TIN: Terapan Informatika Nusantara
Vol 6, No 2, July 2025, page 152-163
ISSN 2722-7987 (Media Online)
Website https://ejurnal.seminar-id.com/index.php/tin
DOI 10.47065/tin.v6i2.7762

Pemetaan Lanskap Penelitian Fungsi Hash dan Secure Hash Algorithm: Studi Bibliometrik Menggunakan Biblioshiny

Imam Saputra[1,*], Annisa Fadillah Siregar[2]

[1] Program Studi Manajemen, Sekolah Tinggi Ilmu Manajemen Sukma, Medan, Indonesia
[2] Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi, Prigram Studi Teknik Informatika, Universitas Budi Darma, Medan, Indonesia
Email: [1,*]saputraimam69@gmail.com, [2]annisa.fsir@gmail.com
Email Penulis Korespondensi: saputraimamt69@gmail.com

Abstrak–Fungsi hash dan secure hash algorithm merupakan komponen vital dalam keamanan siber modern, esensial untuk memastikan integritas dan otentisitas data. Seiring dengan perkembangan serangan dan munculnya aplikasi baru, lanskap penelitian di bidang ini menjadi sangat dinamis dan kompleks. Penelitian ini bertujuan untuk memetakan lanskap penelitian terkait fungsi hash dan secure hash algorithm menggunakan pendekatan studi bibliometrik komprehensif. Data publikasi sebanyak 494 artikel jurnal dan prosiding dikumpulkan dari basis data Scopus menggunakan query spesifik. Analisis bibliometrik dilakukan menggunakan perangkat lunak Biblioshiny, meliputi analisis karakteristik dasar, kata kunci (co-occurrence), sitasi (paling banyak disitasi, struktur intelektual), kolaborasi, peta tematik, dan evolusi tematik. Hasil menunjukkan pertumbuhan publikasi yang signifikan dari waktu ke waktu, mengidentifikasi kontributor utama (negara, institusi, penulis) serta sumber publikasi paling relevan. Analisis kata kunci dan peta tematik mengungkap tema-tema penelitian dominan dan klaster penelitian (misal: kriptografi inti, implementasi hardware, aplikasi keamanan citra, potensi di sektor kesehatan), sementara analisis sitasi menyoroti artikel dan penulis paling berpengaruh yang membentuk fondasi pengetahuan. Evolusi tematik memperlihatkan pergeseran fokus penelitian dari algoritma dasar menuju eksplorasi aplikasi yang lebih luas dan teknik terkait dalam periode yang lebih baru. Studi ini memberikan gambaran komprehensif berbasis data mengenai struktur, tren, dan dinamika penelitian fungsi hash dan secure hash algorithm. Temuan ini berkontribusi pada pemahaman status bidang ini dan mengidentifikasi area potensial untuk penelitian masa depan, membantu peneliti dan praktisi dalam menavigasi literatur yang luas.

Kata Kunci: Fungsi Hash; Secure Hash Algorithm; Analisis Bibliometrik; Scopus; Biblioshiny; Pemetaan Lanskap Penelitian

Abstract–Hash functions and secure hash algorithms are vital components in modern cybersecurity, essential for ensuring data integrity and authenticity. With the development of new attacks and the emergence of novel applications, the research landscape in this field has become highly dynamic and complex. This study aims to map the research landscape related to hash functions and secure hash algorithms using a comprehensive bibliometric study approach. Publication data comprising 494 journal and conference proceeding articles were collected from the Scopus database using a specific query. Bibliometric analysis was performed using Biblioshiny software, covering basic characteristics analysis, keyword co-occurrence, citation analysis (most cited works, intellectual structure), collaboration, thematic mapping, and thematic evolution. The results show significant publication growth over time, identifying key contributors (countries, institutions, authors) as well as the most relevant publication sources. Keyword analysis and thematic mapping revealed dominant research themes and clusters (e.g., core cryptography, hardware implementation, image security applications, potential in the healthcare sector), while citation analysis highlighted the most influential articles and authors forming the knowledge foundation. Thematic evolution demonstrated a shift in research focus from fundamental algorithms towards broader application exploration and related techniques in more recent periods. This study provides a comprehensive data-driven overview of the structure, trends, and dynamics of research on hash functions and secure hash algorithms. These findings contribute to understanding the status of this field and identify potential areas for future research, assisting researchers and practitioners in navigating the extensive literature.

Keywords: Hash Functions; Secure Hash Algorithm; Bibliometric Analysis; Scopus; Biblioshiny; Research Landscape Mapping

1. PENDAHULUAN

Di era digital yang semakin terhubung, keamanan informasi menjadi prioritas utama dalam berbagai aspek kehidupan, mulai dari komunikasi pribadi hingga transaksi finansial dan operasional kritis (Haifaa Ahmed Hasan et al., 2022). Salah satu fondasi utama dalam membangun sistem keamanan yang kuat adalah mekanisme untuk memastikan integritas dan otentisitas data. Di sinilah peran fungsi hash menjadi krusial (Han, 2023). Fungsi hash kriptografis adalah algoritma yang mengambil input (pesan atau data) dengan ukuran variabel dan menghasilkan output (nilai hash atau digest) dengan ukuran tetap. Properti kunci dari fungsi hash adalah sifat satu arah (one-way), artinya mudah untuk menghitung nilai hash dari input, tetapi sangat sulit (tidak praktis secara komputasi) untuk membalikkan prosesnya, yaitu menemukan input asli dari nilai hash (Sevin & Çavuşoğlu, 2024).

Untuk aplikasi keamanan yang serius, fungsi hash harus memiliki properti keamanan tambahan, termasuk ketahanan terhadap pra-citra (preimage resistance), ketahanan terhadap pra-citra kedua (second-preimage resistance), dan yang paling penting, ketahanan terhadap kolisi (collision resistance), di mana sangat sulit menemukan dua input berbeda yang menghasilkan nilai hash yang sama (Mufidah & Nuha, 2024). Fungsi hash dengan properti ini dikenal sebagai secure hash function atau secure hash algorithm. Keluarga algoritma Secure Hash Algorithm (SHA) yang diterbitkan oleh NIST (National Institute of Standards and Technology) adalah contoh paling menonjol dari secure hash algorithm yang digunakan secara luas (Dolmeta et al., 2023). Evolusi dari SHA-1, SHA-2 (SHA-256, SHA-512, dll.), hingga SHA-3 (Keccak) mencerminkan upaya berkelanjutan untuk meningkatkan keamanan terhadap serangan kriptanalisis yang semakin canggih (Fajrin, 2023; Sinaga et al., 2024). Perbandingan kinerja dan keamanan antara

TIN: Terapan Informatika Nusantara
Vol 6, No 2, July 2025, page 152-163
ISSN 2722-7987 (Media Online)
Website https://ejurnal.seminar-id.com/index.php/tin
DOI 10.47065/tin.v6i2.7762

varian-varian SHA dan algoritma hash modern lainnya seperti Blake2 terus menjadi area penelitian aktif (Amaludin & Rahmatulloh, 2024; Assidiq et al., 2024).

Secure hash algorithm memiliki aplikasi yang sangat luas dalam sistem keamanan siber modern. Penggunaan utamanya meliputi pembuatan sidik digital (digital signatures) untuk memverifikasi keaslian dokumen dan identitas pengirim (Muhammad Rehan Anwar et al., 2021), memastikan integritas data dalam penyimpanan atau transmisi (Rais Rabtsani et al., 2024), dan sebagai komponen kunci dalam protokol keamanan jaringan (Wu & Chang, 2023). Selain itu, secure hash algorithm fundamental dalam teknologi baru seperti blockchain dan berperan penting dalam pengamanan data pada perangkat dengan sumber daya terbatas seperti perangkat Internet of Things (IoT) melalui pengembangan algoritma hash ringan (lightweight hash functions). Implementasi algoritma ini juga terus dieksplorasi untuk efisiensi dan keamanan dalam berbagai konteks, termasuk keamanan dokumen dan data pribadi (Sobti & Geetha, 2012).

Pesatnya perkembangan di bidang fungsi hash dan secure hash algorithm, munculnya serangan baru, serta adaptasi terhadap aplikasi dan platform yang beragam, telah menciptakan lanskap penelitian yang sangat dinamis dan kompleks. Dengan ratusan artikel penelitian yang dipublikasikan setiap tahun di berbagai jurnal dan prosiding konferensi, menjadi semakin sulit bagi para peneliti dan praktisi untuk mendapatkan gambaran komprehensif mengenai struktur, tren terkini, aktor kunci, dan area yang kurang tereksplorasi di bidang ini.

