Journal of Information System, Applied, Management, Accounting and Research.
https://publikasi.binainternusa.org/index.php/jisamar ,
jisamar@stmik.jayakarta.ac.id , jisamar2017@gmail.com
e-ISSN: 2598-8719 (Online), p-ISSN: 2598-8700 (Printed) , Vol. 10 No.4 (November 2026)

TREN DAN POLA ANALISIS JARINGAN TRANSPORTASI MASSAL (LRT/MRT) MENGGUNAKAN TEORI GRAF DI INDONESIA PERIODE 2015-2025: KAJIAN LITERATUR SISTEMATIS

Nur Syamsiyah[1*], Intan Rahma Alita[2], Sheira Najwa Azzaliya[3]

Program Studi Sistem Informasi[1,2,3]
Fakultas Teknik[1,2,3]
Universitas Darma Persada[1,2,3]

Correspondent Author: syamsiyah.nur@gmail.com,

Author Email: intanrahmaalita@gmail.com [2],
najwaazzaliyaa@gmail.com[3]

Received: August 18, 2026**. Revised:** October 28, 2026**. Accepted:** November 9, 2026**. Issue Period:** Vol.10 No.4 (2026), Pp. 1052-1061

Abstrak: Kemacetan lalu lintas merupakan salah satu persoalan urban paling mendesak di kota-kota besar Indonesia. Pertumbuhan kepemilikan kendaraan pribadi yang tidak diimbangi kapasitas prasarana jalan mendorong pembangunan transportasi massal berbasis rel, seperti MRT Jakarta (2019) dan LRT Jabodebek (2023). Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi tren, pola pendekatan, dan celah riset penerapan teori graf pada jaringan LRT/MRT di Indonesia periode 2015-2025 melalui kajian literatur sistematis. Metode mengikuti protokol PRISMA dengan pencarian pada enam basis data, yaitu Google Scholar, Scopus, SINTA/Garuda, ScienceDirect, IEEE Xplore, dan Semantic Scholar, yang menghasilkan 20 artikel. Data dianalisis secara bibliometrik deskriptif dan analisis tematik. Hasil menunjukkan publikasi tersebar pada rentang 2015-2025 dengan puncak tahun 2021 dan 2025, dengan pendekatan beragam meliputi kajian konseptual, complex network theory, analisis spektral, community detection, dan analisis aksesibilitas berbasis GIS. Ukuran graf yang digunakan antara lain derajat, jarak rata-rata, koefisien pengelompokan, dan berbagai ukuran sentralitas. Kajian menemukan celah utama berupa belum adanya analisis ketahanan jaringan (network resilience), penentuan lokasi stasiun baru berbasis sentralitas, dan optimasi rute integrasi feeder berbasis data GTFS. Kontribusi kajian ini adalah peta literatur sistematis sebagai landasan penelitian empiris lanjutan. Penelitian selanjutnya disarankan memanfaatkan data GTFS untuk simulasi penutupan stasiun, perhitungan sentralitas, dan optimasi integrasi feeder.

Kata kunci: teori graf; transportasi massal; LRT/MRT; analisis jaringan; kajian literatur sistematis

Abstract: *Traffic congestion is one of the most pressing urban problems in major Indonesian cities. The growth of private vehicle ownership, not matched by road infrastructure capacity, has driven the development of rail-based mass transit, such*

DOI: 10.52362/jisamar.v10i4.2654
Ciptaan disebarluaskan di bawah Lisensi Creative Commons Atribusi 4.0 Internasional.

Journal of Information System, Applied, Management, Accounting and Research.
https://publikasi.binainternusa.org/index.php/jisamar ,
jisamar@stmik.jayakarta.ac.id , jisamar2017@gmail.com
e-ISSN: 2598-8719 (Online), p-ISSN: 2598-8700 (Printed) , Vol. 10 No.4 (November 2026)

as the Jakarta MRT (2019) and the Jabodebek LRT (2023). This study aims to identify trends, patterns of approaches, and research gaps in the application of graph theory to LRT/MRT networks in Indonesia for the period 2015-2025 through a systematic literature review. The method follows the PRISMA protocol, searching six databases (Google Scholar, Scopus, SINTA/Garuda, ScienceDirect, IEEE Xplore, and Semantic Scholar), yielding 20 articles. Data were analyzed using descriptive bibliometric and thematic analysis. The results show publications spread across 2015-2025 with peaks in 2021 and 2025, with diverse approaches including conceptual reviews, complex network theory, spectral analysis, community detection, and GIS-based accessibility analysis. Graph measures used include degree, average path length, clustering coefficient, and various centrality measures. The review identifies key gaps: the absence of network resilience analysis, centrality-based new station location determination, and feeder route integration optimization based on GTFS data. The contribution is a systematic literature map serving as a foundation for further empirical research. Future research is recommended to utilize GTFS data for station closure simulations, centrality calculations, and feeder integration optimization.

