

Analisis Perencanaan Fasilitas Pejalan Kaki (Studi Kasus Jalan Peta Kota Bandung)

Analysis of Pedestrian Facility Planning (Case Study of Peta Street in Bandung City)

Mochammad Hazen Putraditya¹, A.A. Bagus Oka Khrisna Surya², Stefanus Sylvan Ryanto^{3*}

^{1,2,3} Politeknik Transportasi Darat, Bali

Article Info

Article history:

Received Nov 25, 2025

Revised Nov 28, 2025

Accepted Nov 30, 2025

Kata Kunci:

Fasilitas Pejalan Kaki; Trotoar; Pelican Crossing; PV²; Keselamatan Pejalan Kaki.

Keywords:

Pedestrian Facilities; Sidewalk Planning; Pelican Crossing; PV²; Pedestrian Safety.

ABSTRAK

Pada ruas Jalan Peta Kota Bandung belum tersedia fasilitas pejalan kaki yang memadai, khususnya di depan SPBU 34-40256, padahal kawasan tersebut memiliki intensitas aktivitas pejalan kaki yang tinggi akibat keberadaan sekolah, pabrik, dan permukiman di sekitarnya. Kondisi ini berkontribusi terhadap tingginya potensi konflik antara kendaraan dan pejalan kaki, yang tercermin dari kejadian kecelakaan bertipe tabrak manusia pada periode 2019–2023. Penelitian ini bertujuan merencanakan fasilitas pejalan kaki menyusuri dan menyeberang yang sesuai dengan kebutuhan aktual sehingga dapat meningkatkan keselamatan dan kenyamanan pejalan kaki. Penentuan kebutuhan trotoar dihitung berdasarkan pedoman teknis Kementerian PUPR dan menghasilkan lebar terhitung sekitar 1,1m, sehingga direkomendasikan lebar operasional 1,5 m pada kedua sisi jalan. Hasil survei menunjukkan volume pejalan kaki menyusuri tertinggi mencapai 2,45 orang/menit pada satu sisi dan 2,75 orang/menit pada sisi lainnya. Untuk fasilitas penyeberangan, diperoleh nilai P sebesar 191 orang/jam dan V sebesar 6.103 kendaraan/jam dengan PV² sebesar $7,1 \times 10^9$, sehingga direkomendasikan penggunaan *pelican crossing* sebagai fasilitas penyeberangan yang layak dan sesuai dengan kondisi lokasi.

ABSTRACT

The Peta Road corridor in Bandung City lacks adequate pedestrian facilities, particularly in front of SPBU 34-40256, despite the high intensity of pedestrian activities generated by nearby schools, industrial areas, and residential zones. This condition increases the risk of vehicle-pedestrian conflicts and is reflected in recurrent pedestrian-related accidents recorded during the 2019–2023 period. This study aims to plan appropriate pedestrian walking and crossing facilities based on actual demand to enhance pedestrian safety and comfort. The required sidewalk width was calculated using technical guidelines issued by the Ministry of Public Works and Housing, resulting in a theoretical width of approximately 1.1 m; however, an operational width of 1.5 m on both sides of the road is recommended to meet safety and accessibility standards. The peak pedestrian flow along the road segment reached 2.45 pedestrians/min on one side and 2.75 pedestrians/min on the opposite side. For crossing facilities, the peak crossing volume (P) was 191 pedestrians/hour and the peak traffic volume (V) was 6,103 vehicles/hour, producing a PV² value of 7.1×10^9 . Based on this value and site constraints, a pelican crossing is recommended as the most appropriate and technically justified pedestrian crossing facility for the study location.

This is an open access article under the [CC BY-SA](#) license.



Corresponding Author:*

Name: Stefanus Sylvan Ryanto

Institution: Politeknik Transportasi Darat Bali, Jl. Cempaka Putih, Samsam, Kerambitan, Tabanan

Email: sylvan@poltradabali.ac.id

1. PENDAHULUAN

Pejalan kaki merupakan salah satu moda transportasi paling dasar yang tidak terpisahkan dari sistem transportasi jalan dan struktur ruang kota. Dalam konteks transportasi perkotaan, kebutuhan pejalan kaki harus dipenuhi melalui penyediaan fasilitas yang aman, nyaman, dan aksesibel, baik untuk pergerakan menyusuri maupun menyeberang jalan. Sejumlah kajian menunjukkan bahwa kualitas fasilitas pejalan kaki berpengaruh langsung terhadap keselamatan, kenyamanan perjalanan, serta keberlanjutan sistem transportasi secara keseluruhan (Hermawan et al., 2023). Pada tataran global, lembaga-lembaga internasional menekankan bahwa fasilitas pejalan kaki yang dirancang secara tepat meliputi trotoar, penyeberangan sebidang, sinyal lalu lintas, dan fasilitas pendukung lainnya merupakan intervensi kunci untuk menurunkan fatalitas dan cedera lalu lintas serta mewujudkan sistem transportasi yang lebih inklusif dan berkeadilan (Global Alliance of NGOs for Road Safety, 2023).

Di Indonesia, pejalan kaki memperoleh pengakuan sebagai pengguna jalan yang harus dilindungi secara hukum dan difasilitasi hak lalu lintasnya, termasuk pada lokasi zebra cross serta fasilitas penyeberangan lainnya (Roeroe et al., 2024). Berbagai regulasi teknis telah diterbitkan untuk mengatur penyediaan fasilitas pejalan kaki, antara lain pedoman perencanaan teknis fasilitas pejalan kaki (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023), ketentuan marka jalan (Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor 47 Tahun 2018), dan pengaturan rambu lalu lintas (Peraturan

Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor PM 13 Tahun 2014). Di sisi lain, kebijakan bangunan gedung dan aksesibilitas menuntut agar fasilitas pejalan kaki dirancang ramah bagi seluruh kelompok pengguna, termasuk kelompok rentan dan penyandang disabilitas (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2017). Meskipun secara normatif kerangka regulasi tersebut lengkap, implementasi di lapangan sering kali belum sejalan, terutama pada ruas-ruas jalan perkotaan dengan aktivitas pejalan kaki tinggi.

