

FAKTOR-FAKTOR DALAM PENGUKURAN INTEGRASI FISIK TANGGUH: STUDI KASUS ROXY, JAKARTA

Jurnal Pengembangan Kota (2025)

Volume 13 No.2 (180–193)

Tersedia online di:

<http://ejournal2.undip.ac.id/index.php/jpk>

DOI: 10.14710/jpk.13.2.180-193

Stephen Angga Budi Santosa*, Angrenggani
Pramitasari

Program Studi Perencanaan Wilayah dan Kota, Fakultas
Desain dan Perencanaan Berkelanjutan, Universitas Agung
Podomoro, Jakarta, Indonesia

Abstrak. Seiring dengan pembangunan MRT Lin Barat-Timur Jakarta, kawasan Roxy, sebagai salah satu kawasan yang dilintasi, berpotensi menjadi pusat integrasi antarmoda. Tingginya permintaan serta intensitas bangkitan dan tarikan kawasan menimbulkan urgensi integrasi fisik antarmoda. Akan tetapi, integrasi ini perlu memperhatikan aspek ketangguhan seiring dengan keterbatasan penataan kawasan dan alternatif moda. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi faktor untuk mengukur integrasi fisik tangguh, yang berfokus pada kawasan Roxy, Jakarta, melalui pengolahan pemetaan pada GIS, berupa analisis spasial dasar, *network analysis*, dan *hotspot analysis*, dengan skor 1-5 pada setiap indikator. Penelitian ini menemukan sepuluh variabel sebagai faktor pengukuran yang terbagi dalam kaidah fisik dan kaidah tangguh. Kondisi eksisting menunjukkan variabel kaidah fisik, terutama kedekatan, bernilai tinggi di sekitar rencana stasiun, sedangkan variabel kaidah tangguh terkonsentrasi pada koridor jalan arteri, terutama Jalan Kyai Tapa – K.H. Hasyim Ashari. Kerangka variabel ini menjadi dasar analisis potensi integrasi fisik tangguh pada penelitian lanjutan.

Kata kunci: Integrasi Fisik; Intermoda; Ketangguhan Transportasi Umum; Transportasi Umum

[Title: FACTORS IN MEASURING RESILIENT PHYSICAL INTEGRATION: THE CASE OF ROXY AREA, JAKARTA]. Amid the development of the Jakarta East-West MRT Line, the Roxy area, as one of the regions traversed, has the potential to become an intermodal integration hub. The high demand and intensity of trip generation and attraction of the area underscore the urgency of achieving physical intermodal integration. However, this integration has to consider the resilience aspect, given the limitations in urban planning and alternative modes of transport. This study aims to identify factors for measuring resilient physical integration, focusing on the Roxy Area, Jakarta, through spatial analysis using GIS, with each indicator scored on a 1-5 scale. This study identifies ten variables as measurement factors, classified under physical and resilience principles. Physical variables, particularly proximity, score highest around the planned station, whereas resilience variables concentrate along arterial corridors, especially Jalan Kyai Tapa – K.H. Hasyim Ashari. This framework underpins subsequent analysis of the potential for resilient physical integration.

Keyword: Intermodal; Physical Integration; Public Transportation; Public Transportation Resilience

Cara Mengutip: Santosa, Stephen Angga Budi., & Pramitasari, Angrenggani. (2025). DIGITAL ACTIVITY ENGAGEMENT AND LOCATION STOP DURATIONS IN JABODETABEK: A MICRO STOP-EPIISODE PERSPECTIVE. *Jurnal Pengembangan Kota*. Vol 13 (2): 180-193. DOI: 10.14710/jpk.13.2.180-193

1. PENDAHULUAN

Seiring dengan pembangunan MRT Lin Barat-Timur Jakarta, kawasan Roxy sebagai salah satu kawasan yang dilintasi berpotensi menjadi pusat integrasi antarmoda. Kawasan Roxy kelak menjadi titik persilangan antara tiga moda transportasi umum, yaitu KRL, MRT, dan TransJakarta. Dengan

demikian, Roxy akan menjadi salah satu titik tumpuan transportasi umum sekaligus gerbang masuk menuju Jakarta bagi pengalju dari arah Tangerang yang menggunakan MRT Lin Barat-Timur. Kondisi ini menyebabkan kawasan Roxy kelak akan menerima pengalju dari kawasan Tangerang dalam jumlah besar. Studi dari Yandito (2019), menunjukkan permintaan transportasi

umum dari arah Tangerang sendiri mencapai 56.083 penumpang setiap jam sementara pada saat ini hanya dapat mengakomodasi 45.340 penumpang setiap jam. Selain itu, kawasan sekitar lokasi stasiun MRT Roxy sendiri juga merupakan kawasan padat penduduk dengan aktivitas perdagangan yang ramai, berupa pertokoan dan pusat perbelanjaan, seperti ITC Roxy Mas dan Roxy Square. Bangkitan dan tarikan yang tinggi ini bersamaan dengan akses jalan kolektor sekitar yang kecil menyebabkan lalu lintas di sekitar lokasi stasiun MRT Roxy sangat padat dan tidak teratur. Jalur yang bersilangan juga merupakan jalur dengan pergerakan dan kebutuhan yang tinggi, seperti jalur KRL Lin Bekasi yang turut melayani stasiun-stasiun utama, seperti stasiun Tanah Abang, Duri, Manggarai, dan Jatinegara, serta jalur TransJakarta Koridor 3 dan 8 yang turut melayani halte transit utama, seperti halte Harmoni (mendatang), Grogol, dan Juanda. Stasiun MRT Roxy sendiri direncanakan berada di sisi utara Jalan K.H. Hasyim Ashari, di sekitar seberang ITC Roxy Mas, dan diperkirakan melayani 74.072 penumpang setiap harinya (Direktorat Jenderal Perkeretaapian Kementerian Perhubungan, 2023).

Akan tetapi, perencanaan stasiun MRT Roxy tidak disertai rencana integrasi dengan jalur KRL dan BRT yang melintas, dan tidak tersedia stasiun KRL maupun halte BRT di dekat titik persilangan tersebut, sehingga simpul ini hanya bersilangan tanpa menjadi simpul transit. Padahal, Peraturan Presiden Nomor 55 Tahun 2018 tentang Rencana Induk Transportasi Jabodetabek mengarahkan pengembangan simpul transportasi yang terintegrasi dengan koridor utama angkutan umum massal.

Berangkat dari temuan-temuan yang ada, pengembangan integrasi pada simpul transportasi kawasan Roxy perlu untuk segera direncanakan. Kehadiran integrasi pada kawasan ini tidak hanya akan memberikan kemudahan perpindahan antarmoda bagi pengguna transportasi umum, tetapi juga akan menambah aksesibilitas dan daya tarik kawasan Roxy itu sendiri. Integrasi antarmoda secara luas juga akan mendorong lebih banyak masyarakat menggunakan dan mendukung transportasi umum secara berkelanjutan (Setiawan et al., 2024). Perencanaan integrasi kawasan juga

perlu didesain dengan tangguh untuk menyiapkan kawasan terhadap berbagai dampak-dampak pengembangan integrasi dan perkembangan kawasan. Kebutuhan ini muncul karena simpul yang mempertemukan beberapa moda akan menanggung dampak berantai ketika salah satu layanan terganggu, misalnya terhentinya operasional moda, lonjakan penumpang, atau penutupan ruas jalan selama konstruksi. Hal ini telah terlihat ketika pembangunan MRT Fase 2 menutup sejumlah ruas dan persimpangan di kawasan Gajah Mada dan Hayam Wuruk, yang menurunkan preferensi pengguna jalan untuk melalui Jalan K.H. Hasyim Ashari dan mengalihkannya ke Jalan Raya Tomang. Keterhubungan antarmoda terbukti memperkuat ketangguhan jaringan karena menyediakan jalur alternatif ketika salah satu moda terganggu (Xu & Chopra, 2023), sehingga ketangguhan perlu dipertimbangkan sejak tahap perencanaan simpul.