Keywords: *graph theory; mass transit; network analysis; LRT/MRT; systematic literatur review.*

I. PENDAHULUAN

Kemacetan lalu lintas merupakan salah satu persoalan urban yang paling mendesak di kota-kota besar Indonesia [1][2]. Pertumbuhan jumlah kendaraan pribadi yang pesat tidak diimbangi oleh kapasitas prasarana jalan, sehingga waktu tempuh, konsumsi bahan bakar, dan emisi gas buang meningkat tajam. Pemerintah merespons persoalan ini melalui pembangunan sistem transportasi massal berbasis rel, antara lain MRT Jakarta yang mulai beroperasi pada Maret 2019, LRT Jabodebek pada Agustus 2023, serta pengembangan LRT di Jakarta dan Palembang. Namun, keberhasilan sistem transportasi massal tidak hanya ditentukan oleh ketersediaan prasarana, melainkan juga oleh perencanaan jaringan yang optimal.

Perencanaan jaringan transportasi massal membutuhkan pemodelan matematis yang mampu merepresentasikan struktur dan perilaku jaringan. Teori graf menyediakan kerangka tersebut melalui representasi simpul dan sisi [3][4]. Pada konteks transportasi, simpul merepresentasikan stasiun atau halte, sedangkan sisi merepresentasikan koneksi antar simpul. Pendekatan ini telah digunakan secara luas untuk menganalisis topologi jaringan, mengidentifikasi simpul kritis, mengoptimalkan rute, dan mengevaluasi ketahanan jaringan terhadap gangguan [5].

Kajian penerapan teori graf pada jaringan transportasi publik di kawasan Asia Tenggara telah menunjukkan hasil yang beragam. Ding dkk. menganalisis evolusi jaringan kereta Kuala Lumpur menggunakan complex network theory [4]. Lim dkk. menerapkan analisis spektral untuk mengevaluasi sentralitas dan konektivitas jaringan transportasi publik [5]. Beratha dkk. melakukan analisis jaringan dan optimasi rute jaringan kereta Singapura menggunakan teori graf [3]. Di Indonesia, kajian serupa masih terbatas dan tersebar. Ardani dan Imanullah menganalisis penempatan shelter transportasi online menggunakan urban network analysis [10], Wibowo dkk. mengkaji dampak MRT Jakarta terhadap aksesibilitas dan kesetaraan spasial berbasis GIS [9], serta Jaro dkk. menelaah penerapan teori graf pada LRT dalam mengatasi kemacetan [6].

Meskipun berbagai kajian tersebut menunjukkan potensi teori graf, belum ada kajian literatur sistematis yang memetakan tren dan pola penerapan teori graf pada jaringan transportasi massal (LRT/MRT) di Indonesia secara menyeluruh. Celah ini penting diisi karena peta literatur yang sistematis dapat mengidentifikasi pendekatan yang telah digunakan, ukuran graf yang paling relevan, serta celah riset yang belum terjamah.

Penelitian ini bertujuan untuk (1) mengidentifikasi tren publikasi penerapan teori graf pada jaringan LRT/MRT di Indonesia periode 2015-2025, (2) memetakan pendekatan dan ukuran graf yang digunakan, (3) mengidentifikasi celah riset, dan (4) merumuskan arah penelitian selanjutnya. Kontribusi kajian ini adalah peta literatur sistematis yang menjadi landasan penelitian empiris lanjutan, khususnya dalam pemanfaatan data General Transit Feed Specification (GTFS) untuk analisis jaringan transportasi massal Indonesia.

DOI: 10.52362/jisamar.v10i4.2654
Ciptaan disebarluaskan di bawah Lisensi Creative Commons Atribusi 4.0 Internasional.

Journal of Information System, Applied, Management, Accounting and Research.
https://publikasi.binainternusa.org/index.php/jisamar ,
jisamar@stmik.jayakarta.ac.id , jisamar2017@gmail.com
e-ISSN: 2598-8719 (Online), p-ISSN: 2598-8700 (Printed) , Vol. 10 No.4 (November 2026)

Sistematika artikel ini adalah sebagai berikut. Bagian II menjelaskan metode kajian literatur sistematis. Bagian III menyajikan hasil kajian. Bagian IV membahas temuan utama dan celah riset. Bagian V menyajikan kesimpulan dan rekomendasi.

II. METODE DAN MATERI

2.1 Desain Kajian

Kajian ini menggunakan metode kajian literatur sistematis yang mengikuti protokol Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) [11]. Protokol ini dipilih untuk memastikan transparansi, reproduktifitas, dan kelengkapan pelaporan proses seleksi literatur.

2.2 Pertanyaan Kajian

Kajian ini diarahkan oleh tiga pertanyaan kajian. (1) Bagaimana tren publikasi penerapan teori graf pada jaringan transportasi massal (LRT/MRT) di Indonesia periode 2015-2025? (2) Pendekatan dan ukuran graf apa saja yang digunakan dalam kajian-kajian tersebut? (3) Apa celah riset yang belum terjamah dan bagaimana arah penelitian selanjutnya?

