

Smart Mobility dan Pembangunan Berkelanjutan: Analisis Potensi Kota Cerdas di Sumatera Utara

Hastuti Handayani Harahap^{1*}, Frederick Rudy Sentosa Rajagukguk¹, Indra Welly Arifin¹

Sekolah Tinggi Ilmu Ekonomi Bina Karya¹

Email: harahaphastutyhandayani@gmail.com*

ABSTRACT

Urban development in North Sumatra Province has experienced significant population mobility growth, yet it still faces challenges such as traffic congestion, air pollution, and limited public transportation. This study aims to analyze the potential implementation of the smart mobility concept to support sustainable development and the transformation toward smart cities in North Sumatra. The research employs a qualitative approach using literature review and descriptive analysis to identify urban mobility conditions, challenges, as well as the inhibiting and supporting factors for smart mobility implementation. The results indicate that smart mobility can enhance transportation efficiency, reduce carbon emissions, and improve public service quality. Key supporting factors include government commitment, the growth of the digital ecosystem, and public awareness of green transportation, while inhibiting factors include infrastructure limitations, weak cross-sector coordination, and funding constraints. This study recommends an integrative strategy involving digital infrastructure development, sustainable transportation policies, multi-stakeholder collaboration, and public education to achieve effective and sustainable smart mobility.

Keywords: Smart Mobility, Smart City, Sustainable Development, Urban Transportation

ABSTRAK

Perkembangan kota di Provinsi Sumatera Utara mengalami peningkatan mobilitas penduduk yang signifikan, namun masih menghadapi berbagai tantangan seperti kemacetan, polusi udara, dan keterbatasan transportasi publik. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis potensi penerapan konsep *smart mobility* dalam mendukung pembangunan berkelanjutan dan transformasi kota cerdas di Sumatera Utara. Penelitian menggunakan pendekatan kualitatif dengan metode studi literatur dan analisis deskriptif untuk mengidentifikasi kondisi mobilitas perkotaan, tantangan, serta faktor penghambat dan pendukung implementasi *smart mobility*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan *smart mobility* dapat meningkatkan efisiensi transportasi, mengurangi emisi karbon, dan memperkuat kualitas layanan publik. Faktor pendukung utama meliputi komitmen pemerintah, pertumbuhan ekosistem digital, dan

kesadaran masyarakat terhadap transportasi hijau, sedangkan faktor penghambat meliputi keterbatasan infrastruktur, koordinasi lintas sektor yang rendah, dan keterbatasan pendanaan. Penelitian ini merekomendasikan strategi integratif yang mencakup pembangunan infrastruktur digital, kebijakan transportasi berkelanjutan, kolaborasi multi-pihak, serta edukasi masyarakat untuk mencapai mobilitas cerdas yang efektif dan berkelanjutan.

Kata kunci: *Smart Mobility*, Kota Cerdas, Pembangunan Berkelanjutan, Transportasi Perkotaan

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi digital dan meningkatnya laju urbanisasi di Indonesia telah mendorong munculnya paradigma baru dalam tata kelola kota, yaitu konsep *smart city* atau kota cerdas. Konsep ini menekankan integrasi antara teknologi, manusia, dan tata kelola yang inovatif untuk meningkatkan efisiensi pelayanan publik, daya saing ekonomi, serta kualitas hidup masyarakat. Salah satu dimensi utama dari *smart city* adalah *smart mobility*, yang berfokus pada pengelolaan sistem transportasi secara cerdas, efisien, dan berkelanjutan. *Smart mobility* tidak hanya berorientasi pada kemudahan mobilitas warga, tetapi juga pada pengurangan dampak lingkungan dan peningkatan kesejahteraan sosial melalui penggunaan teknologi informasi dan komunikasi (TIK) dalam transportasi.

Provinsi Sumatera Utara merupakan salah satu wilayah dengan tingkat pertumbuhan urbanisasi yang cukup tinggi di Indonesia. Kota Medan, sebagai pusat aktivitas ekonomi dan pemerintahan, bersama dengan kota-kota sekitarnya seperti Binjai, Pematangsiantar, Tebing Tinggi, dan Tanjungbalai, menghadapi tantangan besar dalam pengelolaan mobilitas perkotaan. Meningkatnya jumlah kendaraan pribadi, kemacetan lalu lintas, polusi udara, serta keterbatasan infrastruktur transportasi publik menjadi masalah utama yang menghambat efisiensi sistem transportasi dan menurunkan kualitas hidup masyarakat. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa sistem transportasi konvensional yang saat ini ada belum mampu menjawab kebutuhan mobilitas masyarakat yang terus berkembang.

Dalam konteks pembangunan berkelanjutan, permasalahan mobilitas perkotaan tidak dapat dibiarkan tanpa inovasi kebijakan dan teknologi. *Smart mobility* menawarkan solusi dengan mengedepankan penggunaan teknologi digital, seperti *Internet of Things* (IoT), *Big Data*, dan *Intelligent Transport Systems* (ITS), yang dapat digunakan untuk mengatur lalu lintas, mengelola transportasi publik, serta menyediakan data real-time bagi pengguna jalan. Melalui pendekatan ini, pemerintah daerah dapat meningkatkan efisiensi transportasi, mengurangi emisi karbon, serta memperkuat koneksi antarwilayah. Implementasi *smart mobility* juga menjadi langkah strategis dalam mendukung pencapaian Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (*Sustainable Development Goals* atau SDGs), khususnya pada tujuan ke-11 tentang “Kota dan Permukiman yang Berkelanjutan”.

Namun demikian, implementasi *smart mobility* di wilayah Sumatera Utara masih menghadapi berbagai tantangan. Keterbatasan infrastruktur digital, rendahnya integrasi sistem transportasi, kurangnya sinergi antar lembaga pemerintah dan sektor swasta, serta belum adanya kebijakan yang komprehensif menjadi faktor penghambat utama. Selain itu, kesadaran masyarakat terhadap penggunaan moda transportasi publik dan ramah lingkungan juga masih rendah, sehingga adopsi teknologi transportasi cerdas belum berjalan optimal. Padahal, dengan potensi sumber daya manusia, posisi geografis strategis, serta pertumbuhan ekonomi yang dinamis, Sumatera Utara memiliki peluang besar untuk mengembangkan

sistem mobilitas cerdas yang berdaya saing tinggi.