Akan tetapi, kawasan Roxy secara eksisting tidak memiliki ketangguhan yang cukup dalam menerima dampak dari pembangunan stasiun MRT dan simpul transportasi tersebut. Kawasan di sekitar stasiun masih minim penataan dan penyediaan ruang pedestrian untuk mengakomodasi limpahan arus pejalan kaki dari rencana stasiun MRT baru. Selain itu, ketiadaan pilihan pemberhentian moda lain di sekitar rencana lokasi MRT meskipun adanya laluan dari moda transportasi umum yang berbeda tersebut menyebabkan kurangnya keberagaman moda dan alternatif moda pada kawasan. Perhatian terhadap isu adaptabilitas ini apabila dikesampingkan akan memberikan dampak negatif pasca pembangunan stasiun MRT baru, seperti gangguan lalu lintas, arus pedestrian yang tidak jelas dan semrawut, bahkan dapat menyebabkan kecelakaan bagi pejalan kaki yang merupakan pengguna utama dari MRT tersebut dari antara pengguna jalan lainnya (Li & Chen, 2025). Ketangguhan menjadi penting dalam integrasi fisik

ISSN 2337-7062 © 2025 by Authors,

Published by Universitas Diponegoro Publishing Group.

This open-access article is distributed under the CC-BY-NC-SA license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).

*Email: stephensantosa36@gmail.com

Submitted 8 January 2025, accepted 30 December 2025

karena simpul antarmoda merupakan titik temu berbagai layanan, sehingga gangguan pada satu moda dapat merambat ke moda lain dan ke kawasan di sekitarnya. Ketangguhan sistem transportasi umum dipahami sebagai kemampuan sistem untuk menyerap gangguan, mempertahankan kinerja selama gangguan berlangsung, dan memulihkan kinerja setelahnya (Serdar et al., 2022; Wen et al., 2025). Penelitian ini berfokus pada dua kapasitas pertama karena keduanya bergantung pada kondisi fisik kawasan yang dapat dipetakan sebelum simpul beroperasi, yaitu ketersediaan rute alternatif, kapasitas cadangan, dan keberagaman moda.

Secara umum, integrasi transportasi memiliki definisi beragam yang melingkupi isu, teknis, ekonomi, organisasi, kebijakan, dan informasi konsep dan solusi yang memastikan keberlangsungan perjalanan dari pintu ke pintu (Setiawan et al., 2024). Secara lebih spesifik, integrasi fisik berkaitan dengan perubahan fisik, seperti integrasi rute baru dan pembangunan titik persilangan atau transfer. Integrasi fisik juga berkaitan dengan perencanaan pemberhentian, pusat transfer dan stasiun sentral, lokasi dan fasilitasnya, beserta dengan desainnya. Integrasi fisik meningkatkan koordinasi dari pergerakan kendaraan agar perpindahan moda menjadi aman tanpa adanya konflik antara pedestrian dan pergerakan kendaraan (Haris et al., 2024; Nikitas et al., 2025).

Integrasi transportasi beririsan dengan dua domain bidang ilmu, yaitu 'pembangunan kawasan stasiun' yang merupakan bagian dari prinsip 'TOD' (*Transit-Oriented Development*) dan 'perencanaan transportasi antarmoda' (Irwan, 2023; Nikitas et al., 2025). Integrasi, khususnya fisik menjadi integrasi yang paling mendasar untuk dipenuhi sebelum memenuhi tingkatan integrasi lainnya. Integrasi fisik berkaitan langsung dengan infrastruktur, sarana, dan aksesibilitas, sedangkan integrasi operasional meliputi jadwal, informasi, dan tarif, serta integrasi kelembagaan meliputi tata kelola antaroperator dan regulator (Setiawan et al., 2024).

Penelitian terdahulu terkait dengan pengukuran integrasi, yaitu dari Haris et al. (2024), melakukan pengukuran dengan menggunakan analisis *gap*

dengan IPA (*Importance Performance Analysis*) pada integrasi fisik kawasan Stasiun LRT Asrama Haji dan Bumi Sriwijaya, Palembang. Penelitian dengan tujuan serupa, yang dilakukan oleh Irwan (2023), menilai potensi kawasan di sekitar stasiun MRT Jakarta dalam radius 800 meter dengan Analytical Hierarchy Process. Dalam penelitian oleh Gumbo et al. (2022), penilaian integrasi dilakukan dengan menentukan variasi tingkat konektivitas di kawasan metropolitan Gauteng, Afrika Selatan. Meskipun ketiga penelitian ini tampak serupa dengan tujuan penelitian ini dalam menilai kaidah fisik, kondisi integrasi yang dinilai dalam ketiga penelitian tersebut adalah integrasi yang sudah ada dan berjalan secara eksisting, sementara dalam penelitian ini integrasi tersebut belum terjadi. Selain itu, penelitian oleh Gumbo et al. (2022), tidak menggunakan berbagai indikator yang lebih komprehensif dalam menilai. Oleh karena itu, variabel dan metode dalam ketiga penelitian tersebut kurang ideal untuk digunakan dan menjadi kurang relevan.

Sementara itu, penelitian lain oleh Wu et al. (2022), menilai integrasi pada suatu kawasan yang diukur dengan menggunakan rasio transfer. Rasio transfer dapat diperhitungkan dengan sejumlah variabel yang terdapat pada kawasan, yaitu intensitas aktivitas bisnis, faktor sosioekonomi, faktor lingkungan binaan, dan faktor cuaca. Variabel tersebut tidak mengukur kualitas fasilitas transfer, melainkan potensi kawasan untuk membangkitkan perpindahan antarmoda; karakter inilah yang membuatnya sesuai untuk menilai kawasan yang simpul integrasinya belum terbangun.

Selain itu, integrasi dapat diukur berdasarkan aspek-aspek standar, seperti *proximity* (kedekatan), *connectivity* (konektivitas), *convenience* (kenyamanan), *safety* (keselamatan), *security* (keamanan), dan *attractiveness* (daya tarik) (Yosritzal et al., 2023). Namun, sebagian besar aspek tersebut, seperti konektivitas, kenyamanan, keselamatan, keamanan, dan daya tarik, dinilai pada fasilitas transfer yang sudah beroperasi, sehingga belum dapat diukur di kawasan Roxy. Aspek yang dapat diukur sebelum simpul terbangun adalah kedekatan (*proximity*).

Oleh karena itu, dalam konteks integrasi fisik antarmoda kawasan Roxy, seluruh variabel dari Wu et al. (2022), akan digunakan, sementara sebagian variabel dalam tinjauan Yosritzal et al. (2023) dapat menjadi pelengkap dari variabel Wu et al. (2022). Dengan demikian, variabel yang akan digunakan adalah intensitas bisnis, faktor sosioekonomi, faktor lingkungan binaan, faktor cuaca, dan *proximity*. Faktor ketersediaan lahan dimasukkan ke dalam variabel lingkungan binaan, mengingat bangunan integrasi fisik memerlukan ruang yang cukup luas untuk mengakomodasi pergerakan massa saat perpindahan moda.

Sementara itu, terkait kaidah ketangguhan, konsep tersebut pertama kali diperkenalkan dalam studi sistem ekologi oleh Holling (1973) yang didefinisikan sebagai kemampuan dari sistem untuk menyerap dan mempertahankan perubahan dalam variabel lingkungan. Keterbatasan definisi yang diakui secara umum dari ketangguhan menyebabkan terdapat berbagai pendekatan dan pengertian yang berbeda dalam setiap penelitian yang terkait ketangguhan (Serdar et al., 2022). Akan tetapi, mayoritas penelitian terdahulu berfokus pada dua aspek ketangguhan, yaitu pengurangan dampak dan pemulihan yang mulus (Bergantino et al., 2024; Wen et al., 2025).

