh karena itu, narasi besar yang terbangun dari peta ini adalah tentang kematangan teknologi, di mana pembenahan infrastruktur dianggap jauh lebih krusial untuk diselesaikan terlebih dahulu sebelum melangkah ke pembahasan mengenai adopsi pasar yang lebih luas.

Secara keseluruhan, hasil pemetaan ini menggambarkan pergeseran tren penelitian yang cukup jelas. Diskusi yang awalnya mungkin banyak menyoroti sisi finansial, kini beralih menjadi lebih fokus membedah kekuatan teknologinya. Hubungan kuat antara "Bitcoin" dengan *"Peer to peer networks*" membuktikan bahwa nilai utama dari inovasi ini menurut para ahli terletak pada ketahanan dan keamanan sistemnya, bukan semata-mata fungsinya sebagai alat tukar.

Tabel 1. Kata Kunci Dominan Berdasarkan Total Link Strength

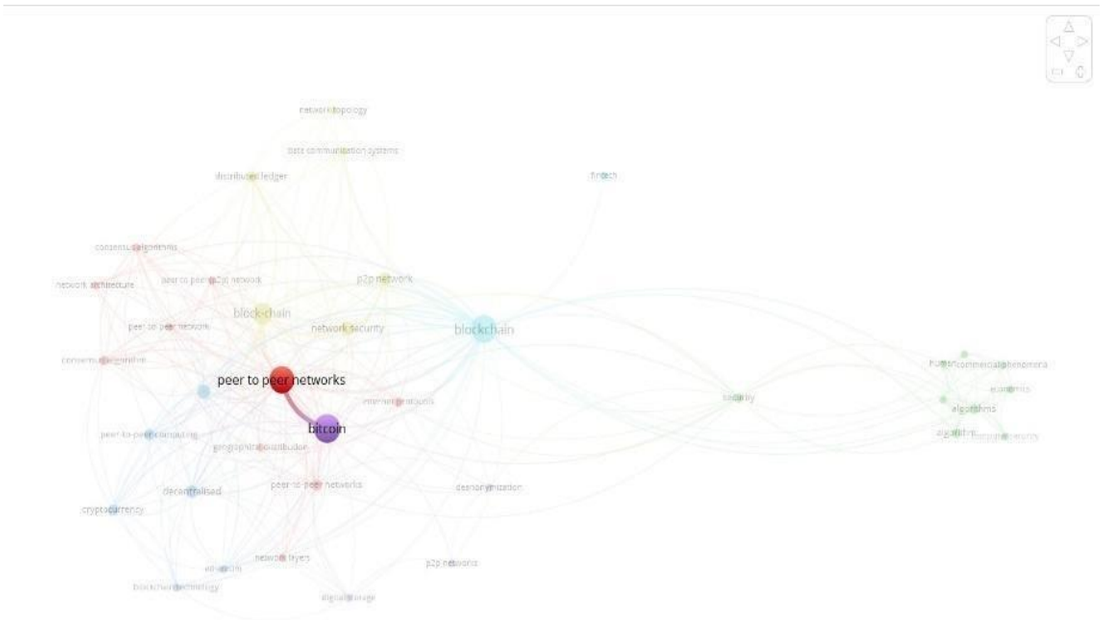
Peringkat	Kata Kunci	Total Link Strength
1	Blockchain	122
2	Bitcoin	112
3	Peer to peer networks	112
4	Blok-chain	89
5	Distributed computer systems	47
6	Network security	45
7	Decentralised	37
8	P2P network	32
9	Peer-to-peer computing	26
10	Cryptocurrency	23

Berdasarkan data kuantitatif yang tersaji pada Tabel 1, terlihat sebuah pola hierarki yang sangat fundamental: diskursus akademik mengenai topik ini ternyata sangat didominasi oleh perspektif infrastruktur teknis alih-alih perspektif finansial semata. Kata kunci "Blockchain" menduduki peringkat teratas (TLS = 122), diikuti secara ketat oleh "Bitcoin" dan "Peer to peer networks" yang memiliki skor identik (TLS = 112). Kesetaraan nilai antara *Bitcoin* dan *Peer to peer networks* ini merupakan temuan empiris yang krusial; hal ini menegaskan bahwa dalam pandangan komunitas ilmiah, Bitcoin tidak dapat dipisahkan dari arsitektur jaringan yang menopangnya. Keduanya diposisikan sebagai entitas yang saling berketergantungan , di mana Bitcoin adalah insentif ekonomi, sementara jaringan P2P adalah rel distribusinya.

Dominasi aspek teknis semakin terlihat jelas ketika kita mengamati struktur data pada peringkat menengah hingga bawah. Terminologi yang berkaitan dengan arsitektur sistem seperti *"Distributed computer systems"* (TLS = 47), *"Network security"* (TLS = 45), dan *"Peer-to-peer computing"* (TLS= 26) jauh lebih menonjol dibandingkan aspek moneternya. Bahkan, variasi istilah teknis P2P (*Peer to peer networks, P2P network, Peer-to-peer computing*) jika diakumulasikan menunjukkan bahwa fokus utama peneliti adalah pada ketahanan dan keamanan sistem terdistribusi itu sendiri. Hal ini mengindikasikan bahwa para akademisi lebih tertarik membedah "mesin" di balik revolusi ini, yaituni bagaimana mengamankan jaringan tanpa otoritas sentral daripada sekadar membahas fluktuasi harga asetnya.