Berbagai penelitian di Indonesia menunjukkan bahwa ketidaktersediaan atau ketidaklayakan fasilitas pejalan kaki pada kawasan dengan aktivitas pendidikan, perdagangan, dan peribadatan cenderung memicu perilaku menyeberang sembarangan dan meningkatkan risiko kecelakaan. Studi di kawasan pendidikan Jalan Perjuangan Cirebon, misalnya, menunjukkan bahwa perencanaan fasilitas pejalan kaki yang berbasis pada karakteristik volume pejalan kaki dan tata guna lahan dapat mengarahkan pada rekomendasi lebar jalur pejalan kaki yang lebih realistik dan sesuai kebutuhan (Hermawan et al., 2023). Penelitian lain di depan Universitas Sultan Ageng Tirtayasa Kota Serang menegaskan bahwa penentuan jenis fasilitas penyeberangan harus mempertimbangkan kombinasi arus lalu lintas dan jumlah penyeberang, sehingga fasilitas yang dipilih benar-benar mampu menurunkan potensi konflik kendaraan-pejalan kaki (Intari et al., 2019). Kajian di ruas Jalan Jenderal Sudirman Kota Metro dan di kawasan Masjid Agung Palembang juga menggarisbawahi bahwa tanpa pengaturan

fasilitas menyeberang yang memadai, konflik langsung antara kendaraan dan pejalan kaki sulit dikendalikan (Kurniawan et al., 2019; Malaiholo et al., 2016).

Ruas Jalan Peta di Kota Bandung merupakan contoh konkret ruas jalan perkotaan dengan fungsi kolektor yang melayani tata guna lahan campuran berupa kawasan komersial, SPBU, sekolah, permukiman, dan pabrik. Kecepatan rata-rata lalu lintas di ruas ini sekitar 41 km/jam dengan arus kendaraan harian yang cukup tinggi, sementara di segmen depan SPBU Pertamina 34-40256 dan kompleks sekolah SMP/SMA/SMK Moh. Taha belum tersedia trotoar maupun fasilitas penyeberangan yang layak. Selama periode 2019–2023, tercatat 45 kejadian kecelakaan di sepanjang Jalan Peta, dengan 14 kejadian terlokalisasi di sekitar lokasi penelitian dan didominasi oleh tabrak manusia akibat kendaraan menabrak pejalan kaki yang menyusuri atau menyeberang pada kondisi arus lalu lintas padat tanpa perlindungan fasilitas. Kondisi ini menunjukkan adanya ketidakseimbangan antara intensitas aktivitas pejalan kaki dan tingkat perlindungan infrastruktur yang disediakan di koridor tersebut.

Sejumlah solusi teknis sesungguhnya telah tersedia dalam bentuk pedoman nasional dan kajian empiris. Pedoman nasional mengarahkan penentuan kebutuhan trotoar berbasis volume pejalan kaki per menit dan karakteristik tata guna lahan, serta penentuan kebutuhan fasilitas menyeberang menggunakan parameter gabungan arus pejalan kaki dan kendaraan, antara lain melalui pendekatan PV^2 (Dirjen Bina Marga, 2023). Di sisi lain pengembangan kriteria "warrants" penyeberangan pejalan kaki terus berkembang, baik untuk penyeberangan sebidang maupun fasilitas bersinyal, dengan menekankan relevansi karakteristik lalu lintas, keselamatan, dan keberlanjutan perkotaan sudah berkembang di dunia (Chauhan et al., 2024; Golakiya & Dhamaniya, 2021). Analisis terkini menunjukkan bahwa pemilihan jenis fasilitas penyeberangan perlu mempertimbangkan rasio manfaat–biaya

serta dampaknya terhadap perilaku penyeberang dan operasi lalu lintas (Bhuiyan et al., 2024). Namun, berbagai studi tersebut umumnya masih bersifat generik dan belum cukup spesifik mengkaji konteks koridor perkotaan dengan kombinasi sekolah-pabrik–SPBU seperti di Jalan Peta.

Di sisi lain, penyediaan fasilitas penyeberangan orang sebagai solusi konflik kendaraan–pejalan kaki telah lama diperlakukan pada berbagai ruas jalan, termasuk di depan kampus dan kawasan komersial (Idris, 2007; Simanjuntak et al., 2018). Akan tetapi, penelitian tentang efektivitas fasilitas penyeberangan orang di beberapa kota Indonesia menunjukkan bahwa tingkat pemanfaatan sering kali rendah, antara lain karena faktor aksesibilitas, kenyamanan, serta persepsi pengguna terhadap jarak tempuh dan waktu tempuh (Tambunan, 2022; Pattisinai et al., 2021). Kajian internasional bahkan menyatakan pembangunan fasilitas penyeberangan dapat memperburuk walkability jika tidak dirancang dengan mempertimbangkan akses, kenyamanan, dan prioritas pejalan kaki (Manthirikul et al., 2022; ITDP, 2024). Temuan-temuan ini mengisyaratkan bahwa pemilihan fasilitas penyeberangan di Jalan Peta tidak dapat hanya didasarkan pada kapasitas lalu lintas semata, melainkan harus mempertimbangkan aspek perilaku pejalan kaki, aksesibilitas, dan konteks tata guna lahan setempat.

Berdasarkan latar belakang tersebut, terdapat setidaknya dua kesenjangan utama yang ingin diisi oleh penelitian ini. Pertama, secara empiris, masih terbatas kajian yang secara simultan menganalisis kebutuhan fasilitas pejalan kaki menyusuri dan menyeberang di koridor perkotaan Indonesia dengan memanfaatkan indikator kuantitatif seperti volume pejalan kaki per menit, arus lalu lintas puncak, dan nilai PV^2 , sekaligus mengintegrasikannya dengan pedoman teknis nasional terkini (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023). Kedua, dari sisi desain, belum banyak studi yang mengkaji pemilihan pelican crossing sebagai alternatif yang lebih

human-centered dibanding JPO pada ruas jalan dengan kondisi geometrik dan tata guna lahan seperti Jalan Peta, sambil memperhatikan aspek aksesibilitas dan perlindungan hukum bagi pejalan kaki (Roeroe et al., 2024; Federal Highway Administration, 2023). Penelitian ini berupaya menjembatani kesenjangan tersebut dengan studi kasus di ruas Jalan Peta Kota Bandung.

