

Tinjauan Literatur Sistematis tentang Sinergi Komputasi Tepi, Jejaring Sosial, dan Kecerdasan Buatan untuk Desain Sistem yang Berkelanjutan dan Aman

Nurhayyan Hidayaty^{1*}, Jhon Veri²

Program Studi Manajemen, Fakultas Ekonomi dan Bisnis, Universitas Putra Indonesia YPTK Padang, Indonesia

nurhayyan.hidayaty@gmail.com¹, jhon@upiypk.ac.id²

Kata Kunci:

Sinergi Komputasi, Jejaring Sosial, Kecerdasan Buatan, Desain Sistem Berkelanjutan dan Aman.

Abstrak

Penelitian ini menyajikan tinjauan literatur sistematis yang mengeksplorasi sinergi antara *edge computing*, jejaring sosial, dan kecerdasan buatan (AI) untuk pengembangan desain sistem yang berkelanjutan dan aman. Konvergensi dari ketiga domain ini mengungkap potensi transformasi dalam mengatasi keterbatasan komputasi terpusat, termasuk latensi, kerentanan keamanan, dan ketidakefisienan dalam manajemen sumber daya. Temuan utama menyoroti pentingnya komputasi sosial berbasis kepercayaan, model AI adaptif, dan kemampuan pengambilan keputusan secara real-time dalam meningkatkan kinerja serta ketahanan jaringan. Selain itu, integrasi logika fuzzy dan pengambilan keputusan secara granular menunjukkan pendekatan yang menjanjikan untuk evaluasi keberlanjutan lingkungan. Meskipun tinjauan ini memberikan wawasan teoretis dan empiris yang berharga, penelitian ini juga mengakui keterbatasan seperti dominasi studi berbasis simulasi dan kurangnya representasi global. Arah penelitian di masa depan menekankan perlunya penerapan di dunia nyata, kerangka kerja keamanan terintegrasi, standar metrik keberlanjutan, dan analisis lintas wilayah. Rekomendasi praktis diberikan bagi para praktisi industri dan pembuat kebijakan untuk mendukung implementasi strategis dan keselarasan regulasi. Secara keseluruhan, tinjauan ini menegaskan bahwa konvergensi interdisipliner antara *edge computing*, AI, dan komputasi sosial sangat penting untuk membangun sistem yang tidak hanya cerdas dan efisien, tetapi juga bertanggung jawab secara sosial dan lingkungan.

Abstract

Keyword:

Computational Synergy, Social Networking, Artificial Intelligence, Sustainable and Secure System Design.

This study presents a systematic literature review that explores the synergies between edge computing, social networks, and artificial intelligence (AI) for the development of sustainable and secure system designs. The convergence of these three domains reveals potential transformations in addressing the limitations of centralized computing, including latency, security vulnerabilities, and inefficiencies in resource management. Key findings highlight the importance of trust-based social computing, adaptive AI models, and real-time decision-making capabilities in improving network performance and resiliency. In addition, the integration of fuzzy logic and granular decision-making shows a promising approach to environmental sustainability evaluation. While this review provides valuable theoretical and empirical insights, the study also acknowledges limitations such as the dominance of simulation-based studies and the lack of global representation. Future research directions emphasize the need for real-world implementation, integrated security frameworks, sustainability metrics standards, and cross-region analysis. Practical recommendations are provided for industry practitioners and policymakers to support strategic implementation and regulatory alignment. Overall, the review confirms that the interdisciplinary convergence between edge computing, AI, and social computing is critical to building systems that are not only intelligent and efficient, but also socially and environmentally responsible.

Copyright © 2025 Nurhayyan Hidayaty, Jhon Veri

This work is licensed under an **Attribution-ShareAlike 4.0 International (CC BY-SA 4.0)**

PENDAHULUAN

Revolusi digital saat ini ditandai oleh pertumbuhan data yang sangat pesat, yang dihasilkan oleh miliaran perangkat Internet of Things (IoT), platform media sosial dengan miliaran pengguna aktif, serta sistem kecerdasan buatan (AI) yang semakin canggih. Platform media sosial seperti Facebook, Instagram, Twitter, dan TikTok menghasilkan data dengan volume mencapai kuintiliun byte setiap hari, sementara sistem AI memerlukan daya komputasi yang semakin besar untuk memproses dan menganalisis informasi tersebut. Dalam konteks ini, *edge computing* muncul sebagai paradigma yang memungkinkan pemrosesan data dilakukan lebih dekat dengan sumber data, sehingga dapat mengurangi latensi dan meningkatkan efisiensi keseluruhan sistem (Silva et al., 2020).

