

Manfaat dan Tantangan Adopsi Cloud Computing: *Systematic Literatur Review*

Fadlan Hafid Subechi *¹

¹ Program Studi Teknik Informatika, STMIK YMI TEGAL

*e-mail: fadlanhafid.19@gmail.com

Abstrak

Cloud Computing adalah "sebuah model yang menyediakan akses jaringan yang menyeluruh, nyaman, dan sesuai permintaan ke kumpulan sumber daya komputasi yang dapat dikonfigurasi, seperti jaringan, server, penyimpanan, aplikasi, dan layanan yang dapat disediakan dan dilepaskan dengan cepat dengan sedikit usaha pengelolaan atau interaksi dengan penyedia layanan. Penelitian ini bertujuan untuk meninjau dan menganalisis bukti empiris tentang keuntungan dan tantangan adopsi CC secara sistematis. Penelitian ini menggunakan pendekatan Systematic Literature Review (SLR) yang didukung oleh analisis bibliometrik menggunakan perangkat lunak VOSviewer. Pendekatan ini memungkinkan analisis mendalam terhadap literatur terkini untuk memahami manfaat dan tantangan yang dihadapi dalam adopsi Cloud Computing. Dengan bantuan VOSviewer, hubungan antar tema dapat divisualisasikan untuk memberikan wawasan komprehensif mengenai transformasi digital di sektor teknologi informasi. Hasil penelitian memberikan gambaran menyeluruh mengenai tantangan dan manfaat dari Cloud Computing berdasarkan analisis literatur yang diperoleh melalui metode Systematic Literature Review (SLR). Dengan menggunakan perangkat lunak VOSviewer untuk memvisualisasikan hubungan antar kata kunci, penelitian ini mengidentifikasi tiga cluster utama dalam Cloud Computing: algoritma dan penjadwalan tugas, aplikasi dan IoT, serta keamanan data. Selain itu, hasil analisis menunjukkan bahwa Cloud Computing memiliki manfaat besar dalam mendorong inovasi dan efisiensi di berbagai sektor, seperti industri konstruksi. Meskipun demikian, tantangan yang dihadapi dalam implementasi Cloud Computing, seperti masalah keamanan data, pengelolaan sumber daya, dan efisiensi biaya operasional, tetap menjadi perhatian utama. Penelitian ini juga mengidentifikasi tren masa depan, termasuk potensi integrasi dengan komputasi kuantum dan pengelolaan kualitas layanan (QoS) untuk meningkatkan performa Cloud Computing.

Kata kunci: Cloud Computing, Manfaat, Tantangan, Systematic Literatur Review

Abstract

Cloud Computing is "a model that provides broad, convenient, and on-demand network access to a pool of configurable computing resources such as networks, servers, storage, applications, and services that can be rapidly provisioned and released with minimal management effort or interaction with the service provider." This study aims to systematically review and analyze empirical evidence on the benefits and challenges of adopting Cloud Computing (CC). The research uses a Systematic Literature Review (SLR) approach supported by bibliometric analysis using the VOSviewer software. This approach allows for in-depth analysis of recent literature to understand the benefits and challenges faced in adopting Cloud Computing. With the help of VOSviewer, relationships between themes can be visualized to provide comprehensive insights into digital transformation in the information technology sector. The research results provide a comprehensive overview of the challenges and benefits of Cloud Computing based on the literature analysis obtained through the Systematic Literature Review (SLR) method. By using VOSviewer software to visualize the relationships between keywords, this study identifies three main clusters in Cloud Computing: algorithms and task scheduling, applications and IoT, and data security. Additionally, the analysis shows that Cloud Computing has significant benefits in driving innovation and efficiency in various sectors, such as the construction industry. However, challenges faced in the implementation of Cloud Computing, such as data security issues, resource management, and operational cost efficiency, remain key concerns. The study also identifies future trends, including the potential integration with quantum computing and quality of service (QoS) management to improve Cloud Computing performance.

Keywords: Cloud Computing, Benefits, Challenges, Systematic Literature Review

PENDAHULUAN

Komputasi awan (*Cloud Computing/CC*), sebagaimana didefinisikan oleh National Institute of Standards and Technology (NIST), adalah "sebuah model yang menyediakan akses jaringan

yang menyeluruh, nyaman, dan sesuai permintaan ke kumpulan sumber daya komputasi yang dapat dikonfigurasi seperti jaringan, server, penyimpanan, aplikasi, dan layanan yang dapat disediakan dan dilepaskan dengan cepat dengan sedikit usaha pengelolaan atau interaksi dengan penyedia layanan." Model ini memiliki lima karakteristik utama, tiga model layanan, dan empat model penerapan. Sultan menggambarkan CC sebagai paradigma komputasi yang memungkinkan kemampuan TI yang elastis dan skalabel melalui teknologi internet (Ali, et al., 2021).

CC memiliki lima karakteristik utama: layanan mandiri sesuai permintaan (*on-demand self-service*), akses jaringan luas (*broad network access*), pengelolaan sumber daya terpusat, elastisitas cepat (*rapid elasticity*), dan layanan terukur (*measured service*). Model layanan meliputi Software as a Service (SaaS), Platform as a Service (PaaS), dan Infrastructure as a Service (IaaS). Sementara itu, model penerapan terdiri atas public cloud, private cloud, hybrid cloud, dan community cloud, masing-masing dengan kelebihan dan keterbatasan yang disesuaikan dengan kebutuhan organisasi atau individu.

CC merupakan teknologi inovatif yang menawarkan platform baru bagi perusahaan untuk mengembangkan dan menerapkan aplikasi mereka sendiri. Bagi pengguna akhir, CC menyediakan cara yang lebih hemat biaya dan fleksibel dalam menggunakan aplikasi. CC mendukung skalabilitas, fleksibilitas, dan mobilitas yang lebih besar dalam pemanfaatan sumber daya, memberikan manfaat melalui aplikasi berbasis awan yang disesuaikan dengan kebutuhan (Ali, et al., 2021).

Sebagai teknologi berbasis internet, CC membawa keuntungan sekaligus tantangan. Sebagai teknologi berbasis internet, CC menawarkan banyak manfaat signifikan bagi pengguna dan organisasi. Salah satu manfaat utamanya adalah efisiensi biaya. Dengan memanfaatkan layanan berbasis cloud, perusahaan dapat mengurangi investasi awal dalam infrastruktur TI dan mengadopsi model pay-as-you-go. Selain itu, CC meningkatkan kolaborasi dengan memungkinkan akses dan berbagi data secara real-time dari berbagai lokasi. Fleksibilitas juga menjadi karakteristik kunci CC. Pengguna dapat dengan mudah meningkatkan atau menurunkan sumber daya penyimpanan dan komputasi sesuai kebutuhan. Dengan ketersediaan tinggi, layanan dapat diakses kapan saja dan di mana saja dengan koneksi internet. CC juga berkontribusi pada keberlanjutan lingkungan dengan mengoptimalkan penggunaan sumber daya, sehingga mengurangi konsumsi energi. Manfaat lainnya adalah meningkatkan kepuasan pengguna. Layanan berbasis cloud yang dirancang dengan intuitif dan ramah pengguna memungkinkan akses ke aplikasi dan data tanpa membutuhkan keahlian teknis yang mendalam. Teknologi ini juga mendorong kolaborasi, komunikasi, dan berbagi sumber daya yang lebih efisien, menciptakan komunitas virtual yang mendorong pembelajaran dan inovasi (Ali, et al., 2021).