Temuan yang paling mengejutkan sekaligus tajam adalah posisi kata kunci "Cryptocurrency" yang justru terlempar ke peringkat 10 (TLS = 23). Rendahnya sentralitas istilah *Cryptocurrency* dibandingkan istilah teknis lainnya menyiratkan sebuah kesimpulan teoretis yang kuat, literatur ilmiah memandang fenomena ini primernya sebagai revolusi ilmu , bukan sekadar inovasi instrumen

keuangan. Bitcoin dan Blockchain lebih banyak dikaji sebagai solusi atas masalah keamanan jaringan dan desentralisasi data "*Decentralised*" (TLS = 37), sementara fungsinya sebagai mata uang kripto hanyalah salah satu produk turunan dari inovasi arsitektur tersebut. Ini menandai kedewasaan riset yang berupaya memahami fundamental teknologi daripada terjebak pada *hype* pasar spekulatif.



Gambar 5. Keterkaitan Konseptual Antara *Peer o Peer Networks* dengan Bitcoin Kata Kunci Penelitian

Hubungan konseptual antara *Bitcoin*, *Peer to peer networks*, dan *Blockchain* dianalisis lebih lanjut untuk memvalidasi premis utama penelitian mengenai sentralitas revolusi *peer-to-peer*. Dapat dilihat pada Gambar 5, berdasarkan visualisasi ketebalan garis dan kedekatan simpul, hubungan antara kata kunci "Bitcoin" dan *"Peer to peer networks"* menunjukkan simbiosis yang paling fundamental dengan intensitas keterkaitan tertinggi. Garis penghubung yang tebal antara kedua simpul ini mengindikasikan bahwa dalam lanskap intelektual akademik, Bitcoin tidak dipandang sekadar sebagai aset spekulatif, melainkan didefinisikan secara operasional sebagai puncak implementasi dari teknologi jaringan. Kesetaraan posisi ini menegaskan bahwa *"Revolusi Peer-to-Peer*" adalah tulang punggung infrastruktur yang memungkinkan Bitcoin berfungsi tanpa perantara, di mana jaringan P2P bertindak sebagai prasyarat eksistensial bagi operasional sistem tersebut.

Dalam struktur hubungan ini, kehadiran simpul "Blockchain" tidak berdiri sebagai entitas terpisah, melainkan berperan sebagai mekanisme perekat yang memperkuat integritas jaringan P2P tersebut. Pola keterkaitan segitiga yang terbentuk memperlihatkan bahwa *Blockchain* berfungsi sebagai protokol data yang memungkinkan jaringan *peer-to-peer* mencapai konsensus tanpa otoritas pusat. Dengan kata lain, literatur menunjukkan bahwa *"Peer to peer networks*" adalah wadah distribusinya, sementara *Blockchain* adalah alat pencatatannya. Temuan ini menyimpulkan bahwa evolusi pemikiran mengenai Bitcoin sangat bergantung pada pemahaman mendalam terhadap dinamika jaringan terdistribusi, memvalidasi bahwa inti dari lanskap intelektual ini adalah keunggulan arsitektur P2P yang diperkuat oleh teknologi buku besar.

D. Analisis Data Artikel Berdasarkan Kriteria Inklusi dan Eksklusi dengan Proses Seleksi PRISMA

No	Penulis & Tahun Terbit	Metode	Hasil
1	Park & Youm (2022)	Protokol *Atomic Swaps* berbasis HTLC	Memungkinkan pertukaran aset antar *blockchain* berbeda (*cross-chain*) secara aman tanpa pihak ketiga, menghubungkan kripto heterogen dengan CBDC.
2	Fell et al. (2019)	Eksperimen Pilihan (*Choice Experiment*)	Mengidentifikasi preferensi pengguna terhadap penggunaan token kripto dalam sistem ekonomi sirkular (perdagangan energi P2P).
3	Essaid & Ju (2022)	*Deep Learning* (*Autoencoders*)	Memetakan struktur komunitas pada jaringan Bitcoin; membuktikan bahwa distribusi simpul kripto tidak sepenuhnya acak tetapi membentuk klaster fungsional.
4	Franzoni & Daza (2022)	Protokol Clover (*Anonymous Relay*)	Meningkatkan anonimitas transaksi Bitcoin dengan menyembunyikan alamat IP asal melalui mekanisme *relay* yang efisien.
5	Franzoni et al. (2022)	Protokol AToM (*Active Monitoring*)	Menemukan bahwa topologi P2P Bitcoin dapat diidentifikasi secara aktif; alat penting untuk audit keamanan terhadap serangan *Eclipse*.
6	Li et al. (2023)	*Bitcoin Network Sniffer* (BNS)	Mengembangkan sistem pendeteksi simpul Bitcoin yang mampu memantau kesehatan dan desentralisasi jaringan secara *real-time*.
7	Xu et al. (2023)	Analisis Statistik & Klastering	Mengidentifikasi *backbone nodes* pada Bitcoin yang memiliki peran krusial dalam kecepatan konfirmasi transaksi di seluruh dunia.
8	Zhong et al. (2019)	Eksperimen *Dustbot* (Serangan P2P)	Mengungkap kerentanan protokol P2P Bitcoin terhadap serangan botnet yang dapat memanipulasi penyebaran data transaksi.