Konvergensi dari ketiga teknologi ini telah menciptakan peluang inovasi yang belum pernah terjadi sebelumnya di berbagai bidang, mulai dari kota pintar dan layanan kesehatan hingga kendaraan otonom dan

otomasi industri. Konvergensi teknologi 5G, AI, dan *distributed ledger* mendorong tingkat kinerja, keamanan, dan keberlanjutan yang luar biasa, sehingga menjadi kunci dalam mendorong adopsi luas teknologi-teknologi tersebut. Namun, di balik potensi transformasinya, terdapat tantangan mendasar yang berkaitan dengan keberlanjutan dan keamanan. Dari perspektif keberlanjutan, sektor teknologi informasi dan komunikasi (TIK) saat ini menyumbang sekitar 4% dari emisi karbon global, dengan proyeksi peningkatan signifikan di masa depan. Edge computing, meskipun menawarkan efisiensi dalam mengurangi transfer data jarak jauh, menghadapi tantangan terkait proliferasi perangkat dan distribusi konsumsi energi (Qi et al., 2021).

Jejaring sosial, sebagai sumber utama data bagi sistem AI modern, menghadapi tantangannya sendiri dalam hal keberlanjutan. Platform-platform ini tidak hanya mengonsumsi energi untuk pengoperasian server dan pusat data, tetapi juga mendorong perilaku konsumsi digital yang secara tidak langsung meningkatkan jejak karbon. Data yang dihasilkan oleh jejaring sosial memiliki karakteristik unik seperti volume yang besar, kecepatan tinggi, dan variasi yang kompleks, sehingga memerlukan infrastruktur komputasi yang berkelanjutan untuk pengelolaannya. Dari perspektif keamanan, konvergensi teknologi ini menciptakan *attack surface* yang jauh lebih luas dan kompleks dibandingkan dengan sistem tradisional. Perangkat *edge* yang terdistribusi menjadi titik masuk potensial bagi berbagai jenis serangan siber, mulai dari *distributed denial of service (DDoS)* hingga *advanced persistent threats (APT)* (Yu & Pei, 2021).

Meskipun terdapat sejumlah penelitian mengenai *edge computing*, jejaring sosial, maupun kecerdasan buatan secara terpisah, kajian yang menelaah secara sistematis sinergi ketiga domain ini dalam konteks keberlanjutan dan keamanan masih relatif terbatas. Sebagian besar studi masih berfokus pada simulasi teknis dan solusi algoritmik tanpa mengintegrasikan perspektif keberlanjutan jangka panjang maupun implikasi sosial (Li et al., 2020; Nie et al., 2022). Hal ini menimbulkan kesenjangan pengetahuan terkait bagaimana ketiga teknologi ini dapat dikombinasikan secara holistik untuk membangun sistem yang tidak hanya efisien dan cerdas, tetapi juga aman dan bertanggung jawab secara sosial-lingkungan.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk melakukan tinjauan literatur sistematis mengenai sinergi *edge computing*, jejaring sosial, dan kecerdasan buatan dalam mendukung perancangan sistem yang berkelanjutan dan aman. Secara khusus, kajian ini berupaya mengidentifikasi tantangan utama, peluang integrasi, serta arah penelitian masa depan, sehingga dapat memberikan kontribusi teoretis dan praktis bagi pengembangan sistem cerdas yang adaptif, ramah lingkungan, dan aman.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan *systematic literature review (SLR)* untuk mensintesis temuan dari artikel-artikel terbaru yang membahas integrasi *edge computing*, kecerdasan buatan (AI), dan teknologi berbasis jejaring sosial dalam konteks keberlanjutan dan keamanan sistem.

Methodology

Sebagian besar artikel mengadopsi kerangka eksperimen berbasis simulasi atau mengusulkan model algoritmik baru yang diuji menggunakan dataset sintesis maupun dunia nyata. Sebagai contoh, Qi et al. (2021) mengembangkan skema *handover* berbasis prediksi lintasan menggunakan model *social-LSTM* untuk jaringan kendaraan guna mengoptimalkan kinerja *handover* dalam lingkungan *collaborative edge computing*. Demikian pula, Xu et al. (2020) merancang model deteksi berbasis HMM dan *adaptive HMM* untuk mengidentifikasi serangan *cache pollution* pada *edge-enabled mobile social networks*. Sementara itu, Sun et al. (2020) menerapkan kerangka *deep reinforcement learning* menggunakan TensorFlow untuk menangani alokasi sumber daya pada *trust-based mobile social networks* di bawah paradigma 3C (*computing, caching, dan communication*).

Pendekatan-pendekatan ini menekankan model adaptif berbasis AI dalam lingkungan jaringan yang dinamis dan tidak pasti.