Di sisi lain, tantangan seperti masalah keamanan, kematangan teknologi, dan resistensi budaya masih ada. Teknologi ini juga mendorong kolaborasi, komunikasi, berbagi sumber daya, serta pembentukan komunitas virtual. Selain itu, salah satu kekhawatiran terbesar adalah keamanan. Penggunaan layanan berbasis cloud berarti data disimpan di lokasi yang mungkin berada di luar kendali langsung pengguna, sehingga rentan terhadap serangan siber dan pelanggaran privasi. Selain itu, kematangan teknologi juga menjadi masalah. Tidak semua organisasi memiliki infrastruktur dan keahlian yang diperlukan untuk memanfaatkan CC secara optimal. Resistensi budaya juga menjadi tantangan signifikan. Banyak organisasi enggan mengadopsi teknologi baru karena kekhawatiran tentang perubahan proses kerja dan kebutuhan pelatihan ulang bagi karyawan. Tantangan ini diperparah oleh ketidakpastian terkait kepatuhan terhadap peraturan dan kebijakan lokal, terutama mengenai penyimpanan dan pengelolaan data (Ali, et al., 2021). Penelitian yang ada tentang CC sebagian besar berfokus pada kerangka kerja,

keamanan, dan penerapannya, namun kurang memberikan perhatian pada manfaat dan tantangan spesifik dari adopsi CC (Ali, et al., 2021).

Layanan cloud computing menawarkan keuntungan teknologi inovatif yang mendukung klien layanan TI dan mitra bisnis (Abraham et al., 2022; Al-Najjar, et al., 2022). Layanan ini menyediakan cara yang efisien untuk mengakses sumber daya TI, memungkinkan penerapan yang lebih cepat dan penggunaan yang hemat biaya dari perangkat lunak yang kuat, manajemen data, dan sumber daya komputasi infrastruktur. Institute of Standards and Technology AS [79] mendefinisikan cloud computing sebagai memberikan akses yang mudah dan luas ke kumpulan sumber daya komputasi yang dapat disesuaikan melalui jaringan. Sumber daya ini dapat dialokasikan dan digunakan dengan cepat dengan intervensi manajemen minimal dari penyedia layanan. Namun, adopsi layanan berbasis cloud terkadang dilihat sebagai bagian dari integrasi TI atau sebagai langkah maju dalam penyebaran inovasi. Untuk organisasi pemerintah, layanan cloud dapat menawarkan kerangka kerja untuk meningkatkan efisiensi regulasi dan proses, memungkinkan pengiriman layanan yang lebih baik kepada warga negara, bisnis, dan departemen pemerintah melalui e-government.

Meskipun teknologi cloud menawarkan banyak keuntungan, banyak lembaga pemerintah yang lambat dalam mengadopsi solusi cloud (Schafer, 2022). Keragu-raguan ini timbul dari sifat teknologi yang disruptif pada tahap awalnya, risiko dan biaya signifikan yang terkait dengan implementasinya, dan kurangnya standar industri yang spesifik (Ali, et al., 2021). Organisasi sektor publik sering kali dipandang kurang maju secara teknologi dibandingkan dengan sektor swasta. Inovasi TI biasanya diadopsi dan dievaluasi secara terpisah di berbagai bidang (Ali, et al., 2021). Organisasi sektor publik cenderung bereaksi terhadap kemajuan teknologi daripada mengadopsinya secara proaktif seperti yang terlihat di sektor swasta. Prosedur birokratis dan budaya organisasi memainkan peran signifikan dalam membentuk adopsi teknologi cloud (Qatawneh, 2024).

E-government meningkatkan tata kelola dengan mempromosikan partisipasi warga negara, transparansi, dan pengiriman layanan publik yang efisien (Faraj, et al., 2023). Pemerintah semakin menyadari potensi ICT untuk meningkatkan efisiensi internal dan layanan kepada warga negara. Gagal mengadopsi teknologi ini dapat menyebabkan kerugian kompetitif. Namun, implementasi e-government mahal, berisiko, dan membutuhkan sumber daya yang terampil serta infrastruktur yang dapat diandalkan (Al-Hawder, et al., 2021). Banyak negara berkembang kekurangan sumber daya, infrastruktur teknologi, keterampilan ICT, dan tingkat pendidikan yang diperlukan untuk mendukung inisiatif e-government. Tantangan utama meliputi infrastruktur ICT yang tidak memadai, sumber daya manusia, dan dukungan keuangan (Aligarh, et al., 2023). Bagi negara berkembang, terutama yang memulai proyek e-government, memanfaatkan teknologi ICT yang muncul sangat penting. Cloud computing menawarkan peluang untuk berinovasi dalam pengiriman layanan dan infrastruktur jaringan, yang berpotensi mengubah e-government dengan mengurangi biaya dan meningkatkan pemanfaatan sumber daya (Al-Mudawi, et al., 2019; Al-Maiah dan Naserudin, 2020). Aplikasi berbasis cloud telah terbukti efektif dalam memenuhi kebutuhan sumber daya sektor publik (Al-Mukhlifi, et al., 2019).

Di tingkat internasional, cloud computing dipertimbangkan sebagai solusi alternatif untuk berbagai tantangan dalam e-governance, seperti meningkatkan efisiensi, mengurangi biaya, memberikan layanan yang lebih andal dan efektif, serta memperpendek siklus waktu (Baragda, 2023). Cloud computing menawarkan solusi yang sangat efektif untuk mengatasi biaya tinggi yang terkait dengan pengaturan infrastruktur TI dan mengatasi tantangan lain yang dihadapi oleh inisiatif e-government. Negara maju telah berhasil menerapkan aplikasi cloud computing, memperoleh manfaat seperti penghematan biaya, aksesibilitas yang lebih baik, peningkatan

otentikasi, dan kemudahan penggunaan yang lebih besar. Mengatasi tantangan infrastruktur e-government yang ada tetap menjadi masalah signifikan bagi negara berkembang. Namun, banyak pemerintah yang belum sepenuhnya memanfaatkan keuntungan dari layanan cloud (Passarelli, et al., 2023).

