

Infrastruktur ramah pesepeda di berbagai belahan dunia: tinjauan literatur terhadap fasilitas, regulasi, dan penegakan hukum di enam negara

Laziqoh Zahatul Tolab^{1,*}, Faizul Chasanah¹, Ricky Aulia Nugraha¹

¹Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Sleman, Indonesia

Article Info

Available online

Keywords:

Cycling facilities
Cycling infrastructure
Narrative literatur review
Punishment
Regulations

Corresponding Author:

Laziqoh Zahatul Tolab
laziqoh.zahatul.tolab@gmail.com

Abstract

The use of bicycles as sustainable transportation is increasing globally, but its effectiveness depends on adequate infrastructure and supportive policies. This study evaluates the effectiveness of cycling infrastructure, supporting facilities, regulations, and law enforcement in ensuring cyclist safety and comfort across different geographic and administrative contexts. The research method employed is a literature review with a comparative analysis of six regions: Indonesia, Malaysia, the Netherlands, New Zealand, Canada, and Afrika Selatan. The results indicate significant disparities in the implementation of facilities; the Netherlands leads as a global standard through the “bicycle street” concept and intelligent traffic management systems, while developing countries such as Indonesia, Malaysia, and Afrika Selatan still face challenges in the form of fragmented lanes, technical design inconsistencies, and low compliance with road geometric standards. Regulatory differences are also evident in the varying helmet requirements and the more mature efforts to integrate active transportation in developed countries. Additionally, law enforcement is a key factor, low financial fines in Indonesia are considered insufficient to provide an optimal deterrent effect compared to the demerit point systems and consistent penalties implemented in Canada, New Zealand, and the Netherlands. Thus, the success of a bicycle-based transportation system is not solely determined by the provision of physical lanes, but must be supported by adequate signage, clear regulations, and a “share the road” culture that is consistently enforced to create a safe, comfortable, and sustainable mobility ecosystem.

Copyright © 2026 Universitas Islam Indonesia
All rights reserved

Latar Belakang

Moda perpindahan alur perjalanan manusia, distribusi barang maupun jasa dilakukan dengan menggunakan alat transportasi. Transportasi darat menjadi transportasi yang dominan digunakan di berbagai belahan dunia. Jenis transportasi darat sangat beragam, seperti sepeda motor, mobil, bus, kereta api, angkutan umum, dan sepeda. Penggunaan transportasi dengan bahan

bakar gas sangat beresiko meningkatkan pencemaran udara (Aryanta & Maharani, 2023). Upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi pencemaran tersebut adalah dengan menggalakkan penggunaan transportasi ramah lingkungan, yaitu sepeda (Hubbig dkk., 2024).

Di berbagai belahan dunia sudah banyak negara yang menormalisasikan penggunaan sepeda sebagai moda transportasi.

Penggunaan sepeda sebagai moda transportasi berkelanjutan semakin populer secara global, tetapi efektivitasnya sangat bergantung pada ketersediaan infrastruktur dan kerangka kebijakan yang memadai (Gumelar dkk., 2023). Di Indoensia, semakin meningkatnya ketertarikan masyarakat terhadap penggunaan sepeda saat ini banyak komunitas pecinta sepeda yang biasa disebut *gowes* (Iswantono dkk., 2021).

Bersepeda tidak hanya memberikan manfaat bagi keberlanjutan lingkungan melalui pengurangan emisi dan konsumsi energi, tetapi juga memberikan dampak positif bagi kesehatan masyarakat dengan meningkatkan kebugaran fisik dan kualitas hidup (Lukita dkk., 2025; Setiabudi dkk., 2025). Menurut Institute for Transportation and Development Policy (ITDP) (2021) kondisi pesepeda mengalami peningkatan yang cukup signifikan saat pandemi Covid-19 enam tahun lalu. Meningkatnya jumlah pengguna sepeda tersebut, mendorong pemerintah untuk memperkuat regulasi terkait keselamatan dan penyediaan infrastruktur pesepeda, salah satunya melalui Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 59 Tahun 2020 tentang Keselamatan Pesepeda di Jalan (Institute for Transportation and Development Policy Indonesia, 2024). Sebagai bentuk tanggung jawab dalam melindungi dan memfasilitasi masyarakat, pemerintah memiliki peran penting dalam mengembangkan infrastruktur dan fasilitas pendukung bagi pesepeda. Namun, dalam implementasinya, jalur sepeda yang tersedia saat ini masih belum sepenuhnya dilengkapi dengan berbagai fasilitas pendukung yang diperlukan untuk menjamin keselamatan, keamanan, dan kenyamanan pesepeda selama berkendara (Patrick, 2024). Tidak hanya di Indonesia, setiap negara tentunya memiliki aspek yang perlu dibenahi dan diimplementasikan guna mendukung pengguna sepeda sebagai moda transportasi.

Penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi efektivitas infrastruktur dan kebijakan

pendukung dalam menjamin keselamatan serta kenyamanan pesepeda di berbagai konteks geografis dan administratif. Analisis ini menyoroti diskrepansi antara ketersediaan infrastruktur fisik dengan kerangka regulasi yang ada, mengingat bahwa efektivitas fasilitas sangat bergantung pada pemeliharaan berkala serta penegakan aturan yang konsisten bagi seluruh pengguna jalan (Gumelar dkk., 2023). Studi komparatif ini menganalisis disparitas implementasi infrastruktur, mulai dari keberhasilan kebijakan Belanda yang menetapkan standar global (Harms dkk., 2016), hingga tantangan operasional di Indonesia dan Malaysia terkait pemeliharaan marka serta kepatuhan pengguna (Khoirunnisa', 2026; Prahara dkk., 2025; Salim dkk., 2025).