No	Penulis & Tahun Terbit	Metode	Hasil
9	Khalil et al. (2021)	Implementasi teknis (Python)	Memberikan panduan arsitektur pembuatan koin digital, algoritma penambangan (*mining*), dan verifikasi blok dari sisi kode pemrograman.
10	Nam & Choi (2023)	Integrasi *Smart Contract* & Kartu Kredit	Menghubungkan identitas dunia nyata dengan alamat dompet kripto untuk meningkatkan kepercayaan pada transaksi *fintech*.
11	Zheng (2024)	Kriptografi Kisi (*Lattice-based*)	Mengusulkan penggunaan algoritma *Crystals-Kyber* dan *Dilithium* pada *smart contract* agar aset kripto tetap aman dari ancaman komputer kuantum.
12	Alam (2023)	Tinjauan Sistematis (*SLR*)	Mengevaluasi efisiensi berbagai mekanisme konsensus (PoW, PoS, dsb.) dalam menangani masalah skalabilitas dan konsumsi energi pada aset kripto.
13.	Yang et al. (2022)	Eksperimen jaringan & analisis serangan BGP hijacking pada jaringan P2P Bitcoin	Mengusulkan serangan **BHE (BGP Hijacking Eclipse)** yang lebih tersembunyi dan mampu menguasai koneksi node Bitcoin hingga 20 menit; serangan sulit terdeteksi dan berdampak jangka panjang.
14.	Yang et al. (2023)	Analisis statistik dan *clustering* pada atribut node backbone Bitcoin	Mengidentifikasi karakteristik node backbone Bitcoin serta pola pengelompokan node yang berpengaruh pada stabilitas dan desentralisasi jaringan.
15.	De Filippi & Loveluck (2016)	Analisis kualitatif dan studi tata kelola (*governance analysis*)	Menunjukkan bahwa tata kelola Bitcoin tidak sepenuhnya netral atau tanpa politik; konflik pengembang dan penambang berperan besar dalam krisis tata kelola Bitcoin.
16.	Zhang et al. (2023)	Studi literatur dan analisis komparatif mekanisme konsensus blockchain	Mengidentifikasi kelemahan mekanisme konsensus (PoW, PoS, dll.) serta arah pengembangan masa depan untuk meningkatkan skalabilitas, keamanan, dan efisiensi energi.

No	Penulis & Tahun Terbit	Metode	Hasil
17.	Gupta & Kumar (2021)	Metode survei literatur (survey paper) terhadap konsep blockchain dan penerapannya pada berbagai sektor, termasuk COVID-19.	Blockchain berpotensi digunakan untuk manajemen data kesehatan, pelacakan pasien, dan distribusi informasi selama pandemi COVID-19 karena sifatnya yang transparan, terdesentralisasi, dan aman.
18.	Nouman, Ullah & Azam (2022)	Metode eksperimental dengan implementasi blockchain menggunakan Ethereum, Web3.js, IPFS, dan smart contract untuk penyimpanan data pendidikan	Sistem penyimpanan data terdesentralisasi berbasis blockchain berhasil dibangun dan mampu menyimpan data secara aman tanpa server terpusat, serta meningkatkan keamanan transaksi digital di sektor pendidikan.
19.	Serena, D'Angelo & Ferretti (2022)	Simulasi berbasis agen (agent-based simulation) menggunakan LUNES-Blockchain untuk menguji serangan keamanan pada blockchain (selfish mining, 51% attack, dan Sybil attack).	Hasil simulasi menunjukkan bahwa pendekatan simulasi efektif untuk menganalisis keamanan blockchain dan membuktikan bahwa tingkat hash-rate penyerang sangat memengaruhi keberhasilan serangan terhadap jaringan blockchain.
20.	Patel et al. (2022)	Survey sistematis + Deep Learning (LSTM, GRU, ARIMAX) dengan pendekatan *fusion* antar cryptocurrency	Model prediksi harga kripto berbasis *fusion* (menggabungkan data beberapa koin yang saling bergantung) menghasilkan akurasi lebih tinggi dibanding model tunggal. Ketergantungan antar koin terbukti signifikan dalam meningkatkan performa prediksi harga.
21.	Howell et al. (2023)	Analisis data jaringan P2P blockchain menggunakan framework NodeMaps (geografis, provider hosting, dan variasi software node)	Bitcoin dan Lightning Network memiliki tingkat desentralisasi tinggi, sedangkan Cosmos dan Stellar lebih terpusat pada penyedia cloud tertentu. Desentralisasi tidak hanya soal jumlah node, tetapi juga lokasi dan keberagaman infrastruktur .
22.	Demirdöğen (2021)	Studi kualitatif dan analisis konseptual ekosistem fintech dan Islamic finance	Islamic fintech berpotensi menjadi sumber baru keuangan syariah karena efisiensi biaya, jangkauan luas, dan kesesuaian prinsip syariah. Tantangan utama berasal dari kepatuhan syariah dan persaingan dengan fintech konvensional.