Literatur yang ada saat ini sebagian besar bergantung pada laporan industri, khususnya yang dikeluarkan oleh SAP dan Cisco, mengenai implementasi sistem e-government berbasis cloud (Mensah, et al., 2020). SAP dan Cisco telah memainkan peran penting dalam memajukan e-government melalui teknologi cloud mereka. SAP menawarkan solusi cloud yang luas yang dirancang untuk sektor publik, dengan tujuan meningkatkan efisiensi operasional, keterlibatan warga, dan pengambilan keputusan berbasis data. Solusi ini membantu pemerintah dalam merampingkan operasional dan memberikan layanan yang lebih responsif. Sementara itu, Cisco menyediakan infrastruktur jaringan yang kuat, memastikan layanan e-government yang aman dan dapat diskalakan. Platform berbasis cloud Cisco memfasilitasi integrasi berbagai fungsi pemerintahan, meningkatkan penyampaian layanan publik sekaligus memastikan keamanan dan privasi data (Thoomkuzhy dan Thangiah, 2020). Adopsi teknologi ini oleh SAP dan Cisco menegaskan peran penting mereka dalam mengubah operasi pemerintah dan meningkatkan penyampaian layanan melalui sistem berbasis cloud. Namun, sebagian besar penelitian bersifat spesifik negara, sehingga sulit untuk menggeneralisasi temuan tersebut karena perbedaan budaya, pendidikan, demografi, dan faktor sosial-ekonomi (Felicio, et al., 2021). Selain itu, terdapat keterbatasan penelitian yang secara khusus membahas adopsi komputasi awan di sektor publik (Amornkitvikai, et al., 2022).

Beberapa hambatan menghalangi pelaksanaan e-government yang efektif, termasuk infrastruktur yang tidak stabil, intervensi politik, korupsi, dan manajemen sumber daya yang buruk. Tantangan lainnya meliputi infrastruktur informasi dan komunikasi yang tidak memadai, serta ketiadaan kerangka hukum yang sesuai. Resistensi terhadap perubahan di kalangan pegawai pemerintah dapat menunda atau bahkan menggagalkan proses implementasi e-government. Selain itu, sistem identifikasi warga yang cacat juga menghambat kinerja e-government. Penelitian menunjukkan bahwa komputasi awan dapat membantu mengatasi tantangan ini dan mendorong adopsi e-government secara global (Passarelli, et al., 2023). Penelitian-penelitian ini menganjurkan penggunaan komputasi awan dalam kerangka e-government untuk menyampaikan layanan yang efisien dan hemat biaya. Komputasi awan diakui sebagai solusi yang ideal untuk meningkatkan dan mengembangkan lebih lanjut inisiatif e-government.

Untuk mengurangi biaya dan mengoptimalkan sumber daya, organisasi, institusi, dan individu semakin bergantung pada layanan dan teknologi daring, dengan komputasi awan menyediakan manajemen sumber daya daring yang aman (Faraj, et al., 2023). Pemerintah elektronik di seluruh dunia menghadapi keterbatasan anggaran dan meningkatnya permintaan terhadap layanan, yang mendorong mereka untuk mengeksplorasi teknologi cloud sebagai cara untuk menyampaikan layanan yang hemat biaya. Pendekatan ini mengkaji penggunaan layanan cloud dalam operasional e-government, dengan fokus pada hubungan antara e-government dan hosting cloud, serta potensi manfaat dan tantangan dari adopsi cloud. Teknologi cloud, yang inovatif, ramah lingkungan, dan hemat biaya, sangat penting untuk mengatasi tantangan e-government di negara berkembang. Meskipun ada hambatan teknis, budaya, dan kelembagaan, komputasi awan dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan kualitas hidup warganya seiring dengan pertumbuhan populasi (Yadav, et al., 2019). Skalabilitas komputasi awan dan ketersediaan sumber daya sesuai permintaan telah menarik perhatian berbagai pemangku kepentingan dalam aplikasi web. Namun, peralihan ke komputasi awan sering kali menemui hambatan seperti biaya, kegunaan, keamanan, pemeliharaan, dan masalah kinerja. Kepercayaan

terhadap layanan elektronik bervariasi tergantung pada pengalaman masa lalu, dengan beberapa institusi menerima layanan ini sementara yang lain menghindarinya karena kurangnya pemahaman (Al-Dwairi dan Jditawi, 2022; Chen, et al., 2019). Tantangan yang dihadapi organisasi saat mengadopsi layanan cloud dapat mempengaruhi keberhasilan atau kegagalan sistem secara signifikan.

Aplikasi pemerintah dapat diakses secara daring oleh orang-orang yang akrab dengan teknologi (Oldewerne, et al., 2021). Penggunaan layanan pemerintah yang efektif sangat penting untuk partisipasi publik, namun layanan e-government tidak banyak dipahami atau digunakan oleh organisasi, pegawai, atau warga (Alqudah dan Muradkhanli, 2021). Pemerintah perlu memberikan pelatihan dan informasi yang memadai untuk memastikan pelaksanaan layanan yang baik. Kurangnya pemahaman ini semakin diperburuk oleh keterbatasan kompetensi teknologi para pejabat (Choi dan Chandler, 2020; Jebreen, et al., 2024). Oleh karena itu, memeriksa penerimaan layanan e-government memerlukan pertimbangan faktor-faktor tersebut (McNeish, 2020). Orang-orang dengan pengetahuan IT yang tinggi dan kecenderungan terhadap teknologi baru lebih cenderung untuk mengadopsi layanan ini.

Terdapat kesenjangan yang signifikan dalam pemahaman dan pengetahuan tentang layanan e-government di antara organisasi, individu, dan pegawai (Al-Dwairi dan Jditawi, 2022). E-government sangat penting bagi institusi publik, yang merupakan tantangan bagi pemerintah untuk membekali pekerjanya dan warga dengan informasi dan keterampilan yang diperlukan. Penelitian ini mendefinisikan pengetahuan TI sebagai pemahaman pengambil keputusan tentang komputasi awan dan penerapannya dalam praktik. Individu yang memiliki pengetahuan TI yang kuat lebih cenderung mendukung adopsi komputasi awan untuk e-government (Mensah, et al., 2020), sementara mereka yang memiliki keterbatasan pengetahuan TI mungkin kurang mendukungnya. Pengetahuan TI para pengambil keputusan memainkan peran penting dalam adopsi, pemahaman, dan persepsi terhadap komputasi awan e-government, mempengaruhi faktor teknis, organisasi, dan risiko.

Penelitian ini bertujuan untuk meninjau dan menganalisis bukti empiris tentang keuntungan dan tantangan adopsi CC secara sistematis. Dengan mengidentifikasi kesenjangan dan tantangan dalam literatur yang ada, penelitian ini berupaya memberikan rekomendasi untuk arah penelitian di masa depan. Penelitian ini menggunakan pendekatan *Systematic Literature Review* (SLR) yang didukung oleh analisis bibliometrik menggunakan perangkat lunak VOSviewer. Pendekatan ini memungkinkan analisis mendalam terhadap literatur terkini untuk memahami manfaat dan tantangan yang dihadapi dalam adopsi Cloud Computing. Dengan bantuan VOSviewer, hubungan antar tema dapat divisualisasikan untuk memberikan wawasan komprehensif mengenai transformasi digital di sektor teknologi informasi.