Terdapat berbagai penelitian terdahulu dalam menilai ketangguhan transportasi umum. Penelitian berbasis data empiris menilai penurunan dan pemulihan kinerja jaringan ketika terjadi gangguan (Bergantino et al., 2024), termasuk akibat bencana spesifik seperti hujan badai (Jiao et al., 2023) dan cuaca ekstrem yang melanda jaringan bus dan kereta secara bersamaan (Boura & Ferguson, 2024). Pendekatan lain menggunakan model optimasi, misalnya untuk penyediaan bus pengganti saat metro terganggu (Zhang et al., 2023), teori graf atau jaringan kompleks (Meng et al., 2023; Qi et al., 2022), serta analisis robustness dan keandalan layanan (Ge et al., 2022).

Dari berbagai metode yang digunakan dalam penelitian sebelumnya, tidak semuanya dapat diterapkan dalam penelitian ini. Hal ini dikarenakan hampir keseluruhan dari penelitian terdahulu tersebut menilai jaringan yang telah ada secara eksisting. Akan tetapi, dalam penelitian ini integrasi

tersebut belum terjadi/berlangsung. Selain itu, penggunaan metode perlu disesuaikan dengan metode yang digunakan dalam mengukur kaidah fisik sehingga hasil pengukuran dari kedua kaidah tersebut dapat digabungkan untuk menghasilkan hasil analisis yang lebih komprehensif. Dengan demikian, penelitian ini berfokus dalam menggunakan pendekatan serupa dengan kaidah fisik dalam menilai kaidah tangguh, yaitu pemetaan secara GIS.

Dalam penelitian lain oleh Gonçalves and Ribeiro (2020), ketangguhan transportasi umum dapat dinilai berdasarkan berbagai karakteristik yang terkait, seperti *adaptation* (adaptasi), *robustness* (ketahanan), *interdependence* (interdependensi), *efficiency* (efisiensi), *rapidity* (kecepatan), dan *redundancy* (redundansi). Akan tetapi, terkadang karakteristik ini digunakan secara berbeda untuk memecahkan permintaan tertentu dalam perspektif yang berbeda. Berdasarkan berbagai indikator dari berbagai karakteristik ketangguhan yang ditemui, Gonçalves and Ribeiro (2020), menyusun variabel ringkasan dari banyak indikator tersebut untuk pengukuran ketangguhan yang meliputi:

- Rute berganda (karakteristik perjalanan – asal – tujuan);
- Kapasitas infrastruktur ekstra (jalur/noda);
- Keberagaman moda transportasi (atas maupun bawah tanah, berjalan/bersepeda maupun kendaraan bermotor, dan lain sebagainya);
- Data populasi historis (jumlah penduduk, kepadatan penduduk, dan lain sebagainya);
- Data lalu lintas (arus, kapasitas, kecepatan, dan lain sebagainya); dan
- Performa sistem terhadap gangguan.

Temuan indikator pengukuran dari Gonçalves and Ribeiro (2020), ini menjadi relevan dalam penelitian ini karena setiap variabel dan indikator yang dimaksudkan di dalamnya dapat diperoleh datanya dan dapat disajikan dalam bentuk pemetaan yang selaras pada pemetaan variabel dalam kaidah fisik untuk analisis kaidah fisik dan kemungkinan analisis lanjutannya. Dengan demikian, variabel-variabel tersebut akan digunakan dalam mengukur kaidah tangguh pada studi kasus Roxy ini. Pemilihan variabel dan indikator disesuaikan lebih lanjut dengan tujuan penelitian dan ketersediaan data.

Variabel performa sistem terhadap gangguan tidak digunakan karena memerlukan data kinerja simpul saat terganggu, sedangkan simpul di kawasan Roxy belum terbangun; kemampuan menghadapi gangguan didekati melalui rute alternatif, kapasitas cadangan, dan keberagaman moda.

Berdasarkan sintesis tersebut, integrasi fisik tangguh didefinisikan sebagai kondisi ketika simpul antarmoda dan kawasan sekitarnya tidak hanya memungkinkan perpindahan antarmoda yang dekat, terhubung, dan nyaman dalam kondisi normal (kaidah fisik), tetapi juga mampu mempertahankan fungsi perpindahan tersebut ketika terjadi gangguan (kaidah tangguh). Rute

berganda adalah ketersediaan lebih dari satu lintasan atau layanan antara asal dan tujuan perjalanan, yang menjadi ukuran utama redundansi jaringan (Li et al., 2024). Kapasitas infrastruktur ekstra adalah kapasitas cadangan pada jalur dan simpul, termasuk simpul transit alternatif dalam jangkauan berjalan kaki, yang dapat menggantikan fungsi moda yang terganggu (Boura & Ferguson, 2024).

Berdasarkan literatur terhadap faktor integrasi fisik dan ketangguhan yang telah dilakukan, maka variabel yang digunakan dalam penelitian ini dapat dijelaskan sebagaimana pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Variabel Integrasi Fisik Tangguh

Kaidah	Variabel	Indikator	Parameter Skor (1 = sangat buruk; 5 = sangat baik)
Fisik	Proximity (Kedekatan)	Jarak Berjalan	1: >800 m; 2: 400–800 m; 3: 300–400 m; 4: 200–300 m; 5: 0–200 m
		Durasi Berjalan	1: >30 menit; 2: 20–30; 3: 10–20; 4: 5–10; 5: 0–5 menit
	Intensitas Bisnis	Keterjangkauan Restoran	Harga per orang — 1: >Rp100 rb; 2: Rp75–100 rb; 3: Rp50–75 rb; 4: Rp25–50 rb; 5: <Rp25 rb
		Kepadatan Pengguna Pedestrian	Orang/jam — 1: 0–100; 2: 100–150; 3: 150–200; 4: 200–250; 5: >250
		Jarak terhadap CBD	1: >20 km; 2: 15–20; 3: 10–15; 4: 5–10; 5: <5 km
	Sosioekonomi	Pertumbuhan Kawasan PDRB	1: <0%; 2: 0–1%; 3: 1–3%; 4: 4–6%; 5: 7–9%
		Sebaran Sekolah	Jenjang — 1: TK; 2: SD; 3: SMP; 4: SMA; 5: perguruan tinggi
	Lingkungan Binaan	Jumlah Rute Bus Radius 500 Meter	1: >6; 2: 5–6; 3: 3–4; 4: 1–2; 5: 0 rute
		Jumlah Rute Bus Radius 500 – 1.000 Meter	1: 0; 2: 1–5; 3: 5–10; 4: 10–15; 5: >15 rute
		Jarak Perhentian Bus terhadap Stasiun Radius 500 Meter	1: <100 m; 2: 100–200; 3: 200–300; 4: 300–400; 5: 400–500 m
		Jarak Perhentian Bus terhadap Stasiun Radius 500 – 1.000 Meter	1: 500–600 m; 2: 600–700; 3: 700–800; 4: 800–900; 5: 900–1.000 m
		Ketersediaan Lahan	1: 0 m ² ; 5: >0 m ²
	Cuaca	Suhu Tertinggi	1: <28°C; 2: 28–30; 3: 30–32; 4: 32–34; 5: >34°C
		Kecepatan Angin Rata-Rata	1: <3,3 atau >5,5 m/dtk; 2: 3,3–3,8; 3: 3,8–4,4; 4: 4,4–5,0; 5: 5,0–5,5 m/dtk
		Jarak Pandang Minimal	1: >20 km; 2: 10–20; 3: 4–10; 4: 1–4; 5: <1 km
		Curah Hujan	1: <11 mm/jam; 2: 11–25; 3: 26–50; 4: 51–75; 5: >75 mm/jam
Tangguh	Rute Berganda	Jarak Perjalanan	Sama dengan jarak berjalan
		Waktu Perjalanan	Sama dengan durasi berjalan
		Jejak Perjalanan	Pengguna per ruas — 1: 0–30; 2: 31–60; 3: 61–90; 4: 91–120; 5: 121–150
		Volume Lalu Lintas	Satuan mobil penumpang — 1: 1.320–1.650; 2: 990–1.320; 3: 660–990; 4: 330–660; 5: <330
		Lokasi Geografis	Jarak ke pusat integrasi lain; sama dengan jarak berjalan
	Kapasitas Infrastruktur Ekstra	Jalur Bus	Koridor — 1: <2; 2: 3–4; 3: 5–6; 4: 7–8; 5: >8
		Jalur Kereta	Lin — 1: <1; 2: 2; 3: 3; 4: 4; 5: >5
		Alternatif Infrastruktur Terdekat	Waktu berjalan — 1: >20 menit; 2: 15–20; 3: 10–15; 4: 5–10; 5: <5 menit