No	Penulis & Tahun Terbit	Metode	Hasil
23.	Matsuura et al. (2022)	Pemodelan teoritis + simulasi jaringan blockchain multi-region	Metode pemilihan tetangga berbasis wilayah (inside–outside neighbor) mempercepat propagasi blok, menurunkan risiko fork, dan tetap tahan terhadap serangan eclipse dibanding metode pemilihan acak murni.
24.	Torky et al. (2022)	Protokol Proof of Space Transactions (PoST) berbasis blockchain Ethereum dengan pemodelan transaksi sebagai Space Digital Tokens (SDT) dan smart contract	Protokol PoST mampu mengautentikasi komunikasi antar satelit dalam dan antar konstelasi secara aman dan efisien, dengan latensi rendah serta tingkat akurasi, TPR, dan TNR mencapai **100%**
25.	Zhou, Han, & Li (2025)	Perancangan arsitektur BLOCK-ICN berbasis Information-Centric Networking (ICN) dengan simulasi menggunakan SimBlock	Menurunkan latensi penyebaran data blockchain hingga 25% (90% node) dan 33,2% (50% node) dibandingkan jaringan Bitcoin, serta mengurangi konsumsi bandwidth tanpa mengorbankan skalabilitas.
26.	Chen et al. (2024)	Metode survei sistematis terhadap *consortium blockchain* dengan pendekatan layered architecture (hardware, network, layer-I, layer-II, application) dan analisis BFT State Machine Replication	Menghasilkan klasifikasi komprehensif arsitektur, mekanisme konsensus, dan platform *consortium blockchain*, serta mengidentifikasi tantangan utama dan arah riset masa depan.
27.	Peng et al. (2022)	Perancangan sistem CBP2P (Cooperative Bank Peer-to-Peer) berbasis consortium blockchain dengan arsitektur hierarchical P2P, di mana bank bertindak sebagai *super-peer* dan menggunakan Proof of Work (PoW) untuk konsensus	Sistem CBP2P mampu meningkatkan kecepatan transaksi hingga 4 detik, menghilangkan kebutuhan sinkronisasi data blockchain pada pengguna, meningkatkan keamanan terhadap serangan (insider, replay, guessing, dan 51% attack), serta menyediakan sistem pembayaran elektronik yang aman, efisien, dan sesuai dengan regulasi perbankan.

No	Penulis & Tahun Terbit	Metode	Hasil
28.	Kimura et al. (2024)	Implementasi Prototipe & Analisis Kinerja: Menggunakan Hyperledger Fabric (untuk database) dan Hyperledger Indy (untuk identitas) yang dikombinasikan dengan penyimpanan *off-chain* via BitTorrent.	Berhasil membangun sistem yang mencegah biopirasi dengan transparansi tinggi. Uji coba menunjukkan sistem dapat menangani ribuan transaksi dengan *latency* rendah, membuktikan kelayakan blockchain untuk data genomik skala besar.
29.	Kabla et al. (2022)	Tinjauan Komprehensif (Topical Review): Menganalisis literatur terkait *Intrusion Detection System* (IDS) pada jaringan Ethereum dari tahun 2015 hingga 2021. Fokus pada pemetaan serangan terhadap arsitektur empat lapisan Ethereum.	Mengidentifikasi bahwa teknologi IDS belum dimanfaatkan secara maksimal untuk Ethereum. Hasil tinjauan menunjukkan perlunya penggunaan *Machine Learning* dan *Deep Learning* untuk mendeteksi anomali seperti skema Ponzi dan serangan *Smart Contract*.
30.	Bao et al. (2022)	Pemodelan Formal Simbolik: Mengusulkan model simbolik yang ramah alat (*tool-friendly*) untuk protokol *Blindcoin*. Melakukan verifikasi formal otomatis menggunakan alat *SmartVerif* untuk mendeteksi kerentanan tanpa interaksi manusia.	Berhasil mendeteksi kerentanan pada protokol *Blindcoin* yang dapat memicu pelanggaran keamanan. Penelitian ini memberikan bukti formal pertama untuk layanan *mixing* Bitcoin dan menawarkan solusi perbaikan untuk kerentanan yang ditemukan.
31.	Park et al. (2019)	Studi Pengukuran Komparatif: Melakukan survei dan pengukuran langsung terhadap berbagai jenis *node* di jaringan Bitcoin (Full nodes, Mining nodes, SPV nodes).	Mengidentifikasi perbedaan peran dan distribusi geografis node. Temuan menunjukkan bahwa jumlah *full nodes* yang stabil sangat penting bagi desentralisasi, namun ada tren sentralisasi pada kekuatan *mining*.