Komputasi Awan adalah teknologi revolusioner yang menawarkan berbagai manfaat, termasuk efisiensi biaya, fleksibilitas, dan kolaborasi yang lebih baik. Namun, tantangan seperti masalah keamanan, kematangan teknologi, dan resistensi budaya perlu diatasi untuk mewujudkan potensinya secara penuh. Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengeksplorasi manfaat dan tantangan CC secara mendalam serta memberikan rekomendasi untuk mendukung adopsi yang lebih luas.

Dengan menggunakan pendekatan SLR dan analisis bibliometrik, studi ini bertujuan memberikan wawasan komprehensif tentang CC dan membantu organisasi mengadopsi teknologi ini secara lebih efektif. Dengan pemahaman yang lebih baik tentang manfaat dan tantangan CC, organisasi dapat mengambil langkah yang tepat untuk memanfaatkan teknologi ini sebagai alat strategis dalam upaya transformasi digital mereka.

METODE

Studi ini menggunakan *Systematic Literature Review* (SLR) yang didukung oleh analisis bibliometrik menggunakan perangkat lunak VOSviewer. Pendekatan ini memungkinkan analisis mendalam terhadap literatur saat ini untuk memahami manfaat dan tantangan adopsi Komputasi Awan. Dengan bantuan VOSviewer, hubungan antar tema dapat divisualisasikan untuk memberikan wawasan komprehensif tentang transformasi digital di sektor teknologi informasi. SLR akan membantu mengidentifikasi tren penelitian, kesenjangan literatur, dan rekomendasi untuk arah penelitian di masa depan. Analisis bibliometrik memungkinkan pemetaan hubungan antara tema, topik, dan kata kunci dalam literatur terkait CC, memberikan gambaran yang lebih jelas tentang perkembangan dan implikasi teknologi ini.

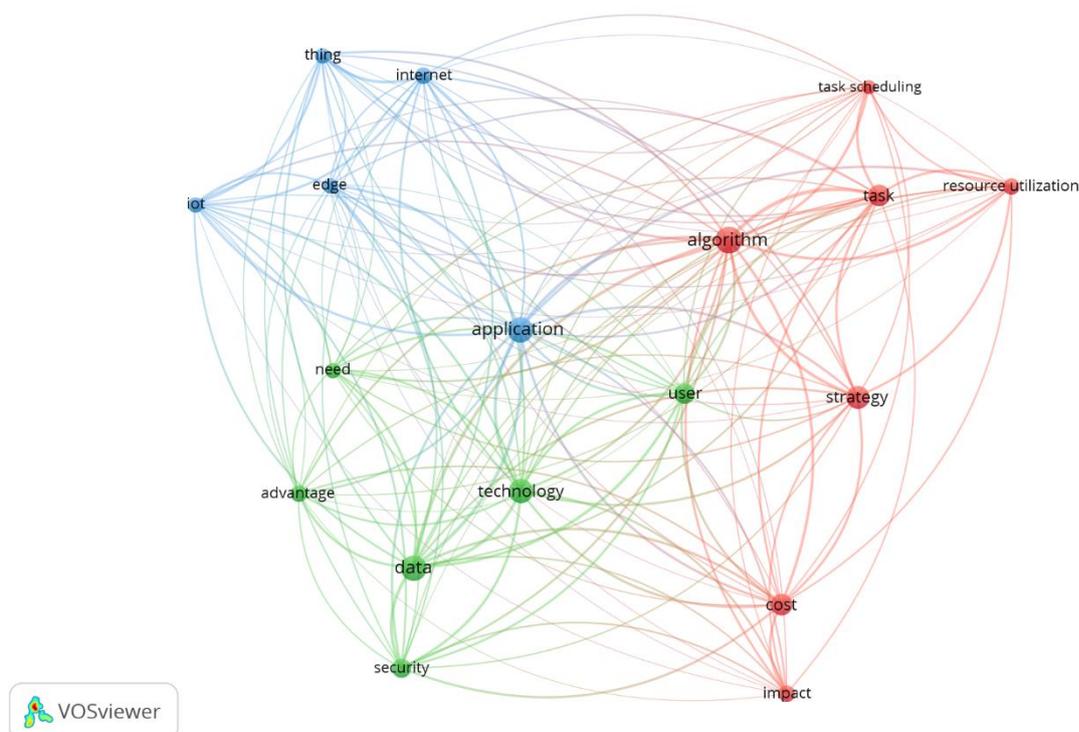
Systematic Literature Review (SLR) dilakukan dengan mengacu pada protokol PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses). Data dikumpulkan dari basis data ilmiah seperti PubMed, Scopus, dan Springer. Kriteria inklusi meliputi:

1. Artikel yang dipublikasikan dalam empat tahun terakhir (2020-2024).
2. Fokus pada tantangan dan manfaat cloud computing.

VOSviewer digunakan untuk melakukan analisis bibliometrik, mengidentifikasi kata kunci utama, hubungan antar-topik, dan tren penelitian. Data yang diekstrak dari basis data diolah untuk menghasilkan peta visual yang mencerminkan tantangan dan manfaat cloud computing.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan menyajikan tantangan dan manfaat Cloud Computing berdasarkan metode *Systematic Literature Review* dengan menggunakan artikel jurnal yang dipublikasikan tahun 2020-2024 dengan bantuan aplikasi Vos Viewer. Hasil visualisasi aplikasi Vos Viewer sebagai berikut:



Gambar 1. Network Visualization Cloud Computing

Grafik yang ditampilkan adalah hasil visualisasi jaringan dari hubungan antar kata kunci (keywords) menggunakan perangkat lunak VOSviewer. Grafik ini terdiri dari beberapa node yang mewakili kata kunci, dan garis (edges) yang menghubungkan node tersebut, menunjukkan hubungan atau keterkaitan antar kata kunci berdasarkan data yang digunakan. Warna yang berbeda pada node menunjukkan pengelompokan berdasarkan cluster atau tema yang dominan.

Berikut penjelasan detail mengenai grafik:

1. Cluster Merah (dominasi algoritma dan task scheduling):

Cluster ini mencakup kata kunci seperti "algorithm," "task scheduling," "resource utilization," "task," "strategy," dan "cost." Kata kunci "algorithm" berada di pusat cluster ini, menunjukkan bahwa konsep algoritma sangat penting dan berkaitan erat dengan isu-isu seperti penjadwalan tugas, strategi, pemanfaatan sumber daya, dan biaya. Hubungan ini mengindikasikan fokus pada optimasi proses melalui algoritma dalam konteks penjadwalan dan efisiensi sumber daya.