Perbedaan kondisi tersebut menunjukkan bahwa keberhasilan pengembangan infrastruktur pesepeda tidak hanya bergantung pada aspek fisik, tetapi juga pada dukungan tata kelola dan kebijakan yang efektif. Oleh karena itu, penelitian ini turut mengevaluasi bagaimana integrasi antara infrastruktur dan regulasi diterapkan di Selandia Baru, Kanada, dan Afrika Selatan yang pengembangan fasilitas pesepedanya sangat dipengaruhi oleh prioritas kebijakan pemerintah daerah dalam mengatasi keterbatasan jalur khusus bagi pesepeda (Adam dkk., 2020; Pojani dkk., 2017). Berbagai studi menunjukkan bahwa penyediaan jalur sepeda saja belum cukup untuk menjamin keselamatan dan kenyamanan pengguna apabila tidak disertai perlindungan yang memadai serta penegakan hukum yang tegas terhadap penyalahgunaan jalur oleh kendaraan bermotor (Kurniawan, 2025). Selain itu, persepsi pesepeda terhadap keamanan dan kenyamanan infrastruktur juga menjadi faktor penting yang memengaruhi minat masyarakat untuk bersepeda di kawasan perkotaan (Khoirunnisa' dkk., 2025). Dengan demikian, pengembangan infrastruktur pesepeda perlu dilakukan secara komprehensif melalui penyediaan

jalur yang aman, desain yang menarik, integrasi dengan tata guna lahan, serta fasilitas pendukung seperti pencahayaan yang memadai dan area parkir sepeda yang aman (Wijaya et al., 2023).

Berdasarkan uraian tersebut, pengembangan infrastruktur pesepeda memerlukan dukungan fasilitas yang memadai, rambu-rambu yang jelas, regulasi yang efektif, dan penegakan hukum yang konsisten. Namun, masih terdapat perbedaan dan kesenjangan implementasi di berbagai negara. Oleh karena itu, penelitian ini menggunakan *narrative literature review* untuk membandingkan fasilitas, rambu-rambu, regulasi, dan sanksi bagi pesepeda di berbagai negara guna mengidentifikasi praktik yang lebih komprehensif dan peluang pengembangan transportasi berkelanjutan.

Metode Penelitian

Penelitian ini menerapkan metode *narrative literature review* dengan menelusuri basis data ilmiah nasional maupun internasional terkait transportasi dan mobilitas mikro sepeda diberbagai belahan dunia melalui *google scholar*. Pencarian dilakukan menggunakan kombinasi kata kunci dalam bahasa indonesia dan bahasa inggris, antara lain *cycling infrastructure, bicycle facilities, cycling regulations, cycling safety, bike lane, active transportation, non-motorized transport*, fasilitas pesepeda, jalur sepeda, regulasi pesepeda, dan keselamatan pesepeda. Rentang waktu literatur diambil dari tahun 2015 – 2026. Meskipun penelitian ini memprioritaskan literatur yang relatif mutakhir, beberapa sumber yang lebih lama tetap digunakan apabila memiliki relevansi yang tinggi dan menjadi salah satu referensi utama yang membahas kondisi infrastruktur pesepeda pada wilayah tertentu. Hal ini dilakukan terutama pada negara atau wilayah yang memiliki keterbatasan jumlah publikasi terkait topik penelitian.

Pemilihan negara Indonesia, Malaysia, Belanda, Selandia Baru, Kanada, dan Afrika Selatan didasarkan pada perbedaan tingkat

perkembangan infrastruktur pesepeda, kebijakan transportasi, serta karakteristik sosial dan geografis yang dimiliki masing-masing wilayah. Indonesia dan Malaysia dipilih sebagai representasi negara berkembang di Asia Tenggara yang sedang berupaya meningkatkan penggunaan sepeda sebagai moda transportasi berkelanjutan. Namun, masih menghadapi tantangan dalam implementasi dan pemeliharaan fasilitas (Prahara et al., 2025; Ramli et al., 2018). Belanda dipilih karena memiliki tingkat penggunaan sepeda yang tinggi, didukung oleh jaringan infrastruktur yang luas, serta kebijakan yang mendukung mobilitas bersepeda sehingga banyak dijadikan contoh dalam pengembangan transportasi berbasis sepeda (Harms et al., 2016; Pucher & Buehler, 2007). Selandia Baru dipilih karena telah memiliki pedoman nasional dalam perencanaan dan desain jaringan sepeda yang menekankan aspek keselamatan, kenyamanan, dan integrasi dengan sistem transportasi lainnya (NZ Transport Agency Waka Kotahi, n.d.). Kanada dipilih karena aktif mengembangkan transportasi aktif (*active transportation*) melalui investasi infrastruktur sepeda untuk mendukung mobilitas rendah emisi (Housing, 2026). Sementara itu, Afrika Selatan dipilih sebagai representasi wilayah di Afrika yang sedang mengembangkan transportasi tidak bermotor (*non-motorized transport*) guna mengurangi ketergantungan terhadap kendaraan bermotor dan mendukung mobilitas berkelanjutan (Duri, 2024; Lekgothoane, 2015). Variasi karakteristik tersebut memungkinkan analisis komparatif yang lebih komprehensif untuk mengidentifikasi perbedaan karakteristik, tantangan, dan peluang pengembangan infrastruktur pesepeda di berbagai negara.

Melalui studi komparatif tersebut, penelitian ini mengevaluasi urgensi integrasi moda mikromobilitas ke dalam kerangka regulasi transportasi yang lebih komprehensif, mengingat kebijakan di negara maju telah mengedepankan sinkronisasi antara perlindungan pengguna, kepastian standar

teknis kendaraan, dan pembagian ruang jalan yang spesifik (Yuniar et al., 2026).

Hasil dan Pembahasan

Parameter hasil kajian literatur menunjukkan bahwa pengembangan infrastruktur pesepeda di berbagai negara memiliki karakteristik yang berbeda-beda. Oleh karena itu, pembahasan dalam penelitian ini difokuskan pada empat aspek utama, yaitu kondisi fasilitas pesepeda, rambu-rambu, regulasi, dan *punishment* di Indonesia, Malaysia, Belanda, Selandia Baru, Kanada, dan Afrika Selatan yang dapat dilihat pada Tabel 1. Sementara itu, potensi pengembangan fasilitas pesepeda dapat dilihat pada Tabel 2.