Secara khusus, penelitian ini bertujuan untuk: (1) mengidentifikasi dan mengevaluasi kondisi eksisting fasilitas pejalan kaki menyusuri dan menyeberang di ruas Jalan Peta pada segmen depan SMP/SMA/SMK Moh. Toha dan SPBU 34-40256; (2) menganalisis kebutuhan fasilitas pejalan kaki menyusuri berdasarkan karakteristik arus pejalan kaki dan tata guna lahan menggunakan parameter volume pejalan kaki per menit dan pedoman teknis fasilitas pejalan kaki; serta (3) merumuskan rekomendasi desain fasilitas pejalan kaki menyusuri berupa trotoar dan fasilitas menyeberang berupa *pelican crossing* yang sesuai dengan nilai PV² dan ketentuan teknis marka, rambu, serta waktu hijau *pelican crossing*. Penelitian ini mengajukan hipotesis bahwa: (a) pada kondisi sekarang, tidak tersedianya trotoar dan fasilitas menyeberang yang memadai berkontribusi terhadap tingginya risiko konflik kendaraan-pejalan kaki; (b) penerapan pedoman teknis nasional akan menghasilkan rekomendasi lebar trotoar minimal 1,5 m pada kedua sisi jalan yang memenuhi kebutuhan pejalan kaki; dan (c) nilai PV² di segmen tersebut berada di atas ambang batas yang memerlukan fasilitas menyeberang bersinyal, sehingga *pelican crossing* dengan lapan tunggu di median merupakan pilihan fasilitas yang paling sesuai secara teknis dan operasional.

Kontribusi utama penelitian ini adalah menyajikan suatu penerapan terpadu antara analisis kebutuhan fasilitas pejalan kaki menyusuri dan menyeberang, pedoman teknis nasional, serta literatur internasional terkini dalam konteks koridor perkotaan Indonesia yang memiliki masalah

keselamatan pejalan kaki yang nyata. Dari sisi praktis, hasil penelitian diharapkan dapat menjadi masukan teknis bagi pemerintah daerah dan instansi terkait dalam merencanakan peningkatan fasilitas pejalan kaki di Jalan Peta dan ruas sejenis di kota-kota lain. Dari sisi ilmiah, studi ini memperkaya kajian tentang pemilihan jenis fasilitas penyeberangan pada midblock di kawasan sekolah dan komersial, serta memperkuat argumentasi bahwa solusi sebidang seperti pelican crossing, bila dirancang dengan waktu hijau yang memadai dan fasilitas pendukung yang tepat, dapat menjadi alternatif yang lebih selaras dengan prinsip keselamatan dan aksesibilitas ketimbang pendekatan tidak sebidang yang kurang mempertimbangkan perilaku pengguna.

2. METODE PENELITIAN

Ruang Lingkup Penelitian

Penelitian ini merupakan studi perencanaan fasilitas pejalan kaki yang bersifat deskriptif-analitis dengan pendekatan kuantitatif terapan. Fokus penelitian adalah pengukuran kebutuhan fasilitas menyusuri (trotoar) dan menyeberang (fasilitas sebidang bersinyal – *pelican crossing* atau alternatif lain) pada segmen Jalan Peta, Kota Bandung, khususnya di depan kompleks SMP/SMA/SMK Moh. Toha dan SPBU Pertamina 34-40256. Tujuan metodologis adalah (a) menetapkan kebutuhan lebar trotoar berdasarkan arus pejalan kaki aktual; (b) menentukan kewarrantan fasilitas menyeberang menggunakan indikator gabungan pejalan kaki-kendaraan (PV²); dan (c) menyusun opsi desain teknis yang memenuhi pedoman nasional dan prinsip human-centered design. Hasil analisis diarahkan untuk menjawab rumusan masalah yang telah diuraikan pada bagian pendahuluan.

Lokasi dan karakteristik lokasi penelitian

Lokasi penelitian adalah segmen Jalan Peta, Kota Bandung (rentang ±100 m dari koordinat titik tengah di depan SPBU 34-

40256). Karakteristik tata guna lahan sepanjang segmen meliputi sekolah, fasilitas komersial, SPBU, pabrik, dan permukiman—kondisi yang menghasilkan bangkitan pejalan kaki pada jam sekolah dan jam pulang kerja. Kondisi geometri eksisting (lebar badan jalan, ketiadaan trotoar, keberadaan median, posisi akses masuk SPBU) dan catatan kecelakaan selama 2019–2023 diamati sebagai bagian dari inventaris lokasi dan digunakan langsung sebagai basis analisis desain.

Sumber data dan periode pengumpulan data

Sumber data yang digunakan terdiri dari: (1) data primer hasil survei lapangan berupa penghitungan volume pejalan kaki (menyusuri dan menyeberang), arus kendaraan, serta pengukuran spot speed kendaraan pada lokasi segmen; (2) data sekunder berupa catatan kecelakaan dan dokumen teknis/referensi regulasi nasional. Pengamatan lapangan dilaksanakan pada periode jam sibuk yang merepresentasikan kondisi puncak pagi, siang, dan sore; interval waktu pencatatan yang digunakan adalah 07:00–08:30, 11:00–12:30, dan 16:00–17:30. Semua data primer digunakan tanpa transformasi selain agregasi waktu untuk perhitungan kebutuhan per menit dan jam.

Populasi, unit analisis, dan prosedur sampling

Populasi studi adalah seluruh pejalan kaki dan kendaraan yang melewati atau menyeberang segmen studi pada hari pengamatan. Unit analisis meliputi individu pejalan kaki (untuk perhitungan V pejalan kaki per menit dan P penyeberang per jam) serta kendaraan (untuk arus V kendaraan per jam dan distribusi kecepatan). Sampling bersifat purposive pada lokasi segmen yang secara fungsional memenuhi kriteria (sekolah + SPBU + komersial). Pada tingkat waktu, sampling menggunakan teknik time-interval sampling — penghitungan dibagi per menit (menyusuri) dan per jam (menyeberang) untuk memastikan konsistensi dengan rumus perencanaan trotoar dan kriteria PV^2 . Untuk meminimalkan bias pengamatan, dilakukan

penghitungan berulang pada setiap interval waktu yang ditetapkan.

Instrumen dan prosedur pengumpulan data

Pengamatan volume pejalan kaki dan arus kendaraan dilakukan menggunakan kombinasi penghitung manual (clicker counters) yang dilengkapi perekaman video untuk validasi dan audit data. Pengukuran spot speed dilaksanakan menggunakan speed gun/radar hand-held pada beberapa titik cross-section untuk memperoleh distribusi kecepatan kendaraan (rata-rata dan persentil). Formulir observasi dan lembar count disusun sesuai kerangka penghitungan per menit/per jam. Untuk meningkatkan reliabilitas, dua pengamat independen melakukan penghitungan simultan pada shift yang berbeda dan hasil disandingkan; apabila terdapat perbedaan >5% pada interval tertentu, rekaman video dijadikan sumber verifikasi utama. Prosedur ini memastikan integritas data primer tanpa memodifikasi hasil asli.