2. Cluster Biru (aplikasi dan IoT):

Kata kunci dalam cluster ini meliputi "application," "IoT," "internet," "edge," dan "thing." Cluster ini menekankan hubungan erat antara aplikasi teknologi dengan Internet of Things (IoT), edge computing, dan konektivitas internet. Kata kunci "application" berfungsi sebagai pusat yang menghubungkan berbagai aspek penggunaan IoT dalam berbagai skenario.

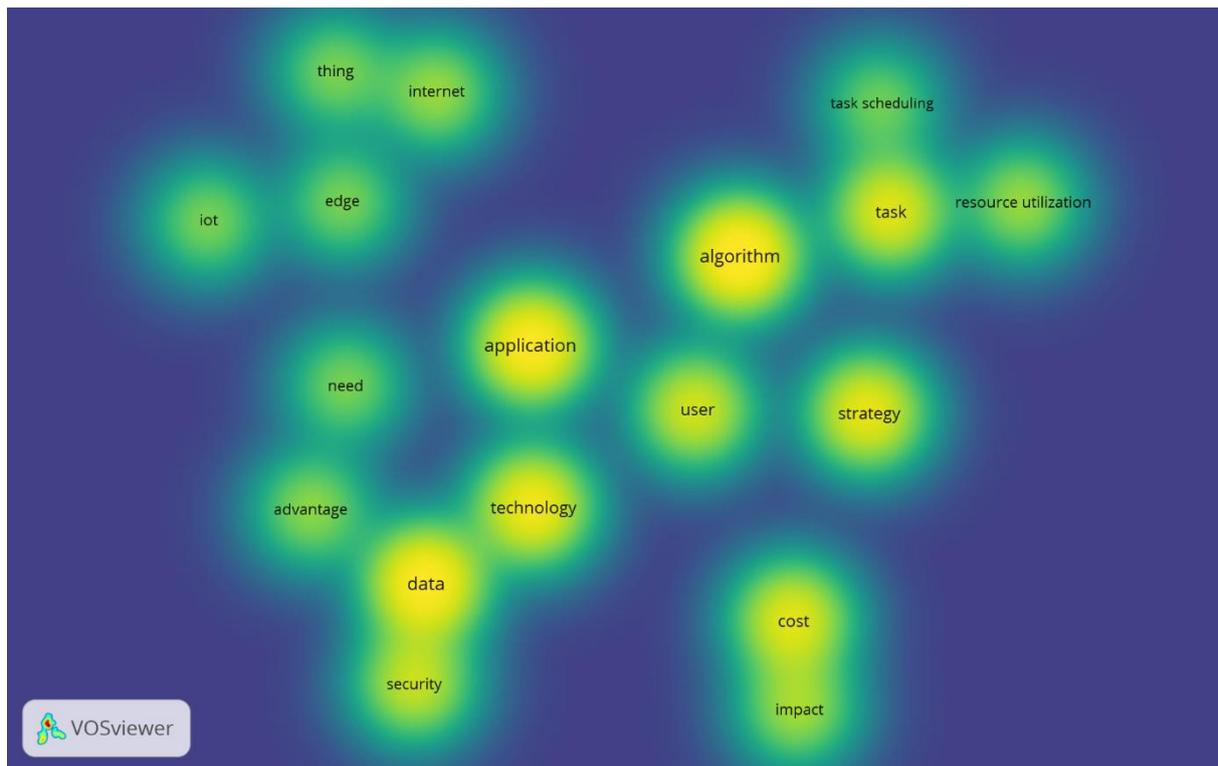
3. Cluster Hijau (data dan teknologi):

Kata kunci utama di cluster ini adalah "data," "security," "technology," "advantage," dan "need." Fokus cluster ini adalah pada pengelolaan data, keamanan, serta kebutuhan akan teknologi yang memberikan keunggulan kompetitif. Hubungan kuat antara "data" dan "security" menyoroti pentingnya keamanan data dalam implementasi teknologi.

4. Interkoneksi antar cluster:

Kata kunci seperti "application" dan "user" tampak menjadi penghubung yang signifikan antar cluster, menunjukkan bahwa aplikasi teknologi dan pengguna berada di pusat interaksi antar tema. Hubungan lintas cluster mengindikasikan bahwa aspek teknis (algoritma, data) dan operasional (pengguna, strategi) saling melengkapi.

Grafik ini secara keseluruhan menggambarkan ekosistem teknologi yang kompleks, di mana inovasi algoritma, aplikasi IoT, pengelolaan data, dan keamanan saling terhubung dan berkontribusi pada pengembangan strategi untuk memaksimalkan pemanfaatan sumber daya dan teknologi.



Gambar 2. Density Visualization Cloud Computing

Gambar diatas adalah visualisasi densitas jaringan (density visualization) yang dihasilkan dari perangkat lunak VOSviewer. Visualisasi ini menunjukkan kepadatan hubungan antar kata kunci (keywords) berdasarkan tingkat keterkaitan mereka.

1. Interpretasi Warna:

Kuning Cerah menunjukkan area dengan kepadatan hubungan tertinggi. Kata kunci di wilayah ini sering muncul bersama dalam data yang dianalisis. Hijau menunjukkan kepadatan hubungan menengah. Biru menunjukkan area dengan kepadatan hubungan terendah.

2. Kata Kunci Utama dan Densitas:

Kata kunci "Algorithm" ini berada di salah satu area dengan densitas tertinggi, menunjukkan perannya yang sangat signifikan dan sering muncul dalam konteks bersama kata kunci lain seperti "task scheduling," "strategy," dan "resource utilization." Kata kunci "Application": Berada di pusat grafik dengan kepadatan tinggi, menunjukkan hubungan erat dengan kata kunci lainnya, seperti "technology," "user," dan "IoT." Kata kunci "Data": Terletak di area dengan densitas tinggi, menunjukkan perannya penting dalam konteks yang melibatkan "security," "advantage," dan "technology." Kata kunci "IoT" dan "Edge": Kata kunci ini berada di area dengan kepadatan menengah, mengindikasikan keterkaitannya yang cukup sering dengan tema seperti "internet" dan "thing."

3. Pola Hubungan:

Area-area dengan kepadatan tinggi seperti di sekitar "algorithm" dan "application" mengindikasikan bahwa kedua kata kunci ini adalah penghubung utama (central nodes) dalam jaringan. Hubungan antar kata kunci membentuk kelompok-kelompok tematik berdasarkan konteks penggunaan, misalnya Teknologi dan Aplikasi: "Application," "technology," dan "IoT."; Data dan Keamanan: "Data," "security," dan "advantage."; Optimasi dan Algoritma: "Algorithm," "task scheduling," dan "strategy."

4. Area Lain

Kata kunci seperti "cost" dan "impact" memiliki densitas yang lebih rendah dibandingkan pusat-pusat utama, menunjukkan perannya yang lebih spesifik atau kurang sering muncul dalam data.