Kondisi fasilitas pesepeda

Berdasarkan Tabel 1. Menunjukkan bahwa fasilitas pesepeda Indonesia, khususnya di Kota Yogyakarta menurut Gumelar dkk., (2023), fasilitas sepeda di Provinsi DIY masih terpusat di Kota Yogyakarta dengan 64 ruas jalan yang memiliki jalur sepeda tipe C (tidak terproteksi). Secara umum, marka jalur sepeda, kualitas pandang, dan pencahayaan berada dalam kondisi baik, meskipun beberapa marka telah memudar atau rusak. Fasilitas parkir sepeda tersedia di beberapa lokasi, termasuk halte Trans Jogja, namun sebagian mengalami kerusakan. Selain itu, ditemukan beberapa masalah pada drainase, seperti tutup saluran yang tidak rapat dan berpotensi membahayakan pesepeda.

Di Malaysia dan Afrika Selatan (Contoh: Tshwane), fokus pengembangan beralih pada sistem sewa sepeda seperti "*JomBike*" dan "*Tshwane Bicycle*" untuk meningkatkan mobilitas berkelanjutan. Namun, di Malaysia masih ditemukan berbagai kekurangan seperti lebar jalur dan *buffer* yang tidak memenuhi standar, kurangnya trotoar berwarna untuk meningkatkan visibilitas, serta minimnya fasilitas persimpangan yang aman bagi pesepeda (Ramli dkk., 2018). Selain itu, layanan sewa sepeda seperti "*JomBike*" dan fasilitas parkir telah tersedia, tetapi jangkauan,

kapasitas, dan tingkat keamanannya masih perlu ditingkatkan.

Sementara itu, negara maju seperti Belanda dan Kanada telah mengimplementasikan jalur yang jauh lebih aman dan terintegrasi, dengan Belanda yang menonjolkan konsep "*bicycle street*" di mana mobil hanya berstatus tamu serta fasilitas parkir bertingkat yang mampu menampung ribuan unit sepeda. Studi empiris di Belanda dan wilayah urban lainnya menegaskan bahwa konfigurasi persimpangan yang memprioritaskan visibilitas serta pemisahan fisik terbukti mampu mereduksi risiko kecelakaan, meskipun efektivitasnya tetap harus disesuaikan dengan volume lalu lintas setempat (Warner dkk., 2017). Sebaliknya, di wilayah dengan keterbatasan ruang seperti Indonesia dan Afrika Selatan, tantangan utama justru terletak pada rendahnya pemenuhan standar geometrik jalan serta minimnya kelengkapan marka yang memadai, sehingga kerap memicu potensi konflik tinggi di persimpangan (Samsudin, 2020). Kondisi ini diperparah dengan lemahnya penegakan regulasi dan pemberian sanksi bagi pelanggar lalu lintas yang abai terhadap hak pengguna jalan rentan, sehingga urgensi standarisasi fasilitas keamanan seperti *zebra cross* dan rambu peringatan menjadi tidak terelakkan (Romadhona, 2019). Penelitian terbaru mengindikasikan bahwa penerapan marka serta rambu yang terdesain dengan baik mampu menekan potensi kecelakaan hingga 80% pada area berisiko tinggi melalui peningkatan visibilitas dan kepatuhan pengguna jalan (Haratama dkk., 2024). Adapun perbedaan jalur pesepeda dapat dilihat pada Gambar 1.

Tabel 1. Hasil Perbandingan Parameter Fasilitas Pesepeda di Enam Negara

Negara	Kondisi Fasilitas Pesepeda	Rambu-Rambu	Regulasi	Sanksi/Penegakan Hukum
Indonesia	Jalur sepeda di kota besar (Jakarta dan Yogyakarta) menggunakan sistem <i>bike sharing</i> ; di Yogyakarta terdapat 64 ruas jalan dengan jalur Tipe C (tidak terproteksi), ruang tunggu sepeda (<i>bike box</i>), dan fasilitas parkir	Rambu jalur sepeda, rambu beri jalan (<i>yield</i>), petunjuk awal/akhir jalur, peringatan kelandaian, serta notifikasi lajur sepeda di trotoar	PM PUPR No. 30 Tahun 2018 (infrastruktur), regulasi daerah seperti " <i>Jakarta Bike Lane</i> ", dan kebijakan <i>Car Free Day</i>	Denda Rp100.000,00 (UU No. 22/2009) atau hukuman berdasarkan KUHP Pasal 211 jika merintangi atau membahayakan ketertiban jalan
Malaysia	Jalur konvensional, dua arah, jalur yang ditinggikan, <i>buffered lane</i> , layanan sewa " <i>JomBike</i> ", dan parkir di pusat perbelanjaan dan stasiun MRT	Rambu penunjuk arah, marka jalur berwarna, dan marka trotoar; namun masih kekurangan sinyal sepeda standar di persimpangan besar	Diatur dalam Akta Pengangkutan Jalan 1987 tentang kewajiban memakai helm bagi pesepeda di bawah usia 16 tahun	Denda hingga beberapa ratus Ringgit untuk pelanggaran jalur atau tidak memakai helm (usia <16), tetapi penegakan hukum cenderung kurang intensif
Belanda	Jaringan rute sepeda hierarkis, konsep " <i>bicycle street</i> " di mana mobil adalah "tamu"; parkir bertingkat yang menampung ribuan sepeda	Sinyal lalu lintas responsif yang mengidentifikasi akumulasi sepeda untuk menentukan fase lampu hijau/merah secara optimal	Sangat komprehensif; wajib menggunakan jalur sepeda yang ditandai, wajib menggunakan lampu saat gelap, sedangkan helm tidak wajib, tetapi sangat dianjurkan	Penegakan hukum sangat konsisten dan denda bervariasi antara 50 – 150 Euro (Rp1.016.951,50 – Rp 3.050.854,50) untuk pelanggaran seperti menerobos lampu merah
Selandia Baru	Jalur terpisah di Auckland/Wellington, rute rekreasi antar kota (seperti <i>Otago Central Rail Trail</i>), layanan perbaikan dan parkir strategis	Rambu " <i>Share the Road</i> ", batas kecepatan, petunjuk arah, dan pengenalan sinyal blok tengah	Wajib menggunakan helm bagi semua pesepeda, mematuhi aturan yang sama dengan kendaraan bermotor, dan kebijakan berbagi jalan	Denda sekitar NZD 55 (Rp 554.418,70) untuk pelanggaran helm, terdapat sistem poin demerit yang bisa berujung pada penangguhan hak bersepeda
Kanada	Jalur yang aman dan terintegrasi, program sewa sepeda umum seperti "BIXI" (Montreal) atau "Mobi" (Vancouver), dan parkir aman di dekat pusat kota	Rambu jalur sepeda, batas kecepatan, instruksi berhenti, serta rambu "Dilarang Belok pada Lampu Merah" untuk melindungi pesepeda	Aturan helm bervariasi (terutama wajib bagi anak-anak), dilarang bersepeda di trotoar kecuali di area tertentu, dan harus memberikan sinyal saat berbelok	Denda mulai dari CAD 60 hingga CAD 200 (Rp 753.538,20 – Rp 2.511.794,00), penggunaan sistem poin demerit, dan risiko penyitaan sepeda untuk pelanggaran serius
Afrika Selatan	Jalur khusus terpisah dari lalu lintas untuk menghubungkan pemukiman dan bisnis, layanan " <i>Afrika Selatan Bicycle</i> ", dan parkir aman di lokasi strategis	Sinyal lalu lintas hijau yang canggih di persimpangan dan rambu peringatan dan simbol jalur sepeda di jalan raya	Kebijakan Transportasi Tidak Bermotor (NMT), wajib menggunakan jalur sepeda jika tersedia, jika tidak, harus berkendara di sisi kiri jalan	Sanksi berupa denda finansial atau tindakan hukum berat dan penekanan pada aspek edukasi melalui kampanye keselamatan