Definisi dan pengukuran variabel

Variabel utama yang diukur dan definisinya adalah sebagai berikut:

- **V_p (pejalan kaki/menit):** volume pejalan kaki menyusuri (dua arah) yang melewati segmen per satuan menit; diperoleh dari agregasi penghitungan manual per menit. Untuk keperluan perencanaan trotoar, nilai maksimum menit puncak digunakan.
- **P (penyeberang/jam):** jumlah pejalan kaki yang melakukan penyeberangan pada lokasi studi dalam satu jam puncak; dihitung dari jumlah penyeberang yang tercatat selama jam puncak.
- **V (kendaraan/jam):** arus lalu lintas kendaraan dua arah pada jam puncak yang sama saat P diukur; nilai ini digunakan dalam perhitungan PV^2 .
- **W (lebar trotoar, m):** lebar efektif trotoar yang diperlukan dihitung berdasarkan pedoman teknis dengan persamaan berikut:

$$W = \frac{V_p}{35} + N$$

di mana V_p dinyatakan dalam pejalan kaki/menit, konstanta 35 merupakan nilai konversi kapasitas per meter dan N merupakan komponen tambahan untuk faktor tata guna lahan. Rumus ini digunakan untuk menilai kebutuhan lebar minimal dan dibandingkan dengan lebar standar (mis. 1,5m) untuk rekomendasi desain.

- **PV² (index warrant):** indikator kewarrantan fasilitas penyeberangan didefinisikan sebagai:

$$PV^2 = P \times V^2$$

dengan P dalam penyeberang/jam dan V dalam kendaraan/jam. Kategori Kelayakan fasilitas penyeberangan dan ambang batas diadopsi dari pedoman (misal ambang $>5 \times 10^8$ menunjukkan kebutuhan fasilitas bersinyal tergantung kondisi lahan dan kebijakan lokal) sebagaimana diperaktikkan dalam kaidah rekayasa penyeberangan di Indonesia (Dirjend Bina Marga, 2023; Idris, 2007).

Metode Analisis Data

Analisis data dibagi menjadi beberapa tahap terstruktur:

- **Pengolahan dan ringkasan deskriptif:** semua data primer diolah untuk memperoleh statistik deskriptif (frekuensi, rata-rata, maksimum, simpangan baku) untuk volume pejalan kaki per menit, P penyeberang per jam, arus kendaraan per jam, dan distribusi kecepatan kendaraan. Penyajian meliputi tabel ringkas jam puncak dan grafik distribusi arus.
- **Perhitungan kebutuhan trotoar:** nilai V_p puncak dimasukkan ke persamaan $W = V_p/35 + N$ untuk memperoleh lebar terhitung; hasil dibandingkan dengan standar minimum untuk memberikan rekomendasi lebar operasional. (Dirjen Bina Marga, 2023; Widiyanti, 2016).
- **Evaluasi kewarrantan penyeberangan:** nilai P dan V_p pada jam puncak dipergunakan untuk menghitung PV^2 .

Hasil PV^2 diklasifikasikan terhadap ambang-ambang pedoman; apabila PV^2 melebihi nilai ambang untuk fasilitas bersinyal atau grade-separated, opsi desain yang memenuhi kriteria tersebut dianalisis lebih lanjut (Idris, 2007; Chauhan et al., 2024).

- **Analisis sensitivitas:** untuk menguji kestabilan rekomendasi, dilakukan analisis sensitivitas dengan menghitung PV^2 pada beberapa skenario waktu puncak (mis. variasi 15 menit, puncak pagi vs sore) dan menilai konsistensi kategori warrant-nya. Selain itu, varian lebar trotoar dihitung untuk rentang $V_p +/- 10\%$ untuk melihat perubahan rekomendasi lebar.
- **Pertimbangan operasional dan dampak lalu lintas:** meskipun studi ini tidak melakukan simulasi mikroskopik penuh, estimasi dampak operasional awal (perubahan delay kendaraan, potensi antrean) dihasilkan dengan menggunakan metode perbandingan sederhana berdasarkan model delay midblock yang direkomendasikan dalam literatur (Golakiya & Dhamaniya, 2021; Manthirikul et al., 2023).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Geometrik dan Karakteristik Operasional Ruas Jalan

Ruas Jalan Peta Kota Bandung pada segmen di depan SMP/SMA/SMK Moh Toha memiliki tipe jalan 6/2 terbagi dengan keberadaan median dan karakter tata guna lahan campuran berupa kawasan pendidikan, komersial, serta aktivitas industri skala menengah. Kondisi geometrik tersebut berimplikasi terhadap pola pergerakan pejalan kaki yang bersifat fluktuatif namun intens pada jam puncak pagi dan sore hari, seiring dengan aktivitas masuk dan pulang sekolah serta pergantian jam kerja pabrik. Ketidakhadiran fasilitas pejalan kaki yang memadai menyebabkan perilaku menyusuri dan menyeberang dilakukan secara acak dan

tidak terfasilitasi, yang secara operasional meningkatkan potensi konflik dengan arus lalu lintas bermotor.

Secara visual, kondisi eksisting memperlihatkan dominasi aktivitas penyeberangan informal di sekitar SPBU dan gerbang sekolah, dengan pejalan kaki kerap menyeberang di titik yang tidak memiliki marka resmi. Fenomena ini menguatkan urgensi penyediaan fasilitas penyeberangan yang terstandar dan kontekstual terhadap karakter lokasi.

Analisis Arus Lalu Lintas Kendaraan

Hasil survei lalu lintas menunjukkan bahwa arus kendaraan tertinggi terjadi pada periode pagi hari pukul 07.00–08.00 WIB dengan total volume mencapai 6.103 kendaraan/jam, yang terdiri dari pergerakan dua arah Timur–Barat dan Barat–Timur. Sebaliknya, volume terendah tercatat pada periode siang hari 11.30–12.30 WIB sebesar 4.638 kendaraan/jam, yang mencerminkan periode transisi aktivitas wilayah studi. Variasi temporal ini menunjukkan adanya karakter puncak yang signifikan dan perlu dipertimbangkan dalam perencanaan fasilitas penyeberangan yang adaptif terhadap kondisi jam sibuk.

Arus lalu lintas yang tinggi pada periode pagi berkontribusi langsung terhadap peningkatan risiko konflik lalu lintas dengan pejalan kaki, khususnya di lokasi yang tidak memiliki fasilitas pengendalian penyeberangan. Tingginya volume ini menjadi parameter utama dalam perhitungan nilai PV² untuk menentukan kelayakan teknis fasilitas penyeberangan yang direkomendasikan.