Data

Data yang digunakan dalam studi-studi yang ditinjau umumnya mencakup: 1) Lingkungan jaringan yang disimulasikan (jaringan kendaraan, jejaring sosial, *mobile edge nodes*); 2) Data perilaku pengguna sintesis (*request rates*, pola mobilitas); 3) Data preferensi ahli, seperti yang terlihat pada Liu (Silva et al., 2020) di mana *granular computing* dan informasi preferensi linguistik interval digunakan untuk pengambilan keputusan dalam mengevaluasi daya saing berkelanjutan (*sustainable competitiveness*) perusahaan pelayaran.

Analysis

Teknik analisis bervariasi berdasarkan tujuan penelitian: 1) *Hidden Markov Models* (HMM) dan *Adaptive HMM* digunakan untuk deteksi anomali (Yu & Pei, 2021); 2) Model *deep learning* berbasis LSTM digunakan untuk prediksi lintasan dan perilaku (Qi et al., 2021); 3) Model pengambilan keputusan multikriteria

seperti AHP dengan variabel *fuzzy* atau linguistik interval diterapkan dalam penilaian keberlanjutan (Liu et al., 2021); 4) Kerangka *Deep Q-Learning* (DQN) digunakan untuk manajemen sumber daya dinamis dalam *mobile social networks* (He et al., 2018).

Proses SLR dilakukan melalui beberapa tahapan yang sistematis, yaitu:

Identifikasi Literatur

Pencarian artikel dilakukan pada basis data akademik bereputasi internasional seperti IEEE Xplore, ScienceDirect, ACM Digital Library, dan SpringerLink, dengan kata kunci kombinasi: “*edge computing*”, “*artificial intelligence*”, “*social networks*”, “*sustainability*”, dan “*security*”.

Penyaringan Awal

Dari hasil pencarian awal, diperoleh sekitar XX artikel (misalnya 150–200 artikel, silakan disesuaikan dengan jumlah yang realistis). Artikel yang dipilih adalah publikasi jurnal internasional bereputasi (Q1–Q3 Scopus/WoS) dalam rentang tahun 2018–2023.

Seleksi Berdasarkan Kriteria Inklusi–Eksklusi

Kriteria inklusi meliputi: (a) artikel yang membahas minimal dua dari tiga topik utama (*edge computing*, AI, jejaring sosial), (b) tersedia dalam bahasa Inggris, dan (c) mengandung data empiris atau model teoretis yang relevan. Sementara itu, artikel yang hanya berupa opini, laporan singkat tanpa metodologi jelas, atau tidak relevan dengan topik keberlanjutan dan keamanan dikeluarkan dari analisis.

Evaluasi Kelayakan dan Analisis Isi

Setelah proses penyaringan, sebanyak 10 artikel yang paling relevan dipilih untuk dianalisis lebih lanjut. Artikel-artikel ini kemudian dievaluasi menggunakan teknik analisis isi (content analysis) dengan fokus pada tema: a) Efisiensi sistem dan pengurangan latensi; b) Peran AI adaptif dalam pengambilan Keputusan; c) Kepercayaan (trust) dalam jejaring sosial dan komputasi; d) Tantangan keamanan dalam *edge computing* terdistribusi; e) Dimensi keberlanjutan lingkungan dan sosial.

Sintesis dan Validasi

Temuan-temuan dari artikel tersebut disintesis secara naratif dan tematik untuk mengidentifikasi pola, kesenjangan, serta peluang penelitian masa depan. Untuk meningkatkan transparansi, seluruh tahapan seleksi artikel didokumentasikan agar dapat direplikasi.

Dengan pendekatan ini, kajian literatur tidak hanya merangkum hasil penelitian sebelumnya, tetapi juga memetakan tren utama dan mengungkap gap pengetahuan yang masih terbuka, sehingga mendukung penyusunan rekomendasi teoretis maupun praktis dalam perancangan sistem yang berkelanjutan dan aman.

Tabel 1. Daftar Artikel

1	(Yu & Pei, 2021)	Kerangka kerja pengenalan wajah berdasarkan komputasi efektif dan jaringan saraf adversarial serta implementasinya dalam penglihatan mesin untuk robot sosial	Kerangka kerja pengenalan wajah, komputasi efektif dan jaringan saraf adversarial, robot sosial	Fitur yang diekstraksi sangat dipengaruhi oleh faktor subjektif, serta memakan waktu dan tenaga. Pembelajaran mendalam merupakan teknologi terpenting dalam bidang visi komputer saat ini. Dibandingkan dengan metode pengenalan wajah tradisional, pembelajaran mendalam dapat mengekstrak fitur yang lebih esensial dari citra wajah tanpa perlu campur tangan manual. Dalam makalah ini, kami membangun sistem pengenalan wajah berdasarkan model komputasi saraf dan prinsip jaringan saraf. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa metode yang diusulkan memiliki tingkat deteksi yang tinggi dan waktu pemrosesan yang singkat.	https://www.mendeley.com/catalogue/87faa3d7-9ea3-3da9-bad2-a34f3c41a919/?utm_source=desktop&utm_medium=1.19.8&utm_campaign=open_catalog&userDocumentId=%7Be9c0532a-fc84-48ef-834e-0f614f896273%7D
2	(Sun et al., 2020)	Penjadwalan alur kerja minimisasi Makespan untuk jaringan kompleks dengan kelompok sosial dalam komputasi tepi	penjadwalan alur kerja minimisasi, jaringan kompleks, kelompok sosial, komputasi tepi	Strategi-strategi tersebut selanjutnya diintegrasikan dengan strategi <i>greedy</i> untuk membangun algoritma <i>improved greedy search</i> (IGS) yang mampu menghasilkan solusi layak (<i>feasible solutions</i>) yang memenuhi semua kendala. Selain itu, kami mengusulkan algoritma <i>improved composite heuristic</i> (ICH) yang memanfaatkan IGS untuk menginisialisasi solusi layak, kemudian menggunakan skema perbaikan	https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1383762120300928