Kaidah	Variabel	Indikator	Parameter Skor (1 = sangat buruk; 5 = sangat baik)
	Keberagaman Moda Transportasi	Jumlah Moda Transportasi	1: ≤ 1 moda; 2: 2; 3: 3; 4: 4; 5: ≥ 5 moda
		Arus Pejalan Kaki dan Pesepeda	Sama dengan kepadatan pengguna pedestrian
Data Populasi Historis		Besaran Populasi	Jiwa/RT — 1: 0–160; 2: 161–321; 3: 322–482; 4: 483–643; 5: 644–804
		Kepadatan Populasi	Jiwa/km ² — 1: 0–73.560; 2: 73.561–147.120; 3: 147.121–220.680; 4: 220.681–294.240; 5: 294.241–367.800
Data Lalu Lintas		Ketidakstabilan Arus Lalu Lintas	1: tertahan/macet; 2: tidak stabil; 3: mendekati tidak stabil; 4: stabil; 5: bebas
		Kecepatan Bebas Lalu Lintas	1: < 50 km/jam; 2: 50–60; 3: 60–70; 4: 70–80; 5: > 80 km/jam
		Rata-Rata Kecepatan	1: < 40 km/jam; 2: 40–50; 3: 50–60; 4: 60–70; 5: > 70 km/jam
		Beban Lalu Lintas	Tingkat pelayanan — 1: E/F; 2: D; 3: C; 4: B; 5: A

Berdasarkan latar belakang yang telah dijabarkan, penelitian ini memiliki tujuan utama, yaitu mengidentifikasi faktor untuk mengukur integrasi fisik tangguh, yang berfokus pada kawasan Roxy, DKJ. Harapannya melalui integrasi fisik yang tangguh, mobilitas antarmoda bagi penumpang akan minim hambatan dan performa integrasi senantiasa baik. Selain itu, diharapkan dampak negatif dari pengembangan stasiun dapat dikurangi dan manfaat dari keberadaan stasiun menjadi maksimal.

Secara lebih spesifik, penelitian ini menjawab dua pertanyaan, yaitu (1) faktor apa saja yang dapat digunakan untuk mengukur integrasi fisik tangguh pada kawasan Roxy; dan (2) bagaimana kondisi eksisting faktor-faktor tersebut di kawasan Roxy. Analisis potensi integrasi fisik tangguh melalui pembobotan dan penggabungan antarvariabel akan dibahas pada penelitian lanjutan, sedangkan kerangka variabel ini dapat digunakan untuk menilai kesiapan kawasan sebelum simpul terbangun (Irwan, 2023; Nikitas et al., 2025).

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian kuantitatif dengan tujuan eksploratif, karena integrasi fisik tangguh pada simpul yang belum terbangun merupakan isu yang masih sedikit dipahami. Setiap indikator diolah dalam bentuk skor, lalu dipetakan dan dijelaskan secara deskriptif. Ruang lingkup wilayah penelitian adalah kawasan persilangan jalur KRL Lin Bekasi serta koridor BRT TransJakarta 3 dan 8 pada Jalan K.H. Hasyim Ashari, dengan radius 1.000 meter dari lokasi rencana

Stasiun MRT Roxy (Gambar 1). Wilayah tersebut mencakup sebagian Kecamatan Gambir, Tambora, dan Grogol Petamburan, dengan jumlah penduduk sekitar 123.215 jiwa.

Data primer meliputi kepadatan pejalan kaki dan pesepeda, asal-tujuan perjalanan, serta kondisi lalu lintas. Kepadatan pejalan kaki dan pesepeda diperoleh melalui traffic counting pada 5 ruas jalan arteri dan 16 ruas jalan kolektor, sedangkan kondisi lalu lintas diamati langsung dan melalui Google Maps pada Senin pagi sebagai waktu arus terpadat. Data asal-tujuan diperoleh dari kuesioner terhadap 100 responden yang tinggal, beraktivitas, atau bekerja di sekitar kawasan Roxy, dengan jumlah sampel ditentukan melalui rumus Slovin (batas kesalahan 10%) dan teknik random sampling.

Data sekunder meliputi sebaran dan harga tempat makan (data mitra GrabFood dan Google Maps), pertumbuhan PDRB, data cuaca, serta jumlah dan kepadatan penduduk per RT tahun 2021 (Badan Pusat Statistik Provinsi DKI), sebaran sekolah, rute dan halte bus (Google Maps dan PT TransJakarta), volume dan beban lalu lintas tahun 2022 (Dinas Perhubungan Provinsi DKI), serta data spasial batas administrasi, jaringan jalan, dan trase rel (Badan Informasi Geospasial dan JICA).

Analisis dilakukan dengan ArcMap 10.8 melalui tiga teknik: analisis spasial dasar untuk data seperti PDRB, cuaca, jalur bus dan kereta, serta lalu lintas; service area network analysis untuk indikator jarak dan waktu tempuh karena mengikuti bentuk jaringan jalan (Wagistina et al., 2022); dan hotspot analysis (Getis-Ord Gi*) untuk data titik seperti tempat makan dan sekolah. Kecepatan berjalan

diasumsikan 72,9 meter/menit dengan jarak berjalan nyaman sekitar 400 meter (Yosritzal et al., 2023).



Gambar 1. Peta Ruang Lingkup Wilayah Penelitian

Hasil setiap indikator diklasifikasikan ke dalam lima kelas skor, yaitu 1 (sangat buruk), 2 (buruk), 3 (sedang), 4 (baik), dan 5 (sangat baik), berdasarkan parameter pada Tabel 1. Skor indikator dalam satu variabel kemudian dijumlahkan untuk memperoleh skor variabel. Arah penilaian setiap indikator ditetapkan sehingga skor yang lebih tinggi selalu menunjukkan kondisi yang lebih mendukung integrasi fisik tangguh, mengikuti arah korelasi dalam Wu et al. (2022), untuk kaidah fisik dan relasi variabel dengan karakteristik ketangguhan dalam Gonçalves and Ribeiro (2020), untuk kaidah tangguh. Skor variabel tersebut digunakan untuk menggambarkan sebaran kondisi eksisting setiap faktor secara spasial; penggabungan antarvariabel dan antarkaidah untuk menilai potensi integrasi fisik tangguh tidak dilakukan dalam artikel ini.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Eksisting Faktor Integrasi Fisik – Tangguh pada Kawasan Roxy

Variabel *Proximity* (Kedekatan)

Variabel *proximity* (kedekatan) meliputi indikator jarak berjalan dan durasi berjalan yang diolah dengan menggunakan teknik *network analysis*. Jarak berjalan dalam *network analysis* diukur berdasarkan kenyamanan jarak berjalan kaki, sementara durasi berjalan dalam *network analysis* diukur berdasarkan durasi tempuh yang wajar dalam berjalan kaki dengan asumsi kecepatan berjalan adalah 72,9 meter/menit. Jangkauan berjalan kaki di sisi barat stasiun lebih terbatas

karena sungai yang hanya dapat diseberangi melalui Jalan K.H. Hasyim Ashari.

Hasil *overlay* pada Gambar 2 menunjukkan rentang skor 2 (dua) hingga 10 (sepuluh) untuk variabel *proximity* dalam ruang lingkup penelitian. Skor tertinggi terdapat di sekitar stasiun MRT Roxy dalam radius 500 meter dari stasiun. Dalam variabel ini terbentuk pola semakin jauh dari lokasi stasiun MRT Roxy, semakin rendah skor kawasan.