Jika dibahas secara rinci, beberapa penelitian diantaranya penelitian Bello et al (2021) menjelaskan kontribusi dan kasus penggunaan terkini dari cloud computing dalam praktik konstruksi. Salah satu temuan utama adalah bahwa *cloud computing* berfungsi sebagai penggerak inovasi untuk teknologi-teknologi baru lainnya (seperti building information modelling, internet of things, virtual reality, augmented reality, dan big data analytics) di industri konstruksi. Dengan demikian, area aplikasi terkini dan masa depan cloud computing di industri konstruksi. Selain itu, hambatan dalam adopsi cloud computing yang lebih luas di industri konstruksi dan strategi untuk mengatasi hambatan-hambatan tersebut.

Biswas et al (2024) menyatakan *Cloud Computing* adalah metode penyediaan berbagai layanan komputasi, termasuk perangkat lunak, perangkat keras, basis data, penyimpanan data, dan infrastruktur, kepada publik melalui internet. Perluasan layanan cloud computing yang pesat telah menimbulkan kekhawatiran signifikan terkait dampak lingkungan yang ditimbulkannya. Oleh karena itu, layanan *cloud computing* perlu dirancang secara ramah lingkungan, efisien dalam konsumsi energi, tervirtualisasi, terkonsolidasi, dan ramah lingkungan. tantangan utama dalam implementasi praktis GCC, mengidentifikasi inisiatif perlindungan dan pencegahan lingkungan yang diperkenalkan oleh GCC, serta menekankan pentingnya kemajuan teknis jangka panjang. Selanjutnya perhatian utama GCC, seperti efisiensi energi, pengelolaan sumber daya, biaya operasional, dan emisi karbon, serta mengelompokkan implementasi berdasarkan algoritma, arsitektur, kerangka kerja, isu umum, serta model dan metodologi. Selain itu, peningkatan dalam virtualisasi, multi-tenancy, dan konsolidasi telah diidentifikasi, dianalisis, dan dijelaskan secara akurat untuk menggambarkan kemajuan dalam GCC. Akhirnya, arah penelitian di masa depan dan peluang untuk mengembangkan bidang GCC, termasuk pengembangan algoritma baru, teknologi untuk pemanenan energi, serta solusi yang hemat energi dan ramah lingkungan. Dengan memberikan gambaran menyeluruh tentang GCC, ditemukan dokumentasi yang mendukung pengembangan pendekatan teknologi baru di lingkungan GCC yang terus berkembang.

Golec et al (2024) menjelaskan visi dan tantangan paradigma quantum cloud computing yang akan muncul dari integrasi komputasi kuantum dan cloud computing. Selanjutnya, keunggulan komputasi kuantum dibandingkan dengan aplikasi komputasi klasik. Dampak komputasi kuantum pada sistem cloud, termasuk biaya, keamanan, dan skalabilitas. Selain berbagai keunggulan tersebut, artikel ini menyoroti kesenjangan penelitian dalam quantum cloud computing, seperti stabilitas qubit dan alokasi sumber daya yang efisien. Keunggulan dan tantangan quantum cloud computing untuk penelitian di masa depan, sekaligus menyoroti area penelitian yang masih perlu dikembangkan.

Qazi et al. (2024) menjelaskan Komputasi awan merupakan paradigma komputasi terdistribusi yang menawarkan layanan yang dihosting melalui internet dengan sistem pembayaran sesuai pemakaian. Perjanjian Tingkat Layanan (SLA) berfungsi sebagai elemen penting dalam komunikasi antara Penyedia Layanan Awan (CSP) dan Pengguna Layanan Awan (CSU), yang merinci Tujuan Tingkat Layanan (SLO) terkait fungsionalitas layanan dan Kualitas Layanan (QoS). Dalam SLA, syarat layanan didokumentasikan secara formal dalam kontrak antara CSP dan CSU, yang memastikan bahwa pelanggan outsourcing membuat SLA dengan vendor mereka, sehingga vendor dapat dimintai pertanggungjawaban atas konsekuensi keuangan atau pembayaran jika tujuan yang ditetapkan tidak tercapai. Dalam beberapa tahun terakhir, metodologi SLA dalam komputasi awan telah menarik perhatian besar dari komunitas riset, dengan berbagai strategi yang dikembangkan untuk mengatasi tantangan yang dapat

menghalangi penyediaan dan pengelolaan QoS secara efisien. Ulasan komprehensif tentang teknik-teknik SLA, menyajikan taksonomi rinci berdasarkan atribut-atribut khususnya. Parameter evaluasi dan platform yang digunakan dalam menganalisis pendekatan SLA. Selain itu, tujuan desain dan menyoroti isu-isu penelitian terbuka yang perlu diperhatikan saat mengusulkan teknik SLA baru.

Casino et al. (2025) menyatakan seiring dengan meningkatnya ketergantungan masyarakat pada Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK), penyediaan layanan yang efisien dan hemat sumber daya melibatkan banyak kompleksitas yang membutuhkan, antara lain, sistem yang skalabel yang dilengkapi dengan manajemen cerdas dan otomatis. Secara paralel, berbagai komponen komputasi awan terus berkembang untuk meningkatkan kemampuannya dalam memanfaatkan TIK generasi berikutnya. Karena investasi sumber daya yang besar diperlukan untuk menyediakan layanan yang efisien, platform riset dan eksperimen yang sesuai untuk menguji dan memvalidasi teknologi awan sebelum dirilisnya dalam versi operasional sangat penting untuk menghasilkan sistem yang handal dengan rasio biaya/manfaat yang berkelanjutan. Keadaan terkini dengan menganalisis cloud testbed yang didedikasikan untuk mempelajari kemampuan dari kelanjutan awan. Alih-alih mengulang pembahasan komponen atau arsitektur dari sistem ini, artikel ini mengeksplorasi spektrum penuh dari cloud continuum testbed dan fitur-fiturnya, menyediakan taksonomi yang dapat digunakan secara praktis sebagai titik masuk untuk mengidentifikasi ruang lingkup masing-masing testbed. Selain itu, tantangan yang ditemukan dalam literatur untuk menyampaikan diskusi mendalam, menghubungkan testbed yang dianalisis dan fitur-fiturnya. Temuan menyoroti celah utama dan potensi peta jalan untuk menyediakan testbed yang efektif dengan mempertimbangkan TIK generasi berikutnya.

Pembahasan

Penelitian ini mengkaji tantangan dan manfaat dari Cloud Computing berdasarkan data yang diperoleh melalui metode Systematic Literature Review (SLR), dengan menganalisis artikel jurnal yang diterbitkan antara tahun 2020 hingga 2024. Aplikasi perangkat lunak VOSviewer digunakan untuk memvisualisasikan dan menganalisis hubungan antar kata kunci yang relevan dengan topik Cloud Computing. Hasil visualisasi ini memberikan gambaran yang jelas tentang bagaimana kata kunci terkait dengan Cloud Computing saling terhubung dalam literatur yang ada.