No	Penulis & Tahun Terbit	Metode	Hasil
32.	He et al. (2018)	Mekanisme Insentif (Game Theory): Mengusulkan mekanisme insentif berbasis blockchain untuk aplikasi P2P terdistribusi guna mendorong partisipasi jujur pengguna.	Berhasil menciptakan sistem di mana kontribusi sumber daya oleh pengguna dihargai secara otomatis, yang terbukti secara matematis mampu mencegah perilaku "free-riding" (pengguna yang hanya mengambil keuntungan tanpa berkontribusi).
33.	Wu et al. (2021)	Data Mining & Hybrid Motifs: Menggunakan analisis jaringan pada grafik transaksi Bitcoin untuk mendeteksi layanan *mixing* (pencampuran koin) yang sering digunakan untuk pencucian uang.	Model yang diusulkan mampu mengidentifikasi alamat layanan *mixing* dengan tingkat akurasi tinggi. Penelitian ini sangat berguna bagi otoritas keuangan dalam melacak aliran dana ilegal di dalam ekosistem kripto yang anonim.
34.	Qamar (2023)	Studi Literatur & Analisis Arsitektur: Meninjau integrasi teknologi blockchain pada ekosistem *Internet of Things* (IoT) untuk mengatasi masalah keamanan dan skalabilitas.	Menyimpulkan bahwa blockchain dapat menyediakan lapisan keamanan tambahan bagi perangkat IoT yang rentan, namun memerlukan optimasi pada konsumsi daya dan memori agar sesuai dengan perangkat keras IoT yang terbatas.
35.	Barratt et al. (2016)	Studi Kasus Kualitatif: Wawancara dan analisis lintasan penggunaan narkoba sebelum dan sesudah munculnya *Silk Road*.	Ketersediaan narkoba di pasar gelap daring (*cryptomarket*) memiliki dampak kompleks; bagi sebagian orang meningkatkan penggunaan, namun bagi yang lain memungkinkan penggunaan yang lebih terkontrol.

Berdasarkan hasil seleksi artikel menggunakan kriteria inklusi dan eksklusi yang ketat, diperoleh 35 artikel yang relevan dengan topik evolusi sistem *peer-to-peer* (P2P) dalam lanskap Bitcoin. Secara umum, hasil sintesis literatur memperlihatkan pergeseran paradigma yang fundamental: kajian mengenai Bitcoin tidak lagi didominasi oleh perdebatan harga atau spekulasi pasar semata, melainkan telah bertransformasi menjadi diskusi teknis mendalam mengenai kekokohan infrastruktur jaringan, ketahanan terhadap serangan siber, serta perluasan utilitas P2P ke sektor non-finansial seperti *Internet of Things* (IoT) dan manajemen data terdesentralisasi.

Kelompok literatur pertama secara spesifik membedah topologi dan struktur jaringan sebagai tulang punggung ekosistem Bitcoin. Penelitian terbaru menyoroti bahwa distribusi simpul dalam jaringan Bitcoin tidaklah acak, melainkan membentuk klaster komunitas fungsional yang kompleks (Essaid & Ju, 2022). Temuan ini diperkuat oleh analisis yang mengidentifikasi keberadaan simpul-simpul vital yang memegang peran krusial dalam mempercepat konfirmasi transaksi global (Xu et al., 2023). Namun, terdapat catatan kritis melalui studi pengukuran komparatif yang mengungkap adanya tren sentralisasi pada kekuatan penambangan, yang secara paradoks menantang klaim

desentralisasi murni yang sering digadang-gadang oleh pendukung Bitcoin (Park et al., 2019). Lebih jauh, tingkat desentralisasi dinilai tidak cukup hanya diukur dari jumlah *node*, tetapi juga harus memperhitungkan keragaman geografis dan infrastruktur *hosting* untuk menghindari titik kegagalan tunggal (Howell et al., 2023).

Dalam domain keamanan dan privasi jaringan, sejumlah studi menelanjangi kerentanan protokol P2P terhadap serangan canggih sekaligus menawarkan solusi mitigasi. Salah satu ancaman serius yang teridentifikasi adalah serangan *BGP Hijacking Eclipse* yang mampu mengisolasi *node* Bitcoin tanpa terdeteksi dalam waktu lama (Yang et al., 2022). Isu privasi pengguna juga menjadi sorotan utama, di mana telah diusulkan protokol *Clover* untuk menyembunyikan alamat IP asli pengguna guna meningkatkan anonimitas (Franzoni & Daza, 2022) , serta pengembangan metode *data mining* untuk mendeteksi pola pencucian uang melalui layanan *mixing* (Wu et al., 2021). Menariknya, komunitas akademik kini mulai menerapkan pendekatan formal untuk memverifikasi keamanan protokol, seperti audit pada *Blindcoin*, yang menegaskan fokus pada perlindungan integritas jaringan dari aktor jahat (Bao et al., 2022).

Selanjutnya, literatur juga merekam jejak ekspansi utilitas teknologi P2P dan Blockchain yang melampaui fungsi mata uang. Arsitektur dasar Bitcoin dan Ethereum ditemukan dapat diadaptasi untuk memberikan lapisan keamanan tambahan bagi perangkat IoT yang rentan serta menciptakan sistem penyimpanan data pendidikan yang anti-manipulasi (Nouman et al., 2022; Qamar, 2023). Di sektor kesehatan, teknologi ini terbukti memiliki potensi signifikan dalam manajemen distribusi informasi selama pandemi COVID-19 serta mencegah praktik biopirasi pada data genomik skala besar (Gupta & Kumar, 2021; Kimura et al., 2024). Studi-studi ini menandakan bahwa prinsip *peer-to-peer* yang dipopulerkan Bitcoin kini diadopsi sebagai standar baru untuk transparansi dan keamanan data di berbagai industri vertikal.