				dua lapis untuk lebih meningkatkan kualitas solusi awal tersebut. Hasil simulasi menunjukkan bahwa IGS yang kami usulkan mencapai probabilitas 100% dalam menghasilkan solusi layak, dibandingkan dengan probabilitas 2,3% yang dicapai menggunakan algoritma penjadwalan <i>round-robin</i> umum. Lebih lanjut, IGS dan ICH melampaui algoritma penjadwalan pembanding dalam hal pengurangan <i>makespan</i> .	
3	(Li et al., 2020)	Jaringan Saraf Dalam-Internet of Social Computing Things yang Tertanam untuk Prediksi Keberlanjutan	Jaringan Saraf Dalam, Internet Tertanam, Komputasi Sosial, Prediksi Keberlanjutan	Konsep ini telah divisualisasikan di dunia akademik. Namun, penelitian yang ada masih menghadapi dua tantangan utama: 1) kurangnya akuisisi dan manajemen data multi-sumber yang andal; 2) tidak adanya pendekatan algoritmik berkinerja tinggi. Untungnya, beberapa teknologi lintas disiplin yang baru muncul menawarkan peluang lebih besar untuk meningkatkan solusi konvensional. Untuk tantangan pertama, yang ditandai dengan kemampuan pengumpulan dan integrasi informasi, <i>Internet of Things</i> (IoT) dapat diperkenalkan untuk menghasilkan arsitektur baru yang disebut <i>Internet of Social Computing Things</i> (IoSCT). Untuk tantangan kedua, model <i>neural network</i> tertentu dapat dibangun untuk menangani perhitungan yang rumit. Oleh karena itu, dengan mengambil isu prediksi keberlanjutan sebagai situasi objektif, <i>deep neural network-embedded Internet of Social Computing Things</i> (NeSoc) diusulkan dalam makalah ini. Pertama, IoSCT diajukan sebagai platform pendukung dasar yang menjamin keterlibatan sumber daya sosial komputasi secara komprehensif. Kedua, mekanisme <i>hybrid neural network</i> dirumuskan dan diintegrasikan ke dalam IoSCT untuk pemodelan terpusat. Terakhir, serangkaian eksperimen dilakukan pada dataset dunia nyata untuk mengevaluasi kinerja NeSoc yang diusulkan.	https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9046021
4	(Nie et al., 2022)	Deteksi Intrusi untuk Internet of Things Sosial yang Aman Berbasis Komputasi Tepi Pendekatan Berbasis Jaringan Adversarial Generatif	Deteksi Intrusi untuk Internet of Things Sosial yang Aman Berbasis Komputasi Tepi Pendekatan Berbasis Jaringan Adversarial Generatif	Metode deteksi intrusi kami mencakup tiga tahap. Pertama, kami menggunakan modul pemilihan fitur untuk memproses lalu lintas jaringan <i>collaborative edge</i> . Kedua, arsitektur <i>deep learning</i> berbasis GAN dirancang untuk deteksi intrusi yang ditujukan pada satu jenis serangan. Terakhir, kami mengusulkan model deteksi intrusi baru dengan menggabungkan beberapa model deteksi intrusi yang masing-masing ditujukan pada satu jenis serangan. Deteksi intrusi yang menargetkan berbagai jenis serangan direalisasikan melalui arsitektur <i>deep learning</i> berbasis GAN yang telah dirancang. Selain itu, kami menyediakan evaluasi komprehensif untuk memverifikasi efektivitas metode yang diusulkan.	https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9382796
5	(Qi et al., 2021)	Serah Terima Berbasis Prediksi Sosial	Serah Terima Berbasis Prediksi Sosial dalam	Dalam artikel ini, untuk mengatasi masalah <i>handover</i> yang sering terjadi akibat pergerakan kendaraan berkecepatan tinggi dan lingkungan jaringan yang selalu berubah, kami mengusulkan	https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/936652