Tabel 1. Volume kendaraan/jam

Waktu	Arah		Jumlah (kend/jam)
	Timur- Barat	Barat- Timur	
Pagi	07.00-08.00	3494	2609
	07.15-08.15	3443	2603
		6103	6046

	07.30-08.30	3305	2560	5865
Siang	11.00-12.00	2670	2022	4692
	11.15-12.15	2740	2021	4761
	11.30-12.30	2687	1951	4638
Sore	16.00-17.00	2052	3055	5107
	16.15-17.15	2047	3077	5124
	16.30-17.30	2000	3001	5001

Analisis Kecepatan Kendaraan (Spot Speed)

Pengukuran kecepatan kendaraan dilakukan pada jam puncak pagi dengan pendekatan persentil 85 untuk merepresentasikan karakteristik operasional aktual. Hasil analisis menunjukkan bahwa kecepatan rata-rata kendaraan sepeda motor berkisar antara 47–48 km/jam, kendaraan ringan 41–43 km/jam, sedangkan kendaraan berat 36–37 km/jam pada kedua arah pergerakan. Nilai ini mencerminkan tingkat kecepatan operasional yang relatif tinggi untuk kawasan yang memiliki aktivitas penyeberangan intensif.

Kecepatan operasional di atas 40 km/jam memperkuat justifikasi perlunya fasilitas penyeberangan terkontrol, mengingat meningkatnya risiko fatalitas apabila terjadi konflik antara kendaraan dan pejalan kaki. Selain itu, hasil ini juga menjadi elemen pendukung dalam pemilihan tipe fasilitas penyeberangan yang tidak hanya mempertimbangkan volume, tetapi juga tingkat kecepatan lalu lintas.

Tabel 2. Hasil Sprot Speed Peak Pagi Timur-Barat

Peak Pagi	Kendaraan		
	Sepeda Motor	Kendaraan Sedang	Kendaraan Berat
Percentil	56	51	45
Rata-rata	47	41	37
Max	63	59	47
Min	32	29	28

Tabel 3. Hasil Sprot Speed Peak Pagi Barat-Timur

Peak Pagi	Kendaraan		
	Sepeda Motor	Kendaraan Sedang	Kendaraan Berat
Percentil	55	54	42
Rata-rata	48	43	36
Max	63	63	45
Min	31	22	28

Analisis Volume Pejalan Kaki Menyusuri dan Lebar Trotoar

Hasil survei volume pejalan kaki menyusuri menunjukkan bahwa jumlah maksimum tercatat pada sisi barat sebesar 165 orang/jam dan sisi timur sebesar 147 orang/jam. Setelah dikonversi ke satuan orang/menit, diperoleh nilai tertinggi masing-masing sebesar 2,75 orang/menit dan 2,45 orang/menit. Berdasarkan nilai tersebut serta karakter tata guna lahan yang masuk kategori bangkitan sedang, diperoleh konstanta tambahan lebar (N) sebesar 1 meter.

Tabel 4. Volume Menyusuri Pejalan Kaki

Waktu	Sisi Timur	Sisi Barat
07.00-08.00	147	157
07.15-08.15	136	156
07.30-08.30	133	163
11.00-12.00	104	95
11.15-12.15	99	92
11.30-12.30	104	90
16.00-17.00	135	160
16.15-17.15	140	165
16.30-17.30	133	159
Jumlah pejalan kaki tertinggi (orang/jam)	147	165
Nilai pejalan kaki tertinggi (orang/menit)	2,45	2,75

Berdasarkan persamaan lebar trotoar, diperoleh hasil lebar kebutuhan efektif sebesar 1,1meter pada kedua sisi jalan.

Namun demikian, jika dibandingkan dengan standar minimum jalur pejalan kaki yang mengharuskan lebar 1,5 meter, maka rekomendasi akhir yang disarankan adalah pembangunan trotoar dengan lebar 1,5 meter di kedua sisi jalan untuk menjamin kenyamanan dan keselamatan optimal.

Analisis Volume Pejalan Kaki Menyeberang dan Penentuan Fasilitas Penyeberangan

Volume tertinggi pejalan kaki yang menyeberang tercatat sebesar 191 orang/jam pada periode 07.00-08.00 WIB, yang bertepatan dengan volume kendaraan tertinggi sebesar 6.103 kendaraan/jam. Berdasarkan perhitungan metode PV^2 diperoleh nilai sebesar $7,1 \times 10^9$, yang secara kriteria teknis menunjukkan bahwa fasilitas penyeberangan yang layak adalah *pelican crossing* atau jembatan penyeberangan orang.

Tabel 5. Pengolahan Pejalan Kaki Menyeberang

Waktu	Sisi Timur	Sisi Barat
07.00-08.00	147	157
07.15-08.15	136	156
07.30-08.30	133	163
11.00-12.00	104	95
11.15-12.15	99	92
11.30-12.30	104	90
16.00-17.00	135	160
16.15-17.15	140	165
16.30-17.30	133	159
Jumlah pejalan kaki tertinggi (orang/jam)	147	165
Nilai pejalan kaki tertinggi (orang/menit)	2,45	2,75

Namun, dengan mempertimbangkan keterbatasan ruang dan kondisi eksisting yang tidak memungkinkan pembangunan JPO, maka rekomendasi akhir diarahkan pada penyediaan *pelican crossing* dengan lapak tunggu pada median. Keputusan ini bersifat

adaptif terhadap kondisi lapangan sekaligus tetap memenuhi kriteria keselamatan dan kelayakan operasional.

Rekomendasi Teknis Operasional Fasilitas Pejalan Kaki

Berdasarkan hasil analisis volume pejalan kaki menyusuri yang menunjukkan nilai puncak 2,45 orang/menit (salah satu sisi) dan 2,75 orang/menit (sisi lainnya) serta hasil perhitungan kebutuhan lebar efektif 1,1 m, rekomendasi operasional trotoar diarahkan pada penerapan lebar 1,5 m pada kedua sisi ruas. Secara normatif, lebar ini sejalan dengan ketentuan trotoar minimum untuk jalan perkotaan kelas I-II yang dipersyaratkan minimal 1,5 m agar mampu melayani dua orang pejalan kaki berpapasan atau bergandengan (Direktorat Jenderal Bina Marga, 1999; Surat Edaran Menteri PUPR No. 02/2018). Pada konteks lokasi kajian, lebar 1,5 m juga memberi ruang bagi penempatan elemen aksesibilitas seperti jalur pemandu taktik, *clear width* untuk kursi roda, serta ruang manuver di dekat akses sekolah dan SPBU (Kementerian PUPR, 2017).