Meskipun pentingnya fungsi hash telah diakui luas, studi yang menyajikan pemetaan lanskap penelitian secara komprehensif masih terbatas. Beberapa penelitian terdahulu telah mengulas aspek-aspek terkait. Misalnya, Fursan Thabit et all, 2021 melakukan survei literatur atau tinjauan sistematis mengenai A new lightweight cryptographic algorithm for enhancing data security in cloud computing, namun fokusnya terbatas pada aplikasi tersebut dan tidak menyeluruh pada seluruh fungsi hash (Thabit et al., 2021). Demikian pula, Ahmad Miftah Fajrin, 2023 meninjau Perbandingan Performa Kecepatan dari Algoritma Hash Function untuk Proses Enkripsi Password, yang meskipun relevan, tidak mencakup seluruh spektrum fungsi hash atau menyediakan analisis bibliometrik kuantitatif yang luas (Fajrin, 2023). Selain itu, ada studi bibliometrik yang lebih luas seperti oleh Yuchong Li dan Qinghui Liu (2021) yang menganalisis tren penelitian keamanan siber secara umum, tetapi tidak secara spesifik mendalami dinamika fungsi hash dan algoritma hash aman sebagai sub-bidang tersendiri (Li & Liu, 2021). Bahkan, penelitian bibliometrik terkait kriptografi seperti oleh Zenith Dewamuni (2023) mungkin memiliki periode waktu analisis yang lebih lama atau cakupan basis data yang lebih sempit, sehingga belum mencerminkan tren dan perkembangan terkini secara holistik (Dewamuni et al., 2023). Oleh karena itu, teridentifikasi adanya gap yang signifikan: belum ada studi bibliometrik terkini yang secara komprehensif memetakan seluruh lanskap penelitian fungsi hash dan algoritma hash aman, mencakup tren publikasi, aktor kunci, tema-tema yang berkembang, dan evolusi tematik secara multi-dimensi menggunakan data yang luas dari basis data Scopus.

Studi bibliometrik menawarkan metode kuantitatif untuk menganalisis data publikasi ilmiah guna mengidentifikasi pola dan tren dalam suatu bidang penelitian (Mukhlisa & Hasan, 2024). Dengan menganalisis karakteristik dasar publikasi, keterkaitan antar kata kunci, sitasi, dan pola kolaborasi, studi bibliometrik dapat memberikan wawasan berharga mengenai evolusi intelektual dan sosial dari suatu disiplin (Husna et al., 2024).

Berdasarkan latar belakang tersebut, tujuan dari penelitian ini adalah untuk melakukan studi bibliometrik komprehensif guna memetakan lanskap penelitian terkait fungsi hash dan secure hash algorithm. Studi ini akan menganalisis karakteristik dasar, tren publikasi, tema-tema penelitian utama, artikel dan penulis paling berpengaruh, serta pola kolaborasi berdasarkan data publikasi yang bersumber dari basis data Scopus dan dianalisis menggunakan perangkat lunak Biblioshiny.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Tahapan Penelitian

Bagian ini menjelaskan secara rinci metode yang digunakan dalam studi bibliometrik ini untuk memetakan lanskap penelitian terkait fungsi hash dan secure hash algorithm. Metodologi ini mencakup strategi pengumpulan data, pemilihan basis data, kriteria inklusi dan eksklusi, serta teknik analisis bibliometrik yang diterapkan.

2.2 Sumber Data dan Strategi Pengumpulan Data

Basis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah Scopus. Scopus dipilih karena merupakan salah satu basis data literatur ilmiah multidisiplin terbesar dan terlengkap yang mencakup publikasi dari berbagai jurnal dan prosiding konferensi bereputasi (Gonzalez-Valiente & Lopez-Mesa, 2022). Kualitas dan cakupan datanya yang luas menjadikannya sumber yang kuat untuk analisis bibliometrik (Baas et al., 2020). Strategi pencarian data dilakukan menggunakan query spesifik di dalam basis data Scopus untuk mengidentifikasi publikasi yang paling relevan dengan topik penelitian. Query yang digunakan adalah sebagai berikut:

(TITLE-ABS-KEY ("secure hash algorithm") AND TITLE-ABS-KEY ("hash function")) AND (LIMIT-TO (SRCTYPE , "j") OR LIMIT-TO (SRCTYPE , "p"))

Query ini dirancang untuk menemukan dokumen yang mengandung frasa "secure hash algorithm" dan "hash function" pada judul, abstrak, atau kata kunci (keywords). Hasil pencarian kemudian dibatasi hanya pada tipe sumber artikel jurnal ("j") dan prosiding konferensi ("p"). Pencarian data dilakukan pada tanggal 14 April 2025. Berdasarkan query tersebut, diperoleh hasil sebanyak 494 artikel. Penelitian ini mencakup semua artikel yang tersedia dalam basis

TIN: Terapan Informatika Nusantara
Vol 6, No 2, July 2025, page 152-163
ISSN 2722-7987 (Media Online)
Website https://ejurnal.seminar-id.com/index.php/tin
DOI 10.47065/tin.v6i2.7762

data Scopus sesuai dengan query tersebut hingga tanggal pencarian, tanpa batasan tahun publikasi spesifik selain cakupan yang disediakan oleh Scopus itu sendiri.

2.3 Koleksi dan Pemurnian Data

Sebanyak 494 artikel hasil pencarian diekspor dari basis data Scopus. Proses ekspor dilakukan dengan menyertakan semua metadata yang tersedia, seperti judul, abstrak, kata kunci penulis, keyword plus, nama penulis, afiliasi, negara, nama sumber (jurnal/prosiding), tahun publikasi, sitasi yang diterima, dan daftar referensi. Data diekspor dalam format yang kompatibel dengan perangkat lunak analisis bibliometrik, yaitu format RIS atau BibTeX. Data yang diekspor kemudian diimpor ke dalam perangkat lunak analisis. Proses pemurnian data (jika ada, misal standardisasi nama penulis atau kata kunci yang bervariasi) dilakukan untuk memastikan konsistensi data sebelum analisis lebih lanjut.

2.4 Alat Analisis

Analisis bibliometrik dalam penelitian ini dilakukan menggunakan paket bibliometrix dalam lingkungan perangkat lunak R, yang diakses melalui antarmuka grafis berbasis web bernama Biblioshiny (Lim et al., 2024). Biblioshiny menyediakan berbagai fungsi dan visualisasi yang dirancang khusus untuk studi pemetaan sains (science mapping) secara komprehensif (Tupan, 2023), memfasilitasi analisis data publikasi dalam skala besar.

2.5 Metode Analisis Bibliometrik

Berdasarkan data yang telah dikumpulkan dan diimpor ke dalam Biblioshiny, enam jenis analisis bibliometrik utama dilakukan untuk menjawab pertanyaan penelitian dan memetakan lanskap penelitian:

a. Basic Characteristics: Analisis ini dilakukan untuk memberikan gambaran umum data set, meliputi tren pertumbuhan publikasi dari waktu ke waktu, identifikasi penulis, institusi, negara, dan sumber (jurnal/prosiding) yang paling produktif di bidang ini (Forliano et al., 2021).
b. Keyword Analysis: Analisis keyword co-occurrence dilakukan untuk mengidentifikasi tema-tema penelitian utama dan hubungan di antara tema-tema tersebut. Frekuensi kemunculan kata kunci dan keterkaitannya dianalisis untuk memetakan struktur topik dalam literatur (Melyan & Yasin, 2024).
c. Citation Analysis: Analisis sitasi (misalnya, co-citation artikel, penulis, atau jurnal, atau bibliographic coupling artikel) dilakukan untuk mengidentifikasi publikasi, penulis, atau sumber yang paling berpengaruh dalam bidang ini dan untuk mengeksplorasi struktur intelektual dasar literatur (Purnomo et al., 2022).
d. Collaboration Analysis: Analisis jaringan kolaborasi (co-authorship) dilakukan pada tingkat penulis, institusi, dan/atau negara untuk memvisualisasikan dan menganalisis pola kerja sama di antara aktor-aktor penelitian (Duan, 2024).
e. Thematic Map: Pembuatan peta tematik berdasarkan kata kunci (menggunakan analisis co-occurrence) dilakukan untuk mengategorikan tema-tema penelitian ke dalam kuadran yang berbeda (misal: tema motor, tema spesialisasi, tema muncul, tema dasar) berdasarkan kepadatan dan sentralitasnya (Hosseini et al., 2025).
f. Thematic Evolution: Analisis evolusi tematik dilakukan untuk melihat bagaimana tema-tema penelitian utama telah berubah atau berkembang dari satu periode waktu ke periode waktu berikutnya dalam dataset (Salazar-Concha et al., 2021).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