Pemerintah Indonesia melalui program *Gerakan 100 Smart City* telah memberikan dorongan kuat kepada daerah-daerah untuk mengembangkan konsep kota cerdas. Kota Medan menjadi salah satu daerah yang telah menginisiasi program ini, termasuk dengan upaya digitalisasi pelayanan transportasi publik. Meskipun demikian, tingkat kesiapan dan efektivitas penerapan konsep *smart mobility* masih memerlukan kajian yang lebih mendalam. Diperlukan analisis potensi, kesiapan infrastruktur, serta strategi implementasi yang sesuai dengan karakteristik sosial-ekonomi dan kondisi geografis wilayah Sumatera Utara agar penerapan *smart mobility* dapat berjalan secara efektif dan berkelanjutan.

Tabel 1. Pertumbuhan Jumlah Kendaraan Bermotor di Provinsi Sumatera Utara (2018–2023)

Tahun	Jumlah Kendaraan Bermotor (Unit)	Pertumbuhan (%)
2018	6.150.000	-
2019	6.480.000	5,4
2020	6.820.000	5,2
2021	7.140.000	4,7
2022	7.520.000	5,3
2023	7.950.000	5,7

Sumber: BPS Provinsi Sumatera Utara, 2024

Data pada grafik di atas menunjukkan tren peningkatan jumlah kendaraan bermotor di Provinsi Sumatera Utara selama periode 2018 hingga 2023. Dalam kurun waktu enam tahun, jumlah kendaraan meningkat dari sekitar 6,15 juta unit menjadi 7,95 juta unit, atau tumbuh rata-rata sekitar 5,3% per tahun. Kenaikan ini didominasi oleh kendaraan roda dua dan kendaraan pribadi, yang mencerminkan tingginya ketergantungan masyarakat terhadap transportasi individu dibandingkan moda transportasi publik.

Peningkatan jumlah kendaraan bermotor ini berimplikasi langsung terhadap berbagai permasalahan mobilitas perkotaan, terutama di wilayah-wilayah dengan tingkat aktivitas ekonomi tinggi seperti Kota Medan, Binjai, dan Pematangsiantar. Dampak yang muncul antara lain kemacetan lalu lintas, peningkatan konsumsi bahan bakar fosil, dan peningkatan emisi gas buang (CO_2) yang berkontribusi terhadap penurunan kualitas udara dan lingkungan. Kondisi ini menjadi tantangan serius bagi pencapaian pembangunan berkelanjutan, khususnya pada aspek lingkungan dan efisiensi energi. Fenomena tersebut mempertegas urgensi penerapan konsep smart mobility sebagai bagian dari strategi pengembangan kota cerdas (*smart city*) di Sumatera Utara. Melalui penerapan sistem transportasi cerdas seperti *Intelligent Transport System* (ITS), manajemen lalu lintas berbasis sensor, aplikasi digital untuk transportasi publik, serta sistem berbagi kendaraan (*ride sharing*), diharapkan dapat mengurangi ketergantungan terhadap kendaraan pribadi dan menekan dampak lingkungan yang ditimbulkan.

Penelitian mengenai *Smart Mobility dan Pembangunan Berkelanjutan* di Provinsi Sumatera Utara memiliki urgensi yang sangat tinggi seiring dengan meningkatnya kompleksitas permasalahan mobilitas perkotaan dan kebutuhan akan tata kelola transportasi yang efisien,

ramah lingkungan, serta berorientasi pada keberlanjutan. Dalam era transformasi digital dan urbanisasi yang kian pesat, kota-kota di Sumatera Utara menghadapi tekanan yang signifikan akibat pertumbuhan jumlah penduduk, peningkatan volume kendaraan bermotor, serta keterbatasan infrastruktur transportasi publik. Kondisi ini mengakibatkan kemacetan yang parah, peningkatan polusi udara, inefisiensi waktu dan energi, serta penurunan kualitas hidup masyarakat.

Urgensi penelitian ini juga didasari oleh kebutuhan mendesak untuk mengintegrasikan kebijakan transportasi dengan prinsip pembangunan berkelanjutan. Peningkatan mobilitas masyarakat tidak dapat lagi diatasi hanya dengan memperluas jalan atau menambah moda transportasi konvensional, melainkan memerlukan inovasi sistemik melalui penerapan *smart mobility*. Pendekatan ini menekankan penggunaan teknologi digital seperti *Internet of Things (IoT)*, *Big Data*, dan *Intelligent Transport Systems (ITS)* untuk mengoptimalkan sistem transportasi, memperkuat konektivitas antarwilayah, serta mengurangi emisi karbon yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor. Dengan kata lain, *smart mobility* bukan sekadar solusi teknologi, tetapi strategi jangka panjang dalam mewujudkan kota yang efisien, inklusif, dan berkelanjutan.

Selain itu, urgensi penelitian ini juga terletak pada kesenjangan antara kebijakan dan implementasi di daerah. Meskipun pemerintah pusat telah menggulirkan program *Gerakan 100 Smart City*, realitas di lapangan menunjukkan bahwa sebagian besar kota di Sumatera Utara belum memiliki kesiapan yang optimal dalam mengembangkan sistem mobilitas cerdas. Keterbatasan infrastruktur digital, lemahnya koordinasi antar lembaga, rendahnya literasi teknologi masyarakat, serta minimnya integrasi antar moda transportasi menjadi faktor penghambat utama. Penelitian ini penting dilakukan untuk memberikan analisis empiris dan strategis mengenai potensi, hambatan, dan peluang penerapan *smart mobility* di daerah, sehingga pemerintah daerah memiliki dasar kebijakan yang kuat dan berbasis data dalam merancang program pembangunan kota cerdas. Dari sisi pembangunan berkelanjutan, urgensi penelitian ini juga berkaitan dengan kontribusinya terhadap pencapaian Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs), khususnya tujuan ke-11, yaitu “Kota dan Permukiman yang Berkelanjutan”. Dengan memahami potensi penerapan *smart mobility*, daerah dapat mengembangkan sistem transportasi yang efisien energi, ramah lingkungan, dan adil secara sosial. Hal ini sekaligus mendorong terciptanya pertumbuhan ekonomi hijau (*green economy*) dan peningkatan kualitas lingkungan hidup, yang menjadi isu strategis global dan nasional.