Secara teknis, konstruksi trotoar disarankan memiliki elevasi yang jelas terhadap permukaan perkerasan lalu lintas dengan *kerb* yang konsisten, tetapi tetap menyediakan *ramp* akses pada titik-titik penyeberangan dan akses utama bangunan, sesuai prinsip desain universal yang meminimalkan hambatan fisik bagi pengguna rentan (Kementerian PUPR, 2017; Department of Justice & Department of Transportation, 2010). Permukaan trotoar sebaiknya rata, tidak licin, serta bebas dari penghalang (tiang utilitas, parkir, kios) agar lebar efektif 1,5 m benar-benar tersedia sebagai ruang pejalan kaki, bukan sekadar lebar geometrik. Penataan ini relevan karena intensitas pejalan kaki di segmen kajian banyak dipengaruhi aktivitas sekolah dan pabrik, yang secara temporal terkonsentrasi pada pagi dan sore hari, sehingga kepadatan lokal dapat meningkat pada jam-jam tertentu.

Dari perspektif operasi lalu lintas, keberadaan trotoar 1,5 m di kedua sisi

diharapkan mengurangi insiden pejalan kaki berjalan di bahu atau sebagian lajur lalu lintas, sehingga mengurangi gangguan lateral terhadap kendaraan bermotor dan menurunkan potensi konflik samping (*side swipe* dan *near-miss*). Penelitian di lingkungan stasiun dan kawasan perkotaan lain menunjukkan bahwa peningkatan kualitas dan kapasitas trotoar berkorelasi dengan peningkatan tingkat pelayanan dan penurunan konflik pejalan kaki-kendaraan (Prayogi et al., 2020; Widiyanti, 2016). Dengan demikian, rekomendasi trotoar 1,5 m di Jalan Peta bukan hanya memenuhi standar minimum, tetapi juga berfungsi sebagai intervensi keselamatan dan pengendali perilaku pejalan kaki.



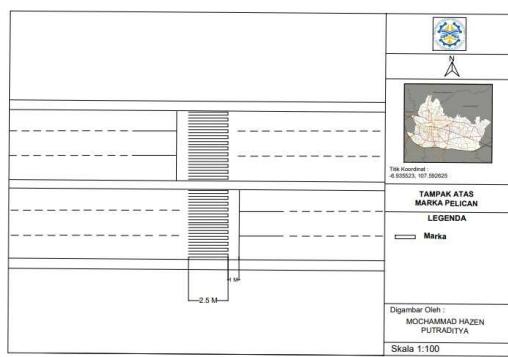
Gambar 1. Tampak Atas Desain Trotoar

Rekomendasi fasilitas penyeberangan pada segmen kajian adalah *pelican crossing* dengan lapak tunggu pada median, berdasarkan nilai $PV^2 \approx 7,1 \times 10^9$ yang melampaui ambang kebutuhan fasilitas bersinyal dan mempertimbangkan ketidaktersediaan ruang untuk JPO. Secara geometrik, marka penyeberangan disarankan dalam bentuk penyeberangan blok (zebra) dengan dimensi garis penyeberangan panjang 2,5 m dan lebar 0,30 m, disusun sejajar arah melintang jalan. Jarak antara marka penyeberangan dan garis henti (*stop line*) kendaraan ditetapkan sekitar 1 m untuk memberikan ruang pengamanan tambahan bagi pejalan kaki di area *conflict zone* (Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia No. 47 Tahun 2018). Dimensi ini

konsisten dengan ketentuan marka penyeberangan di jalan perkotaan dan telah diterapkan dalam rancangan awal lokasi kajian.

Dari sisi perangkat rambu, minimal dua jenis rambu diperlukan: (1) rambu peringatan banyak pejalan kaki dan/atau penyeberangan pejalan kaki yang ditempatkan pada jarak pandang henti yang memadai sebelum lokasi *pelican*, dan (2) rambu informasi lokasi fasilitas penyeberangan. Ukuran rambu disarankan menggunakan ukuran "kecil" sesuai pedoman rambu untuk ruas dengan kecepatan operasional sekitar 50 km/jam (Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia No. PM 13 Tahun 2014). Penempatan rambu harus mempertimbangkan keterbacaan, bebas halangan visual, dan konsistensi dengan desain marka sehingga pengemudi mendapat isyarat berlapis (rambu–marka–lampa) sebelum memasuki titik penyeberangan.

Dalam konteks lalu lintas di Jalan Peta, kombinasi marka yang jelas, rambu yang tepat, dan sinyal *pelican* berfungsi sebagai sistem informasi keselamatan yang terintegrasi. Hal ini sejalan dengan rekomendasi literatur internasional yang menekankan pentingnya *self-explaining roads* dan *forgiving roads* untuk menurunkan risiko kesalahan pengemudi dan meningkatkan kepatuhan terhadap fasilitas penyeberangan (Federal Highway Administration, 2023; Global Alliance of NGOs for Road Safety, 2023).



Gambar 2. Lebar Marka dan Jarak Stop Line

Lapak tunggu pada median memiliki fungsi strategis sebagai ruang transisi yang memungkinkan pejalan kaki menyeberang dalam dua tahap, sehingga durasi fase hijau pejalan kaki dapat dioptimalkan dan konflik dengan arus kendaraan diringankan. Secara operasional, lapak tunggu harus memiliki lebar dan panjang yang cukup untuk menampung kelompok pejalan kaki yang terjadi pada puncak arus penyeberangan ($P = 191$ orang/jam). Berdasarkan prinsip desain fasilitas pejalan kaki dan pertimbangan kenyamanan, lebar efektif minimum lapak tunggu disarankan tidak kurang dari 2,0 m, dengan panjang minimal yang memungkinkan akomodasi beberapa orang berdiri berdampingan tanpa mengganggu jalur kendaraan atau mengurangi jarak aman dari tepi jalur.

Dari perspektif desain universal, lapak tunggu perlu dilengkapi permukaan non-slip, *kerb* pelindung yang jelas terhadap jalur lalu lintas, dan apabila memungkinkan, elemen pelindung tambahan seperti *bollard* atau *guardrail* rendah untuk mencegah intrusi kendaraan ke area tunggu (Kementerian PUPR, 2017; Department of Justice & Department of Transportation, 2010). Penempatan tiang sinyal pejalan kaki dan tombol penyeberangan harus mempertimbangkan kemudahan jangkauan bagi seluruh pengguna, termasuk pengguna kursi roda dan anak-anak. Dengan konfigurasi demikian, median tidak hanya berfungsi sebagai pemisah jalur lalu lintas, tetapi juga sebagai elemen keselamatan aktif yang menjadi bagian integral dari sistem *pelican crossing*.