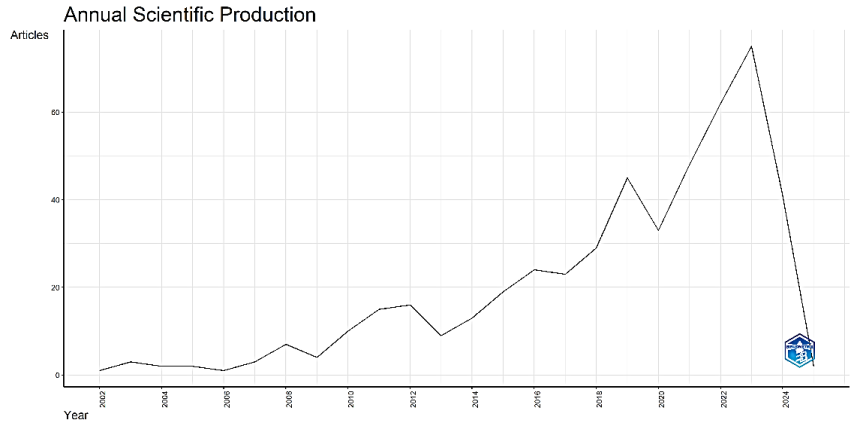
Untuk memetakan lanskap penelitian fungsi hash dan secure hash algorithm secara komprehensif sebagaimana tujuan studi ini, Bagian 4 menyajikan hasil analisis bibliometrik yang dilakukan pada 494 artikel dari basis data Scopus menggunakan Biblioshiny. Hasil-hasil ini kemudian menjadi dasar untuk diskusi mendalam mengenai karakteristik, struktur intelektual, dan dinamika perkembangan penelitian di bidang ini, yang secara langsung berkaitan dengan pertanyaan penelitian yang telah ditetapkan

3.1 Basic Characteristics

Bagian ini menyajikan analisis karakteristik dasar dari 494 artikel hasil pencarian di Scopus. Analisis ini mencakup tren volume publikasi tahunan, identifikasi sumber publikasi (jurnal/prosiding) utama, serta penulis, institusi, dan negara yang paling produktif, memberikan gambaran awal mengenai cakupan kuantitatif dan distribusi geografis penelitian di bidang ini.

a. Annual Scientific Production
   Untuk memahami dinamika pertumbuhan penelitian di bidang fungsi hash dan secure hash algorithm, Gambar 1 menampilkan volume publikasi ilmiah setiap tahun berdasarkan analisis data Scopus.

TIN: Terapan Informatika Nusantara
Vol 6, No 2, July 2025, page 152-163
ISSN 2722-7987 (Media Online)
Website https://ejurnal.seminar-id.com/index.php/tin
DOI 10.47065/tin.v6i2.7762



Gambar 1. Annual Scientific Production

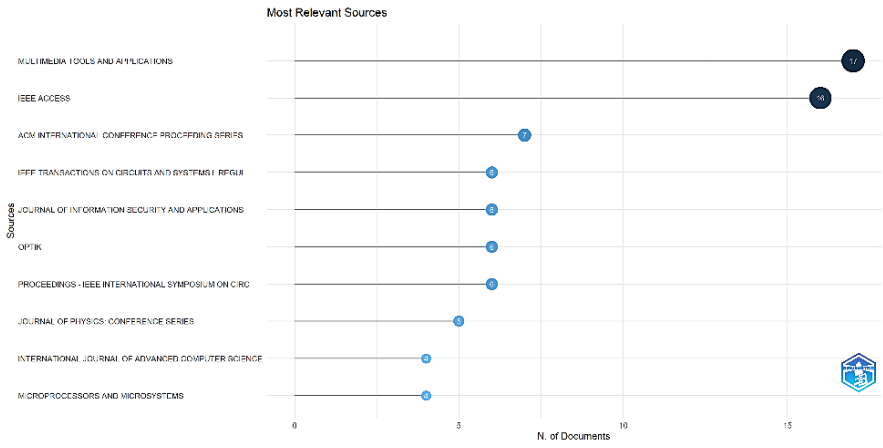
Berikut adalah deskripsi Gambar 1 tersebut:

1. Jenis Grafik: Grafik ini adalah grafik garis yang menunjukkan tren produksi ilmiah tahunan.
2. Judul Grafik: "Annual Scientific Production".
3. Sumbu X (Horizontal): Menyajikan "Year" (Tahun), dimulai dari tahun 2002 hingga 2024.
4. Sumbu Y (Vertikal): Menyajikan jumlah "Articles" (Artikel) yang dipublikasikan, dengan skala dari 0 hingga sekitar 70.
5. Garis Tren: Garis hitam pada grafik menunjukkan jumlah artikel yang dipublikasikan setiap tahun.
   Terlihat produksi ilmiah relatif rendah pada awal periode (sekitar tahun 2002-2007). Ada fluktuasi ringan, namun tren umum menunjukkan peningkatan jumlah artikel yang dipublikasikan dari sekitar tahun 2008 hingga puncaknya. Puncak produksi ilmiah terlihat terjadi sekitar tahun 2022 atau 2023, dengan jumlah artikel mencapai lebih dari 70. Terjadi penurunan yang sangat tajam pada tahun 2024. (Catatan: Penurunan tajam di tahun berjalan seperti 2024 pada grafik bibliometrik seringkali disebabkan data untuk tahun tersebut belum lengkap saat analisis dilakukan).

Secara keseluruhan, grafik ini memvisualisasikan perkembangan kuantitas publikasi ilmiah dari tahun ke tahun dalam periode 2002 hingga 2024, menunjukkan pertumbuhan signifikan yang mencapai puncaknya sebelum mengalami penurunan tajam di tahun terakhir yang ditampilkan.

b. Most Relevant Source

Memahami sumber-sumber utama di mana penelitian ini dipublikasikan sangat krusial. Gambar 2 menampilkan daftar jurnal dan prosiding konferensi dengan kontribusi artikel terbanyak terkait fungsi hash dan Secure Hash Algorithm.



Gambar 2. Most Relevant Sources

Berikut adalah deskripsi Gambar 2 tersebut:

1. Jenis Visualisasi: Grafik ini adalah plot horizontal yang menampilkan daftar sumber publikasi (jurnal atau prosiding) berdasarkan jumlah dokumen yang mereka publikasikan dalam dataset Anda.
2. Judul Grafik: "Most Relevant Sources".
3. Sumbu Vertikal: Menyajikan daftar nama-nama "Sources" (Sumber Publikasi), seperti "MULTIMEDIA TOOLS AND APPLICATIONS", "IEEE ACCESS", "ACM INTERNATIONAL CONFERENCE PROCEEDING SERIES", "IEEE TRANSACTIONS ON CIRCUITS AND SYSTEMS I: REGUL...", "JOURNAL OF INFORMATION SECURITY AND APPLICATIONS", dst.

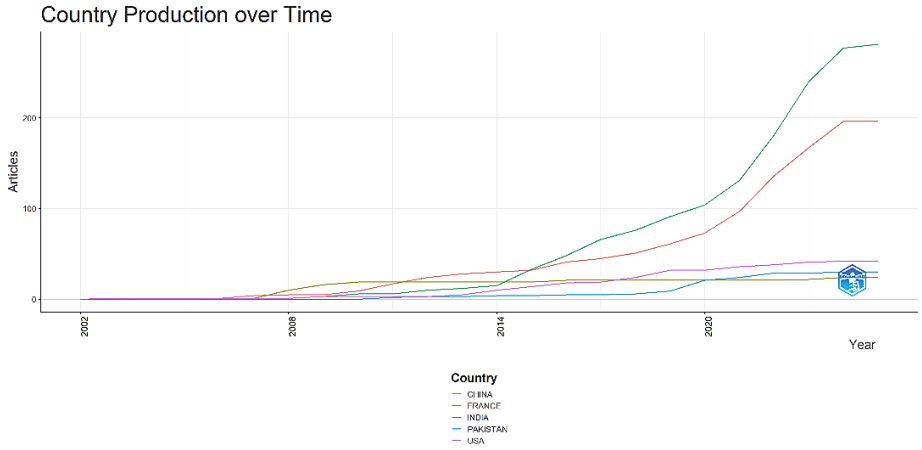
TIN: Terapan Informatika Nusantara
Vol 6, No 2, July 2025, page 152-163
ISSN 2722-7987 (Media Online)
Website https://ejurnal.seminar-id.com/index.php/tin
DOI 10.47065/tin.v6i2.7762

4. Sumbu Horizontal: Menyajikan "N. of Documents" (Jumlah Dokumen), dengan skala dari 0 hingga sekitar 16.
5. Data Poin: Setiap nama sumber di sumbu vertikal memiliki titik (biasanya lingkaran dengan angka di dalamnya) yang posisinya sesuai dengan jumlah dokumen yang diterbitkan oleh sumber tersebut. Angka di dalam atau di samping lingkaran menunjukkan jumlah dokumen secara eksplisit.
6. Ranking: Grafik ini secara efektif memberikan peringkat sumber publikasi berdasarkan jumlah artikel mereka dalam dataset. Terlihat sumber dengan jumlah dokumen tertinggi berada di bagian atas daftar. "MULTIMEDIA TOOLS AND APPLICATIONS" memiliki 7 dokumen, "IEEE ACCESS" memiliki 16 dokumen, "ACM INTERNATIONAL CONFERENCE PROCEEDING SERIES" memiliki 7 dokumen, "IEEE TRANSACTIONS ON CIRCUITS AND SYSTEMS I: REGUL..." memiliki 6 dokumen, "JOURNAL OF INFORMATION SECURITY AND APPLICATIONS" memiliki 6 dokumen, dan seterusnya ke bawah untuk sumber-sumber dengan jumlah dokumen lebih sedikit.