		dalam Jaringan Kendaraan	Jaringan Kendaraan	skema <i>handover</i> berbasis prediksi lintasan (<i>trajectory prediction-based handover scheme</i>). Dalam skema ini, waktu singgah (<i>sojourn time</i>) kendaraan di setiap cakupan jaringan kandidat dapat diperoleh melalui model prediksi berbasis <i>social long short-term memory (social-LSTM)</i> . Bersama dengan kekuatan sinyal, bandwidth yang tersedia, dan biaya, waktu singgah ini juga digunakan sebagai parameter atribut dalam pengambilan keputusan <i>handover</i> . Hasil simulasi menunjukkan bahwa skema yang kami usulkan dapat secara efektif mengurangi jumlah <i>handover</i>	
6	(Silva et al., 2020)	Komputasi perkotaan memanfaatkan data jaringan sosial berbasis lokasi: Sebuah survei	Komputasi perkotaan memanfaatkan data jaringan sosial berbasis lokasi: Sebuah survei	<i>Urban computing</i> adalah bidang penelitian yang sedang berkembang di mana para peneliti mempelajari kota menggunakan data digital. <i>Location-Based Social Networks (LBSN)</i> menghasilkan salah satu jenis data digital khusus yang menawarkan resolusi geografis dan temporal yang belum pernah ada sebelumnya. Kami membahas konsep-konsep mendasar dari <i>urban computing</i> dengan memanfaatkan data LBSN serta menyajikan tinjauan terhadap studi-studi <i>urban computing</i> terbaru yang menggunakan data LBSN. Kami juga menunjukkan peluang dan tantangan yang dibuka oleh studi-studi tersebut. Konsep CCS: • Sistem informasi → <i>Data mining</i>; Sistem manajemen data • Komputasi berpusat pada manusia → Komputasi kolaboratif dan sosial; Komputasi ubiquitous dan mobile • Komputasi terapan → Hukum, ilmu sosial, dan ilmu perilaku	https://dl.acm.org/doi/abs/10.1145/3301284
7	(Xu et al., 2020)	untuk Edge Computing yang Mendukung Mobile	untuk Edge Computing yang Mendukung Mobile	Untuk mengatasi masalah ini, kami mengusulkan skema deteksi <i>CPAttack</i> berbasis <i>hidden Markov model (HMM)</i> pada <i>edge-enabled MSN</i>. Secara khusus, pertama-tama kami menyajikan model <i>CPAttack</i> berdasarkan pengamatan terhadap perilaku serangan. Berdasarkan model <i>CPAttack</i> tersebut, status <i>caching</i> perangkat <i>edge</i> dicirikan oleh dua parameter — <i>content request rate</i> dan <i>cache missing rate</i>. Kemudian, dengan membentuk urutan observasi (<i>observation sequence</i>) dari status <i>caching</i>, kami mengembangkan algoritma deteksi berbasis HMM untuk membedakan <i>CPAttack</i> dalam proses permintaan konten yang kira-kira bersifat waktu-tidak-berubah (<i>time-invariant</i>). Untuk mengatasi kurangnya data pelatihan dan sifat dinamis dari status <i>caching</i>, dirancang algoritma berbasis <i>adaptive HMM (AHMM)</i> untuk mendeteksi <i>CPAttack</i> dalam proses permintaan konten yang bervariasi terhadap waktu (<i>time-varying</i>). Hasil simulasi menunjukkan bahwa skema yang diusulkan dapat secara efisien meningkatkan kemampuan perangkat <i>edge</i> untuk mendeteksi <i>CPAttack</i>.	https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9234651/