Gambar 2. Overlay Variabel *Proximity* (Kedekatan)

Variabel Intensitas Bisnis

Variabel intensitas bisnis meliputi indikator jarak terhadap CBD yang diolah secara *network analysis*, jarak keterjangkauan restoran yang diolah secara *hotspot analysis*, serta kepadatan pengguna pedestrian yang diolah secara analisis spasial dasar. Keterjangkauan restoran dengan *hotspot analysis* diukur berdasarkan sebaran tempat makan dengan pengelompokan harga makanan dengan parameter harga makanan yang lebih murah memiliki skor yang lebih tinggi. Kepadatan pengguna pedestrian dalam analisis spasial dasar diamati berdasarkan jumlah pejalan kaki dan pesepeda yang berlalu-lalang pada ruas-ruas jalan arteri dan kolektor yang termasuk dalam ruang lingkup penelitian. Sementara itu, jarak terhadap CBD dengan *network analysis* diukur berdasarkan titik pancar dari lokasi masing-masing CBD yang terdapat di provinsi DKI Data tempat makan bersumber dari mitra GrabFood, dan seluruh wilayah studi berjarak kurang dari 5 km dari CBD S. Parman sehingga memperoleh skor 5 untuk indikator jarak terhadap CBD.

Hasil *overlay* pada Gambar 3 menunjukkan rentang skor 6 (enam) hingga 19 (sembilan belas) untuk variabel intensitas bisnis dalam ruang lingkup

penelitian. Skor tertinggi terdapat pada ruas-ruas jalan arteri dan kolektor dan meningkat pada ruas jalan arteri yang berdekatan dengan lokasi stasiun MRT Roxy. Dalam variabel ini, pola skor tertinggi yang terbentuk mengikuti bentuk jaringan jalan arteri dan kolektor.

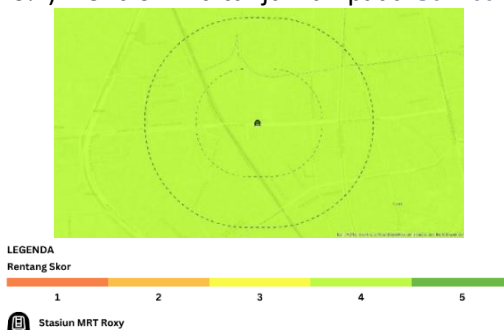


Gambar 3. Overlay Variabel Intensitas Bisnis

Variabel Sosioekonomi

Variabel sosioekonomi meliputi indikator pertumbuhan PDRB kawasan yang diolah secara analisis spasial dasar. Oleh karena variabel sosioekonomi hanya mengandung satu indikator, maka tidak dilakukan *overlay* dalam variabel ini sebagaimana pada variabel lainnya.

Pertumbuhan PDRB Kawasan dalam analisis spasial dasar ini ditinjau berdasarkan pertumbuhan PDRB dari dua wilayah administrasi kota yang termasuk dalam ruang lingkup penelitian, yaitu kota Jakarta Barat dan kota Jakarta Pusat. PDRB pada kedua wilayah administrasi kota Jakarta Barat dan kota Jakarta Pusat berurutan adalah 5,3% dan 5,1%, yang mana keduanya termasuk dalam rentang skor yang sama, yaitu skor 4 (empat) (rentang pertumbuhan 4% - 6%). Kondisi ini ditunjukkan pada Gambar 4.



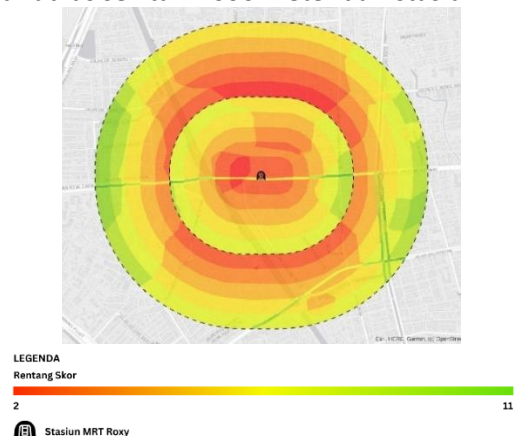
Gambar 4. Variabel Sosioekonomi

Variabel Lingkungan Binaan

Variabel lingkungan binaan meliputi indikator sebaran sekolah yang diolah secara *hotspot*

analysis, serta indikator jumlah rute bus radius 500 meter, jumlah rute bus radius 500 – 1.000 meter, jarak perhentian bus terhadap stasiun radius 500 meter, jarak perhentian bus terhadap stasiun radius 500 – 1.000 meter, dan ketersediaan lahan yang diolah secara analisis spasial dasar. Sebaran sekolah dengan *hotspot analysis* diukur berdasarkan sebaran sekolah. Rute bus dalam radius 500 meter dan 500 – 1.000 meter dalam analisis spasial dasar ini dilihat berdasarkan koridor bus Transjakarta. Jarak perhentian bus terhadap stasiun dalam radius 500 meter dan 500 – 1.000 meter dalam analisis spasial dasar ini terbentuk berdasarkan *buffer* setiap 100 meter dari lokasi stasiun MRT Roxy. Sementara itu, ketersediaan lahan pada analisis spasial dasar ini ditinjau berdasarkan lahan tidak terbangun/hijau yang teridentifikasi di sekitar kawasan stasiun MRT Roxy. Jenjang sekolah yang lebih tinggi diberi skor lebih tinggi karena pelajarannya lebih bergantung pada transportasi umum, sedangkan perhentian bus pada lingkaran terluar diberi skor lebih tinggi mengikuti arah korelasi dalam Wu et al. (2022).

Hasil *overlay* pada Gambar 5 menunjukkan rentang skor 2 (dua) hingga 11 (sebelas) untuk variabel lingkungan binaan dalam ruang lingkup penelitian. Skor tertinggi terdapat pada wilayah terluar dalam radius 1.000 meter dari lokasi stasiun MRT Roxy. Dalam variabel ini terbentuk pola semakin jauh dari lokasi stasiun MRT Roxy, semakin tinggi skor kawasan dengan pola berulang pada radius 500 meter dan radius 500 – 1.000 meter. Pola ini mencerminkan arah penilaian indikator perhentian bus serta keberadaan hotspot perguruan tinggi pada radius sekitar 1.000 meter dari stasiun.



Gambar 5. Overlay Variabel Lingkungan Binaan

Variabel Cuaca

Variabel cuaca meliputi indikator suhu tertinggi, kecepatan angin rata-rata, jarak pandang minimal, dan curah hujan yang diolah secara analisis spasial dasar. Hasil *overlay* pada **Gambar 6** menunjukkan skor sama rata pada keseluruhan wilayah pada angka 9 (sembilan). Hal ini dikarenakan keseluruhan indikator dalam variabel ini memiliki skor yang sama pada seluruh wilayah dalam ruang lingkup penelitian. Suhu tertinggi tercatat 35°C, kecepatan angin rata-rata 4,08–7,17 km/jam ($\pm 1,1-2,0$ m/dtk), jarak pandang minimal 23,3–23,9 km, dan curah hujan 4,6–4,7 mm.