Tabel 2. Potensi Pengembangan Fasilitas Pesepeda di Enam Negara

Negara	Potensi Pengembangan
Indonesia	Memiliki peluang besar untuk mengembangkan infrastruktur pesepeda melalui peningkatan konektivitas jalur sepeda, integrasi dengan transportasi umum, serta penguatan implementasi regulasi yang telah tersedia. Tingginya jumlah penduduk dan meningkatnya minat bersepeda menjadi modal utama dalam mendukung mobilitas berkelanjutan.
Malaysia	Berpotensi mengembangkan sistem pesepeda yang lebih terintegrasi melalui perluasan jaringan jalur sepeda dan standarisasi fasilitas di berbagai wilayah perkotaan. Dukungan kebijakan transportasi berkelanjutan dapat mempercepat pengembangan fasilitas transportasi ramah lingkungan.
Belanda	Berpotensi menjadi pelopor inovasi infrastruktur pesepeda berbasis teknologi pintar (<i>smart cycling infrastructure</i>) dan model transportasi rendah karbon yang lebih adaptif terhadap perkembangan mobilitas masa depan.
Selandia Baru	Memiliki peluang untuk memperluas jaringan pesepeda ke wilayah yang belum terlayani serta meningkatkan integrasi antara infrastruktur sepeda dan sistem transportasi publik.
Kanada	Berpotensi memperkuat konsep <i>active transportation</i> melalui integrasi transportasi multimoda dan kebijakan transisi energi yang mendukung mobilitas rendah emisi.
Afrika Selatan	Memiliki peluang besar dalam pembangunan infrastruktur dasar pesepeda karena masih berada pada tahap pengembangan. Dukungan kebijakan transportasi tidak bermotor dapat menjadi pendorong utama peningkatan mobilitas berkelanjutan.



Indonesia
Sumber : Gumelar dkk., (2023)



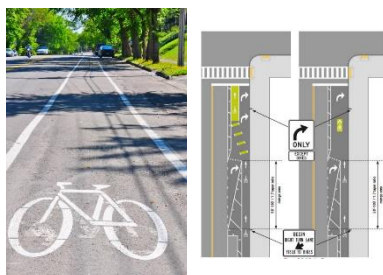
Malaysia
Sumber : Mohd Noor dkk., (2018)



Belanda
Sumber: (Bruno, 2020)



Selandia Baru
Sumber: Macbeth dkk., (2011)



Kanada
Sumber : Dreamstime (t.t.) (Kiri) dan Massachusetts Department of Transportation (MassDot), (2015)



Afrika Selatan
Sumber : Newan (2022)

Gambar 1. Perbedaan Jalur Pesepeda di Enam Negara

Analisis potensi pengembangan dilakukan melalui metode *gap analysis*, yaitu membandingkan kondisi eksisting yang ditemukan dalam literatur dengan praktik komprehensif yang diterapkan pada negara lain. Tabel 2. menyajikan potensi pengembangan fasilitas pesepeda, seperti di Indonesia memiliki potensi untuk meningkatkan konektivitas jalur sepeda melalui integrasi jaringan, penyediaan fasilitas pendukung yang lebih baik, dan penguatan penegakan regulasi (Gumelar dkk., 2023; Prahara dkk., 2025) Malaysia berpotensi mengembangkan sistem pesepeda yang lebih terintegrasi melalui standardisasi fasilitas dan peningkatan keselamatan pengguna jalan (Ramli dkk., 2018). Belanda memiliki peluang untuk mengembangkan smart cycling infrastructure berbasis teknologi karena didukung infrastruktur dan budaya bersepeda yang sudah matang (Harms dkk., 2016; Reggiani dkk., 2019). Selandia Baru berpotensi memperluas jaringan jalur sepeda dan meningkatkan integrasinya dengan transportasi publik guna mendukung mobilitas berkelanjutan (Macbeth dkk., 2011; Thorne dkk., 2022) Kanada memiliki peluang untuk memperkuat transportasi aktif melalui peningkatan konektivitas jaringan sepeda dan integrasi antarmoda ((Housing, 2026). Sementara itu, Afrika Selatan berpotensi mengembangkan infrastruktur pesepeda melalui perluasan jaringan jalur sepeda, penyediaan fasilitas pendukung, dan peningkatan kesadaran masyarakat terhadap transportasi tidak bermotor (Duri, 2024; Lekgothoane, 2015).