Secara keseluruhan, grafik ini memvisualisasikan sumber publikasi (jurnal dan prosiding) yang paling aktif atau paling banyak memuat artikel terkait topik penelitian Anda (fungsi *hash* dan secure hash algorithm) dalam dataset yang Anda analisis. Ini adalah hasil analisis Basic Characteristics lainnya yang penting.

c. Countries Production Over Time

Untuk memahami kontribusi geografis dalam penelitian terkait fungsi hash dan secure hash algorithm, Gambar 3 memvisualisasikan tren produksi ilmiah tahunan dari negara-negara kontributor utama dalam dataset Scopus.



Gambar 3. Countries Production Over Time

Berikut adalah deskripsi Gambar 3 tersebut:

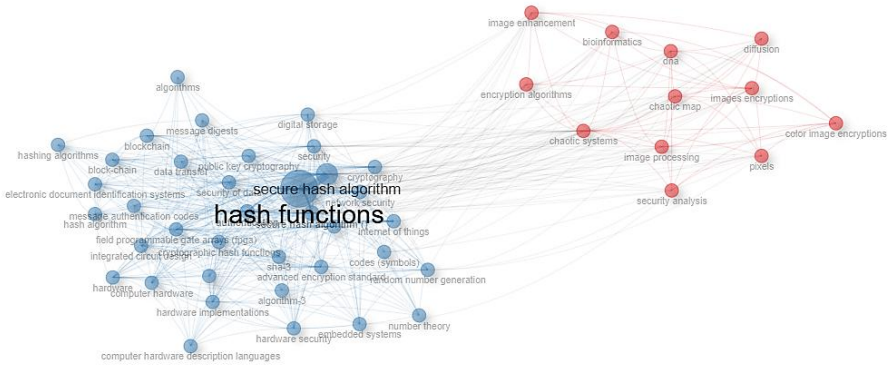
1. Jenis Grafik: Grafik ini adalah grafik garis yang memvisualisasikan produksi ilmiah kumulatif dari beberapa negara terpilih dari waktu ke waktu.
2. Judul Grafik: "Country Production over Time".
3. Sumbu X (Horizontal): Menyajikan "Year" (Tahun), dimulai dari tahun 2002 hingga sekitar tahun 2024.
4. Sumbu Y (Vertikal): Menyajikan "Articles" (Artikel), kemungkinan menunjukkan jumlah artikel kumulatif, dengan skala dari 0 hingga sekitar 250.
5. Legenda: Terletak di bagian bawah, menunjukkan negara-negara yang diwakili oleh setiap garis berwarna:
   a. Garis Merah Muda: CHINA
   b. Garis Hijau Muda: FRANCE
   c. Garis Biru Keunguan: INDIA
   d. Garis Biru Muda: PAKISTAN
   e. Garis Ungu: USA
6. Garis Tren per Negara: Setiap garis menunjukkan bagaimana jumlah artikel kumulatif dari negara tersebut berkembang dari tahun ke tahun. Pada awal periode (sekitar 2002-2008), semua negara memiliki produksi kumulatif yang rendah dan relatif datar. Sekitar tahun 2008-2014, beberapa negara mulai menunjukkan peningkatan produksi. Setelah tahun 2014, terutama setelah 2018, terlihat peningkatan yang sangat pesat pada garis INDIA (biru keunguan) dan CHINA (merah muda). Menjelang akhir periode (sekitar 2022-2024), garis INDIA menunjukkan jumlah kumulatif tertinggi, diikuti oleh CHINA. Negara-negara lain yang ditampilkan (FRANCE, PAKISTAN, USA) menunjukkan peningkatan yang lebih lambat dan jumlah kumulatif yang jauh lebih rendah dibandingkan INDIA dan CHINA.

Secara keseluruhan, grafik ini secara efektif memvisualisasikan kontribusi kumulatif beberapa negara terhadap dataset publikasi dari waktu ke waktu, menyoroti negara-negara dengan pertumbuhan produksi ilmiah paling signifikan di bidang ini selama periode analisis. Ini adalah visualisasi lain yang berasal dari analisis Basic Characteristics atau mungkin Collaboration Analysis pada tingkat negara.

TIN: Terapan Informatika Nusantara
Vol 6, No 2, July 2025, page 152-163
ISSN 2722-7987 (Media Online)
Website https://ejurnal.seminar-id.com/index.php/tin
DOI 10.47065/tin.v6i2.7762

3.2 Keyword Analysis

Untuk mengidentifikasi tema-tema penelitian utama dan sub-bidang dalam literatur terkait fungsi hash dan secure hash algorithm, analisis kata kunci, khususnya analisis co-occurrence kata kunci.



Gambar 4. Co-occurrence Network

Berikut adalah deskripsi Gambar 4 tersebut:

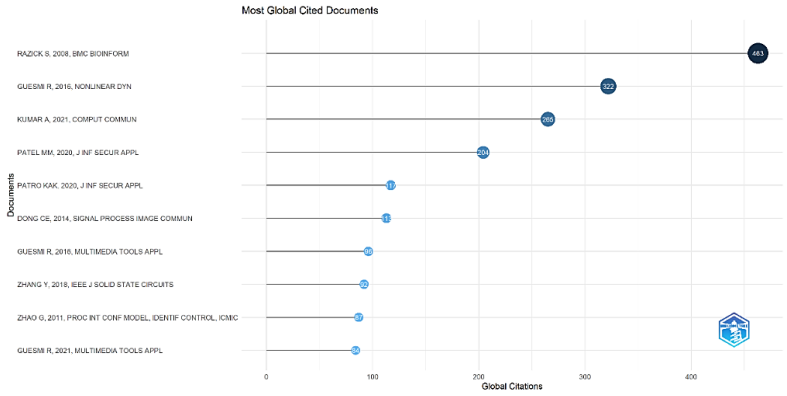
1. Jenis Visualisasi: Ini adalah peta jaringan (*network map*) yang dihasilkan dari analisis *co-occurrence* kata kunci.
2. Judul (Implied): Meskipun tidak ada judul teks di bagian atas seperti gambar sebelumnya, visualisasi ini secara standar merepresentasikan hubungan *co-occurrence* (kemunculan bersama) antar kata kunci.
3. Node (Lingkaran dengan Teks): Setiap lingkaran atau label teks merepresentasikan sebuah kata kunci yang sering muncul dalam dataset. Ukuran node dan ukuran teks kata kunci menunjukkan frekuensi kemunculan kata kunci tersebut dalam dataset. Kata kunci yang lebih besar dan tebal ("hash functions", "secure hash algorithm") adalah kata kunci yang paling sering muncul.
4. Edge (Garis yang Menghubungkan Node): Garis yang menghubungkan dua node menunjukkan bahwa kedua kata kunci tersebut sering muncul bersama dalam publikasi yang sama. Ketebalan garis dapat mengindikasikan seberapa sering keduanya muncul bersama.
5. Klaster (Pengelompokan Warna): Node-node yang sering muncul bersama dikelompokkan dan diberi warna yang sama. Setiap warna merepresentasikan sebuah klaster atau tema penelitian yang berbeda. Dalam gambar ini, terlihat jelas ada setidaknya dua klaster utama:
   a. Klaster Biru: Ini adalah klaster terbesar dan paling sentral. Kata kunci dominan di klaster ini meliputi "hash functions", "secure hash algorithm", "algorithms", "security", "cryptography", "data integrity", "digital signature", "blockchain", "public key cryptography", "message authentication codes", "electronic document identification systems", "hardware implementation", "computer hardware", dll. Klaster ini jelas mewakili area inti kriptografi, keamanan data, dan implementasi teknis dari algoritma hash.
   b. Klaster Merah/Merah Muda: Ini adalah klaster lain yang signifikan. Kata kunci dominan di klaster ini meliputi "image encryption", "chaotic systems", "chaotic map", "image processing", "diffusion", "pixels", "security analysis", "bioinformatics", "dna", dll. Klaster ini tampaknya mewakili area aplikasi hash function (atau teknik terkait keamanan) dalam pemrosesan dan enkripsi citra, seringkali menggunakan pendekatan berbasis sistem chaotic.
6. Hubungan Antar Klaster: Meskipun ada dua klaster yang jelas berbeda, terlihat ada beberapa garis tipis yang menghubungkan node dari klaster biru dan merah (misal, dari "security" atau "algorithms" ke "image encryption" atau "chaotic systems"). Ini menunjukkan adanya keterkaitan atau penelitian yang menjembatani kedua area tema ini.