Gambar 6. *Overlay Variabel Cuaca*

Variabel Rute Berganda

Variabel rute berganda meliputi indikator jarak perjalanan, waktu perjalanan, dan lokasi geografis yang diolah secara *network analysis*, serta indikator jejak perjalanan, dan volume lalu lintas yang diolah secara analisis spasial dasar. Oleh karena keserupaan antara indikator jarak perjalanan dan waktu perjalanan dengan indikator jarak berjalan dan durasi berjalan dalam indikator *proximity* (kedekatan), maka pembahasan kedua indikator menjadi satu dalam pembahasan variabel *proximity* (kedekatan) sebelumnya. Sementara itu, jejak perjalanan dalam analisis spasial dasar ini diamati berdasarkan pola pergerakan masyarakat dalam melintasi jaringan transportasi dalam ruang lingkup penelitian. Data diperoleh dari penyebaran kuesioner terhadap 100 responden yang bertempat tinggal/beraktivitas/bekerja di kawasan sekitar Roxy. Volume lalu lintas dalam analisis spasial dasar ini diamati berdasarkan jumlah kendaraan yang melalui ruas-ruas jalan arteri dalam ruang lingkup penelitian. Lokasi geografis dalam *network analysis* diukur berdasarkan jarak tempuh yang nyaman

dengan berjalan kaki dari sebuah pusat integrasi, dalam artian stasiun dan halte yang termasuk dalam ruang lingkup penelitian. Pola pergerakan didominasi kendaraan pribadi, sementara penggunaan jalur KRL sangat minim karena tidak adanya stasiun yang dekat dengan pusat kegiatan di kawasan Roxy.



Gambar 7. *Overlay Variabel Rute Berganda*

Hasil *overlay* pada **Gambar 7** menunjukkan rentang skor 3 (tiga) hingga 23 (dua puluh tiga) untuk variabel rute berganda dalam ruang lingkup penelitian. Skor tertinggi terdapat pada ruas jalan arteri terdekat dengan lokasi stasiun MRT Roxy. Dalam variabel ini terbentuk pola semakin jauh dari lokasi stasiun MRT Roxy, semakin rendah skor kawasan.

Variabel Kapasitas Infrastruktur Ekstra

Variabel kapasitas infrastruktur ekstra meliputi indikator jalur bus dan jalur kereta yang diolah secara analisis spasial dasar, serta indikator alternatif infrastruktur terdekat yang diolah secara *network analysis*. Jalur bus dan kereta dalam analisis spasial dasar ini ditinjau berdasarkan jumlah koridor bus TransJakarta dan kereta yang melintas dalam ruang lingkup penelitian. Alternatif infrastruktur terdekat dalam *network analysis* diukur berdasarkan durasi tempuh yang wajar dalam berjalan kaki dengan asumsi kecepatan berjalan adalah 72,9 meter/menit dari masing-masing perhentian transportasi umum dalam ruang lingkup penelitian, meliputi halte dan stasiun. Jalan Balikpapan memiliki jumlah koridor bus terbanyak karena menjadi pertemuan koridor dari Jalan Kyai Tapa dan Jalan Tomang Raya.



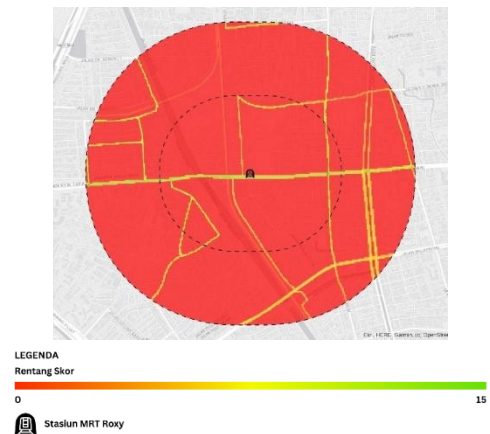
Gambar 8. *Overlay Variabel Kapasitas Infrastruktur Ekstra*

Hasil *overlay* pada [Gambar 8](#) menunjukkan rentang skor 2 (dua) hingga 10 (sepuluh) untuk variabel kapasitas infrastruktur ekstra dalam ruang lingkup penelitian. Skor tertinggi terdapat pada ruas jalan arteri dengan jumlah jalur bus tertinggi. Dalam variabel ini terbentuk pola skor tinggi mengikuti bentuk jalan arteri dengan jalur bus.

Variabel Keberagaman Moda Transportasi

Variabel keberagaman moda transportasi dalam analisis spasial dasar meliputi indikator jumlah moda transportasi, dan arus pejalan kaki dan pesepeda. Oleh karena keserupaan antara indikator arus pejalan kaki dan pesepeda dengan indikator kepadatan pengguna pedestrian dalam variabel intensitas bisnis, maka pembahasan indikator tersebut menjadi satu dalam pembahasan indikator kepadatan pengguna pedestrian sebelumnya. Jumlah moda transportasi dalam analisis spasial dasar ini diamati pada jaringan transportasi berupa rel, jalan arteri, dan jalan kolektor dalam ruang lingkup penelitian.

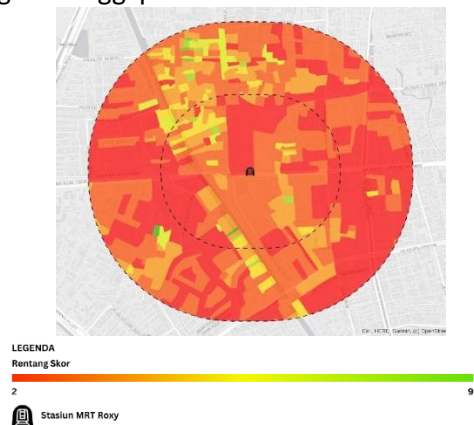
Hasil *overlay* pada [Gambar 9](#) menunjukkan rentang skor 0 (nol) hingga 15 (lima belas) untuk variabel keberagaman moda transportasi dalam ruang lingkup penelitian. Skor tertinggi terdapat pada ruas-ruas jalan arteri dan kolektor. Pola demikian terbentuk karena keseluruhan indikator dalam variabel ini hanya mengukur skor pada badan jalan arteri dan kolektor, sementara sisanya diberi skor 0 (nol).



Gambar 9. *Overlay Variabel Keberagaman Moda Transportasi*

Variabel Data Populasi Historis

Variabel data populasi historis meliputi indikator besaran populasi dan kepadatan populasi yang diolah secara analisis spasial dasar. Besaran dan kepadatan populasi dalam analisis spasial dasar ini ditinjau berdasarkan jumlah penduduk dan kepadatan penduduk per RT dalam ruang lingkup penelitian. Data yang digunakan adalah data penduduk per RT tahun 2021 semester 2, dengan kelas skor dibentuk dari rentang nilai terendah hingga tertinggi per RT.



Gambar 10. *Overlay Variabel Data Populasi Historis*

Hasil *overlay* pada [Gambar 10](#) menunjukkan rentang skor 2 (dua) hingga 9 (sembilan) untuk variabel data populasi historis dalam ruang lingkup penelitian. Skor tertinggi terdapat di sekitar barat laut dan barat daya dari lokasi stasiun MRT Roxy. Pola yang terbentuk sesuai dengan lokasi dari permukiman masyarakat dengan tipologi kepadatan tinggi dan tidak teratur. Populasi yang lebih besar diberi skor lebih tinggi karena menunjukkan basis pengguna yang lebih besar,

meskipun permukiman padat tersebut juga rentan menerima limpahan pergerakan.

Variabel Data Lalu Lintas

Variabel data lalu lintas meliputi indikator ketidakstabilan arus lalu lintas, kecepatan bebas lalu lintas, rata-rata kecepatan, dan beban lalu lintas yang diolah secara analisis spasial dasar. Ketidakstabilan arus lalu lintas dalam analisis spasial dasar ini diamati berdasarkan kondisi kelancaran arus lalu lintas yang diperoleh melalui pantauan *Google Maps* dan pantauan langsung. Kecepatan bebas lalu lintas dalam analisis spasial dasar ini diamati berdasarkan kondisi kecepatan bebas yang diperbolehkan pada setiap ruas jalan arteri. Kecepatan rata-rata lalu lintas dalam analisis spasial dasar ini diamati berdasarkan kondisi kecepatan rata-rata yang diperoleh melalui pengamatan langsung. Kemudian beban lalu lintas dalam analisis spasial dasar ini diamati berdasarkan penilaian beban kendaraan yang melalui ruas-ruas jalan arteri dalam ruang lingkup penelitian. Data ketidakstabilan arus dan kecepatan rata-rata diambil pada Senin pagi, sedangkan beban lalu lintas mengacu pada data Dinas Perhubungan Provinsi DKI tahun 2022.