Hasil visualisasi yang diperoleh menunjukkan jaringan kata kunci yang terbentuk dalam literatur terkait Cloud Computing. Grafik pertama menggambarkan hubungan antar kata kunci, sementara grafik kedua memperlihatkan kepadatan hubungan tersebut. Dalam visualisasi ini, terdapat beberapa cluster yang menggambarkan aspek-aspek penting dalam Cloud Computing. Cluster pertama, yang ditandai dengan warna merah, menunjukkan dominasi kata kunci yang berkaitan dengan algoritma, penjadwalan tugas, pemanfaatan sumber daya, dan biaya. Hal ini mencerminkan pentingnya optimasi algoritma dalam konteks penjadwalan tugas untuk meningkatkan efisiensi sumber daya dan mengurangi biaya operasional dalam sistem Cloud Computing. Cluster kedua, berwarna biru, menghubungkan kata kunci yang berkaitan dengan aplikasi teknologi, Internet of Things (IoT), edge computing, dan konektivitas internet. Ini menunjukkan hubungan erat antara teknologi Cloud Computing dan implementasi IoT, yang memerlukan integrasi sumber daya antara cloud dan perangkat edge untuk mendukung aplikasi berbasis IoT. Cluster ketiga, berwarna hijau, menyoroti pentingnya keamanan data, dengan kata kunci seperti "data," "security," dan "technology" saling terhubung. Ini menyoroti tantangan dalam implementasi Cloud Computing, khususnya dalam hal perlindungan data yang semakin krusial di dunia digital yang berkembang. Selain itu, kata kunci seperti "application" dan "user" berfungsi sebagai penghubung utama antar cluster, menggambarkan interaksi antara aplikasi

teknologi, pengguna, dan operasional dalam sistem Cloud Computing. Hal ini menunjukkan bahwa aspek teknis seperti algoritma dan data harus diselaraskan dengan kebutuhan pengguna untuk menciptakan sistem yang efisien dan aman.

Dalam visualisasi kepadatan jaringan, warna kuning cerah menunjukkan area dengan hubungan kata kunci yang paling padat, yang mengindikasikan kata kunci yang sering muncul bersama dalam literatur. Kata kunci seperti "algorithm," "application," dan "data" menunjukkan kepadatan tinggi, menandakan topik-topik ini sering dibahas bersama dalam berbagai studi. Sebaliknya, kata kunci seperti "cost" dan "impact" memiliki kepadatan yang lebih rendah, yang menunjukkan bahwa meskipun penting, keduanya lebih jarang dibahas dalam literatur.

Berdasarkan hasil analisis visualisasi dan pembahasan literatur, tantangan utama yang muncul dalam implementasi Cloud Computing mencakup masalah keamanan data, pengelolaan sumber daya, dan efisiensi biaya operasional. Sebagai contoh, Biswas et al. (2024) menunjukkan pentingnya desain Cloud Computing yang ramah lingkungan dan efisien dalam penggunaan energi untuk mengatasi dampak lingkungan dari penyediaan layanan cloud. Selain itu, tantangan lainnya adalah perlunya peningkatan teknologi virtualisasi, konsolidasi sumber daya, dan pengembangan solusi yang hemat energi. Namun, manfaat besar dari Cloud Computing juga tercermin dalam penelitian ini. Cloud Computing memungkinkan inovasi dalam berbagai sektor, seperti industri konstruksi yang didorong oleh teknologi baru seperti building information modeling, IoT, dan big data analytics. Sebagai contoh, Bello et al. (2021) menjelaskan bahwa Cloud Computing berfungsi sebagai penggerak inovasi teknologi lain di industri konstruksi, memungkinkan efisiensi dan produktivitas yang lebih tinggi.

Beberapa artikel yang dibahas juga menggambarkan potensi perkembangan Cloud Computing, termasuk integrasi dengan komputasi kuantum (Golec et al., 2024), yang menawarkan keunggulan dalam hal keamanan dan skalabilitas. Tantangan terbesar dalam bidang ini adalah stabilitas qubit dan alokasi sumber daya yang efisien dalam konteks komputasi kuantum cloud. Qazi et al. (2024) juga menyoroti pentingnya pengelolaan kualitas layanan (QoS) dalam Cloud Computing, di mana kontrak Perjanjian Tingkat Layanan (SLA) berperan penting dalam memastikan penyedia layanan cloud memenuhi harapan pelanggan dalam hal fungsionalitas dan kualitas. Tantangan terkait SLA ini melibatkan peningkatan metodologi dan strategi untuk memastikan pengelolaan layanan cloud yang lebih efisien dan responsif.

Secara keseluruhan, penelitian ini memberikan gambaran yang jelas tentang ekosistem Cloud Computing yang terus berkembang, tantangan yang dihadapi, serta manfaat dan potensi yang ditawarkan oleh teknologi ini. Untuk memaksimalkan manfaat Cloud Computing, pengembangan lebih lanjut diperlukan, terutama dalam pengelolaan keamanan, efisiensi energi, dan integrasi dengan teknologi lainnya seperti komputasi kuantum dan edge computing. Hal ini akan memperkuat posisi Cloud Computing sebagai solusi utama dalam mendukung berbagai aplikasi teknologi masa depan.

KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil memberikan gambaran menyeluruh mengenai tantangan dan manfaat dari Cloud Computing berdasarkan analisis literatur yang diperoleh melalui metode Systematic Literature Review (SLR). Dengan menggunakan perangkat lunak VOSviewer untuk memvisualisasikan hubungan antar kata kunci, penelitian ini mengidentifikasi tiga cluster utama dalam Cloud Computing: algoritma dan penjadwalan tugas, aplikasi dan IoT, serta keamanan data. Selain itu, hasil analisis menunjukkan bahwa Cloud Computing memiliki manfaat besar dalam mendorong inovasi dan efisiensi di berbagai sektor, seperti industri konstruksi. Meskipun demikian, tantangan yang dihadapi dalam implementasi Cloud Computing, seperti masalah

keamanan data, pengelolaan sumber daya, dan efisiensi biaya operasional, tetap menjadi perhatian utama. Penelitian ini juga mengidentifikasi tren masa depan, termasuk potensi integrasi dengan komputasi kuantum dan pengelolaan kualitas layanan (QoS) untuk meningkatkan performa Cloud Computing.