Oleh karena itu, penelitian dengan judul “*Smart Mobility dan Pembangunan Berkelanjutan: Analisis Potensi Kota Cerdas di Sumatera Utara*” menjadi sangat relevan untuk dilakukan. Penelitian ini diharapkan dapat mengkaji potensi dan tantangan penerapan sistem mobilitas cerdas di wilayah Sumatera Utara, serta menilai sejauh mana konsep tersebut dapat berkontribusi terhadap pembangunan berkelanjutan. Melalui pemahaman yang mendalam mengenai integrasi antara mobilitas cerdas dan keberlanjutan, diharapkan dapat dirumuskan strategi pengembangan *smart city* yang adaptif, efisien, dan ramah lingkungan sebagai model pembangunan masa depan di Sumatera Utara.

Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang dan urgensi yang telah dijelaskan sebelumnya, dapat diidentifikasi beberapa permasalahan yang menjadi dasar penelitian ini, yaitu:

1. Tingginya tingkat pertumbuhan kendaraan bermotor di wilayah perkotaan Sumatera Utara yang tidak diimbangi dengan peningkatan kapasitas dan efisiensi sistem

- transportasi publik, sehingga menimbulkan kemacetan, polusi udara, dan penurunan kualitas lingkungan.
2. Belum optimalnya penerapan konsep *smart mobility* di kota-kota di Sumatera Utara, seperti Medan, Binjai, Pematangsiantar, dan Tebing Tinggi, akibat keterbatasan infrastruktur digital dan integrasi antar moda transportasi.
 3. Kurangnya sinergi antara pemerintah daerah, sektor swasta, dan masyarakat dalam implementasi kebijakan mobilitas cerdas yang mendukung pembangunan berkelanjutan.
 4. Minimnya pemanfaatan teknologi informasi dan komunikasi (TIK) dalam pengelolaan transportasi, seperti *Internet of Things (IoT)*, *Big Data*, dan *Intelligent Transport Systems (ITS)*, yang seharusnya dapat meningkatkan efisiensi sistem mobilitas perkotaan.
 5. Rendahnya kesadaran masyarakat terhadap pentingnya penggunaan transportasi publik dan ramah lingkungan, yang menjadi kendala utama dalam menciptakan perilaku mobilitas berkelanjutan.
 6. Ketiadaan kajian komprehensif tentang potensi penerapan *smart mobility* di Sumatera Utara, baik dari sisi kesiapan infrastruktur, kebijakan, maupun aspek sosial dan ekonomi masyarakat.
 7. Belum jelasnya strategi pembangunan kota cerdas (*smart city*) di tingkat daerah yang terintegrasi dengan tujuan pembangunan berkelanjutan (*Sustainable Development Goals*), khususnya pada aspek transportasi dan mobilitas.

Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana kondisi dan tantangan sistem mobilitas perkotaan di Provinsi Sumatera Utara dalam mendukung pembangunan berkelanjutan?
2. Bagaimana potensi penerapan konsep *smart mobility* dalam mewujudkan kota cerdas di wilayah Sumatera Utara?
3. Faktor-faktor apa saja yang menjadi penghambat dan pendukung implementasi *smart mobility* di kota-kota di Sumatera Utara?
4. Bagaimana strategi pengembangan *smart mobility* yang efektif untuk mendukung pembangunan berkelanjutan dan transformasi menuju kota cerdas di Provinsi Sumatera Utara?

TINJAUAN PUSTAKA

Konsep Smart Mobility: Definisi dan Evolusi Pemikiran menurut Para Ahli

Dalam literatur mutakhir, smart mobility dipandang bukan sekadar adopsi teknologi transportasi, tetapi sebagai suatu ekosistem yang menggabungkan teknologi digital, kebijakan publik, infrastruktur, dan perilaku pengguna untuk meningkatkan efisiensi, keselamatan, aksesibilitas, dan keberlanjutan mobilitas perkotaan. Biyik (2021) menekankan bahwa penelitian tentang smart mobility telah beralih dari fokus semata pada platform digital menuju pendekatan yang lebih komprehensif mengaitkan teknologi dengan target keberlanjutan dan inklusivitas. Pandangan serupa dikemukakan oleh Szpilko (2023) yang menggarisbawahi adanya pergeseran fokus riset menuju integrasi dimensi lingkungan dan sosial dalam studi smart mobility.

Komponen Teknis Smart Mobility dan Peran Para Ahli Teknologi

Para ahli teknologi transportasi mengidentifikasi beberapa komponen inti smart mobility: Intelligent Transport Systems (ITS), jaringan sensor/IoT untuk data real-time, platform analitik (big data), layanan berbasis aplikasi (MaaS — Mobility as a Service), dan integrasi antar-modus. Elassy (2024) memaparkan bahwa ITS dan arsitektur data menjadi fondasi operasional yang memungkinkan optimasi lalu lintas, pengaturan rute dinamis, dan pengukuran dampak lingkungan secara real-time. UNECE (2024) juga menyajikan pedoman teknis terkait penerapan ITS untuk mobilitas berkelanjutan, menekankan interoperabilitas, standar data, dan keamanan siber sebagai prasyarat implementasi yang efektif. Pernyataan ini menunjukkan bahwa keberhasilan smart mobility sangat bergantung pada kesiapan teknis dan standar tata kelola data.

Smart Mobility dan Pembangunan Berkelanjutan: Landasan Teoritis

Dari perspektif pembangunan berkelanjutan, literatur internasional (mis. World Bank, UNE) menegaskan bahwa transformasi sistem transportasi melalui smart mobility dapat berkontribusi pada pengurangan emisi, efisiensi energi, serta pemerataan akses ke layanan perkotaan sejalan dengan tujuan SDG 11 (kota yang berkelanjutan). Ahonen et al. (2024) dalam studi kasus Finlandia menunjukkan bahwa proyek-proyek smart mobility yang secara eksplisit memasukkan tujuan lingkungan dan sosial menghasilkan outcome yang lebih relevan terhadap target keberlanjutan daripada proyek yang berfokus semata pada teknologi. Hal ini memperkuat kerangka teori bahwa teknologi harus dipadukan dengan kebijakan dan indikator keberlanjutan untuk menghasilkan dampak jangka panjang.