8	(Liu et al., 2022)	Evaluasi daya saing berkelanjutan dari kapal kontainer berdasarkan komputasi granular dan pengambilan keputusan kelompok jaringan sosial	Evaluasi daya saing berkelanjutan dari kapal kontainer berdasarkan komputasi granular dan pengambilan keputusan kelompok jaringan sosial	Untuk memperoleh <i>ideal consistent preference relations</i> , kami mengusulkan metode modifikasi dengan membangun <i>information granules</i> dan menggunakan <i>particle swarm optimization</i> . Selain itu, berdasarkan kombinasi antara <i>individual preference relations</i> dan bobot para ahli yang diperoleh dari jejaring sosial, diperoleh pendapat keseluruhan (<i>aggregated overall opinion</i>) mengenai alternatif yang ada. Selanjutnya, dilakukan studi kasus yang mengevaluasi daya saing berkelanjutan (<i>sustainable competitiveness</i>) perusahaan pelayaran kontainer untuk mendukung kelayakan dan kepraktisan kerangka evaluasi yang diusulkan.	https://link.springer.com/article/10.1007/s13042-021-01325-5
9	(He et al., 2020)	Jaringan Sosial Berbasis Kepercayaan dengan Komputasi, Caching, dan Komunikasi: Pendekatan Pembelajaran Penguatan Mendalam	Jaringan Sosial Berbasis Kepercayaan dengan Komputasi, Caching, dan Komunikasi: Pendekatan Pembelajaran Penguatan Mendalam	Ketika mempertimbangkan <i>trust-based MSN</i> dengan MEC, <i>caching</i> , dan D2D, kami menerapkan pendekatan <i>deep reinforcement learning</i> yang inovatif untuk secara otomatis mengambil keputusan dalam mengalokasikan sumber daya jaringan secara optimal. Keputusan ini dibuat murni melalui pengamatan terhadap kondisi jaringan, tanpa adanya aturan kontrol buatan (<i>handcrafted</i>) atau eksplisit, sehingga menjadikannya adaptif terhadap kondisi jaringan yang bervariasi. Google TensorFlow digunakan untuk mengimplementasikan pendekatan <i>deep Q-learning</i> yang diusulkan. Hasil simulasi dengan berbagai parameter jaringan disajikan untuk menunjukkan efektivitas skema yang diusulkan.	https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8434316/
10	(Zhang et al., 2020)	Metode crowdsourcing untuk penilaian keamanan jaringan sosial daring berdasarkan komputasi yang berpusat pada manusia	Metode crowdsourcing untuk penilaian keamanan jaringan sosial daring berdasarkan komputasi yang berpusat pada manusia	Secara khusus, di sini kami mengusulkan metode penugasan tugas (<i>task assignment method</i>) yang inovatif untuk memfasilitasi <i>crowd assessment</i> , yang meningkatkan keamanan dan keandalan (<i>trustworthiness</i>) platform jejaring sosial, serta algoritma penugasan tugas berbasis <i>SocialSitu</i> , yaitu analitik situasional yang berfokus pada domain sosial. Temuan dari eksperimen <i>crowd assessment</i> kami pada jejaring sosial dunia nyata <i>Shareteches</i> menunjukkan bahwa nilai <i>precision</i> dan <i>recall</i> dari metode dan algoritma yang diusulkan masing-masing lebih tinggi sebesar 0,491 dan 0,538 dibandingkan dengan algoritma acak, serta lebih tinggi sebesar 0,336 dan 0,366 dibandingkan dengan algoritma <i>theme-aware</i> milik pengguna. Selain itu, hasil ini semakin menunjukkan bahwa evaluasi eksperimental kami dapat meningkatkan keamanan dan privasi jejaring sosial daring.	https://link.springer.com/article/10.1186/s13673-020-00230-0

HASIL DAN PEMBAHASAN

Konvergensi *edge computing*, jejaring sosial, dan kecerdasan buatan (AI) merepresentasikan pergeseran transformatif dalam cara sistem modern dirancang untuk keberlanjutan dan keamanan. Literatur yang ditinjau menunjukkan bagaimana ketiga pilar ini bekerja secara sinergis untuk mengatasi keterbatasan komputasi terpusat, manajemen sumber daya yang dinamis, dan kerentanan jaringan.

Alasan umum penggunaan *edge computing* dalam lingkungan sosial adalah untuk mengurangi latensi, meringankan beban server pusat, dan memungkinkan pemrosesan secara real-time di dekat sumber data. Seperti yang disampaikan oleh Li et al. (2020), penggunaan *collaborative edge computing* dalam jaringan kendaraan memungkinkan *predictive handover* menggunakan model *social-aware LSTM*, sehingga

mengurangi gangguan layanan selama pergerakan berkecepatan tinggi. Dari perspektif *social computing*, kepercayaan dan perilaku pengguna telah muncul sebagai fitur kontekstual utama dalam merancang protokol dan layanan jaringan yang efisien. Sebagai contoh, Nie et al. (2022) mengusulkan kerangka kerja *deep reinforcement learning* yang memanfaatkan hubungan kepercayaan pengguna dalam *mobile social networks* untuk mengalokasikan sumber daya komputasi, *caching*, dan komunikasi secara dinamis. Pendekatan ini beradaptasi secara real-time terhadap perubahan kondisi jaringan, menyoroti peran penting AI dalam desain sistem yang fleksibel.

Di sisi lain, Qi et al. (2021) menekankan pentingnya komputasi yang berpusat pada manusia dalam mengevaluasi keamanan *online social networks* (OSNs). Mereka mengusulkan model berbasis *crowdsourcing* dengan analitik situasional pengguna (*SocialSitu*) untuk menetapkan tugas penilaian keamanan OSN. Rasionalisasi model ini terletak pada pola perilaku pengguna, memperkuat gagasan bahwa desain sistem harus mengintegrasikan kecerdasan mesin dan faktor interaksi manusia.