Secara keseluruhan, grafik jaringan *co-occurrence* kata kunci ini berhasil memvisualisasikan struktur tematik dari penelitian terkait fungsi *hash* dan secure hash algorithm dalam dataset Anda. Terlihat bahwa ada area inti dalam kriptografi dan keamanan, serta area aplikasi signifikan dalam pemrosesan dan keamanan citra, dengan beberapa interkoneksi di antaranya. Visualisasi ini adalah temuan kunci untuk bagian Hasil (Results) di sub-bagian Keyword Analysis.

3.3 Citation Analysis

Hasil analisis sitasi, termasuk daftar artikel, penulis, dan sumber paling banyak disitasi, serta pemetaan struktur intelektual bidang.

TIN: Terapan Informatika Nusantara
Vol 6, No 2, July 2025, page 152-163
ISSN 2722-7987 (Media Online)
Website https://ejurnal.seminar-id.com/index.php/tin
DOI 10.47065/tin.v6i2.7762



Gambar 5. Most Global Cited Documents

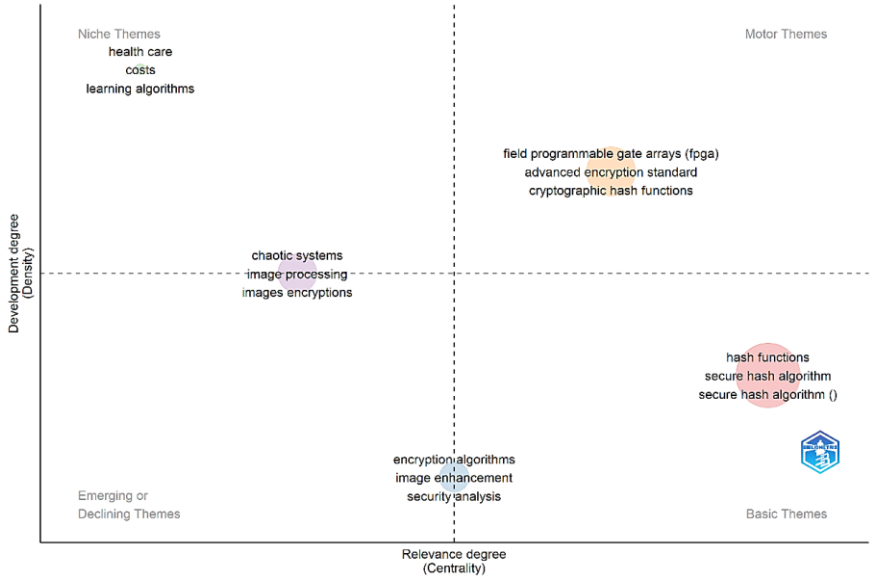
Berikut adalah deskripsi gambar 5 tersebut:

1. Jenis Visualisasi: Grafik ini adalah plot horizontal yang menampilkan daftar dokumen (artikel) berdasarkan jumlah sitasi global yang mereka terima. Ini adalah salah satu bentuk analisis sitasi.
2. Judul Grafik: "Most Global Cited Documents".
3. Sumbu Vertikal: Menyajikan daftar "Documents" (Dokumen). Setiap item dalam daftar ini tampaknya diwakili oleh nama belakang penulis utama, tahun publikasi, dan singkatan nama jurnal atau prosiding tempat artikel tersebut dipublikasikan (misalnya, "RAZZAQUE S, 2018, BMC BIOINFORM", "GUESSM R, 2016, NONLINEAR DYN", "KUMAR A, 2021, COMPUT COMMUN", dst).
4. Sumbu Horizontal: Menyajikan "Global Citations" (Jumlah Sitasi Global), dengan skala dari 0 hingga sekitar 400.
5. Data Poin: Setiap dokumen diwakili oleh sebuah lingkaran (atau gelembung) yang posisinya di sumbu horizontal menunjukkan jumlah total sitasi global yang diterima oleh dokumen tersebut dalam dataset yang dianalisis atau di basis data sumber (Scopus). Angka di dalam lingkaran menunjukkan jumlah sitasi global secara spesifik.
6. Ranking: Dokumen di bagian atas daftar adalah dokumen yang paling banyak disitasi. Dokumen teratas (RAZZAQUE S, 2018, BMC BIOINFORM) menerima sekitar 365 sitasi, Dokumen kedua (GUESSM R, 2016, NONLINEAR DYN) menerima 322 sitasi, Dokumen ketiga (KUMAR A, 2021, COMPUT COMMUN) menerima 285 sitasi, dan Dokumen-dokumen di bawahnya memiliki jumlah sitasi yang semakin sedikit.

Secara keseluruhan, grafik ini secara efektif mengidentifikasi dan memberikan peringkat artikel-artikel individu dalam dataset Anda yang paling berpengaruh dalam komunitas ilmiah berdasarkan jumlah sitasi global yang mereka peroleh.

3.4 Thematic Map

Peta tematik memberikan gambaran mengenai status dan peran tema-tema penelitian yang berbeda dalam bidang ini. Seperti terlihat pada Gambar 6 tema-tema dikelompokkan berdasarkan kepadatan (seberapa banyak artikel dalam tema tersebut saling terkait) dan sentralitas (seberapa penting tema tersebut dalam menghubungkan tema lain).



Gambar 6. Thematic Map

TIN: Terapan Informatika Nusantara
Vol 6, No 2, July 2025, page 152-163
ISSN 2722-7987 (Media Online)
Website https://ejurnal.seminar-id.com/index.php/tin
DOI 10.47065/tin.v6i2.7762

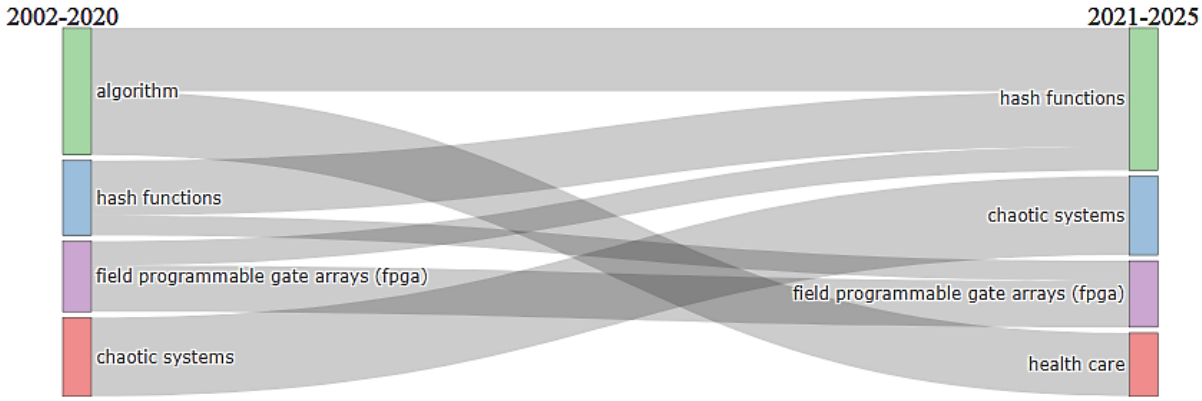
Berikut adalah deskripsi Gambar 6 tersebut:

1. Jenis Visualisasi: Ini adalah peta tematik (*thematic map*), yang merupakan scatter plot dengan empat kuadran.
2. Judul Grafik: "Thematic Map".
3. Sumbu X (Horizontal): Merepresentasikan "Relevance degree (Centrality)" (Tingkat Relevansi atau Sentralitas). Ini mengukur seberapa penting sebuah tema dalam menghubungkan tema-tema lain dalam jaringan penelitian. Tema di sebelah kanan memiliki sentralitas yang lebih tinggi.
4. Sumbu Y (Vertikal): Merepresentasikan "Development degree (Density)" (Tingkat Pengembangan atau Kepadatan). Ini mengukur seberapa baik dan padat sebuah tema dikembangkan secara internal (seberapa kuat kata kunci dalam tema tersebut saling terkait). Tema di bagian atas memiliki kepadatan yang lebih tinggi.
5. Empat Kuadran: Peta ini dibagi menjadi empat kuadran, masing-masing mewakili jenis tema yang berbeda:
   a. Kuadran Kanan Atas (Motor Themes): Tema dengan sentralitas tinggi dan kepadatan tinggi. Ini adalah tema yang berkembang dengan baik dan penting dalam bidang penelitian, sering kali menjadi pendorong (*motor*) penelitian. Dalam gambar ini, tema yang terlihat di sini antara lain: "field programmable gate arrays (fpga)", "advanced encryption standard", dan "cryptographic hash functions".
   b. Kuadran Kiri Atas (Niche Themes): Tema dengan sentralitas rendah tetapi kepadatan tinggi. Ini adalah tema yang berkembang dengan baik tetapi relatif terspesialisasi atau berada di ceruk (*niche*) bidang penelitian. Tema yang terlihat: "health care", "costs", dan "learning algorithms".
   c. Kuadran Kanan Bawah (Basic Themes): Tema dengan sentralitas tinggi tetapi kepadatan rendah. Ini adalah tema yang penting dalam menghubungkan area lain, tetapi mungkin belum berkembang penuh atau merupakan tema dasar yang sering muncul tetapi tidak selalu menjadi fokus studi mendalam dalam satu klaster padat. Tema yang terlihat: "hash functions", "secure hash algorithm", "secure hash algorithm ()". Node besar berwarna merah ini menunjukkan sentralitas yang sangat tinggi.
   d. Kuadran Kiri Bawah (Emerging or Declining Themes): Tema dengan sentralitas rendah dan kepadatan rendah. Ini bisa menjadi tema yang baru muncul (*emerging*) atau tema yang sudah mulai menurun (*declining*) dan kurang aktif. Tema yang terlihat: "chaotic systems", "image processing", "images encryptions", "encryption algorithms", "image enhancement", "security analysis".
6. Ukuran Node: Ukuran node (gelembung) biasanya menunjukkan frekuensi kemunculan kata kunci yang mewakili tema tersebut. Node besar untuk "hash functions" dan "secure hash algorithm" di kuadran Basic Themes mengkonfirmasi bahwa ini adalah istilah yang sangat sering dan sentral dalam dataset.

Secara keseluruhan, peta tematik ini memberikan gambaran visual mengenai status tema-tema penelitian dalam dataset Anda. Ini membantu mengidentifikasi tema mana yang merupakan pendorong utama, tema spesialisasi, tema dasar/penting, dan tema yang mungkin sedang muncul atau menurun. Visualisasi ini adalah temuan kunci untuk sub-bagian Thematic Map dalam bagian Hasil.

3.5 Thematic Evolution

Untuk memahami dinamika perkembangan penelitian terkait fungsi *hash* dan secure hash algorithm, analisis evolusi tematik dilakukan guna melacak perubahan tema-tema utama dari waktu ke waktu. Hasil visualisasi evolusi tematik disajikan pada Gambar 7.



Gambar 7. Thematic Evolution

Berikut adalah deskripsi Gambar 7 tersebut:

1. Jenis Visualisasi: Grafik ini adalah peta evolusi tematik, sering kali direpresentasikan mirip diagram Sankey, yang menunjukkan pergeseran dan perkembangan tema antar periode waktu.
2. Judul Grafik: "Thematic Evolution".
3. Struktur: Grafik ini memiliki dua kolom vertikal yang merepresentasikan dua periode waktu yang berbeda:
   a. Kolom Kiri: Periode 2002-2020.
   b. Kolom Kanan: Periode 2021-2025. Di setiap kolom terdapat daftar tema penelitian yang relevan pada periode tersebut, direpresentasikan dengan kotak berwarna.

TIN: Terapan Informatika Nusantara
Vol 6, No 2, July 2025, page 152-163
ISSN 2722-7987 (Media Online)
Website https://ejurnal.seminar-id.com/index.php/tin
DOI 10.47065/tin.v6i2.7762

4. Garis Penghubung (Aliran Tema): Pita berwarna yang menghubungkan kotak tema dari periode 2002-2020 ke tema pada periode 2021-2025 menunjukkan bagaimana tema-tema dari periode awal berkontribusi atau berkembang menjadi tema-tema di periode selanjutnya. Lebar pita seringkali mengindikasikan ukuran atau signifikansi tema tersebut dalam periode terkait atau kekuatan hubungan antar tema.
5. Tema dan Pergeserannya:
   a. Periode 2002-2020 (Kiri): Tema utama yang terlihat adalah "algorithm" (hijau), "hash functions" (biru), "field programmable gate arrays (fpga)" (ungu), dan "chaotic systems" (merah).
   b. Periode 2021-2025 (Kanan): Tema utama yang terlihat adalah "hash functions" (hijau), "chaotic systems" (biru), "field programmable gate arrays (fpga)" (ungu), dan "health care" (merah).
6. Interpretasi Aliran:
   a. Tema "algorithm" (hijau di kiri) tampaknya mengalir dan menyatu menjadi tema "hash functions" (hijau di kanan). Ini bisa berarti penelitian tentang algoritma secara umum (dalam konteks dataset ini) semakin spesifik terfokus pada "hash functions" di periode selanjutnya.
   b. Tema "hash functions" (biru di kiri) tampaknya terbagi alirannya, sebagian besar tetap relevan sebagai "hash functions" (namun berwarna hijau di kanan, menunjukkan kemungkinan pengelompokan ulang tema oleh alat), dan sebagian lagi mengalir ke "chaotic systems" (biru di kanan). Ini menunjukkan hubungan atau aplikasi hash function dalam sistem chaotic meningkat.
   c. Tema "field programmable gate arrays (fpga)" (ungu di kiri) mengalir langsung dan tetap menjadi tema "field programmable gate arrays (fpga)" (ungu di kanan), menunjukkan ini adalah tema yang konsisten dan terus diteliti.
   d. Tema "chaotic systems" (merah di kiri) tampaknya juga berkembang atau terbagi. Sebagian besar mengalir dan tetap sebagai "chaotic systems" (namun berwarna biru di kanan). Bagian lain tampaknya mengalir ke tema yang muncul, "health care" (merah di kanan). Ini menarik, menyarankan aplikasi sistem chaotic (dan mungkin hash function di dalamnya) dalam bidang kesehatan.
   e. Tema "health care" (merah di kanan) tampak sebagai tema yang mungkin baru muncul atau mendapatkan perhatian signifikan di periode 2021-2025, dengan aliran yang berasal dari "chaotic systems".

Secara keseluruhan, grafik evolusi tematik ini dengan jelas menggambarkan bagaimana fokus penelitian terkait fungsi *hash* dan secure hash algorithm telah bergeser dan berkembang antara periode 2002-2020 dan 2021-2025. Ini menyoroti tema-tema yang persisten, tema yang berkembang dan bercabang, serta kemunculan tema baru yang relevan.

3.6 Pembahasan

Bagian ini menyajikan interpretasi mendalam dari hasil analisis bibliometrik yang telah diuraikan sebelumnya, dengan tujuan memetakan lanskap penelitian fungsi *hash* dan secure hash algorithm serta menjawab pertanyaan penelitian yang diajukan dalam Bagian Pendahuluan. Sintesis dari berbagai analisis memberikan pemahaman yang komprehensif mengenai dinamika, struktur, dan fokus penelitian di bidang ini.

Analisis karakteristik dasar menunjukkan tren pertumbuhan publikasi yang signifikan dari tahun 2002 hingga puncaknya sekitar tahun 2022 atau 2023 (merujuk Gambar produksi tahunan). Peningkatan volume publikasi ini merefleksikan meningkatnya perhatian dan urgensi penelitian di bidang keamanan siber, di mana fungsi *hash* menjadi komponen kunci. Penurunan yang terlihat di tahun 2024 (merujuk Gambar produksi tahunan) kemungkinan besar merupakan artefak dari proses pengumpulan data (data untuk tahun berjalan belum lengkap) daripada indikasi penurunan aktivitas penelitian yang sebenarnya. Dari perspektif geografis dan kelembagaan, terlihat bahwa penelitian ini didominasi oleh kontribusi dari negara-negara tertentu, dengan pertumbuhan yang sangat pesat dari negara-negara seperti India dan China dalam beberapa tahun terakhir (merujuk Gambar produksi negara). Hal ini menunjukkan pergeseran pusat-pusat penelitian atau peningkatan investasi dalam keamanan siber di wilayah-wilayah tersebut. Identifikasi sumber publikasi utama (merujuk Tabel/Gambar sumber paling relevan) juga mengungkap jurnal dan prosiding konferensi mana yang menjadi forum utama bagi para peneliti di bidang ini, memberikan panduan bagi peneliti lain untuk mencari literatur relevan.