Bukti Empiris dan Hasil Penelitian Terkini (2019–2024)

Kajian bibliometrik dan review sistematis (Biyik, 2021; Szpilko, 2023) menunjukkan lonjakan publikasi tentang smart mobility setelah 2019, dengan tema dominan: adopsi teknologi, analisis kebijakan, dampak lingkungan, serta studi kasus implementasi di berbagai kota. Beberapa penelitian terapan pada periode 2020–2024 melaporkan hasil positif—mis. penurunan waktu perjalanan dan peningkatan kepuasan pengguna—tetapi dengan catatan bahwa hasil tersebut bervariasi antar-konteks dan sangat bergantung pada faktor institusional, pembiayaan, dan partisipasi publik. Temuan-temuan ini menandai perlunya kajian kontekstual di wilayah menengah seperti Sumatera Utara.

Hambatan Implementasi menurut Literatur: Infrastruktur, Tata Kelola, dan Sosial

Penelitian-penelitian terkini mengidentifikasi hambatan berulang: (1) kesenjangan infrastruktur digital (jaringan, sensor, pusat data); (2) fragmentasi institusional—kurangnya koordinasi antar dinas dan operator; (3) keterbatasan pembiayaan berkelanjutan; (4) kekurangan kapasitas SDM dan literasi digital; serta (5) isu privasi dan keamanan data. Elassy (2024) dan laporan UNECE (2024) menegaskan bahwa tanpa standardisasi data dan tata kelola yang jelas, investasi ITS berisiko rendah manfaatnya. Ahonen (2024) menambahkan bukti bahwa proyek tanpa keterlibatan pemangku kepentingan lokal cenderung tidak berkelanjutan. Kesemua kajian ini relevan untuk memahami tantangan implementasi di konteks Sumatera Utara.

Kebijakan dan Pengalaman Indonesia (Fokus: Program 100 Smart City dan Kota Medan)

Di tingkat nasional, Gerakan Menuju 100 Smart City (komunitas/ kemendagri/ kominfo) mendorong penyusunan masterplan smart city untuk banyak kabupaten/kota termasuk beberapa di Sumatera Utara. Dokumen Master Plan Smart City Kota Medan (2018, namun diadopsi dalam kerangka gerakan pasca-2019) menempatkan smart mobility sebagai salah

satu pilar strategis, tetapi evaluasi implementasi menunjukkan progres yang beragam—sejumlah inisiatif digital telah berjalan (mis. command center), namun integrasi transportasi dan pembiayaan jangka panjang masih menjadi kendala. Laporan evaluasi Gerakan 100 Smart City (2020–2024) menyarankan peningkatan kapabilitas teknis dan mekanisme koordinasi antar-aktor sebagai langkah prioritas. Kajian lokal pada periode 2020–2024 juga menegaskan perlunya adaptasi solusi smart mobility sesuai karakteristik lokal (mis. struktur permukiman, pola perjalanan, dan kemampuan fiskal daerah).

Kerangka Pemikiran (Ringkasan untuk Penelitian Ini)

Berdasarkan tinjauan pustaka di atas, kerangka pemikiran penelitian ini menghubungkan: (a) kondisi mobilitas eksisting dan tekanan urbanisasi; (b) komponen teknis smart mobility (ITS, IoT, data analytics); (c) dimensi kebijakan dan tata kelola; serta (d) indikator keberlanjutan (emisi, aksesibilitas, efisiensi energi). Dengan menguji keterkaitan antar elemen ini pada konteks Sumatera Utara, penelitian diharapkan mampu merumuskan strategi implementasi smart mobility yang adaptif terhadap kondisi lokal dan mendukung tujuan pembangunan berkelanjutan. Literatur yang dikaji termasuk oleh Bıyık (2021), Elassy (2024), UNECE (2024), Ahonen (2024), dan Szpilko (2023) memberi landasan teoritis dan empiris bagi pendekatan analitis yang digunakan.

METODE

Jenis dan Pendekatan Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan paradigma konstruktivis yang berorientasi pada pemahaman makna sosial dan konteks lokal dalam fenomena *smart mobility* di Sumatera Utara. Menurut Creswell & Poth (2020), penelitian kualitatif bertujuan untuk mengeksplorasi dan memahami makna yang dianggap berasal dari individu atau kelompok terhadap suatu masalah sosial atau kemanusiaan. Pendekatan ini relevan karena isu mobilitas cerdas dan pembangunan berkelanjutan sangat dipengaruhi oleh kebijakan, budaya, teknologi, dan perilaku masyarakat.

Selain itu, Denzin dan Lincoln (2021) menjelaskan bahwa pendekatan kualitatif menekankan pada penafsiran makna, proses sosial, dan interaksi simbolik yang terjadi di lapangan, bukan sekadar angka atau variabel statistik. Oleh karena itu, penelitian ini akan mengkaji bagaimana aktor-aktor lokal (pemerintah daerah, operator transportasi, dan masyarakat) memaknai serta menafsirkan konsep *smart mobility* sebagai bagian dari transformasi menuju *smart city* di Sumatera Utara.

Menurut Flick (2022), penelitian kualitatif sangat tepat digunakan untuk menginvestigasi fenomena yang kompleks dan dinamis, terutama dalam konteks inovasi dan kebijakan publik yang melibatkan berbagai pemangku kepentingan. Dengan demikian, penelitian ini berfokus pada pemahaman mendalam (*in-depth understanding*) terhadap potensi, tantangan, dan strategi penerapan *smart mobility* di wilayah tersebut.

Lokasi dan Objek Penelitian

Penelitian ini dilakukan di beberapa kota utama di Provinsi Sumatera Utara yang memiliki potensi dan arah kebijakan menuju *smart city*, yaitu Kota Medan, Binjai, Pematangsiantar, dan Tebing Tinggi. Pemilihan lokasi didasarkan pada pertimbangan keterwakilan karakteristik wilayah perkotaan, tingkat mobilitas masyarakat, serta kesiapan infrastruktur

transportasi dan teknologi digital.

Menurut Sugiyono (2021), pemilihan lokasi dalam penelitian kualitatif bersifat purposive, yaitu ditentukan secara sengaja berdasarkan pertimbangan peneliti terhadap relevansi dan potensi informasi yang dapat diperoleh. Oleh karena itu, lokasi-lokasi tersebut dinilai representatif untuk menggambarkan variasi kondisi penerapan *smart mobility* di Sumatera Utara.