Dari sisi operasi lalu lintas, keberadaan lapak tunggu juga memungkinkan strategi pengelolaan fase penyeberangan yang lebih fleksibel. Misalnya, dalam kondisi lalu lintas sangat padat, fase penyeberangan dapat diatur sehingga pejalan kaki menyelesaikan penyeberangan dalam dua fase terpisah (sisi kiri–median, puis median–sisi kanan), sehingga waktu merah untuk kendaraan pada masing-masing arah tidak harus terlalu

panjang. Pendekatan ini sejalan dengan konsep desain *human-centered* yang menekankan kompromi antara keselamatan pejalan kaki dan kelancaran arus kendaraan (Federal Highway Administration, 2023; Manthirikul et al., 2023).

Penetapan waktu hijau minimum bagi pejalan kaki (*pedestrian green time*) merupakan komponen kunci dalam desain *pelican crossing*. Berdasarkan pedoman *pelican crossing*, waktu hijau minimum dapat dihitung menggunakan persamaan umum:

$$P_T = \frac{L}{V_t} + 7 \left(\frac{N}{W} - 1 \right)$$

dengan P_T adalah waktu hijau minimum (detik), L adalah lebar bagian yang disebrangi (m), V_t adalah kecepatan berjalan pejalan kaki (m/detik) yang umumnya diambil 1,2 m/s, N adalah jumlah pejalan kaki per siklus, dan W adalah lebar bagian jalan yang digunakan untuk menyeberang (m). Rumus ini mempertimbangkan tidak hanya waktu yang diperlukan pejalan kaki paling lambat untuk menyelesaikan penyeberangan, tetapi juga tambahan waktu untuk pengelompokan pejalan kaki di lintasan dan faktor keamanan (Direktorat Jenderal Bina Marga, 1999; Idris, 2007).

Untuk kondisi Jalan Peta, lebar penyeberangan efektif pada satu tahap penyeberangan (misalnya dari tepi trotoar ke median) dan dari median ke sisi berlawanan perlu dihitung berdasarkan lebar tiap arah lalu lintas dan median. Dengan memperkirakan kecepatan berjalan 1,2 m/s dan memperhitungkan jumlah pejalan kaki tertinggi per siklus pada jam puncak, waktu hijau awal dapat diperkirakan berada pada kisaran yang memastikan seluruh pejalan kaki, termasuk kelompok rentan, dapat menyelesaikan penyeberangan dengan aman. Pada tahap awal implementasi, disarankan dilakukan observasi lapangan terhadap kinerja waktu hijau yang ditetapkan, kemudian penyetelan ulang dilakukan berdasarkan indikator kinerja seperti jumlah pejalan kaki yang tertinggal di median, tingkat kepatuhan, dan gangguan terhadap

arus kendaraan (Manthirikul et al., 2023; Theofilatos et al., 2021).

Pendekatan ini menempatkan waktu hijau sebagai parameter yang dinamis dan dapat dioptimasi, bukan sekadar angka statis. Hal tersebut penting karena karakteristik arus pejalan kaki dan kendaraan di lokasi kajian menunjukkan variasi temporal yang cukup besar antara puncak pagi, siang, dan sore. Dengan mekanisme pengaturan waktu hijau yang adaptif, *pelican crossing* dapat berfungsi efektif sebagai alat peningkat keselamatan tanpa menimbulkan gangguan berlebihan terhadap kapasitas lalu lintas.



Gambar 3. Visualisasi Desain *Pelican Crossing* dan Trotoar

4. KESIMPULAN

Penelitian ini menegaskan bahwa kondisi eksisting fasilitas pejalan kaki di ruas Jalan Peta Kota Bandung belum seimbang dengan intensitas aktivitas pejalan kaki dan arus lalu lintas yang tinggi. Hasil analisis menunjukkan kebutuhan lebar trotoar efektif sebesar 1,1 m, namun untuk menjamin keselamatan, kenyamanan, dan aksesibilitas, lebar operasional yang direkomendasikan adalah 1,5 m pada kedua sisi jalan. Sementara itu, nilai PV² yang mencapai $7,1 \times 10^9$ mengindikasikan perlunya fasilitas penyeberangan terkontrol, dan dengan mempertimbangkan keterbatasan ruang serta karakter perilaku pengguna, *pelican crossing* dengan lapak tunggu di median merupakan pilihan paling rasional dan sesuai konteks lokasi. Temuan ini memperlihatkan pentingnya integrasi antara pendekatan

kuantitatif dan pertimbangan fungsional dalam perencanaan fasilitas pejalan kaki di koridor perkotaan.

Implikasi utama penelitian ini adalah perlunya penataan ulang fasilitas pejalan kaki yang mampu menurunkan konflik kendaraan-pejalan kaki serta meningkatkan keselamatan tanpa menurunkan kinerja lalu lintas secara signifikan. Meskipun memberikan dasar teknis yang kuat, penelitian ini masih terbatas pada pengamatan dalam rentang waktu tertentu dan belum mencakup pemodelan dampak operasional secara komprehensif maupun analisis persepsi pengguna. Oleh karena itu, diperlukan penelitian lanjutan dengan cakupan waktu yang lebih luas dan pendekatan evaluatif pasca-implementasi guna memperkuat validitas dan generalisasi temuan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed, S., Hossain, S., Shaik, M. E., & Shakik, A. (2024). Evaluation of speed characteristics and gap acceptance behavior of pedestrians of Asian Countries: A review. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 27, 101199. <https://doi.org/10.1016/j.trip.2024.101199>
- Alam, H. K., H. M., A. M., & Legowo, S. J. (2015). Evaluasi tingkat pelayanan jembatan penyeberangan orang (Studi kasus jembatan penyeberangan Pasar Kartosuro Sukoharjo). *Matriks Teknik Sipil*, 3, 1183–1190.
- Bhuiyan, M. A., Matsuyuki, M., & Tanaka, S. (2024). Comparative analysis of various pedestrian-crossing facilities on highways and the selection of a cost-effective facility by maximizing the benefit-cost ratio. *Asian Transport Studies*, 10, 100123. <https://doi.org/10.1016/j.eastsj.2024.100123>
- Chen, Z., Chen, X., Wang, R., & Gao, M. (2022). Characterization of pedestrian crossing spatial violations and safety impact analysis in advance right-turn lane. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(15), 9134. <https://doi.org/10.3390/ijerph19159134>
- Chauhan, S., Dave, S., Shah, J., & Kedia, A. (2024). Assessing traffic characteristics for safe pedestrian crossings: Developing warrants for sustainable urban safety. *Sustainability*, 16(10), 4182. <https://doi.org/10.3390/su16104182>
- Department of Justice, & Department of Transportation. (n.d.). Guide to the ADA accessibility standards. U.S. Access Board. <https://www.access-board.gov/files/ada/ADA-Standards.pdf>
- Direktorat Jenderal Bina Marga. (2023). Pedoman perencanaan teknis fasilitas pejalan kaki. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- Federal Highway Administration. (n.d.). Human-centered roadway analysis and design. U.S. Department of Transportation. https://international.fhwa.dot.gov/humanfactors/chapter_six.cfm
- Global Alliance of NGOs for Road Safety. (2023). Pedestrian facilities. <https://www.roadsafetyngos.org/toolkit/priority-interventions/pedestrian-facilities/>
- Golakiya, H. D., & Dhamaniya, A. (2021). Development of pedestrian crossing facility warrants for urban midblock crosswalks based on vehicular delay. *Transportation in Developing Economies*, 7(2), 18. <https://doi.org/10.1007/s40890-021-00128-1>
- Hariani, M. L., Maharani Rifqi, P., & Septiani Ayunindita, A. (2024). The effectiveness of pedestrian crossing