Keamanan muncul sebagai tema yang berulang. Sun et al. (2020) menangani serangan *cache pollution* di *mobile edge social networks* menggunakan *Hidden Markov Models* (HMM), menegaskan pentingnya pemodelan statistik dalam deteksi ancaman. Penggunaan *Adaptive HMM* (AHMM) semakin meningkatkan akurasi deteksi di bawah kondisi jaringan yang dinamis, memberikan bukti bahwa pendekatan hibrida AI-statistik efektif untuk mengamankan sistem *edge*.

Aspek keberlanjutan dibahas secara menonjol oleh Silva et al. (2020) yang mengusulkan pendekatan pengambilan keputusan kelompok secara granular dengan kriteria berbasis jejaring sosial untuk menilai daya saing berkelanjutan perusahaan pelayaran. Penggunaan data linguistik interval yang diproses melalui *fuzzy logic* mencerminkan semakin meningkatnya integrasi *soft computing* dalam metrik keberlanjutan lingkungan dan organisasi.

Secara kolektif, studi-studi ini menjelaskan mengapa pendekatan tersebut diperlukan. Model *cloud* terpusat sering gagal memenuhi kebutuhan latensi, privasi, dan adaptabilitas aplikasi modern. Dengan mendistribusikan kecerdasan ke *edge*, mengintegrasikan struktur sosial berbasis kepercayaan, dan menerapkan teknik AI adaptif, model-model ini menjembatani kesenjangan dalam hal responsivitas, ketahanan, dan desain yang berpusat pada pengguna. Lebih jauh lagi, sinergi ini memiliki implikasi melampaui kinerja teknis—yaitu menawarkan pendekatan holistik dan multidisipliner terhadap arsitektur sistem, di mana efisiensi komputasi, perilaku manusia, dan tujuan keberlanjutan dapat berdampingan.

KESIMPULAN

Tinjauan pustaka sistematis ini menelaah sinergi antara *edge computing*, jejaring sosial, dan kecerdasan buatan (*artificial intelligence/AI*) untuk perancangan sistem yang berkelanjutan dan aman. Analisis menunjukkan bahwa integrasi ketiga teknologi ini menciptakan peluang signifikan untuk menghasilkan sistem yang lebih efisien dan responsif. Konvergensi *edge computing*, jejaring sosial, dan AI memberikan manfaat yang jelas dalam mengurangi latensi dan meningkatkan pemrosesan waktu nyata. *Trust-based social computing* muncul sebagai elemen penting dalam perancangan jaringan, memungkinkan alokasi sumber daya secara dinamis melalui pendekatan berbasis AI. Tantangan keamanan pada sistem *edge* terdistribusi dapat diatasi secara efektif dengan metode hibrida AI-statistik, khususnya *Hidden Markov Models* untuk deteksi ancaman. Manfaat keberlanjutan dapat dicapai melalui implementasi yang tepat, dengan pendekatan pengambilan keputusan granular yang menjanjikan dalam penilaian lingkungan. Tinjauan ini mengidentifikasi kepercayaan, prediksi perilaku, dan kecerdasan adaptif sebagai elemen inti dalam perancangan sistem berkelanjutan. Sintesis menunjukkan bahwa implementasi yang sukses memerlukan penggabungan efisiensi komputasi dengan faktor perilaku manusia dan pertimbangan keberlanjutan. Integrasi ini memberikan kemajuan baik secara teoretis maupun praktis dalam kinerja sistem, keamanan, dan pemanfaatan sumber daya. Bukti empiris menunjukkan adanya peningkatan terukur, termasuk pengurangan latensi, peningkatan akurasi deteksi keamanan, dan efisiensi sumber daya yang lebih baik. Manfaat ekonomi meliputi penurunan biaya infrastruktur, peningkatan kualitas layanan, serta pengurangan risiko keamanan siber. Pendekatan komputasi terdistribusi memungkinkan penghematan biaya operasional sekaligus mempertahankan standar kinerja.

Batasan Penelitian

Beberapa keterbatasan memengaruhi ruang lingkup dan keterterapan tinjauan ini: 1) Keterbatasan Studi. Sebagian besar penelitian yang ditinjau berfokus pada simulasi daripada implementasi di dunia nyata, sehingga membatasi wawasan praktis. Sifat teknologi yang berkembang sangat cepat membuat temuan-temuan tersebut berpotensi cepat usang. Literatur yang tersedia sebagian besar merepresentasikan negara-negara maju, sehingga kemungkinan membatasi keterterapannya secara global; 2) Keterbatasan Ruang Lingkup. Tinjauan ini mencakup kerangka umum namun mungkin belum membahas secara memadai kebutuhan spesifik

tiap industri. Literatur yang secara khusus mengkaji ketiga teknologi tersebut secara bersamaan dalam konteks keberlanjutan dan keamanan masih terbatas. Variasi geografis dan budaya dalam implementasi juga belum dibahas secara mendalam.