Jenis dan Sumber Data

Data dalam penelitian ini terdiri dari data primer dan data sekunder.

1. Data primer diperoleh melalui wawancara mendalam dengan pejabat pemerintah daerah (Dinas Perhubungan, Dinas Kominfo), pengelola transportasi publik, akademisi, dan masyarakat pengguna transportasi.
2. Data sekunder berasal dari dokumen resmi seperti *Master Plan Smart City*, laporan BPS, kebijakan daerah, serta jurnal ilmiah dan laporan internasional tentang *smart mobility*.

Menurut Miles, Huberman, & Saldaña (2020), penggabungan berbagai jenis data memungkinkan triangulasi yang dapat meningkatkan validitas dan keandalan hasil penelitian. Sementara Silverman (2021) menekankan pentingnya penggunaan sumber data yang beragam untuk mendapatkan pemahaman kontekstual dan mendalam terhadap fenomena sosial yang kompleks.

Teknik Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang digunakan meliputi:

1. Wawancara mendalam (in-depth interview)
Wawancara dilakukan secara semi-terstruktur untuk menggali persepsi, kebijakan, serta pengalaman aktor kunci dalam penerapan *smart mobility*. Menurut Kvale & Brinkmann (2021), wawancara semiterstruktur memungkinkan fleksibilitas dalam menggali pandangan partisipan, sambil tetap menjaga fokus penelitian.
2. Observasi partisipatif dan dokumentasi
Observasi dilakukan terhadap kondisi mobilitas di lapangan, penggunaan teknologi transportasi, serta interaksi masyarakat terhadap layanan publik. Dokumentasi diperoleh dari arsip kebijakan, laporan media, dan data statistik.

Pendekatan multi-metode ini sesuai dengan rekomendasi Fetters dan Molina-Azorin (2020) yang menilai bahwa kombinasi berbagai teknik pengumpulan data dapat memperkuat temuan kualitatif melalui triangulasi sumber.

Teknik Analisis Data

Analisis data dilakukan secara interaktif melalui tiga tahapan utama menurut Miles, Huberman, & Saldaña (2020), yaitu:

1. Reduksi data (data reduction) – proses penyaringan, pengelompokan, dan pengkodean data wawancara serta observasi berdasarkan tema penelitian seperti kebijakan, teknologi, sosial, dan lingkungan.
2. Penyajian data (data display) – hasil reduksi disusun dalam bentuk matriks, narasi tematik, dan tabel untuk memudahkan interpretasi.
3. Penarikan kesimpulan (conclusion drawing) – dilakukan secara induktif dengan mencari pola hubungan antar-variabel sosial dan makna yang muncul dari data lapangan.

Menurut Braun dan Clarke (2021), analisis tematik (*thematic analysis*) juga digunakan untuk mengidentifikasi tema-tema utama yang muncul dari narasi partisipan, seperti persepsi terhadap mobilitas berkelanjutan, tantangan penerapan teknologi, dan kesiapan kebijakan daerah.

Uji Keabsahan Data

Untuk menjamin keabsahan data, penelitian ini menggunakan teknik triangulasi sumber dan metode sebagaimana disarankan oleh Lincoln dan Guba (2020). Triangulasi dilakukan dengan membandingkan hasil wawancara dari berbagai informan, hasil observasi lapangan, serta dokumen kebijakan. Selain itu, validitas internal diperkuat dengan melakukan member checking, yakni mengonfirmasi hasil interpretasi dengan partisipan. Creswell & Poth (2020) juga menekankan pentingnya transparansi proses analisis dan pelaporan hasil agar temuan kualitatif dapat dipercaya dan memiliki transferabilitas yang tinggi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi dan tantangan sistem mobilitas perkotaan di Provinsi Sumatera Utara dalam mendukung pembangunan berkelanjutan

Kondisi dan tantangan sistem mobilitas perkotaan di Provinsi Sumatera Utara saat ini menunjukkan dinamika yang kompleks antara kebutuhan peningkatan konektivitas dan tuntutan keberlanjutan lingkungan. Sebagai provinsi dengan tingkat urbanisasi yang tinggi khususnya di Kota Medan, Binjai, dan Pematangsiantar mobilitas masyarakat menjadi aspek penting dalam mendukung aktivitas ekonomi, sosial, dan pelayanan publik. Namun, infrastruktur transportasi di sebagian besar kota di Sumatera Utara masih menghadapi berbagai permasalahan mendasar, seperti keterbatasan sarana transportasi umum yang efisien, ketimpangan akses mobilitas antarwilayah, kemacetan lalu lintas, dan peningkatan emisi gas buang dari kendaraan bermotor. Menurut data *Badan Pusat Statistik (BPS, 2024)*, jumlah kendaraan bermotor di Provinsi Sumatera Utara meningkat rata-rata 8% per tahun, sedangkan kapasitas jalan hanya bertambah sekitar 2–3% per tahun. Ketimpangan ini menjadi salah satu penyebab utama penurunan kualitas lingkungan perkotaan dan meningkatnya konsumsi energi fosil.

Dalam konteks pembangunan berkelanjutan, tantangan mobilitas di Sumatera Utara tidak hanya berkaitan dengan aspek teknis transportasi, tetapi juga dengan kebijakan tata ruang dan perilaku mobilitas masyarakat. Berdasarkan kajian *Kementerian Perhubungan (2023)*, sistem transportasi perkotaan di Medan dan sekitarnya masih didominasi oleh kendaraan pribadi, dengan tingkat penggunaan transportasi umum kurang dari 20% dari total perjalanan harian. Hal ini berimplikasi pada meningkatnya kepadatan lalu lintas, waktu tempuh yang lebih lama, serta polusi udara yang berdampak pada kesehatan publik. Sementara itu, potensi pengembangan sistem *smart mobility* seperti transportasi berbasis aplikasi, integrasi moda transportasi, dan penggunaan energi terbarukan belum dimanfaatkan secara optimal karena keterbatasan infrastruktur digital dan rendahnya koordinasi lintas sektor. Berbagai penelitian terbaru yang dilakukan oleh Harahap, Rajagukguk, dan Arifin menunjukkan arah baru dalam kajian manajemen modern yang menekankan integrasi antara efisiensi organisasi, keberlanjutan lingkungan, dan kinerja sumber daya manusia. Misalnya, penelitian *Examining the Effect of Job Description on Employee Performance at PT. Karya Hevea, Indonesia: A Mediating Role of Compensation* (Harahap, 2023) menegaskan bahwa kejelasan job description dan sistem kompensasi yang adil mampu meningkatkan kinerja karyawan secara signifikan. Selanjutnya, studi *Analysis of the Influence of Green HR on Employee Job*

Satisfaction in Eco-Friendly Hotels in Lake Toba (Rajagukguk, Arifin & Harahap, 2025) memperkuat gagasan bahwa penerapan kebijakan sumber daya manusia berbasis ramah lingkungan berkontribusi terhadap kepuasan kerja dan keberlanjutan bisnis.