Struktur intelektual bidang penelitian, sebagaimana diungkap oleh analisis sitasi (merujuk Tabel artikel/penulis/sumber paling banyak disitasi dan Gambar jaringan sitasi jika ada), mengidentifikasi karya-karya dan penulis yang paling berpengaruh. Artikel-artikel yang paling banyak disitasi seringkali merupakan publikasi fundamental yang memperkenalkan algoritma baru (misalnya, paper original SHA-3 atau varian SHA lainnya), metode analisis keamanan, atau tinjauan komprehensif yang membentuk dasar pengetahuan di bidang ini. Penulis yang paling banyak disitasi merupakan individu atau kelompok peneliti yang kontribusinya diakui secara luas oleh komunitas.

Analisis kata kunci dan peta *co-occurrence* (merujuk Gambar peta *co-occurrence*) berhasil mengidentifikasi tema-tema penelitian utama dalam dataset. Terlihat adanya klaster tema inti yang berfokus pada "hash functions", "secure hash algorithm", "security", "cryptography", dan "algorithms", yang merefleksikan fondasi teoretis dan teknis bidang ini. Selain itu, muncul klaster tema aplikasi seperti "image encryption" dan "image processing", menunjukkan bahwa fungsi *hash* banyak dieksplorasi dan diterapkan dalam domain pemrosesan citra, seringkali dalam kombinasi dengan teknik lain seperti sistem *chaotic*. Keterkaitan antar klaster menunjukkan bahwa penelitian ini tidak terisolasi tetapi memiliki jembatan antar sub-bidang. Peta tematik (merujuk Gambar peta tematik) lebih lanjut mengategorikan

TIN: Terapan Informatika Nusantara
Vol 6, No 2, July 2025, page 152-163
ISSN 2722-7987 (Media Online)
Website https://ejurnal.seminar-id.com/index.php/tin
DOI 10.47065/tin.v6i2.7762

tema-tema ini berdasarkan sentralitas dan kepadatannya. Tema seperti "cryptographic hash functions" berada di kuadran *Motor*, mengindikasikan statusnya sebagai tema yang berkembang dengan baik dan sentral. Tema dasar seperti "hash functions" dan "secure hash algorithm" tetap penting dan sentral, meskipun mungkin tidak selalu menjadi fokus utama dari klaster yang sangat padat di *Frontiers*. Tema-tema di kuadran *Emerging or Declining* serta *Niche* menunjukkan area penelitian yang lebih baru, terspesialisasi, atau kurang matang, seperti aplikasi dalam "health care" atau teknik khusus dalam "chaotic systems".

Evolusi tematik dari waktu ke waktu (merujuk Gambar evolusi tematik) memberikan pandangan dinamis tentang bagaimana fokus penelitian di bidang ini telah berkembang. Terlihat bahwa tema dasar seperti "algorithm" dan "hash functions" di periode awal berkembang menjadi tema yang lebih spesifik seperti "secure hash algorithm" dan hubungannya dengan aplikasi atau teknik tertentu di periode selanjutnya. Munculnya tema baru seperti "health care" di periode akhir menunjukkan adopsi atau eksplorasi fungsi *hash* dalam domain aplikasi yang sebelumnya mungkin kurang terwakili, berpotensi didorong oleh kebutuhan keamanan data di sektor tersebut. Persistensi tema seperti "field programmable gate arrays (fpga)" mengindikasikan bahwa penelitian pada implementasi *hardware* tetap menjadi area yang relevan dan berkelanjutan. Pergeseran aliran antar tema (misal, dari "hash functions" atau "chaotic systems" ke "health care") memberikan petunjuk tentang bagaimana area-area penelitian saling memengaruhi dan memunculkan fokus baru.

Secara keseluruhan, analisis bibliometrik ini telah berhasil memetakan lanskap penelitian fungsi *hash* dan secure hash algorithm, memberikan gambaran yang jelas mengenai pertumbuhan bidang, aktor kunci, tema-tema dominan dan *emerging*, serta bagaimana tema-tema tersebut telah berevolusi.

Temuan studi ini menjawab pertanyaan penelitian: (Secara eksplisit hubungkan temuan dengan setiap pertanyaan penelitian Anda di sini. Contoh di bawah).

a. Pertanyaan 1 (Tren Publikasi): Tren publikasi menunjukkan pertumbuhan eksponensial hingga tahun 2023, menandakan peningkatan aktivitas riset yang kuat.
b. Pertanyaan 2 (Aktor Kunci): Analisis sitasi dan produktivitas mengidentifikasi penulis, institusi, dan negara terkemuka (sebutkan contoh berdasarkan hasil Anda) serta sumber publikasi utama (sebutkan contoh).
c. Pertanyaan 3 (Tema Penelitian): Peta *co-occurrence* dan peta tematik mengidentifikasi klaster tema inti (misal: kriptografi, implementasi hardware) dan tema aplikasi (misal: enkripsi citra, kesehatan).
d. Pertanyaan 4 (Pola Kolaborasi): (Jika Anda melakukan analisis kolaborasi dan menunjukkannya, diskusikan pola yang terlihat - misal: apakah kolaborasi internasional kuat, klaster kolaborasi utama, dll.).
e. Pertanyaan 5 (Evolusi Tema): Evolusi tematik menunjukkan pergeseran dari fokus algoritma dasar ke aplikasi spesifik dan teknik terkait (misal: sistem chaotic), serta kemunculan area aplikasi baru seperti kesehatan.

Meskipun studi ini memberikan wawasan yang kaya melalui analisis kuantitatif, penting untuk mengakui keterbatasannya (sebutkan keterbatasan seperti yang direncanakan di outline, misal: hanya menggunakan data Scopus, tergantung pada kualitas metadata, analisis bibliometrik tidak menggantikan analisis konten mendalam dari artikel itu sendiri).

Berdasarkan pemetaan lanskap ini dan identifikasi tema *emerging* serta area yang kurang padat di peta tematik atau evolusi, beberapa kesenjangan penelitian dapat diidentifikasi, dan arah penelitian masa depan disarankan. Misalnya, eksplorasi lebih lanjut mengenai aplikasi fungsi *hash* aman di sektor "health care" tampak sebagai area yang menjanjikan tetapi mungkin masih dalam tahap awal (jika ini tercermin di peta). Penelitian yang menjembatani tema inti kriptografi dengan aplikasi spesifik (misal: pada perangkat IoT berdaya rendah selain yang sudah ada) mungkin juga memerlukan perhatian lebih. Analisis mendalam terhadap efektivitas dan keamanan implementasi *hardware* SHA pada platform terbaru juga tetap relevan.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini telah berhasil memetakan lanskap penelitian terkait fungsi hash dan secure hash algorithm melalui pendekatan studi bibliometrik yang komprehensif terhadap 494 artikel jurnal dan prosiding dari basis data Scopus. Melalui analisis karakteristik dasar, sitasi, kata kunci, serta pemetaan tematik dan evolusinya, studi ini mengungkap beberapa aspek kunci dari bidang penelitian yang dinamis ini. Temuan menunjukkan pertumbuhan yang signifikan dalam volume publikasi, menandakan meningkatnya perhatian global terhadap fungsi hash aman dalam keamanan siber. Analisis mengidentifikasi negara, institusi, dan penulis paling produktif serta artikel-artikel yang paling banyak disitasi, menyoroti kontributor utama dan fondasi intelektual bidang ini. Peta co-occurrence kata kunci dan peta tematik berhasil memvisualisasikan tema-tema penelitian utama, membedakan antara area inti kriptografi, implementasi, aplikasi spesifik (seperti enkripsi citra dan potensi di sektor kesehatan), dan tema yang sedang berkembang atau terspesialisasi. Lebih lanjut, analisis evolusi tematik memperlihatkan pergeseran dari fokus algoritma dasar di periode awal menuju eksplorasi aplikasi yang lebih luas dan teknik terkait dalam beberapa tahun terakhir. Secara keseluruhan, pemetaan lanskap ini memberikan gambaran komprehensif mengenai tren riset, aktor utama, area fokus, dan dinamika perkembangan bidang fungsi hash dan secure hash algorithm. Kontribusi studi ini terletak pada penyediaan wawasan berbasis data mengenai struktur dan evolusi bidang yang krusial bagi keamanan siber modern, serta identifikasi kesenjangan penelitian yang dapat mengarahkan studi di masa depan.