- bridges for urban areas in Indonesia based on crossing times and pedestrian perspective. *Asian Journal of Engineering, Social and Health*, 3(9), 2020–2034.
<https://doi.org/10.46799/ajesh.v3i9.383>
- Hermawan, D., Setiyo Huboyo, H., & Putranto, T. T. (2023). Perencanaan kebutuhan fasilitas pejalan kaki pada area pendidikan Jalan Perjuangan Cirebon. *Jurnal Profesi Insinyur Indonesia*, 1(5), 169–175.
- Idris, Z. (2007). Jembatan penyeberangan di depan kampus UMS sebagai fasilitas pejalan kaki. *Dinamika Teknik Sipil*, 7, 87–93.
- Intari, D. E., Setiawati, D. N., & Eliany, M. (2019). Analisis kebutuhan fasilitas penyeberangan jalan di depan Universitas Sultan Ageng Tirtayasa Kota Serang. *Jurnal Fondasi*, 8(2).
- ITDP (Institute for Transportation and Development Policy). (2024, February 29). Pedestrian bridges make cities less walkable. Why do cities keep building them?
<https://itdp.org/2024/02/29/pedestrian-bridges-make-cities-less-walkable-why-do-cities-keep-building-them/>
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2017). Persyaratan kemudahan bangunan gedung. Kementerian PUPR.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2018). Surat Edaran Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 02/SE/M/2018 tentang Perencanaan Teknis Fasilitas Pejalan Kaki.
- Kementerian Perhubungan Republik Indonesia. (2014). Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor PM 13 Tahun 2014 tentang Rambu Lalu Lintas.
- Kementerian Perhubungan Republik Indonesia. (2018). Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor 47 Tahun 2018 tentang Marka Jalan.
- Kurnia Alam, H., H. M., A. M., & Legowo, S. J. (2015). Evaluasi tingkat pelayanan jembatan penyeberangan orang (Studi kasus jembatan penyeberangan Pasar Kartosuro Sukoharjo). *Matriks Teknik Sipil*, 3, 1183–1190.
- Kurniawan, S., Putra Pratama, H., & Maskyur. (2019). Analisis karakteristik penyeberangan pejalan kaki pada ruas Jalan Jenderal Sudirman Kota Metro. Tapak, 9(1), 2089–2098.
<http://u.lipi.go.id/1320332466>
- Malaiholo, D., Arliansyah, J., & Buchari, E. (2016). Analisis kebutuhan fasilitas pejalan kaki di kawasan Masjid Agung Kota Palembang. *Jurnal Penelitian dan Kajian Teknik Sipil*, 4, 1611–1618.
- Manthirikul, S., Jain, U., & Amshala, V. T. (2022). A critical review of grade-separated pedestrian crossing facilities. *Journal of Transportation Engineering, Part A: Systems*, 148(10).
<https://doi.org/10.1061/JTEPBS.0000711>
- Manthirikul, S., Jain, U., & Marisamynathan, S. (2023). Pedestrian waiting delay at signalized midblock crosswalks under mixed traffic conditions. *Journal of Transportation Engineering, Part A: Systems*, 149(11).
<https://doi.org/10.1061/JTEPBS.TEENG-7541>
- Pattisina, A. R., Fitri, A., & Widayanti, R. (2021). Faktor-faktor yang mempengaruhi kepuasan pengguna jembatan penyeberangan orang (JPO) pada pelayanan strategis berskala nasional di Kota Surabaya. *Jurnal Manajemen Aset Infrastruktur & Fasilitas*, 5(1).
- Prayogi, F., Priyanto, S., & Muthohar, I. (2020). Analisis kinerja dan tingkat pelayanan fasilitas pejalan kaki di kawasan Stasiun Karet. *Jurnal Transportasi*, 25, 59–68.

- Roeroe, M. I., Antow, D. T., & Mamesah, E. L. (2024). Perlindungan hukum terhadap pejalan kaki di area zebra cross. *Lex Privatum*, 16.
- Sadeek, S. N., Rahman, M. H., & Rifaat, S. M. (2025). Understanding pedestrian bridge usage considering perception and socio-demographic characteristics of the road users in Dhaka city. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 31, 101384. <https://doi.org/10.1016/j.trip.2025.101384>
- Simanjuntak, M. B., Yulianto, & Rajaguguk, W. (2018). Studi efektifitas penggunaan jembatan penyeberangan orang (JPO) di kawasan Lapangan Merdeka Medan. *Jurnal Arsitektur ALUR*, 1, 22–30.
- Tambunan, A. F. (2022). Efektivitas penggunaan jembatan penyeberangan orang (JPO) di Kota Sibolga. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Teknik*, 2, 307–315.
- Theofilatos, A., Ziakopoulos, A., Oviedo-Trespalacios, O., & Timmis, A. (2021). To cross or not to cross? Review and meta-analysis of pedestrian gap acceptance decisions at midblock street crossings. *Journal of Transport & Health*, 22, 101108. <https://doi.org/10.1016/j.jth.2021.101108>
- Widiyanti, D. (2016). Perencanaan desain fasilitas pejalan kaki di kawasan perkotaan di Kota Malang. *Jurnal Penelitian Transportasi Darat*, 18(2), 97–108.
- Zareharofteh, F., & Eslami, M. (2021). Pedestrians' outstanding beliefs regarding bridge use: A directed content analysis. *Health Education and Health Promotion*, 9, 127–134.
- Zhang, Y., & Fricker, J. D. (2021). Investigating temporal variations in pedestrian crossing behavior at semi-controlled crosswalks: A Bayesian multilevel modeling approach. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 76, 92–108. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2020.11.002>