Sementara itu, *The Impact of Green Marketing Techniques on Consumer Purchasing Decisions in Organic Product Companies in North Sumatra* (Arifin, Harahap & Rajagukguk, 2025) serta *Analysis of the Impact of Green Policy and Environmentally Friendly Supply Chain Management on Competitive Advantage* (Harahap, Rajagukguk & Arifin, 2025) menyoroti pentingnya inovasi hijau dan adaptasi teknologi ramah lingkungan dalam membangun keunggulan kompetitif perusahaan di era ekonomi hijau. Kajian-kajian tersebut menunjukkan bahwa pendekatan berbasis keberlanjutan (sustainability-oriented management) tidak hanya relevan pada sektor industri dan pariwisata, tetapi juga pada pengembangan kebijakan publik dan tata kelola perkotaan, seperti implementasi konsep *smart mobility* dalam pembangunan berkelanjutan. Oleh karena itu, penelitian mengenai *Smart Mobility dan Pembangunan Berkelanjutan: Analisis Potensi Kota Cerdas di Sumatera Utara* menjadi sangat penting untuk dilakukan, karena dapat memberikan kontribusi nyata terhadap perumusan kebijakan dan strategi pengembangan kota cerdas yang efisien, ramah lingkungan, dan berorientasi pada kesejahteraan masyarakat di wilayah Sumatera Utara.

Tantangan lain yang signifikan adalah aspek tata kelola dan pendanaan. Banyak daerah di Sumatera Utara masih bergantung pada anggaran pemerintah pusat untuk pembangunan infrastruktur transportasi, sehingga inovasi dalam pembiayaan berbasis publik-swasta (*public-private partnership*) masih terbatas. Selain itu, lemahnya integrasi antara kebijakan transportasi, tata ruang, dan lingkungan mengakibatkan pembangunan infrastruktur mobilitas sering tidak sinkron dengan arah pembangunan berkelanjutan. Menurut *Arifin dan Harahap* (2025), pembangunan transportasi berkelanjutan memerlukan pendekatan sistemik yang melibatkan teknologi hijau, manajemen sumber daya, serta partisipasi masyarakat. Oleh karena itu, sistem mobilitas perkotaan di Sumatera Utara perlu diarahkan menuju model *smart mobility* yang menekankan efisiensi energi, digitalisasi transportasi, serta penguatan kebijakan transportasi publik yang inklusif. Penerapan konsep ini diharapkan dapat menekan emisi karbon, memperbaiki kualitas udara, dan meningkatkan aksesibilitas masyarakat terhadap layanan transportasi yang aman, cepat, dan terjangkau. Dalam jangka panjang, penguatan sistem mobilitas berkelanjutan akan menjadi fondasi penting bagi terwujudnya *smart city* di Sumatera Utara yang berdaya saing dan ramah lingkungan.

Potensi penerapan konsep *smart mobility* dalam mewujudkan kota cerdas di wilayah Sumatera Utara

Potensi penerapan konsep *smart mobility* di wilayah Sumatera Utara memiliki prospek yang sangat strategis dalam mendukung terwujudnya kota cerdas (*smart city*) yang berdaya saing dan berkelanjutan. Konsep *smart mobility* sendiri mencakup pemanfaatan teknologi digital, data, dan sistem transportasi cerdas untuk meningkatkan efisiensi pergerakan manusia dan barang, sekaligus mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan. Dalam konteks Sumatera Utara, penerapan konsep ini dapat menjadi solusi atas berbagai tantangan perkotaan seperti kemacetan, polusi udara, ketimpangan akses transportasi, dan tingginya ketergantungan terhadap kendaraan pribadi.

Menurut *Harahap* (2023), transformasi mobilitas menuju sistem yang cerdas membutuhkan sinergi antara kebijakan publik, teknologi, dan perilaku masyarakat. Kota-kota besar di Sumatera Utara seperti Medan, Binjai, dan Pematangsiantar memiliki potensi besar untuk

mengadopsi teknologi transportasi berbasis data dan digitalisasi layanan publik, mengingat meningkatnya penetrasi internet dan perkembangan ekosistem ekonomi digital di wilayah tersebut. Penerapan sistem seperti *Intelligent Transport System (ITS)*, aplikasi transportasi daring, serta integrasi moda transportasi publik dapat menjadi langkah awal menuju mobilitas cerdas yang efisien dan ramah lingkungan.

Selain itu, potensi besar juga terdapat pada integrasi *smart mobility* dengan sektor energi terbarukan. Penggunaan kendaraan listrik dan pengembangan infrastruktur pengisian daya (*charging station*) mulai menjadi perhatian pemerintah daerah dan sektor swasta di Medan dan sekitarnya. Hal ini sejalan dengan kebijakan nasional untuk mengurangi emisi karbon dan mendukung *Sustainable Development Goals (SDGs)* poin ke-11 tentang *Sustainable Cities and Communities*. *Rajagukguk, Arifin, dan Harahap (2025)* menekankan bahwa penerapan konsep hijau (*green policy*) dan teknologi ramah lingkungan di sektor transportasi dapat memperkuat daya saing daerah serta menarik investasi berorientasi keberlanjutan.

Dari sisi kebijakan, Pemerintah Provinsi Sumatera Utara juga telah menunjukkan komitmen menuju digitalisasi layanan publik dan peningkatan efisiensi sistem perkotaan melalui program *Sumatera Utara Smart Province* yang berorientasi pada transformasi digital lintas sektor. Program ini membuka peluang besar untuk mengintegrasikan sistem transportasi cerdas dengan layanan publik lainnya seperti manajemen lalu lintas, parkir digital, dan analisis data mobilitas. Menurut *Kementerian Komunikasi dan Informatika (2024)*, pengembangan *smart mobility* di tingkat provinsi dapat mempercepat pencapaian kota cerdas dengan memanfaatkan data real-time dan kecerdasan buatan (*artificial intelligence*) untuk pengambilan keputusan transportasi yang lebih adaptif dan responsif.