Rambu-rambu pendukung pesepeda

Dalam aspek rambu-rambu lalu lintas yang disajikan pada Tabel 1. mengidentifikasi bahwa teknologi yang diterapkan di negara-negara maju cenderung lebih cerdas dan proaktif dibandingkan rambu konvensional di Indonesia yang masih didominasi penanda visual kelandaian atau petunjuk awal/akhir jalur. Menurut Gumelar dkk., (2023), rambu yang umum digunakan antara lain penanda jalur sepeda, penyeberangan

sepeda, larangan parkir, dan jalur sepeda alternatif. Namun, masih ditemukan beberapa kendala seperti kurangnya petunjuk arah pada jalur alternatif serta kondisi rambu yang rusak atau tertutup cat. Di Malaysia, menurut penelitian Shekari dkk., (2015) menunjukkan bahwa Jalan Canberra dan Jalan Utama Putrajaya masih kekurangan sinyal sepeda, penyeberangan, dan pencahayaan yang memadai untuk mendukung keselamatan pesepeda. Sementara itu, Ramli dkk., (2018) menemukan bahwa meskipun sebagian besar jalur sepeda telah dilengkapi rambu dan marka, masih terdapat masalah seperti marka yang pudar, kurang terawat, dan tumpang tindih, sehingga berpotensi membingungkan serta membahayakan pesepeda.

Belanda menggunakan metodologi berbasis pengelompokan (*clustering*) yang dapat mengidentifikasi akumulasi sepeda melalui sensor untuk kemudian mengatur fase lampu hijau secara optimal (Reggiani dkk., 2019). Meskipun tidak menunjukkan jumlah sepeda secara pasti, metode ini efektif untuk pengelolaan lalu lintas berbasis data dan peningkatan efisiensi jaringan sepeda.

Kanada menerapkan sistem *Split Leading Bicycle Interval* (LBI) untuk memberikan waktu bagi pesepeda bergerak lebih awal guna menghindari konflik dengan kendaraan yang berbelok. Selandia Baru dan Afrika Selatan lebih menekankan pada aspek keselamatan sosial melalui rambu "*Share the Road*" dan sinyal lampu hijau canggi yang menegaskan bahwa jalan raya adalah ruang milik bersama bagi semua pengguna. Menurut Macbeth dkk., (2011), pengaturan waktu sinyal di Auckland, Selandia Baru dilakukan dengan sinyal yang berdekatan dan memodifikasi tata letak pendekat hulu untuk menghilangkan gangguan pergantian lajur dan meningkatkan pengenalan sinyal blok tengah yang baru.

Di Afrika Selatan, rambu pesepeda berfungsi meningkatkan keselamatan dan kenyamanan bersepeda melalui tanda

peringatan, petunjuk arah, jalur sepeda khusus, serta prioritas pesepeda di persimpangan (Duri, 2024). Rambu-rambu ini menjadi bagian dari pengembangan infrastruktur ramah sepeda untuk mendorong penggunaan sepeda, mengurangi kemacetan, menekan emisi karbon, dan mendukung gaya hidup sehat.

Regulasi terkait pesepeda

Tabel 1. menunjukkan adanya perbedaan signifikan regulasi pesepeda di enam negara yang terlihat pada aturan keselamatan fisik dan prioritas jalan. Di Indonesia, regulasi utama merujuk pada PM PUPR No. 30 Tahun 2018 tentang infrastruktur pesepeda serta kebijakan daerah seperti "*Jakarta Bike Lane*". Kebijakan "*car free day*" di Jakarta dan kota lainnya juga mendukung promosi penggunaan sepeda (Iswantono & Kadembo, 2021). Selain itu, terdapat peraturan dari Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) Nomor 05/SE/Db/2021 tentang perancangan fasilitas pesepeda. Kewajiban penggunaan helm menjadi titik perbedaan utama. Selandia Baru mewajibkannya bagi seluruh pesepeda di semua jalur (Bertaud, 2014). Selandia Baru juga mewajibkan pesepeda mematuhi aturan lalu lintas seperti kendaraan bermotor, didukung jalur sepeda terpisah, rambu yang jelas, kebijakan *Share the Road*, dan kampanye edukasi keselamatan. Regulasi ini bertujuan meningkatkan keselamatan, mengurangi kecelakaan, dan mendorong budaya bersepeda yang lebih luas. Sementara itu, Malaysia dalam Akta Pengangkutan Jalan 1987 lebih memprioritaskan kewajiban tersebut bagi anak-anak atau remaja di bawah usia 16 tahun (Khair dkk., 2019), begitu juga dengan Kanada. Kanada juga melakukan pengelolaan "*bike sharing*" ditingkatkan melalui aturan parkir yang jelas dan mekanisme penilaian pengguna untuk menciptakan lingkungan bersepeda yang lebih aman dan tertib.

Belanda memiliki tingkat penggunaan sepeda tertinggi, tidak mewajibkan helm

secara hukum karena faktor keamanan infrastruktur yang sudah sangat mumpuni, namun tetap mewajibkan penggunaan lampu saat berkendara di malam hari. Pemerintah Belanda terus mengembangkan infrastruktur dan kampanye keselamatan bersepeda untuk meningkatkan penggunaan sepeda serta mengurangi ketergantungan pada kendaraan bermotor. Menurut Bruno (2020), jalan sepeda pertama di Belanda dibangun di Utrecht pada tahun 1996 dengan tujuan memperluas jaringan sepeda. Belanda tidak memiliki dasar hukum khusus yang mengatur jalan sepeda. Akibatnya, setiap daerah memiliki kebijakan sendiri terkait pembatasan kendaraan bermotor dan fungsi jalan sepeda. Ketidadaan status hukum ini membuat perlindungan bagi pesepeda relatif lemah dan membuka peluang perubahan fungsi jalan sepeda untuk tetap mengakomodasi kendaraan bermotor.