Dari perspektif tata kelola dan dinamika sosial-ekonomi, penelitian tidak menutup mata terhadap sisi gelap dan tantangan regulasi. Dampak keberadaan pasar gelap (*cryptomarket*) seperti Silk Road terhadap perilaku penggunaan narkoba telah dieksplorasi secara mendalam, menunjukkan kompleksitas efek teknologi ini terhadap masyarakat (Barratt et al., 2016). Kritik tajam juga muncul terkait tata kelola Bitcoin yang dinilai tidak sepenuhnya "netral", melainkan sarat dengan konflik politik antara pengembang dan penambang (De Filippi & Loveluck, 2016). Di sisi lain, terdapat peluang integrasi yang menjanjikan antara prinsip *fintech* P2P dengan keuangan syariah, yang menunjukkan bahwa teknologi ini memiliki fleksibilitas untuk beradaptasi dengan berbagai kerangka nilai ekonomi (Demirdöğen, 2021).

Secara keseluruhan, sintesis bibliometrik ini menyimpulkan bahwa lanskap intelektual Bitcoin telah matang dari sekadar eksperimen uang digital menjadi sebuah disiplin ilmu sistem terdistribusi yang mapan. Meskipun demikian, sebagian besar penelitian yang ada masih cenderung terpolarisasi: sangat teknis di satu sisi atau sangat sosiologis di sisi lain. Kajian yang benar-benar mengintegrasikan aspek ketahanan teknis P2P dengan implikasi kebijakan publik secara holistik masih relatif terbatas. Oleh karena itu, penelitian di masa depan perlu menjembatani celah ini guna memastikan bahwa revolusi *peer-to-peer* dapat diadopsi secara luas tanpa mengorbankan keamanan nasional maupun privasi individu..

Kesimpulan

Penelitian ini menyajikan pemetaan bibliometrik sistematis mengenai evolusi lanskap intelektual Bitcoin sebagai sistem *peer-to-peer* (P2P) untuk memahami tren penelitian dan fokus kajian masa depan dengan mengintegrasikan pendekatan PRISMA dan analisis VOSviewer. Berdasarkan analisis terhadap 35 artikel pilihan yang memenuhi kriteria inklusi dari periode 2016–2025, hasil penelitian menunjukkan dinamika publikasi yang fluktuatif dengan puncak "masa keemasan" pada tahun 2022. Tren ini mencerminkan pergeseran paradigma dari sekadar spekulasi harga menuju pendalaman teknis mengenai kekokohan infrastruktur jaringan dan ketahanan sistem. Temuan ini menegaskan bahwa Bitcoin tidak lagi diposisikan hanya sebagai aset kripto, melainkan sebagai disiplin ilmu sistem terdistribusi yang mapan.

Hasil analisis kata kunci dan *Total Link Strength* (TLS) menunjukkan bahwa *Blockchain*, *Bitcoin*, dan *Peer-to-Peer Networks* berperan sebagai pilar konseptual utama yang saling bergantung dalam literatur ilmiah. Melalui mekanisme konsensus, protokol kriptografi, dan distribusi *node*, teknologi P2P menjadi tulang punggung yang menjamin integritas ledger tanpa otoritas pusat. Kuatnya keterkaitan antara konsep keamanan jaringan (*network security*) dibandingkan aspek moneter (*cryptocurrency*) menegaskan bahwa ketahanan infrastruktur merupakan prioritas utama yang secara konsisten ditekankan dalam diskusi akademik global.

Penelitian ini mengidentifikasi bahwa ekosistem P2P Bitcoin masih menghadapi tantangan serius terkait privasi dan keamanan. Literatur menunjukkan adanya risiko serangan canggih, seperti *BGP Hijacking Eclipse* dan teknik deanomimisasi yang mampu mengekspos identitas pengguna. Selain itu, terdapat kecenderungan polarisasi dalam kajian yang ada, di mana penelitian masih terfragmentasi antara sisi teknis yang sangat mendalam atau sisi sosiologis/tata kelola, sementara integrasi keduanya dalam kerangka kebijakan publik masih terbatas. Kesenjangan ini menunjukkan bahwa keberhasilan evolusi P2P memerlukan keseimbangan antara ketahanan teknis dengan aspek privasi dan regulasi nasional.

Hasil kajian ini memberikan gambaran mengenai perluasan utilitas P2P yang melampaui sektor finansial ke berbagai industri vertikal. Implementasi prinsip P2P terbukti potensial dalam meningkatkan transparansi manajemen data pendidikan, keamanan perangkat IoT, hingga pelacakan informasi kesehatan selama pandemi. Dominasi riset dari negara seperti China, Amerika Serikat, dan Inggris, yang kini mulai diikuti oleh negara berkembang seperti India dan Afrika Selatan, mengisyaratkan bahwa teknologi ini menjadi solusi inklusi keuangan dan lindung nilai ekonomi yang inklusif secara global. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat menjadi rujukan bagi para peneliti dan praktisi dalam menjembatani celah antara inovasi teknis dan implementasi kebijakan, guna mendukung transformasi sistem digital yang lebih transparan, aman, dan terdesentralisasi.