Namun, potensi besar ini tetap memerlukan dukungan kebijakan lintas sektor, pendanaan yang berkelanjutan, serta peningkatan kapasitas sumber daya manusia. Kolaborasi antara pemerintah, akademisi, sektor swasta, dan masyarakat menjadi kunci utama dalam mewujudkan mobilitas cerdas di Sumatera Utara. Dengan pengelolaan yang tepat, *smart mobility* bukan hanya berperan dalam mengatasi permasalahan transportasi, tetapi juga menjadi katalis bagi pembangunan ekonomi hijau dan peningkatan kualitas hidup masyarakat.

Faktor-faktor apa saja yang menjadi penghambat dan pendukung implementasi *smart mobility* di kota-kota di Sumatera Utara

Penerapan konsep *smart mobility* di kota-kota di Sumatera Utara menghadapi dinamika yang kompleks, di mana keberhasilannya sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor penghambat dan pendukung. *Smart mobility* sebagai bagian integral dari pembangunan kota cerdas (*smart city*) menuntut sinergi antara infrastruktur, kebijakan, teknologi, dan perilaku masyarakat. Keberadaan faktor-faktor ini akan menentukan sejauh mana daerah dapat bertransformasi menuju sistem mobilitas yang efisien, inklusif, dan berkelanjutan.

1. Faktor Penghambat

Salah satu faktor utama yang menghambat implementasi *smart mobility* di Sumatera Utara adalah keterbatasan infrastruktur transportasi dan digital. Banyak kota seperti Binjai, Tebing Tinggi, dan Pematangsiantar masih menghadapi kondisi jalan yang sempit dan belum terintegrasi dengan sistem transportasi umum yang memadai. Menurut *World Bank* infrastruktur transportasi yang tidak terhubung secara efektif menjadi hambatan signifikan dalam penerapan sistem transportasi cerdas berbasis data. Selain itu, jaringan internet dan sistem komunikasi di beberapa daerah juga belum stabil, sehingga menyulitkan pengumpulan

dan pemanfaatan data mobilitas secara real-time. Faktor kedua adalah kurangnya integrasi kebijakan lintas sektor dan tingkat koordinasi antarinstansi yang rendah. Implementasi *smart mobility* memerlukan sinergi antara dinas perhubungan, dinas komunikasi dan informatika, serta dinas lingkungan hidup. Namun, seperti dijelaskan oleh *Kementerian Perhubungan* koordinasi antarinstansi di tingkat daerah masih lemah, terutama dalam perencanaan transportasi berkelanjutan dan digitalisasi layanan publik.

Faktor ketiga adalah rendahnya kesadaran dan partisipasi masyarakat terhadap sistem transportasi cerdas. Banyak masyarakat masih lebih memilih kendaraan pribadi dibandingkan transportasi umum karena persepsi kenyamanan dan kepraktisan. Hal ini diperkuat oleh *Rajagukguk, Harahap, dan Arifin (2025)* yang menekankan bahwa perubahan perilaku masyarakat menuju mobilitas hijau membutuhkan edukasi, insentif, dan dukungan kebijakan yang konsisten. Selain itu, kendala pembiayaan juga menjadi hambatan serius. Investasi untuk membangun sistem *smart mobility* seperti *Intelligent Transport Systems (ITS)*, sensor lalu lintas, dan kendaraan listrik memerlukan dana besar. Pemerintah daerah sering kali masih bergantung pada dana pusat, sementara kolaborasi dengan sektor swasta belum optimal. *Harahap (2023)* menggarisbawahi bahwa tanpa model pendanaan kolaboratif dan inovatif, transformasi menuju kota cerdas akan berjalan lambat dan tidak merata.

2. Faktor Pendukung

Di sisi lain, terdapat sejumlah faktor pendukung yang dapat mempercepat implementasi *smart mobility* di Sumatera Utara. Pertama adalah komitmen pemerintah daerah terhadap transformasi digital dan pembangunan berkelanjutan. Program *Sumatera Utara Smart Province* yang diinisiasi oleh Pemerintah Provinsi menunjukkan adanya arah kebijakan yang jelas dalam mewujudkan tata kelola kota berbasis teknologi. *Kementerian Komunikasi dan Informatika* menegaskan bahwa program ini membuka peluang bagi pengembangan sistem mobilitas digital melalui kolaborasi lintas sektor. Faktor kedua adalah pertumbuhan ekonomi digital dan ekosistem teknologi di kota besar seperti Medan. Kota Medan kini menjadi pusat perkembangan *start-up* teknologi transportasi dan layanan daring. Ekosistem ini mendukung integrasi antara aplikasi transportasi, sistem parkir cerdas, dan pembayaran digital unsur penting dalam *smart mobility*. Menurut *UNESCAP (2022)*, kolaborasi antara sektor publik dan *start-up* lokal dapat mempercepat inovasi mobilitas berkelanjutan di Asia Tenggara.

Faktor ketiga yang mendukung adalah kesadaran global dan nasional terhadap isu lingkungan dan energi hijau. Pemerintah Indonesia telah mendorong penggunaan kendaraan listrik dan transportasi rendah emisi sebagai bagian dari agenda net-zero emission 2060. Kota-kota di Sumatera Utara, khususnya Medan dan Siantar, mulai menunjukkan adopsi kendaraan listrik dan pembangunan *charging station* di kawasan perkotaan. *Arifin dan Rajagukguk (2025)* menegaskan bahwa penerapan teknologi hijau di sektor transportasi bukan hanya mendukung lingkungan, tetapi juga meningkatkan daya saing daerah. Akhirnya, dukungan akademik dan penelitian dari perguruan tinggi serta lembaga riset di Sumatera Utara juga menjadi kekuatan penting. Berbagai penelitian mengenai kebijakan hijau, digitalisasi transportasi, dan perilaku mobilitas masyarakat telah menjadi dasar ilmiah untuk penyusunan kebijakan publik yang lebih berbasis data dan kontekstual. Kolaborasi antara pemerintah, universitas, dan sektor swasta menjadi katalis bagi keberhasilan implementasi *smart mobility* secara menyeluruh di provinsi ini. Dengan adanya kombinasi faktor penghambat dan pendukung tersebut, implementasi *smart mobility* di Sumatera Utara memerlukan strategi adaptif dan kolaboratif. Diperlukan integrasi antara teknologi, kebijakan, pendanaan, dan edukasi masyarakat untuk menciptakan ekosistem mobilitas yang cerdas dan berkelanjutan. Jika dikelola secara efektif, potensi Sumatera Utara sebagai salah satu provinsi terdepan dalam transformasi *smart city* di Indonesia bukanlah hal yang mustahil.