Regulasi pesepeda di Afrika Selatan mewajibkan penggunaan jalur sepeda yang tersedia, mengharuskan pesepeda mengikuti aturan lalu lintas, serta didukung rambu khusus dan kampanye edukasi keselamatan. Menurut Lekgothoane (2015), kebijakan transportasi tidak bermotor mendukung penggunaan sepeda sebagai transportasi berkelanjutan dan mewajibkan ITP mengakomodasi kebutuhan pesepeda. Berbagai kebijakan nasional tersebut, seperti *White Paper on National Transport Policy* tahun 1996, *National Road Traffic Regulations* tahun 1999, dan *Urban Transport Act* tahun 1977, turut mendorong pengembangan transportasi tidak bermotor dan penyediaan fasilitas bersepeda yang aman, berkelanjutan, serta ramah lingkungan.

Sanksi bagi pesepeda

Pada Tabel 1. disajikan aspek sanksi (*punishment*) ketegasan dari penegakan hukum sangat menentukan efektivitas aturan yang ada. Di Indonesia, denda sebesar Rp100.000,00 berdasarkan UU No. 22 Tahun 2009 dinilai belum memberikan efek jera yang optimal bagi pelanggar (Kudu &

Soeskandi, 2023). Malaysia menerapkan denda bagi pesepeda dapat dikenakan denda jika melanggar aturan, seperti tidak menggunakan jalur sepeda yang ditentukan atau tidak mengenakan helm, terutama bagi mereka yang berusia di bawah 16 tahun yang didasarkan pada Akta Pengangkutan Jalan 1987 (Khair dkk., 2019). Hal ini kontras dengan Belanda yang menerapkan denda konsisten mulai dari 50 hingga 150 Euro (Rp1.016.951,50 – Rp 3.050.854,50) untuk pelanggaran seperti menerobos lampu merah (Dooper, 2016). Selandia Baru dan Kanada melangkah lebih jauh dengan menerapkan sistem poin demerit dan akumulasi poin pelanggaran tidak hanya berujung pada denda uang. Besaran denda akibat pelanggaran di Selandia Baru untuk tidak mengenakan helm mencapai sebesar NZD 55 (Rp 554.418,70) (Thorne dkk., 2022). Sementara itu, di Kanada jumlah besaran denda bervariasi antar provinsi, pelanggaran umum seperti tidak menggunakan helm, melanggar lampu merah, atau tidak memberikan sinyal saat berbelok dapat dikenakan denda mulai dari CAD 60 hingga CAD 200 (Rp 753.538,20 – Rp 2.511.794,00) (Si dkk., 2024). Secara keseluruhan, Belanda menunjukkan tingkat integrasi infrastruktur, regulasi, dan penegakan hukum yang relatif lebih komprehensif dibandingkan negara lain yang dikaji karena mampu mengintegrasikan keempat aspek tersebut secara harmonis untuk menciptakan lingkungan bersepeda yang paling aman dan nyaman.

Potensi pengembangan fasilitas pesepeda

Tabel 2. menyajikan gambaran komprehensif mengenai masa depan mobilitas berkelanjutan di enam wilayah dengan fokus pada optimalisasi infrastruktur dan penguatan regulasi. Indonesia dan Malaysia memiliki potensi besar dalam memperluas konektivitas jalur sepeda dan menstandarisasi fasilitas untuk mendukung minat masyarakat yang terus meningkat terhadap transportasi ramah lingkungan. Sementara itu, Belanda memosisikan diri

sebagai pemimpin dalam inovasi teknologi cerdas (*smart cycling infrastructure*), sedangkan Selandia Baru dan Kanada berfokus pada integrasi transportasi multimoda untuk menciptakan jaringan perjalanan yang lebih aman dan rendah emisi. Di sisi lain, Afrika Selatan memiliki peluang strategis untuk membangun fondasi infrastruktur dasar yang kuat melalui kebijakan transportasi tidak bermotor guna mengurangi ketergantungan pada kendaraan pribadi sejak dini. Secara keseluruhan, pengembangan ini diarahkan untuk menciptakan ekosistem bersepeda yang lebih adaptif, aman, dan terintegrasi secara global.

Gap penelitian

Hasil kajian menunjukkan beberapa gap yang masih menghambat pengembangan transportasi berbasis sepeda. Dari aspek regulasi, efektivitas penegakan hukum dan sistem sanksi masih menjadi tantangan, termasuk ketidakjelasan status hukum pada beberapa fasilitas sepeda inovatif. Dari aspek teknis, masih ditemukan ketidaksesuaian antara standar desain dan implementasi di lapangan, seperti keterbatasan fasilitas keselamatan dan belum terpenuhinya standar infrastruktur pada beberapa lokasi. Selain itu, konektivitas jalur sepeda di sejumlah kota masih terfragmentasi sehingga belum membentuk jaringan yang terintegrasi. Dari aspek teknologi, sistem manajemen lalu lintas pesepeda masih memiliki keterbatasan dalam menyediakan data yang akurat secara *real time*. Sementara itu, dari aspek sosial, persepsi terhadap keselamatan infrastruktur yang tersedia turut memengaruhi tingkat kepatuhan pengguna terhadap regulasi. Oleh karena itu, diperlukan penguatan regulasi dan penegakan hukum, peningkatan kualitas serta standarisasi infrastruktur, pengembangan teknologi transportasi yang lebih andal, serta pembangunan jaringan jalur sepeda yang terintegrasi dan didukung budaya *share the road* guna mewujudkan mobilitas yang aman dan berkelanjutan.

Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan

Berdasarkan hasil kajian, tingkat pengembangan fasilitas pesepeda di Indonesia, Malaysia, Belanda, Selandia Baru, Kanada, dan Afrika Selatan menunjukkan perbedaan dalam aspek infrastruktur, regulasi, dan penegakan hukum. Belanda memiliki sistem yang relatif lebih komprehensif, sedangkan Selandia Baru dan Kanada telah menunjukkan integrasi yang baik antara fasilitas sepeda dan transportasi publik. Sementara itu, Indonesia, Malaysia, dan Afrika Selatan masih menghadapi tantangan terkait konektivitas jalur, fasilitas pendukung, dan penegakan aturan. Hasil kajian juga menunjukkan bahwa keberhasilan transportasi berbasis sepeda tidak hanya bergantung pada ketersediaan jalur sepeda, tetapi juga pada dukungan regulasi, rambu-rambu, dan pengawasan yang efektif. Oleh karena itu, diperlukan peningkatan konektivitas infrastruktur, kualitas fasilitas, penegakan hukum, serta pemanfaatan teknologi untuk mewujudkan sistem transportasi pesepeda yang aman dan berkelanjutan.