Daftar Pustaka

Alam, S. (2023). The current state of blockchain consensus mechanism: Issues and future works. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 14(8). https://doi.org/10.14569/IJACSA.2023.0140809

Bao, X., Xu, X., Zhang, P., & Liu, T. (2022). Comprehensive formal modeling and automatic vulnerability detection for a Bitcoin-compatible mixing protocol. *IEEE Access*, 10, 128847–128873. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3228109

Barratt, M. J., Lenton, S., Maddox, A., & Allen, M. (2016). 'What if you live on top of a bakery and you like cakes?'—Drug use and harm trajectories before, during and after the emergence of Silk Road. *International Journal of Drug Policy*, 35, 50–57. https://doi.org/10.1016/j.drugpo.2016.04.006

Bashir, I., et al. (2023). Digital currency based banking system using blockchain technology. *International Journal of Advanced Research in Computer and Communication Engineering (IJARCCE)*, 12(4), 1–6. https://ijarcce.com/wp-content/uploads/2023/04/IJARCCE.2023.12407.pdf

Chen, X., He, S., Sun, L., Zheng, Y., & Wu, C. Q. (2024). A survey of consortium blockchain and its applications. *Cryptography*, 8(12). https://doi.org/10.3390/cryptography8020012

De Filippi, P., & Loveluck, B. (2016). The invisible politics of Bitcoin: Governance crisis of a decentralised infrastructure. *Internet Policy Review*, 5(3). https://doi.org/10.14763/2016.3.427

Delgado-Segura, S., Pérez-Solà, C., Navarro-Arribas, G., & Herrera-Joancomartí, J. (2018). Cryptocurrency networks: A new P2P paradigm. *Mobile Information Systems*, 2018, 2159082. https://doi.org/10.1155/2018/2159082

Demirdöğen, Y. (2021). New resources for Islamic finance: Islamic fintech. *Hitit Theology Journal*, 20(3), 29–56. https://doi.org/10.14395/hid.945194

Essaid, M., & Ju, H. (2022). Deep learning-based community detection approach on Bitcoin network. *Systems*, 10(6), 203. https://doi.org/10.3390/systems10060203

Fanti, G., Venkatakrishnan, S. B., Bakshi, S., Denby, B., Bhargava, S., Miller, A., & Viswanath, P. (2018). Dandelion++: Lightweight cryptocurrency networking with formal anonymity guarantees. *ACM SIGMETRICS Performance Evaluation Review*, 46(1), 22–22. https://doi.org/10.1145/3219617.3219620

Fell, M. J., Shipworth, D., & Huebner, G. M. (2019). Consumer demand for blockchain-enabled peer-to-peer electricity trading in the United Kingdom: An online survey experiment. *Energies*, 12(20), 3913. https://doi.org/10.3390/en12203913

Franzoni, F., & Daza, V. (2022). Clover: An anonymous transaction relay protocol for the bitcoin P2P network. *Peer-to-Peer Networking and Applications*, 15, 290–303. https://doi.org/10.1007/s12083-021-01275-3

Franzoni, F., Salleras, X., & Daza, V. (2022). AToM: Active topology monitoring for the bitcoin peer-to-peer network. *Peer-to-Peer Networking and Applications*, 15, 408–425. https://doi.org/10.1007/s12083-021-01201-7

Gupta, M., & Kumar, V. (2020). Revealing the demonstration of blockchain and implementing scope in COVID-19 outbreak. *EAI Endorsed Transactions on Scalable Information Systems*, 8(29), e3. https://doi.org/10.4108/eai.13-7-2018.165520

He, Y., Li, H., Cheng, X., Liu, Y., Yang, C., & Sun, L. (2018). A blockchain based truthful incentive mechanism for distributed P2P applications. *IEEE Access*, 6, 27324–27335. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2018.2821705

Howell, A., Saber, T., & Bendechache, M. (2023). Measuring node decentralisation in blockchain peer to peer networks. *Blockchain: Research and Applications*, 4(1), 100109. https://doi.org/10.1016/j.bcra.2022.100109

Kabla, A. H. H., Anbar, M., Manickam, S., Al-Amiedy, T. A., Cruspe, P. B., Al-Ani, A. K., & Karuppayah, S. (2022). Applicability of intrusion detection system on Ethereum attacks: A comprehensive review. *IEEE Access*, 10, 71632–71655. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3188637

Kang, D. (2025). Bitcoin as a financial asset: A survey. *Working Paper*, Sungkyunkwan University. https://seri.skku.edu/_res/sier/etc/WP2404.pdf

Kayal, P., & Rohilla, P. (2021). Bitcoin in the economics and finance literature: A survey. *SN Business & Economics*, 1(6), 1–28. https://doi.org/10.1007/s43546-021-00074-9

Khalil, I., Aziz, O., Farooq, M. S., & Abid, A. (2021). A tutorial on creating a blockchain and cryptocurrency with consensus protocol in Python. *VFAST Transactions on Software Engineering*, 9(4), 25–35.

Kimura, L. T., Shiraishi, F. K., Andrade, E. R., Carvalho, T. C. M. B., & Simplicio Jr., M. A. (2024). Amazon Biobank: Assessing the implementation of a blockchain-based genomic database. *IEEE Access*, 12, 9632–9647. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2024.3354716

Li, R., Zhu, L., Li, C., Wu, F., & Xu, D. (2023). BNS: A detection system to find nodes in the Bitcoin network. *Mathematics*, 11(24), 4885. https://doi.org/10.3390/math11244885

Matsuura, H., Goto, Y., & Sao, H. (2022). New neighbor selection method for blockchain network with multiple regions. *IEEE Access*, 10, 105278–105291. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3211066

Nam, J., & Choi, M. (2023). A fintech platform using blockchain smart contract. *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*, 13(4), 1574–1581.