Berdasarkan temuan penelitian ini, beberapa langkah yang perlu diambil untuk mengoptimalkan manfaat Cloud Computing di masa depan antara lain adalah memperkuat aspek keamanan data dengan mengembangkan solusi yang lebih canggih dan terintegrasi. Selain itu, penting untuk meningkatkan efisiensi energi dalam desain dan implementasi Cloud Computing, serta melakukan riset lebih lanjut mengenai virtualisasi dan konsolidasi sumber daya. Integrasi dengan teknologi baru, seperti komputasi kuantum dan edge computing, juga perlu diperhatikan untuk mengatasi tantangan terkait skalabilitas dan sumber daya. Pengelolaan kualitas layanan (QoS) yang lebih baik juga akan menjadi kunci dalam memastikan kepuasan pengguna dan efektivitas layanan Cloud Computing yang lebih tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Abraham A, Sun J, Yang Z, Wang Y. E-government in the public cloud: requirements and opportunities. *Electron Gov Int J*. 2020;16:260–80.
- Abu Faraj MA, Masadeh RE, Alshurideh MT. E-government implementation a case study of Jordanian e-government program. In: Alshurideh M, Al Kurdi BH, editors. *The effect of information technology on business and marketing intelligence systems*. Cham: Springer International Publishing; 2023. p. 1355–68.
- Al Hadwer A, Tavana M, Gillis D, Rezanía D. A systematic review of organizational factors impacting cloud-based technology adoption using technology-organization-environment framework. *Internet Things*. 2021;15: 100407.
- Al Mudawi N, Beloff N, White M. Developing a framework of critical factors affecting the adoption of cloud computing in government systems (ACCE-GOV). In: *Intelligent computing: proceedings of the 2021 computing conference, volume 1*. Springer International Publishing. 2022. p. 520–538.
- Al Najjar MT, Al Shobaki MJ, El Talla SA. The reality of change strategies and the level of coordination and transparency in the readiness of charitable institutions in Gaza strip to adopt and implement cloud computing. *Int J Acad Manag Sci Res (IJAMSR)*. 2022;6:51–69.
- Al-Dwairi R, Jditawi W. The role of cloud computing on the governmental units performance and e-participation (empirical study). *Int J Adv Soft Comput Appl*. 2022;14(3):78.
- Ali O, Shrestha A, Ghasemaghaei M, Beydoun G. Assessment of complexity in cloud computing adoption: a case study of local governments in Australia. *Inform Syst Front*. 2021;24:1–23.
- Ali O, Shrestha A, Osmanaj V, Muhammed S. Cloud computing technology adoption: an evaluation of key factors in local governments. *Inf Technol People*. 2021;34(2):666–703.
- Ali, M. B., Wood-Harper, T., & Mohamad, M. (2021). Benefits and challenges of cloud computing adoption and usage in higher education: A systematic literature review. *Research Anthology on Architectures, Frameworks, and Integration Strategies for Distributed and Cloud Computing*, 2116-2130.
- Aligarh F, Sutopo B, Widarjo W. The antecedents of cloud computing adoption and its consequences for MSMEs' performance: a model based on the technology-organization-environment (TOE) framework. *Cogent Bus Manag*. 2023;10(2):2220190.
- Almaiah MA, Nasereddin Y. Factors influencing the adoption of e-government services among Jordanian citizens. *Electr Govern*. 2020;16(3):236–59.

- Almukhlifi A, Deng H, Kam B. e-Government adoption in Saudi Arabia: The moderation influence of transparency. *J Adv Inf Technol*. 2019;10:1.
- Alqudah MA, Muradkhanli L. Electronic management and its role in developing the performance of e-government in Jordan. *Electr Res J Eng Comput Appl Sci*. 2021;3:65–82.
- Amornkitvikai Y, Tham SY, Harvie C, Buachoom WW. Barriers and factors affecting the e-commerce sustainability of Thai micro-, small and medium-sized enterprises (MSMEs). *Sustainability*. 2022;14(14):8476.
- Baragde DB. Information technology for enhancing public sector sustainability. In: Baragde DB, editor. *Leadership and governance for sustainability*. Hershey: IGI Global; 2023.
- Bello, S. A., Oyedele, L. O., Akinade, O. O., Bilal, M., Delgado, J. M. D., Akanbi, L. A., ... & Owolabi, H. A. (2021). Cloud computing in construction industry: Use cases, benefits and challenges. *Automation in Construction*, 122, 103441.
- Biswas, D., Jahan, S., Saha, S., & Samsuddoha, M. (2024). A succinct state-of-the-art survey on green cloud computing: Challenges, strategies, and future directions. *Sustainable Computing: Informatics and Systems*, 44, 101036.
- Casino, F., Lopez-Iturri, P., & Patsakis, C. (2025). Cloud continuum testbeds and next-generation ICTs: Trends, challenges, and perspectives. *Computer Science Review*, 56, 100696.
- Choi T, Chandler SM. Knowledge vacuum: an organizational learning dynamic of how e-government innovations fail. *Gov Inf Q*. 2020;37: 101416.
- Felício T, Samagaio A, Rodrigues R. Adoption of management control systems and performance in public sector organizations. *J Bus Res*. 2021;124:593–602.
- Golec, M., Hatay, E. S., Golec, M., Uyar, M., Golec, M., & Gill, S. S. (2024). Quantum cloud computing: Trends and challenges. *Journal of Economy and Technology*.
- Jebreen I, Alqaisi M, Al-Qerem A, Abu-Salem A. Challenges of cloud computing in Jordanian govt.: insights from Telcos. *J Stat Pro*. 2024;13(1):547–57.
- McNeish D. Should we use F-tests for model fit instead of chi-square in overidentified structural equation models? *Organ Res Methods*. 2020;23(3):487–510.
- Mensah IK, Zeng G, Luo C. E-Government services adoption an extension of the unified model of electronic government adoption. *SAGE Open*. 2020;10(2):2158244020933593.
- Oldeweme A, Märtings J, Westmattelmann D, Schewe G. The role of transparency, trust, and social influence on uncertainty reduction in times of pandemics: empirical study on the adoption of COVID-19 tracing apps. *J Med Internet Res*. 2021;23: e25893.
- Passarelli M, Bongiorno G, Cucino V, Cariola A. Adopting new technologies during the crisis: an empirical analysis of agricultural sector. *Technol Forecast Soc Chang*. 2023;186: 122106.
- Qatawneh, N. (2024). Building a framework to drive government systems' adoption of cloud computing through IT knowledge. *Discover Sustainability*, 5(1), 282.
- Qazi, F., Kwak, D., Khan, F. G., Ali, F., & Khan, S. U. (2024). Service Level Agreement in cloud computing: Taxonomy, prospects, and challenges. *Internet of Things*, 101126.
- Schäfer N. Making transparency transparent: a systematic literature review to define and frame supply chain transparency in the context of sustainability. *Manag Rev Q*. 2022. <https://doi.org/10.1007/s11301-021-00252-7>.
- Thoomkuzhy J, Thangiah M. A qualitative study on CIO competencies, cloud-IoT implementation challenges and the organizational benefits of cloud-IoT Implementations. *EAI Endorsed Trans Cloud Syst*. 2020;6(19): e8.

Yadav J, Saini AK, Yadav AK. Measuring citizens engagement in e government projects-Indian perspective. J Stat Manag Syst. 2019;22(2):327-46.