2.3 Strategi Pencarian

Pencarian literatur dilakukan pada tanggal 18 Juli 2026 di enam basis data, yaitu Google Scholar, Scopus, SINTA/Garuda, ScienceDirect, IEEE Xplore, dan Semantic Scholar. Kata kunci yang digunakan merupakan kombinasi dari "teori graf", "graph theory", "LRT", "MRT", "transportasi massal", "mass transit", "analisis jaringan", "network analysis", "Indonesia", dan "Jabodetabek" dengan operator Boolean. Contoh string pencarian yang digunakan adalah (("teori graf" OR "graph theory" OR "analisis jaringan" OR "network analysis") AND ("LRT" OR "MRT" OR "transportasi massal" OR "mass transit") AND ("Indonesia" OR "Jabodetabek" OR "Jakarta")). Pencarian dibatasi pada periode 2015-2025 dan artikel berbahasa Indonesia atau Inggris.

2.4 Kriteria Inklusi dan Eksklusi

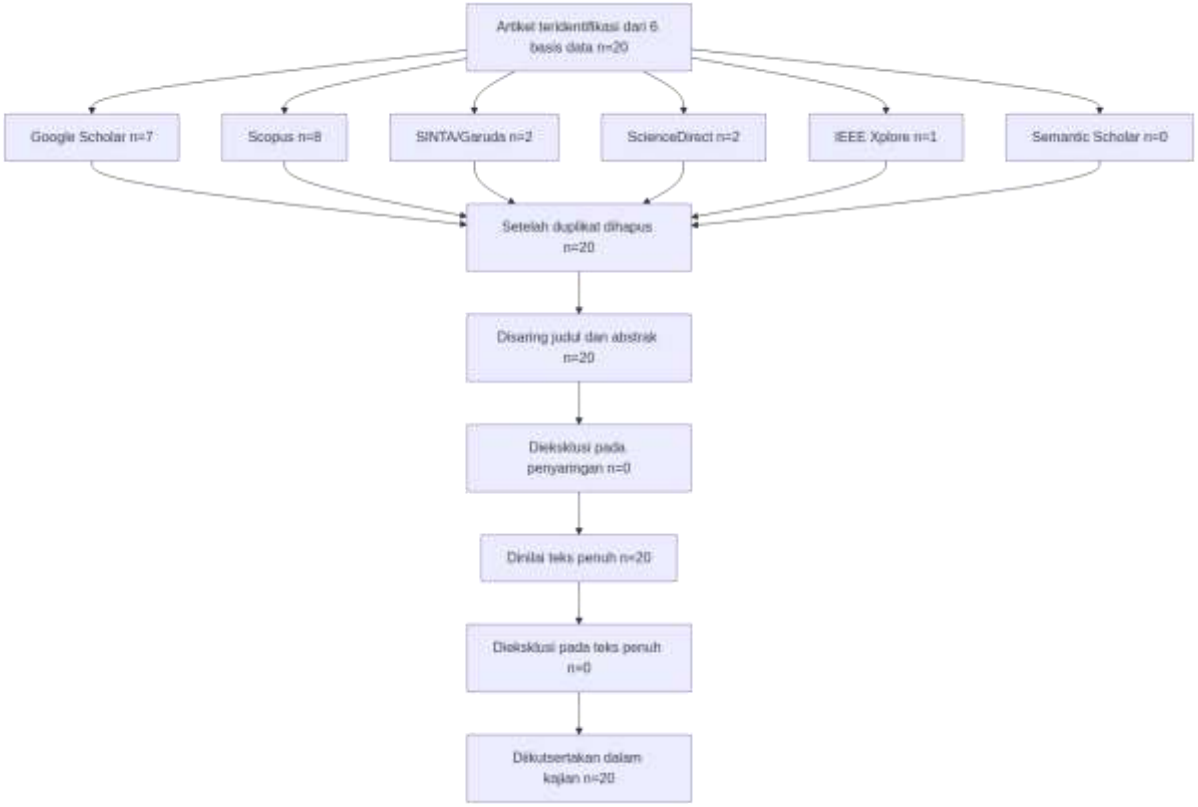
Kriteria inklusi adalah sebagai berikut: (1) artikel membahas penerapan teori graf atau analisis jaringan pada transportasi massal berbasis rel (LRT/MRT), (2) objek kajian berlokasi di Indonesia atau secara langsung relevan dengan pengembangan LRT/MRT Indonesia, (3) artikel terbit pada periode 2015-2025, dan (4) artikel tersedia dalam bahasa Indonesia atau Inggris. Kriteria eksklusi adalah: (1) artikel yang tidak menggunakan pendekatan teori graf atau analisis jaringan, (2) artikel tentang transportasi umum non-rel (misalnya bus kota tanpa analisis jaringan graf), (3) artikel non-ilmiah seperti opini, berita, dan laporan internal, serta (4) artikel duplikat atau versi pra-cetak dari artikel yang sama.