Gambar 11. *Overlay Variabel Data Lalu Lintas*

Hasil *overlay* pada [Gambar 11](#) menunjukkan rentang skor 0 (nol) hingga 15 (lima belas) untuk variabel data lalu lintas dalam ruang lingkup penelitian. Skor tertinggi terdapat pada ruas-ruas jalan arteri di sebelah selatan dan tenggara dari lokasi stasiun MRT Roxy, sementara wilayah yang tidak berupa ruas jalan arteri dan kolektor memiliki skor 0 (nol). Pola demikian terbentuk karena keseluruhan indikator dalam variabel ini hanya mengukur skor pada badan jalan arteri dan

kolektor, sementara sisanya diberi skor 0 (nol). Sebagaimana pada variabel keberagaman moda transportasi, skor 0 pada area di luar badan jalan menunjukkan bahwa indikator tersebut tidak diukur pada area itu, bukan kondisi yang buruk.

3.2. Sintesis Faktor Integrasi Fisik Tangguh

Hasil identifikasi kondisi eksisting menunjukkan bahwa kesepuluh variabel membentuk pola sebaran yang berbeda ([Tabel 2](#)). Variabel kaidah fisik cenderung berpola memusat pada rencana stasiun (proximity) atau mengikuti jaringan jalan (intensitas bisnis), sedangkan variabel kaidah tangguh, yaitu rute berganda, kapasitas infrastruktur ekstra, keberagaman moda transportasi, dan data lalu lintas, berpola koridor dengan skor tertinggi pada jalan arteri, terutama poros Jalan Kyai Tapa – K.H. Hasyim Ashari. Dua variabel, yaitu sosioekonomi dan cuaca, tidak bervariasi secara spasial pada skala kawasan karena datanya hanya tersedia pada tingkat kota atau kecamatan.

Tabel 2. Ringkasan Kondisi Eksisting Faktor Integrasi Fisik Tangguh di Kawasan Roxy

Kaidah	Variabel	Rentang Skor	Pola Sebaran
Fisik	<i>Proximity</i> (Kedekatan)	2 – 10	Tertinggi dalam radius 500 m dari stasiun
	<i>Intensitas Bisnis</i>	6 – 19	Mengikuti jalan arteri dan kolektor; meningkat di dekat stasiun
	Sosioekonomi	4	Seragam di seluruh wilayah studi
	Lingkungan Binaan	2 – 11	Lebih tinggi di bagian luar radius 1.000 m
	Cuaca	9	Seragam di seluruh wilayah studi
Tangguh	Rute Berganda	3 – 23	Tertinggi pada ruas arteri terdekat dengan stasiun
	Kapasitas Infrastruktur Ekstra	2 – 10	Mengikuti jalan arteri dengan jalur bus terbanyak
	Keberagaman Moda Transportasi	0 – 15	Hanya pada badan jalan arteri dan kolektor
	Data Populasi Historis	2 – 9	Tinggi di barat laut dan barat daya (permukiman padat)
	Data Lalu Lintas	0 – 15	Tinggi pada ruas arteri di selatan dan tenggara stasiun

Setiap variabel menangkap aspek yang berbeda sehingga kesepuluhnya tetap diperlukan. Variabel sosioekonomi dan cuaca tidak membedakan antarlokasi dalam satu kawasan, tetapi tetap relevan ketika kerangka ini dipakai untuk membandingkan kawasan stasiun yang berbeda; perlakuannya dalam pembobotan perlu ditinjau pada penelitian lanjutan.

3.3. Pembahasan

Pola skor kedekatan yang memanjang mengikuti jaringan jalan dan terpotong sungai di sisi barat stasiun (*Gambar 2*) menunjukkan bahwa jangkauan stasiun lebih ditentukan oleh keterhubungan jaringan pejalan kaki daripada jarak garis lurus. Hal ini melengkapi temuan *Yosritzal et al. (2023)*, yang menempatkan jarak dan waktu berjalan sebagai aspek utama integrasi fisik *Chen et al. (2022)* juga menemukan bahwa pengguna tidak selalu memilih stasiun transfer terdekat dan sensitivitas terhadap jarak berjalan memuncak pada sekitar 0,6 kilometer. Sementara itu, *Liu et al. (2023)*, menunjukkan bahwa aksesibilitas berjalan kaki dipengaruhi oleh lingkungan binaan di sekitar jalur pejalan kaki. Oleh karena itu, variabel proximity perlu diukur berbasis jaringan jalan, bukan radius garis lurus.

Pola koridor pada variabel kaidah tangguh menunjukkan bahwa cadangan kapasitas kawasan Roxy bertumpu pada satu poros, yaitu Jalan Kyai Tapa – K.H. Hasyim Ashari, sehingga gangguan pada poros tersebut dapat menghilangkan sebagian besar alternatif sekaligus. *Boura and Ferguson (2024)*, menunjukkan bahwa jaringan bus dan kereta yang berbagi koridor yang sama dapat kehilangan redundansi secara bersamaan, sementara *Li et al. (2024)*, menekankan pentingnya keberagaman rute yang tidak berhimpitan. Oleh karena itu, variabel rute berganda dan kapasitas infrastruktur ekstra perlu dipertahankan untuk menangkap ketergantungan kawasan pada satu ruas yang tidak tampak dari kaidah fisik.

Perbedaan antara pola kaidah fisik yang memusat dan kaidah tangguh yang berpola koridor menunjukkan nilai tambah penggabungan kedua kaidah. Penelitian terdahulu umumnya hanya menilai kaidah fisik pada simpul yang sudah beroperasi (*Haris et al., 2024; Yosritzal et al., 2023*),

padahal keterhubungan antarmoda terbukti meningkatkan ketangguhan jaringan transportasi umum (*Xu & Chopra, 2023*).

Bagi pengembangan kota, kerangka sepuluh variabel ini dapat digunakan untuk menilai kesiapan kawasan di sekitar stasiun lain pada MRT Lin Barat–Timur sebelum simpulnya terbangun. Selain itu, lahan tidak terbangun di sebelah utara lokasi stasiun berpotensi untuk fasilitas transfer dan pengembangan kawasan berorientasi transit (*Irwan, 2023*), sedangkan variabel kedekatan dan kepadatan pejalan kaki menyoroti pentingnya penataan jalur pejalan kaki dan penyeberangan, mengingat lingkungan binaan di sekitar simpul berpengaruh terhadap risiko kecelakaan (*Li & Chen, 2025*) dan manfaat simpul mobilitas bergantung pada keterpaduannya dengan ruang sekitar (*Nikitas et al., 2025*).

4. KESIMPULAN

Penelitian ini mengidentifikasi faktor untuk mengukur integrasi fisik tangguh, yang berfokus pada kawasan Roxy, DKI. Penelitian ini menemukan dalam mengukur integrasi fisik tangguh, teridentifikasi faktor pengukur sebanyak sepuluh variabel yang terbagi dalam kaidah fisik dan kaidah tangguh. Faktor dalam kaidah fisik terbagi dalam lima variabel, yaitu variabel *proximity* (kedekatan), intensitas bisnis, sosioekonomi, lingkungan binaan, dan cuaca. Sementara faktor dalam kaidah tangguh terbagi dalam lima variabel, yaitu variabel rute berganda, kapasitas infrastruktur ekstra, keberagaman moda transportasi, data populasi historis, dan data lalu lintas. Pada kondisi eksisting, variabel kaidah fisik bernilai tinggi di sekitar rencana stasiun, sedangkan variabel kaidah tangguh terkonsentrasi pada koridor Jalan Kyai Tapa – K.H. Hasyim Ashari.