TIN: Terapan Informatika Nusantara
Vol 6, No 2, July 2025, page 152-163
ISSN 2722-7987 (Media Online)
Website https://ejurnal.seminar-id.com/index.php/tin
DOI 10.47065/tin.v6i2.7762

REFERENCES

Amaludin, L., & Rahmatulloh, A. (2024). Penerapan ECDSA dan BLAKE2B Untuk Membentuk Tanda Tangan Digital Sebagai Autentikasi Dokumen. *Jurnal Informatika Dan Multimedia*, *16*(2), 20–26. https://doi.org/10.33795/jtim.v16i2.6599

Assidiq, M. L., Mahardika, F., & Santika, D. (2024). Implementation of Aes and Sha-3 Cryptography Algorithms in Securing User Sensitive Data on the Artesian Water Bill Payment Transaction Website. *JOCSIT .:. Journal of Collaborative Science and Informatics Technology*, *1*(1), 41–54. https://doi.org/10.69933/jocsit.v1i1.11

Baas, J., Schotten, M., Plume, A., Côté, G., & Karimi, R. (2020). Scopus as a curated, high-quality bibliometric data source for academic research in quantitative science studies. *Quantitative Science Studies*, *1*(1), 377–386. https://doi.org/10.1162/qss_a_00019

Dewamuni, Z., Shanmugam, B., Azam, S., & Thennadil, S. (2023). Bibliometric Analysis of IoT Lightweight Cryptography. *Information (Switzerland)*, *14*(12). https://doi.org/10.3390/info14120635

Dolmeta, A., Martina, M., & Masera, G. (2023). Comparative Study of Keccak SHA-3 Implementations. *Cryptography*, *7*(4). https://doi.org/10.3390/cryptography7040060

Duan, C. (2024). Analyses of Scientific Collaboration Networks among Authors, Institutions, and Countries in FinTech Studies: A Bibliometric Review. *FinTech*, *3*(2), 249–273. https://doi.org/10.3390/fintech3020015

Fajrin, A. M. (2023). Perbandingan Performa Kecepatan dari Algoritma Hash Function untuk Proses Enkripsi Password. *KESATRIA: Jurnal Penerapan Sistem Informasi*, *4*(4), 1069–1075.

Forliano, C., De Bernardi, P., & Yahiaoui, D. (2021). Entrepreneurial universities: A bibliometric analysis within the business and management domains. *Technological Forecasting and Social Change*, *165*, 120522. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120522

Gonzalez-Valiente, C. L., & Lopez-Mesa, E. K. (2022). Intellectual structure of Library and Information Science in Iberoamerica using journal co-citation analysis: A comparative study based on Scopus and Web of Science. *Transinformacao*, *34*. https://doi.org/10.1590/2318-0889202234e210036

Haifaa Ahmed Hasan, Hassan F. Al-Layla, & Farah N. Ibraheem. (2022). A Review of Hash Function Types and their Applications. *Wasit Journal of Computer and Mathematics Science*, *1*(3), 75–88. https://doi.org/10.31185/wjcm.52

Han, Y. L. F. H. J. (2023). Applied Mathematics and Nonlinear Sciences. *Applied Mathematics and Nonlinear Sciences*, *8*(2), 3383–3392.

Hosseini, E., Shahbazi, A., & Dehbozorgi, A. (2025). Topical Evolution and Thematic Progression of Research Frontiers: The Field of Knowledge Graphs. *Knowledge Organization*, *52*(1). https://doi.org/10.31083/ko39497

Husna, J., Ratna, M. P., & Nasir, N. E. C. (2024). Analisis Bibliometrik Kiryoku: Jurnal Studi Kejepangan Tahun 2017-2021. *Anuva: Jurnal Kajian …*, *8*(2), 209–226. https://ejournal2.undip.ac.id/index.php/anuva/article/view/22516%0Ahttps://ejournal2.undip.ac.id/index.php/anuva/article/download/22516/10752

Li, Y., & Liu, Q. (2021). A comprehensive review study of cyber-attacks and cyber security; Emerging trends and recent developments. *Energy Reports*, *7*, 8176–8186. https://doi.org/10.1016/j.egyr.2021.08.126

Lim, W. M., Kumar, S., & Donthu, N. (2024). How to combine and clean bibliometric data and use bibliometric tools synergistically: Guidelines using metaverse research. *Journal of Business Research*, *182*(December 2023), 114760. https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2024.114760

Melyan, N. R., & Yasin, R. M. (2024). Analisis co-occurrence pada riset pengembangan koleksi perpustakaan tahun 2015-2023: studi visualisasi dengan VOSviewer. *Jurnal Kajian Perpustakaan, Informasi Dan Kearsipan*, *6*, 1–13.

Mufidah, N. F., & Nuha, H. H. (2024). Performance and Security Analysis of Lightweight Hash Functions in IoT. *Jurnal Informatika: Jurnal Pengembangan IT*, *9*(3), 264–270. https://doi.org/10.30591/jpit.v9i3.7633

Muhammad Rehan Anwar, Desy Apriani, & Irsa Rizkita Adianita. (2021). Hash Algorithm In Verification Of Certificate Data Integrity And Security. *APTISI Transactions on Technopreneurship*, *3*(2), 67–74.

Mukhlisa, N., & Hasan, K. (2024). Analisis Bibliometrik : Konsep , Metodologi , Dan Aplikasinya Dalam Penelitian Ilmiah. *Seminar Nasional Hasil Penelitian 2024 LP2M-Universitas Negeri Makassar*, 950–961.

Purnomo, M., Ginanjar*, J., Purbasari, R., Paramita, B., & Nurdin, M. (2022). Analisis Bibliometrik Entrepreneurship Korporat Pada Basis Data Scopus. *JURISMA : Jurnal Riset Bisnis & Manajemen*, *12*(2), 311–335. https://doi.org/10.34010/jurisma.v12i2.7480

Rais Rabtsani, M., Triayudi, A., & Soepriyono, G. (2024). Combination of AES (Advanced Encryption Standard) and SHA256 Algorithms for Data Security in Bill Payment Applications. *SAGA: Journal of Technology and Information System*, *2*(1), 175–189. https://doi.org/10.58905/saga.v2i1.250

Salazar-Concha, C., Ficapal-Cusí, P., Boada-Grau, J., & Camacho, L. J. (2021). Analyzing the evolution of technostress: A science mapping approach. *Heliyon*, *7*(4). https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e06726

Sevin, A., & Çavuşoğlu, Ü. (2024). Design and Performance Analysis of a SPECK-Based Lightweight Hash Function. *Electronics (Switzerland)*, *13*(23). https://doi.org/10.3390/electronics13234767

Sinaga, J. S. G., Nehemia Sitorus, & Steven Lukas Samosir. (2024). Analisis Kinerja Algoritma Hash pada Keamanan Data: Perbandingan Antara SHA-256, SHA-3, dan Blake2. *Jurnal Quancom: Quantum Computer Jurnal*, *2*(2), 9–16. https://doi.org/10.62375/jqc.v2i2.432

TIN: Terapan Informatika Nusantara
Vol 6, No 2, July 2025, page 152-163
ISSN 2722-7987 (Media Online)
Website https://ejurnal.seminar-id.com/index.php/tin
DOI 10.47065/tin.v6i2.7762

Sobti, R., & Geetha, G. (2012). Cryptographic Hash Functions: A Review. *International Journal of Computer Science Issues*, *9*(2), 461–479. www.IJCSI.org

Thabit, F., Alhomdy, A. P. S., Al-Ahdal, A. H. A., & Jagtap, P. D. S. (2021). A new lightweight cryptographic algorithm for enhancing data security in cloud computing. *Global Transitions Proceedings*, *2*(1), 91–99. https://doi.org/10.1016/j.gltp.2021.01.013

Tupan, T. (2023). Pemetaan Sistematik Penerapan Literasi Digital di Indonesia Menggunakan R Biblioshiny adan VOSviewer. *Media Pustakawan*, *30*(1), 1–12. https://doi.org/10.37014/medpus.v30i1.3264

Wu, S. T., & Chang, J. R. (2023). Secure One-Way Hash Function Using Cellular Automata for IoT. *Sustainability (Switzerland)*, *15*(4). https://doi.org/10.3390/su15043552