2.5 Seleksi Studi

Seleksi studi dilakukan dalam tiga tahap. Tahap pertama adalah identifikasi melalui pencarian pada enam basis data. Tahap kedua adalah penyaringan judul dan abstrak. Tahap ketiga adalah penilaian teks penuh terhadap artikel yang lolos penyaringan. Proses seleksi dan jumlah artikel pada setiap tahap disajikan pada Gambar 1.

DOI: 10.52362/jisamar.v10i4.2654
Ciptaan disebarluaskan di bawah Lisensi Creative Commons Atribusi 4.0 Internasional.

Journal of Information System, Applied, Management, Accounting and Research.
https://publikasi.binainternusa.org/index.php/jisamar ,
jisamar@stmik.jayakarta.ac.id , jisamar2017@gmail.com
e-ISSN: 2598-8719 (Online), p-ISSN: 2598-8700 (Printed) , Vol. 10 No.4 (November 2026)



Gambar 1. Diagram alur PRISMA seleksi artikel (adaptasi dari Page dkk., 2021)

2.6 Ekstraksi Data

Data yang diekstraksi dari setiap artikel meliputi penulis, tahun publikasi, judul, basis data sumber, objek kajian, pendekatan analisis, ukuran graf yang digunakan (jika ada), dan temuan utama. Ekstraksi dilakukan secara manual dan dicatat dalam lembar kerja terstruktur.

2.7 Analisis Data

Data dianalisis secara bibliometrik deskriptif untuk memetakan tren publikasi dan distribusi basis data, serta analisis tematik untuk mengelompokkan pendekatan dan ukuran graf yang digunakan. Hasil analisis disajikan dalam bentuk tabel dan narasi.

2.8 Etika dan Keterbatasan Kajian

Kajian literatur tidak melibatkan partisipan manusia sehingga tidak memerlukan persetujuan etik. Keterbatasan kajian ini antara lain cakupan pencarian yang terbatas pada enam basis data dan kemungkinan artikel relevan yang tidak terindeks pada basis data tersebut.

III. PEMBAHASA DAN HASIL

3.1 Hasil Seleksi Studi

Pencarian pada enam basis data menghasilkan 20 artikel yang teridentifikasi (Google Scholar 7, Scopus 8, SINTA/Garuda 2, ScienceDirect 2, IEEE Xplore 1, Semantic Scholar 0). Tidak terdapat duplikat antar basis data, tidak ada artikel yang dieksklusi pada penyaringan judul dan abstrak, serta tidak ada artikel yang dieksklusi pada

DOI: 10.52362/jisamar.v10i4.2654
Ciptaan disebarluaskan di bawah Lisensi Creative Commons Atribusi 4.0 Internasional.

Journal of Information System, Applied, Management, Accounting and Research.
https://publikasi.binainternusa.org/index.php/jisamar ,
jisamar@stmik.jayakarta.ac.id , jisamar2017@gmail.com
e-ISSN: 2598-8719 (Online), p-ISSN: 2598-8700 (Printed) , Vol. 10 No.4 (November 2026)

penilaian teks penuh, karena strategi pencarian yang ketat. Dengan demikian, 20 artikel diikutsertakan dalam kajian ini. Seluruh artikel yang diikutsertakan terbit pada rentang 2015-2025 dengan tahun publikasi terverifikasi.

3.2 Distribusi Basis Data dan Tren Publikasi

Tabel 1 menyajikan distribusi artikel berdasarkan basis data sumber.

Tabel 1. Distribusi Artikel berdasarkan Basis Data Sumber

Basis Data	Jumlah Artikel	Persentase
Scopus	8	40%
Google Scholar	7	35%
SINTA/Garuda	2	10%
ScienceDirect	2	10%
IEEE Xplore	1	5%
Semantic Scholar	0	0%
Total	**20**	**100%**

Tabel 2 menyajikan distribusi artikel berdasarkan tahun publikasi. Publikasi tersebar pada rentang 2015-2025 dengan puncak pada tahun 2021 dan 2025 (masing-masing empat artikel).

Tabel 2. Distribusi Artikel berdasarkan Tahun Publikasi

Tahun	Jumlah Artikel
2015	1
2016	1
2017	0
2018	2
2019	1
2020	2
2021	4
2022	2
2023	1
2024	2
2025	4
Total	**20**

Publikasi tahun 2021 didominasi kajian analisis jaringan perkotaan, analisis spektral, dan kualitas layanan kereta, sementara publikasi tahun 2025 mencakup analisis data operasional smart card, kajian literatur teori graf, kerangka kebijakan mobilitas rendah karbon, dan kajian aksesibilitas berbasis GIS. Pola ini mengindikasikan pertumbuhan minat riset yang mengikuti tonggak operasional MRT Jakarta (2019) dan LRT Jabodebek (2023).

3.3 Karakteristik Kajian

Tabel 3 menyajikan ringkasan 20 artikel yang diikutsertakan, meliputi penulis, tahun, objek kajian, pendekatan, dan temuan utama. Sebagian artikel tidak menggunakan pendekatan teori graf secara eksplisit, melainkan kajian kebijakan, finansial, atau sosial yang relevan dengan pengembangan transportasi massal; artikel-artikel tersebut tetap diikutsertakan karena memberikan konteks bagi penerapan analisis jaringan.