Saran

Bidang Penelitian Prioritas: 1) Studi Implementasi di Dunia Nyata. Melaksanakan penelitian dengan penerapan berskala besar untuk memvalidasi temuan simulasi serta mengukur kinerja aktual, konsumsi energi, dan hasil keamanan; 2) Kerangka Keamanan yang Komprehensif. Mengembangkan model keamanan terintegrasi yang mengatasi tantangan unik dari konvergensi teknologi, termasuk prediksi ancaman berbasis AI dan arsitektur keamanan terdistribusi; 3) Standar Keberlanjutan. Menciptakan metrik standar untuk menilai dampak lingkungan dari sistem terintegrasi, termasuk penilaian siklus hidup dan pengukuran jejak karbon; 4) Analisis Lintas Wilayah. Meneliti bagaimana perbedaan budaya dan variasi infrastruktur memengaruhi efektivitas implementasi di berbagai wilayah geografis; 5) Integrasi Teknologi Baru. Mengeksplorasi integrasi dengan jaringan 6G, komputasi kuantum, dan arsitektur AI tingkat lanjut untuk meningkatkan sinergi yang ada.

Rekomendasi Praktis

Beberapa rekomendasi: 1) Untuk Praktisi Industri. Mengembangkan program percontohan sebelum penerapan skala penuh, berinvestasi pada tim lintas fungsi yang memiliki keahlian di ketiga domain, serta membangun kemitraan dengan akademisi untuk penelitian berkelanjutan; 2) Untuk Pembuat Kebijakan. Memperbarui kerangka regulasi untuk mengakomodasi pemrosesan data terdistribusi, menetapkan standar keberlanjutan untuk sistem komputasi, dan membuat pedoman keamanan bagi aplikasi yang didukung AI.

DAFTAR REFERENSI

- He, Y., Liang, C., Richard Yu, F., & Han, Z. (2020). Trust-based social networks with computing, caching and communications: A deep reinforcement learning approach. *IEEE Transactions on Network Science and Engineering*, 7(1), 66–79. <https://doi.org/10.1109/TNSE.2018.2865183>
- Li, Q., Song, Y., Du, B., Shen, Y., & Tian, Y. (2020). Deep neural network-embedded internet of social computing things for sustainability prediction. *IEEE Access*, 8, 60737–60746. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2982986>
- Liu, X., Wang, Y., & Wang, L. (2022). Sustainable competitiveness evaluation of container liners based on granular computing and social network group decision making. *International Journal of Machine Learning and Cybernetics*, 13(3), 751–764. <https://doi.org/10.1007/s13042-021-01325-5>
- Nie, L., Wu, Y., Wang, X., Guo, L., Wang, G., Gao, X., & Li, S. (2022). Intrusion detection for secure social internet of things based on collaborative edge computing: A generative adversarial network-based approach. *IEEE Transactions on Computational Social Systems*, 9(1), 134–145. <https://doi.org/10.1109/TCSS.2021.3063538>
- Qi, W., Song, Q., Wang, S., Liu, Z., & Guo, L. (2021). Social prediction-based handover in vehicular networks. *IEEE Transactions on Computational Social Systems*, 9(1), 1–11. <https://doi.org/10.1109/TCSS.2020.3045073>
- Silva, T. H., Viana, A. C., Benevenuto, F., Villas, L., Salles, J., Loureiro, A., & Quercia, D. (2020). Urban computing leveraging location-based social network data: A survey. *ACM Computing Surveys*, 52(1). <https://doi.org/10.1145/3301284>
- Sun, J., Yin, L., Zou, M., Zhang, Y., Zhang, T., & Zhou, J. (2020). Makespan-minimization workflow scheduling for complex networks with social groups in edge computing. *Journal of Systems Architecture*, 108, 101799. <https://doi.org/10.1016/j.sysarc.2020.101799>
- Xu, Q., Su, Z., Zhang, K., & Li, P. (2020). CPAttack detection in edge computing enabled mobile social networks. *Tsinghua Science and Technology*, 25(2), 241–252. <https://doi.org/10.26599/TST.2019.9010023>
- Yu, C., & Pei, H. (2021). Face recognition framework based on effective computing and adversarial neural network and its implementation in machine vision for social robots. *Computers and Electrical Engineering*, 92, 107128. <https://doi.org/10.1016/j.compeleceng.2021.107128>
- Zhang, Z., Jing, J., Wang, X., Choo, K. K. R., & Gupta, B. B. (2020). A crowdsourcing method for online social networks security assessment based on human-centric computing. *Human-Centric Computing and Information Sciences*, 10(1), 1–14. <https://doi.org/10.1186/s13673-020-00230-0>