Saran

Khususnya untuk Indonesia, diperlukan peningkatan kualitas dan konektivitas jalur sepeda yang terintegrasi dengan transportasi publik, didukung fasilitas pendukung yang aman, regulasi yang kuat, serta penegakan hukum yang konsisten. Selain itu, edukasi budaya *share the road* perlu ditingkatkan. Penelitian selanjutnya disarankan mengkaji efektivitas kebijakan pesepeda, perilaku pengguna, serta pemanfaatan teknologi transportasi cerdas dalam mendukung mobilitas berkelanjutan.

Daftar Pustaka

- Adam, L., Jones, T., & te Brömmelstroet, M. (2020). Planning for cycling in the dispersed city: establishing a hierarchy of effectiveness of municipal cycling policies. *Transportation*, 47(2), 503–527. <https://doi.org/10.1007/s11116-018-9878-3>
- Aryanta, I. W. R., & Maharani, S. E. (2023). Dampak Buruk Polusi Udara Bagi Kesehatan Dan Cara Meminimalkan Risikonya. *JURNAL ECOCENTRISM*, (2), 47–58. <https://doi.org/https://doi.org/10.36733/jeco.v3i2.7035>
- Bertaud, A. (2014). Markets, design through regulations, and housing affordability. In *New York University, Stern School of Business*.
- Bruno, M. (2020). The challenge of the bicycle street: Applying collaborative governance processes while protecting user centered innovations. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 7. <https://doi.org/10.1016/j.trip.2020.100209>
- Dooper, S. (2016). *Cycling around the car: an analysis of America's car culture, cycling for transportation in the Netherlands, and an exploration of policy solutions*. [University of Louisville]. <https://doi.org/10.18297/honors/110>
- Duri, B. (2024). The Perceived Effectiveness of Planned Measures of Modal Shift in Tshwane, South Africa. *Transactions on Transport Sciences*, 15(1), 49–55. <https://doi.org/10.5507/tots.2023.022>
- Gumelar, A., Dewanti, D., & Priyanto, S. (2023). Performace and recommendations for The Development of Bicycle Facilities in The Special Region of Yogyakarta. *Journal of Civil Engineering and Planning*, 4(1), 34–48. <https://doi.org/10.37253/jcepv4i1.7292>
- Haratama, K. R., Susanti, A., Widayanti, A., Wibisono, R. E., Supriyatno, D., Mahardi, P., & Pattisina, A. R. (2024). Improvement on Street Safety using In-Street Pedestrian Crossing Sign: A Literature Review. *Advances in Engineering Research/Advances in Engineering Research*, 322–330. https://doi.org/https://doi.org/10.2991/978-94-6463-626-0_33
- Harms, L., Bertolini, L., & Brömmelstroet, T. M. (2016). Performance of Municipal Cycling Policies in Medium-Sized Cities in the Netherlands since 2000. *Transport Reviews*, 36, 134–162.
- Housing, I. and C. C. (2026). *Canada and Hamilton invest in active transportation infrastructure*. <https://www.canada.ca/en/housing-infrastructure-communities/news/2026/03/canada-and-hamilton-invest-in-active-transportation-infrastructure.html>
- Hubbig, A., Hasan, A., Anif, B., Carlo, N., & Fuadi, A.-B. (2024). Strategi Mewujudkan Kampus Hijau Melalui Transportasi Berkelanjutan