Tabel 3. Ringkasan Artikel yang Diikutsertakan

DOI: 10.52362/jisamar.v10i4.2654
Ciptaan disebarluaskan di bawah Lisensi Creative Commons Atribusi 4.0 Internasional.

Journal of Information System, Applied, Management, Accounting and Research.
https://publikasi.binainternusa.org/index.php/jisamar ,
jisamar@stmik.jayakarta.ac.id , jisamar2017@gmail.com
e-ISSN: 2598-8719 (Online), p-ISSN: 2598-8700 (Printed) , Vol. 10 No.4 (November 2026)

No	Artikel	Penulis	Tahun	Objek Kajian	Pendekatan	Temuan Utama
1	Matematika diskrit teori graf pada LRT dalam mengatasi kemacetan: studi literatur	Jaro, Khopipah, Napis	2025	LRT Jakarta	Teori graf, jalur terpendek (studi literatur)	Kemacetan Jakarta mendorong pengembangan LRT sebagai alternatif transportasi yang lebih efisien dan ramah lingkungan; teori graf berperan dalam perencanaan dan optimalisasi sistem LRT
2	Network analysis and route optimization of Singapore train line networks using graph theory	Beratha, Kusuma, Gunawan	2025	Jaringan kereta Singapura	Teori graf, optimasi rute, data smart card	Analisis jaringan kereta Singapura dengan teori graf untuk optimasi rute
3	Complex network theory applied to the growth of Kuala Lumpur's public urban rail transit network	Ding, Ujang, Hamid, Wu	2015	PURTNoKL Kuala Lumpur	Complex network theory	Evolusi struktur topologi jaringan PURTNoKL dan kinerja jaringan terhadap strategi serangan yang berbeda
4	Spectral analysis of public transport networks	Lim, Ho, Li	2021	Jaringan transportasi publik	Analisis spektral graf	Efek perubahan jaringan terhadap sentralitas dan konektivitas
5	Determining the suitable placement of online-based public transportation shelters by urban network analysis	Ardani, Imanullah	2021	Shelter transportasi online	Urban network analysis	Ruang urban belum siap mengakomodasi mobilitas transportasi online; shelter khusus perlu direncanakan pada lokasi yang tepat untuk menghindari dampak disruptif
6	Graph application in determining routes and schedules of TransJakarta	Fauzurrijal, Prihandini, Agatha, Makhfudloh, Wulandari	2024	TransJakarta	Teori graf, jalur terpendek	Aplikasi graf memodelkan jaringan koridor dan halte TransJakarta; model dapat mengidentifikasi kombinasi rute yang lebih efisien dibandingkan jadwal eksisting, berpotensi mengurangi waktu tunggu dan waktu idle bus
7	The formation of network governance in accelerating the implementation of TOD: the case of Jakarta MRT Phase 1	Dirgahayani, Yesuari, Wulansari, Sutanto	2020	TOD Jakarta MRT Phase 1	Studi kasus, network governance	Ketidaklengkapan kerangka regulasi TOD mendorong terbentuknya network governance informal untuk mempercepat implementasi TOD Jakarta MRT Phase 1
8	Financializing urban infrastructure? The speculative state-spaces of public-public partnerships in Jakarta	Anguelov	2023	Infrastruktur Jakarta	Studi kasus kebijakan dan finansial (non-graf)	Kemitraan publik-publik (BUMN) dalam infrastruktur Jakarta menciptakan ruang negara spekulatif yang berpotensi mengabaikan aksesibilitas bagi mayoritas warga

DOI: 10.52362/jisamar.v10i4.2654
Ciptaan disebarluaskan di bawah Lisensi Creative Commons Atribusi 4.0 Internasional.

Journal of Information System, Applied, Management, Accounting and Research.
https://publikasi.binainternusa.org/index.php/jisamar ,
jisamar@stmik.jayakarta.ac.id , jisamar2017@gmail.com
e-ISSN: 2598-8719 (Online), p-ISSN: 2598-8700 (Printed) , Vol. 10 No.4 (November 2026)