Nouman, M., Ullah, K., & Azam, M. (2021). Secure digital transactions in the education sector using blockchain. *EAI Endorsed Transactions on Scalable Information Systems*, 9(35), e9. https://doi.org/10.4108/eai.3-11-2021.171758

Park, K., & Youm, H.-Y. (2022). Proposal of decentralized P2P service model for transfer between blockchain-based heterogeneous cryptocurrencies and CBDCs. *Big Data and Cognitive Computing*, 6(4), 159. https://doi.org/10.3390/bdcc6040159

Park, S., Im, S., Seol, Y., & Paek, J. (2019). Nodes in the Bitcoin network: Comparative measurement study and survey. *IEEE Access*, 7, 57009–57022. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2914098

Patel, N. P., Parekh, R., Thakkar, N., Gupta, R., Tanwar, S., Sharma, G., Davidson, I. E., & Sharma, R. (2022). Fusion in cryptocurrency price prediction: A decade survey on recent advancements, architecture, and potential future directions. *IEEE Access*, 10, 34513–34538. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3163023

Peng, Z.-P., Chiang, M.-L., Lin, I.-C., Yang, C.-C., & Hwang, M.-S. (2022). CBP2P: Cooperative electronic bank payment systems based on blockchain technology. *Journal of Internet Technology*, 23(4), 683–691.

Qamar, R., & Zardari, B. A. (2023). A study of blockchain-based Internet of Things. *Iraqi Journal for Computer Science and Mathematics*, 4(1), 15–23. https://doi.org/10.52866/ijcsm.2023.01.01.003

Rejeb, A., Rejeb, K., & Keogh, J. G. (2021). Cryptocurrencies in modern finance: A literature review. *Etikonomi*, 20(1), 93–118. https://doi.org/10.15408/etk.v20i1.16911

Serena, L., D'Angelo, G., & Ferretti, S. (2022). Security analysis of distributed ledgers and blockchains through agent-based simulation. *Simulation Modelling Practice and Theory*, 114, 102413. https://doi.org/10.1016/j.simpat.2021.102413

Torky, M., Gaber, T., Goda, E., Snasel, V., & Hassanien, A. E. (2022). A blockchain protocol for authenticating space communications between satellites constellations. *Aerospace*, 9(9), 495. https://doi.org/10.3390/aerospace9090495

Tripathi, G., Ahad, M. A., & Casalino, G. (2023). A comprehensive review of blockchain technology: Underlying principles and historical background with future challenges. *Decision Analytics Journal*, 9, 100344.

Wu, J., Liu, J., Chen, W., Huang, H., Zheng, Z., & Zhang, Y. (2021). Detecting mixing services via mining Bitcoin transaction network with hybrid motifs. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Systems*, 52(4), 2237–2249.

Xu, D., Gao, J., Zhu, L., Gao, F., & Zhao, J. (2023). Statistical and clustering analysis of attributes of Bitcoin backbone nodes. *PLoS ONE*, 18(11), e0292841. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0292841

Yang, H., Shen, J., Guo, Y., Wang, X., Shen, R., & Wang, D. (2023). Evicting and filling attack for linking multiple network addresses of Bitcoin nodes. *Cybersecurity*, 6, 50. https://doi.org/10.1186/s42400-023-00186-3

Yang, J., Sun, G., Xiao, R., & He, H. (2022). Detectable, traceable, and manageable blockchain technologies BHE: An attack scheme against Bitcoin P2P network. *Wireless Communications and Mobile Computing*, 2022, 2795004. https://doi.org/10.1155/2022/2795004

Yao, Y., & Li, X. (2021). Bitcoin in the economics and finance literature: A survey. *International Review of Financial Analysis*, 76, 101–119.

Zainudin, N., et al. (2023). Impact of cryptocurrency on global economy in the twenty-first century: A comprehensive review. *Qeios*. https://doi.org/10.32388/1YLECA

Zheng, X. (2024). Research on blockchain smart contract technology based on resistance to quantum computing attacks. *PLoS ONE*, 19(5), e0302325. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0302325

Zhong, Y., Zhou, A., Zhang, L., Jing, F., & Zuo, Z. (2019). DUSTBot: A duplex and stealthy P2P-based botnet in the Bitcoin network. *PLoS ONE*, 14(12), e0226594. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0226594

Zhou, Y., Han, R., & Li, Y. (2025). A blockchain network communication architecture based on information-centric networking. *Applied Sciences*, 15(6), 3340. https://doi.org/10.3390/app15063340

"Central Bank Digital Currency: A Bibliometric Analysis of Scopus Database." (2023). *IEEE Conference Publication*. https://doi.org/10.1109/ICITEE58074.2023.10335066

"Digital currency banking using block chain technology." (2023). *World Journal of Advanced Engineering and Technology and Sciences*, 1(1), 1–7. https://wjaets.com/content/digital-currency-banking-using-block-chain-technology