Penelitian ini memberikan kontribusi baru dalam memberikan penerapan ketangguhan transportasi umum dalam pembangunan integrasi fisik, terutama di Indonesia. Dengan penggabungan dari kedua kaidah tersebut, penelitian ini memberikan gambaran yang lebih lengkap dalam aspek-aspek yang perlu dipertimbangkan dalam pengadaan integrasi. Berangkat dari temuan dalam penelitian ini, penelitian lanjutan diperlukan untuk menganalisis lebih lanjut rekomendasi integrasi fisik

tangguh pada kawasan Roxy. Penelitian ini memiliki keterbatasan, seperti reduksi indikator dan belum dilakukannya validasi terhadap indikator dan metode. Selain itu, ketangguhan diukur sebagai kapasitas cadangan kawasan pada kondisi eksisting, belum sebagai kinerja aktual simpul ketika terjadi gangguan. Berdasarkan sepuluh variabel yang telah teridentifikasi, penelitian berikutnya dapat dilakukan dengan menganalisis potensi integrasi fisik tangguh di kawasan Roxy melalui pembobotan dan penggabungan antarvariabel, disertai validasi indikator, misalnya melalui metode Delphi, serta simulasi skenario gangguan.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Bergantino, A. S., Gardelli, A., & Rotaris, L. (2024). Assessing transport network resilience: empirical insights from real-world data studies. *Transport Reviews*, 44(4), 834-857. doi:10.1080/01441647.2024.2322434
- Boura, G., & Ferguson, N. S. (2024). Incorporating geographic interdependencies into the resilience assessment of multimodal public transport networks. *Journal of Transport Geography*, 118, 103934. doi:https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2024.103934
- Chen, E., Stathopoulos, A., & Nie, Y. (2022). Transfer station choice in a multimodal transit system: An empirical study. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 165, 337-355. doi:https://doi.org/10.1016/j.tra.2022.09.014
- Direktorat Jenderal Perkeretaapian Kementerian Perhubungan. (2023). *Environmental Impact Analysis Mass Rapid Transit (MRT) East - West Line Phase 1 Stage 1*. Direktorat Jenderal Perkeretaapian Kementerian Perhubungan.
- Ge, L., Voß, S., & Xie, L. (2022). Robustness and disturbances in public transport. *Public Transport*, 14(1), 191-261. doi:10.1007/s12469-022-00301-8
- Gonçalves, L. A. P. J., & Ribeiro, P. J. G. (2020). Resilience of urban transportation systems. Concept, characteristics, and methods. *Journal of Transport Geography*, 85, 102727. doi:https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2020.102727
- Gumbo, T., Moyo, T., Ndwandwe, B., Risimati, B., & Mbatha, S. G. (2022). Integration of Urban Mobility Systems in the Gauteng City Region. In T. Gumbo, T. Moyo, B. Ndwandwe, B. Risimati, & S. G. Mbatha (Eds.), *Urban Public Transport Systems Innovation in the Fourth Industrial Revolution Era: Global South Perspectives, Reflections and Conjectures* (pp. 87-95). Cham: Springer International Publishing.
- Haris, W., Malkhamah, S., & Suparma, L. B. (2024). Analysis of Service Performance for Intermodal Facilities in the Area of Asrama Haji and Bumi Sriwijaya Stations. *INERSIA Informasi dan Ekspose Hasil Riset Teknik Sipil dan Arsitektur*, 20(1), 75-85. doi:https://doi.org/10.21831/inersia.v20i1.64153
- Holling, C. S. (1973). Resilience and Stability of Ecological Systems. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 4(Volume 4, 1973), 1-23. doi:https://doi.org/10.1146/annurev.es.04.110173.000245
- Irwan, N. P. (2023). Penentuan potensi pengembangan kawasan berorientasi transit di sekitar titik transit MRT Jakarta. *Jurnal Transportasi*, 23(1), 53-70. doi:https://doi.org/10.26593/jtrans.v23i1.6689.53-70
- Jiao, L., Zhu, Y., Huo, X., Wu, Y., & Zhang, Y. (2023). Resilience assessment of metro stations against rainstorm disaster based on cloud model: a case study in Chongqing, China. *Natural Hazards*, 116(2), 2311-2337. doi:10.1007/s11069-022-05765-2
- Li, C., & Chen, L. (2025). Exploring the impact of built environment on crash risks at transportation hubs. *Accident Analysis & Prevention*, 218, 108079. doi:https://doi.org/10.1016/j.aap.2025.108079
- Li, J.-Y., Teng, J., & Wang, H. (2024). Measuring route diversity in spatial and spatial-temporal public transport networks. *Transport Policy*, 146, 42-58.

doi:<https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2023.11.008>

- Liu, Y., Ding, X., & Ji, Y. (2023). Enhancing Walking Accessibility in Urban Transportation: A Comprehensive Analysis of Influencing Factors and Mechanisms. *Information*, 14(11), 595. Retrieved from doi:10.3390/info14110595
- Meng, Y., Zhao, X., Liu, J., & Qi, Q. (2023). Dynamic Influence Analysis of the Important Station Evolution on the Resilience of Complex Metro Network. *Sustainability*, 15(12), 9309. Retrieved from doi:10.3390/su15129309
- Nikitas, A., Alyavina, E., Sadik, C., & Michalakopoulou, K. (2025). Decoding mobility hubs: Opportunities and risks underpinning their introduction for the contexts of transport and the wider society. *Journal of Transport Geography*, 127, 104296. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2025.104296>
- Peraturan Presiden Nomor 55 Tahun 2018 tentang Rencana Induk Transportasi Jabodetabek.
- Qi, Q., Meng, Y., Zhao, X., & Liu, J. (2022). Resilience Assessment of an Urban Metro Complex Network: A Case Study of the Zhengzhou Metro. *Sustainability*, 14(18), 11555. Retrieved from doi:10.3390/su141811555
- Serdar, M. Z., Koç, M., & Al-Ghamdi, S. G. (2022). Urban Transportation Networks Resilience: Indicators, Disturbances, and Assessment Methods. *Sustainable Cities and Society*, 76, 103452. doi:<https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.103452>
- Setiawan, D., Priyanto, S., & Amrozi, M. R. F. (2024). Integration of public transport systems for enhanced passenger mobility: a systematic review. *International Journal of Transport Development and Integration*, 8(1). doi:<https://doi.org/10.18280/ijtdi.080110>
- Wagistina, S., Syafitri, D. R., Lestari, J. S., Amanatinismi, K. H., Setiawan, D., & Ramadhani, S. (2022). Service Area Network Analysis for Location Planning of Microbusiness and Local Franchise in Urban Area: A Case Study in Malang City, East Java Province, Indonesia. *Economies*, 10(5), 103. Retrieved from doi:10.3390/economies10050103
- Wen, X., Si, B., Wei, Y., & Cui, H. (2025). Resilience assessment of urban rail transit systems: a literature review. *Public Transport*, 17(3), 657-681. doi:10.1007/s12469-024-00385-4
- Wu, P., Xu, L., Zhong, L., Gao, K., Qu, X., & Pei, M. (2022). Revealing the determinants of the intermodal transfer ratio between metro and bus systems considering spatial variations. *Journal of Transport Geography*, 104, 103415. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2022.103415>
- Xu, Z., & Chopra, S. S. (2023). Interconnectedness enhances network resilience of multimodal public transportation systems for Safe-to-Fail urban mobility. *Nature Communications*, 14(1), 4291. doi:10.1038/s41467-023-39999-w
- Yandito, M. M. (2019). Model Pilihan Penumpang Angkutan Kota Dan Kereta Rel Listrik di Jakarta. *Jurnal Transportasi*, 19(1), 39-48. doi:<https://doi.org/10.26593/jtrans.v19i1.3261.39-48>
- Yosritzal, Purnawan, & Hidayat, E. O. (2023). *Physical integration of the existing condition of intermodal public transportation transfer points in Padang City, Indonesia*. Paper presented at the E3S Web of Conferences.
- Zhang, J., Ren, G., & Song, J. (2023). Resilience-based optimization model for emergency bus bridging and dispatching in response to metro operational disruptions. *PLoS one*, 18(3), e0277577. doi:<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0277577>