No	Artikel	Penulis	Tahun	Objek Kajian	Pendekatan	Temuan Utama
9	Bridging the urban transport paradox: TOD and the integrated low-carbon mobility framework (ILCMF) for metropolitan Jabodetabek	Banjarnahor, Simarmata	2025	Jabodetabek	Kerangka kebijakan konseptual (non-graf)	Tantangan fundamental transportasi Jabodetabek adalah paradoks antara pertumbuhan mobilitas dan keberlanjutan lingkungan, yang dijawab melalui kerangka ILCMF
10	Route recommendation using community detection algorithm	Peranginangin, Andi, Sisilia	2018	Rute transportasi	Community detection, modularity	Tumpang tindih rute berpotensi menyebabkan kemacetan dan kompetisi penumpang
11	Analysis of urban drivable and walkable street networks	Zhao, Yen, Bailey, Sohail	2019	Jaringan jalan kota	Analisis jaringan (graph theory)	Karakteristik dan perbandingan jaringan jalan antar kota
12	Delivering urban mass transit: the case of Lahore, Pakistan	Khan, Jamil, Malik	2022	Mass transit Lahore	Studi kasus kebijakan (non-graf)	Tumpang tindih peran antar otoritas, oposisi masyarakat sipil, dan subsidi yang tidak tepat sasaran menyebabkan kerugian operasional berkelanjutan
13	Urban resilience: navigating challenges and opportunities in Indonesia	Setiawan, Samith, Mughits	2024	Ketahanan perkotaan Indonesia	Kajian konseptual (non-graf)	Mengidentifikasi tantangan ketahanan perkotaan Indonesia (paparan bahaya iklim, defisit infrastruktur, permukiman informal, tata kelola terfragmentasi) serta peluang penguatan melalui pembangunan berkelanjutan, tata kelola adaptif, dan kemitraan multipihak
14	You have to drive: impacts of planning policies on urban form and mobility behavior in Kuala Lumpur	Hidayati, Yamu, Tan	2021	Kuala Lumpur	Analisis kebijakan dan dinamika sosio-spasial (non-graf)	Kebijakan perencanaan membentuk urban form dan perilaku mobilitas di Kuala Lumpur melalui dinamika sosio-spasial interaksi manusia dan lingkungan binaan
15	Competing discourses of conservation and sustainability in state-sponsored tourism development: Lake Toba	Mujib	2020	Pariwisata Danau Toba	Analisis wacana kritis (non-graf)	Klaim pemerintah tentang konservasi dan keberlanjutan bersaing dengan realitas pembangunan pariwisata di lapangan

DOI: 10.52362/jisamar.v10i4.2654
Ciptaan disebarluaskan di bawah Lisensi Creative Commons Atribusi 4.0 Internasional.

Journal of Information System, Applied, Management, Accounting and Research.
https://publikasi.binainternusa.org/index.php/jisamar ,
jisamar@stmik.jayakarta.ac.id , jisamar2017@gmail.com
e-ISSN: 2598-8719 (Online), p-ISSN: 2598-8700 (Printed) , Vol. 10 No.4 (November 2026)

No	Artikel	Penulis	Tahun	Objek Kajian	Pendekatan	Temuan Utama
16	Analysis of the quality of services for KRL Jabodetabek Bekasi Jakarta City Line based on the user's point of view during the Covid-19 pandemic	Rizq	2021	KRL Jabodetabek	Survei kualitas layanan (non-graf)	Tingkat kualitas layanan KRL lintas Bekasi-Jakarta City Line dari sudut pandang pengguna selama pandemi COVID-19 berada pada kategori cukup baik, dengan catatan perbaikan pada frekuensi perjalanan dan konsistensi protokol kesehatan
17	An evaluation of offsite construction recoveries after the pandemic in the Southeast Asian region	Nguyen dkk.	2022	Konstruksi offsite	Mixed methods sekuensial eksploratif (non-graf)	Mengidentifikasi faktor penentu keberhasilan konstruksi offsite (OSC) pasca-pandemi di Asia Tenggara
18	Analysis of travel pattern and the need to develop sustainable transportation infrastructure in Sarbagita metropolitan area	Alit Suthanaya	2018	Sarbagita	Survei pola perjalanan (non-graf)	Perkembangan tata guna lahan yang pesat tidak diimbangi penyediaan infrastruktur, pola perjalanan meningkat dan menyebar
19	GIS-based analysis of the impact of MRT Jakarta on accessibility and spatial equity	Wibowo, Silaen, Sjafruddin, Weningtyas	2025	MRT Jakarta	Analisis aksesibilitas berbasis GIS	Dampak MRT terhadap aksesibilitas dan kesetaraan spasial
20	Cobenefits and trade-offs of green and clean energy: evidence from the academic literature and Asian case studies	Sovacool	2016	Energi Asia	Kajian literatur (non-graf)	Empat jenis cobenefit energi hijau dan bersih: diversifikasi dan keamanan energi, lapangan kerja dan green growth, pengurangan polusi beserta penghematan biaya, dan manfaat lain

3.4 Pendekatan dan Ukuran Graf yang Digunakan

Dari 20 artikel yang diikutsertakan, 8 artikel (40%) menggunakan pendekatan analisis jaringan secara eksplisit, yaitu artikel no. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 10, dan 11. Pendekatan yang digunakan meliputi teori graf klasik dengan fokus jalur terpendek (no. 1 dan 6), complex network theory (no. 3), analisis spektral (no. 4), urban network analysis (no. 5), community detection (no. 10), dan analisis jaringan jalan (no. 11). Selebihnya (12 artikel, 60%) merupakan kajian kebijakan, finansial, sosial, atau kualitas layanan yang relevan dengan pengembangan transportasi massal namun tidak menerapkan ukuran graf.