- Menurut UI GreenMetric Di Kampus Politeknik Negeri Medan. *STRUCTURE (JURNAL SIPIL)*, 6(1), 1–13. <https://doi.org/https://doi.org/10.31000/civil.v6i1.11127>
- Institute for Transportation and Development Policy Indonesia. (2024). *Meningkatkan keselamatan jalan melalui adopsi dan regulasi kendaraan listrik roda dua*.
- Institute for Transportation and Development Policy (ITDP). (2021). *Annual report 2020*.
- Iswantono, T., Angelia, E., & Kadembo, M. (2021). Analisa Perilaku Happy Gowes Terhadap Marka Utuh Di Jalan Darmo Surabaya. *Court Review: Jurnal Penelitian Hukum*, 1(3), 35–46.
- Khair, S. K. M., Dahlan, N. H. M., & Wahab, H. (2019). Konsep Liabiliti Dan Pemberian Pampasan Ganti Rugi Dalam Kemalangan Jalan Raya Menurut Perundangan Islam. *UUM Journal of Legal Studies*, (10), 45–77.
- Khoirunnisa', R. (2026). Navigating User Needs: Priority Improvements of Bicycle Lanes in Suroto Street, Yogyakarta City. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1595(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1595/1/012002>
- Khoirunnisa', R., Agustin, I. W., & Sutikno, F. R. (2025). Prioritas Utama Pelayanan Jalur Sepeda Berdasarkan Persepsi Pengguna di Jalan Suroto, Kota Yogyakarta. In *JURPAS Journal of Urban and Regional Planning Society* (Vol. 01).
- Kudu, F. R., & Soeskandi, H. (2023). Penerapan Sanksi Yang Tepat Terhadap Pengguna Sepeda Yang Melanggar Aturan Lalu Lintas. *Bureaucracy Journal: Indonesia Journal of Law and Social-Political Governance*, 3(1). <https://doi.org/10.53363/bureau.v3i1.190>
- Kurniawan, S. (2025). KAJIAN EFEKTIFITAS JALUR SEPEDA DENGAN METODE BICYCLE LEVEL OF SERVICE (BLOS) TAMAN MERDEKA KOTA METRO. *TAPAK (Teknologi Aplikasi Konstruksi) Jurnal Program Studi Teknik Sipil*, 14(2).
- Lekgothoane, D. (2015). *The feasibility of bicycling in moving away from the automobile-centric city: The case of Johannesburg*.
- Lukita, C., Pebiyanti, M. M., Henry, H., Tan, H. M., Adriana, D., & Jaya, A. (2025). Peningkatan Kesadaran Masyarakat Urban terhadap Transportasi Berbasis Sepeda. *ADI Pengabdian Kepada Masyarakat*, 5(2), 180–189. <https://doi.org/10.34306/adimas.v5i2.1212>
- Macbeth, A., Lieswyn, J., & Foxon, R. (2011, April). Separated Bicycle Facilities in Christchurch. *IPENZ Transportation Group Conference*.
- Massachusetts Department of Transportation (MassDot). (2015). *Separated Bike Lane Planning and Design Guide*.
- Mohd Noor, H., Azlima, M., & M.Z., R. (2018). Aktiviti berbasikal: Pemangkin kelestarian kampus. *Malaysian Journal of Society and Space*, 14(3), 85–100. <https://doi.org/10.17576/geo-2018-1403-07>
- NZ Transport Agency Waka Kotahi. (n.d.). *Cycling network guidance*. <https://www.nzta.govt.nz/walking-cycling-and-public-transport/cycling/cycling-standards-and-guidance/cycling-network-guidance>.
- Patrick, N. L. (2024). Tingkat Kepuasan Pengguna Sepeda yang Menggunakan Jalur Sepeda Permanen di Sudirman-Thamrin. *Journal of Politic and Government Studies*, 3, 439–453.
- Pojani, D., Bakija, D., Shkreli, E., Corcoran, J., & Mateo-Babiano, I. (2017). Do Northwestern and Southeastern Europe Share a Common “Cycling Mindset”? Comparative Analysis of Beliefs toward Cycling in the Netherlands and the Balkans. *EJTIR Issue*, 17(1), 25–45.
- Prahara, E., Setiadie, H., & Arofah, M. (2025). Two Wheels, a Million Benefits: The Evaluation of Jakarta's Bicycle Lane Infrastructure. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1488(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1488/1/012042>
- Pucher, J., & Buehler, R. (2007). *At the Frontiers of Cycling: Policy Innovations in the Netherlands, Denmark, and Germany*. <http://www.policy.rutgers.edu/faculty/pucher.html>
- Ramli, M. Z., Aziz, N. A. A., Hamid, N. B., Azman, N. S., Razman, R., Zawawi, M. H., & Ismail, I. N. (2018). Assessment of Existing Bicycle Facilities in Private and Public Universities in Klang Valley. In *AIP Conference Proceedings (Vol. 2030, No. 1, p. 020243)*. AIP Publishing LLC. <https://doi.org/https://doi.org/10.1063/1.5066884>
- Reggiani, G., Dabiri, A., Daamen, W., & Hoogendoorn, S. (2019). Clustering-based methodology for estimating bicycle accumulation levels on signalized links: a case study from the Netherlands. *IEEE Intelligent Transportation Systems Conference (ITSC)*, 1788–1793.
- Romadhona, P. J. (2019). Safety Level Of Pedestrian In Urban Area. *Warta Penelitian Perhubungan*, 24(4). <https://doi.org/https://doi.org/10.25104/warlit.v24i4.1016>

- Salim, P. I. S., Rusli, R., Rahim, S. A. S. M., & Diah, J. Md. (2025). Assessing the impact of demographic and contextual factors on cyclist safety at midblock locations and intersections. *International Journal of Injury Control and Safety Promotion*, 32(2).
- Samsudin, I. (2020). Analisa Faktor Penyebab Kecelakaan Pada Ruas Jalan Ir. H. Alala Kota Kendari Ditinjau dari Prasarana dan Geometrik Jalan. *Jurnal Penelitian Transportasi Darat*, 21(1), 59–66.
- Setiabudi, A., Nuriman, E. J., Hidayat, R., Dewi, M. P., & Muksin, N. N. (2025). Strategi Implementasi Kebijakan Pengurangan Emisi melalui Infrastruktur Sepeda di Perkotaan Indonesia di Kota Bekasi. *PANDITA: Interdisciplinary Journal of Public Affairs*, 8(1), 162–175.
<https://doi.org/10.61332/ijpa.v8i1.267>
- Shekari, Z. A., Moeinaddini, M., & Shah, M. Z. (2015). A bicycle safety index for evaluating urban street facilities. *Traffic Injury Prevention*, 16(3).
<https://doi.org/https://doi.org/10.1080/15389588.2014.936010>
- Si, H., Liang, J., Ke, J., Cheng, L., & De Vos, J. (2024). What limits improper bike-sharing parking most: Penalties or incentives? Findings from an online behavioral experiment. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 107, 133–148.
<https://doi.org/10.1016/j.trf.2024.09.001>
- Thorne, R., Fanueli, E., Wild, K., Hirsch, L., Raja, A., Witten, K., Mackie, H., & Woodward, A. (2022). *WALKING AND CYCLING CULTURES IN SOUTH AUCKLAND*. www.mackieresearch.co.nz
- Warner, J., Hurwitz, D. S., Monsere, C. M., & Fleskes, K. (2017). A simulator-based analysis of engineering treatments for right-hook bicycle crashes at signalized intersections. *Accident Analysis and Prevention*, 104, 46–57.
<https://doi.org/10.1016/j.aap.2017.04.021>
- Wijaya, N. D. P., Zubizaretta, Z. D., Kurniasari, M. W., & Pangamiani, K. (2023). Evaluation of the Provision Of Specific Bicycle Lanes in the Malang City. *Journal Innovation of Civil Engineering (JICE)*, 4(1), 76–85.
<https://doi.org/https://doi.org/10.33474/jice.v4i1.19615>
- Yuniar, P. H., Pujiastuti, E., Arifin, Z., & Hendraprasanto, S. (2026). Perlindungan Hukum Pengguna Sepeda Listrik Di Kota Semarang. *JURNAL USM LAW REVIEW*, 9(1), 256–272.
<https://doi.org/10.26623/julr.v9i1.13832>