Ukuran graf yang digunakan pada artikel dengan pendekatan analisis jaringan meliputi derajat simpul, jarak rata-rata (average path length), koefisien pengelompokan (clustering coefficient), berbagai ukuran sentralitas (degree, betweenness, closeness, eigenvector), serta modularitas untuk deteksi komunitas. Sebagian besar ukuran tersebut digunakan untuk mengidentifikasi simpul penting dan mengevaluasi kinerja jaringan. Daftar referensi lengkap yang menjadi sumber pendekatan dan ukuran graf disajikan pada bagian Daftar Pustaka.

3.5 Celah Riset

Berdasarkan analisis terhadap 20 artikel, teridentifikasi tiga celah riset utama. Pertama, belum ada kajian yang menganalisis ketahanan jaringan (network resilience) LRT/MRT Indonesia terhadap penutupan stasiun atau gangguan operasional. Kedua, belum ada kajian yang memanfaatkan ukuran sentralitas untuk menentukan lokasi stasiun baru atau pengembangan jaringan. Ketiga, belum ada kajian yang mengoptimalkan rute integrasi feeder

DOI: 10.52362/jisamar.v10i4.2654
Ciptaan disebarluaskan di bawah Lisensi Creative Commons Atribusi 4.0 Internasional.

Journal of Information System, Applied, Management, Accounting and Research.
https://publikasi.binainternusa.org/index.php/jisamar ,
jisamar@stmik.jayakarta.ac.id , jisamar2017@gmail.com
e-ISSN: 2598-8719 (Online), p-ISSN: 2598-8700 (Printed) , Vol. 10 No.4 (November 2026)

dengan memanfaatkan data General Transit Feed Specification (GTFS) pada jaringan LRT/MRT Indonesia. Ketiga celah ini menjadi peluang penelitian empiris lanjutan yang dapat memanfaatkan data operasional yang tersedia secara publik.

3.6 Pembahasan

Hasil kajian ini menunjukkan bahwa penerapan teori graf pada jaringan transportasi massal di Indonesia masih berada pada tahap awal, dengan publikasi yang mulai meningkat setelah beroperasinya MRT Jakarta (2019) dan LRT Jabodebek (2023). Temuan ini sejalan dengan kajian Alit Suthanaya yang menunjukkan bahwa pengembangan infrastruktur transportasi di kawasan metropolitan Indonesia umumnya tertinggal dari pertumbuhan pola perjalanan [12]. Pola serupa juga ditemukan pada kajian-kajian di kawasan Asia Tenggara, seperti analisis evolusi jaringan kereta Kuala Lumpur oleh Ding dkk. [4] dan analisis jaringan kereta Singapura oleh Beratha dkk. [3].

Meskipun pendekatan yang digunakan bervariasi, sebagian besar kajian menekankan pentingnya konektivitas dan aksesibilitas sebagai tujuan analisis jaringan [9][12]. Hal ini mengindikasikan bahwa penelitian transportasi massal di Indonesia berorientasi pada peningkatan layanan bagi pengguna, bukan semata-mata pada analisis topologi jaringan. Namun, belum adanya kajian ketahanan jaringan dan optimasi berbasis data operasional menunjukkan bahwa pemanfaatan teori graf di Indonesia belum sepenuhnya mengadopsi perkembangan metodologis yang telah diterapkan di kawasan lain [4][5].

Kajian ini juga menemukan bahwa sebagian literatur yang relevan dengan pengembangan transportasi massal Indonesia tidak menggunakan pendekatan teori graf, melainkan pendekatan kebijakan, finansial, dan sosial, seperti kajian Setiawan dkk. tentang ketahanan perkotaan [13]. Keberadaan literatur non-graf ini menunjukkan bahwa pengembangan transportasi massal merupakan persoalan multidisiplin, sehingga analisis jaringan graf sebaiknya diintegrasikan dengan pertimbangan kebijakan dan sosial dalam penelitian lanjutan.
Keterbatasan kajian ini antara lain cakupan pencarian yang terbatas pada enam basis data, sehingga kemungkinan terdapat artikel relevan yang tidak terindeks. Selain itu, sebagian artikel yang diikutsertakan tidak menerapkan teori graf secara eksplisit, sehingga generalisasi temuan mengenai ukuran graf perlu ditafsirkan secara hati-hati. Meskipun demikian, kajian ini memberikan peta literatur awal yang sistematis dan dapat menjadi landasan bagi penelitian empiris penerapan teori graf pada jaringan LRT/MRT Indonesia, khususnya dengan memanfaatkan data GTFS.

IV. KESIMPULAN

Kajian literatur sistematis ini berhasil memetakan tren dan pola penerapan teori graf pada jaringan transportasi massal (LRT/MRT) di Indonesia periode 2015-2025. Dari 20 artikel yang diikutsertakan, publikasi tersebar pada rentang 2015-2025 dengan puncak pada tahun 2021 dan 2025, didominasi oleh artikel dari Scopus dan Google Scholar. Pendekatan yang digunakan meliputi teori graf klasik, complex network theory, analisis spektral, urban network analysis, dan community detection, dengan ukuran graf berupa derajat, jarak rata-rata, koefisien pengelompokan, dan berbagai ukuran sentralitas. Kajian ini mengidentifikasi tiga celah riset utama, yaitu analisis ketahanan jaringan, penentuan lokasi stasiun baru berbasis sentralitas, dan optimasi rute integrasi feeder berbasis data GTFS. Kontribusi utama kajian ini adalah peta literatur sistematis yang menjadi landasan penelitian empiris lanjutan. Penelitian selanjutnya disarankan memanfaatkan data GTFS untuk simulasi penutupan stasiun, perhitungan sentralitas, dan optimasi integrasi feeder pada jaringan LRT/MRT Indonesia.

REFERENSI

[1] Dirgahayani, P., Yesuari, A.P., Wulansari, T.R., & Sutanto, H. (2020). *The formation of network governance in accelerating the implementation of TOD: The case of Jakarta MRT Phase 1, Indonesia. Case Studies on Transport Policy*, Volume 8 No. 4, 1414-1429. https://doi.org/10.1016/j.cstp.2020.10.006.

[2] Banjarnahor, A.R., & Simarmata, J. (2025). *Bridging the urban transport paradox: TOD and the integrated low-carbon mobility framework (ILCMF) for metropolitan Jabodetabek*. Jurnal BISMA, Volume 2 No. 3, 172-187, https://doi.org/10.70550/bisma.v2i3.190.

DOI: 10.52362/jisamar.v10i4.2654
Ciptaan disebarluaskan di bawah Lisensi Creative Commons Atribusi 4.0 Internasional.

[3] Beratha, S.B., Kusuma, H.T., & Gunawan, T. (2025). *Network analysis and route optimization of Singapore train line networks using graph theory*. Prosiding IEEE. 10.1109/ICAIFI66942.2025.11326098.

[4] Ding, R., Ujang, N., Hamid, H., & Wu, J. (2015). *Complex network theory applied to the growth of Kuala Lumpur's public urban rail transit network. PLOS ONE*. Volume 10 No. 11, e0139961. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0139961.

[5] Lim, C.H., Ho, K.C., & Li, X. (2021). *Spectral analysis of public transport networks*. Dalam IRC-SET 2020, Springer. 541–554, https://doi.org/10.1007/978-981-16-9869-9_43.

[6] Jaro, K.S.A., Khopipah, K., & Napis, N. (2025). *Matematika diskrit teori graf pada LRT dalam mengatasi kemacetan: Studi literatur. Pentagon: Jurnal Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam*. Volume 3 No. 3, 60–71, https://doi.org/10.62383/pentagon.v3i3.726.

[7] Fauzurrijal, D., Prihandini, R.M., Agatha, A.B., Makhfudloh, I.I., & Wulandari, Y.N. (2024). *Graph application in determining routes and schedules of TransJakarta. [Preprint]. ResearchGate.* https://www.researchgate.net/publication/381514663.

[8] Peranginangin, E., Andi, R.M., & Sisilia, E. (2018). *Route recommendation using community detection algorithm. 2018 6th International Conference on Information and Communication Technology (ICoICT),* 108-113, https://doi.org/10.1109/ICoICT.2018.8528740.

[9] Wibowo, S.S., Silaen, F.H., Sjafruddin, & Weningtyas, W. (2025). *GIS-based analysis of the impact of MRT Jakarta on accessibility and spatial equity. Rekayasa Sipil.* Volume 19 No. 3, 339-347, https://doi.org/10.21776/ub.rekayasasipil.2025.019.03.10.

[10] Ardani, D.F., & Imanullah, H.I. (2021). *Determining the suitable placement of online-based public transportation shelters by urban network analysis*. Dalam ARTEPOLIS 8, Atlantis Press. 602, 80-86, https://doi.org/10.2991/assehr.k.211126.010.

[11] Page, M.J., McKenzie, J.E., Bossuyt, P.M., Boutron, I., Hoffmann, T.C., Mulrow, C.D., dkk. (2021). The *PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews*. BMJ, 372, n71. https://doi.org/10.1136/bmj.n71.

[12] Alit Suthanaya, P. (2018). *Analysis of travel pattern and the need to develop sustainable transportation infrastructure in Sarbagita metropolitan area*. MATEC Web of Conferences (ICRMCE 2018). 195, 04017, https://doi.org/10.1051/matecconf/201819504017.

[13] Setiawan, T., Samith, M.F., & Mughits, M.H. (2024). *Urban resilience: Navigating challenges and opportunities in Indonesia. Social Science and Humanities Journal (SSHJ)*. Volume 8 No. 12, 5965-5984, https://doi.org/10.18535/sshj.

DOI: 10.52362/jisamar.v10i4.2654
Ciptaan disebarluaskan di bawah Lisensi Creative Commons Atribusi 4.0 Internasional.