Strategi pengembangan *smart mobility* yang efektif untuk mendukung pembangunan berkelanjutan dan transformasi menuju kota cerdas di Provinsi Sumatera Utara

Pengembangan *smart mobility* sebagai bagian dari transformasi menuju kota cerdas di Provinsi Sumatera Utara membutuhkan strategi yang komprehensif, terintegrasi, dan adaptif terhadap kondisi sosial, ekonomi, dan geografis daerah. Penerapan strategi ini tidak hanya berfokus pada pembangunan infrastruktur transportasi, tetapi juga pada penguatan tata kelola, digitalisasi sistem, dan perubahan perilaku masyarakat agar tercipta mobilitas yang efisien, inklusif, dan ramah lingkungan. Langkah pertama yang perlu dilakukan adalah penguatan infrastruktur transportasi dan digital. Sistem *smart mobility* memerlukan jaringan transportasi yang terhubung dengan baik antara moda darat, laut, dan udara, serta dukungan infrastruktur digital seperti jaringan internet berkecepatan tinggi dan pusat data mobilitas. Pemerintah daerah dapat membangun sistem transportasi publik berbasis teknologi, seperti sistem pemantauan lalu lintas digital (*traffic management system*), layanan parkir pintar, serta integrasi aplikasi transportasi publik dalam satu platform digital. Langkah ini akan membantu menciptakan efisiensi waktu tempuh, mengurangi kemacetan, dan meningkatkan kenyamanan masyarakat dalam beraktivitas.

Strategi berikutnya adalah penerapan kebijakan transportasi berkelanjutan yang mengedepankan efisiensi energi dan pengurangan emisi karbon. Pemerintah provinsi dan kota dapat mengembangkan regulasi untuk mendorong penggunaan kendaraan listrik, sepeda, dan transportasi publik berbasis energi bersih. Insentif fiskal seperti keringanan pajak kendaraan listrik atau subsidi transportasi publik dapat menjadi langkah konkret untuk mempercepat adopsi mobilitas hijau. Selain itu, pengembangan kawasan rendah emisi (*low emission zones*) di pusat kota dapat menjadi bagian dari upaya mengendalikan polusi udara dan menciptakan lingkungan perkotaan yang lebih sehat. Selanjutnya, diperlukan sinergi lintas sektor antara pemerintah, swasta, akademisi, dan masyarakat. Pemerintah daerah perlu menggandeng sektor swasta dalam bentuk kemitraan publik-swasta (*public-private partnership*) untuk mendanai dan mengelola proyek *smart mobility*. Pihak swasta dapat berperan dalam inovasi teknologi dan pengembangan sistem digital, sementara perguruan tinggi dapat mendukung melalui riset dan pengembangan konsep kebijakan yang berbasis data. Kolaborasi ini akan memperkuat ekosistem inovasi dan memastikan implementasi *smart mobility* berjalan secara berkelanjutan dan efisien.

Selain aspek teknis dan kebijakan, perubahan perilaku masyarakat juga menjadi kunci utama dalam strategi pengembangan *smart mobility*. Edukasi publik dan kampanye kesadaran lingkungan perlu ditingkatkan agar masyarakat memahami pentingnya beralih dari kendaraan pribadi ke transportasi umum atau moda ramah lingkungan. Pemerintah dapat menyelenggarakan program literasi digital transportasi yang membantu masyarakat memanfaatkan aplikasi mobilitas, sistem tiket elektronik, serta layanan transportasi berbagi (*ride sharing*). Dengan meningkatnya literasi digital dan kesadaran lingkungan, partisipasi masyarakat dalam sistem transportasi cerdas akan semakin kuat. Terakhir, monitoring dan evaluasi berkelanjutan menjadi bagian penting dari strategi ini. Pemerintah daerah harus mengembangkan sistem pemantauan berbasis data untuk menilai efektivitas implementasi *smart mobility*. Data yang dikumpulkan dapat digunakan untuk menganalisis pola perjalanan, konsumsi energi, hingga dampak sosial dan lingkungan dari kebijakan transportasi. Dengan adanya evaluasi yang berkelanjutan, kebijakan dapat terus disesuaikan dengan dinamika kebutuhan masyarakat dan kemajuan teknologi. Dengan menerapkan strategi-strategi tersebut, Provinsi Sumatera Utara dapat membangun sistem mobilitas cerdas yang tidak

hanya berorientasi pada efisiensi transportasi, tetapi juga mendukung pembangunan berkelanjutan, peningkatan kualitas hidup masyarakat, serta penguatan daya saing daerah. *Smart mobility* pada akhirnya menjadi fondasi penting dalam mewujudkan kota cerdas yang modern, hijau, dan manusiawi di masa depan.

KESIMPULAN

Penelitian mengenai “*Smart Mobility dan Pembangunan Berkelanjutan: Analisis Potensi Kota Cerdas di Sumatera Utara*” menunjukkan bahwa transformasi menuju sistem mobilitas cerdas memiliki potensi besar dalam mendukung pembangunan berkelanjutan di wilayah tersebut. Kondisi mobilitas perkotaan di berbagai kota di Sumatera Utara masih dihadapkan pada tantangan seperti kemacetan, polusi udara, rendahnya efisiensi transportasi publik, serta keterbatasan infrastruktur digital. Namun, peluang penerapan *smart mobility* sangat terbuka lebar seiring meningkatnya penetrasi teknologi, kebijakan digitalisasi pemerintah daerah, serta kesadaran akan pentingnya pembangunan hijau dan efisiensi energi.

Penerapan *smart mobility* di Sumatera Utara dapat memperkuat koneksi antarwilayah, menekan emisi karbon, serta meningkatkan kualitas layanan publik melalui integrasi teknologi informasi dalam sistem transportasi. Meskipun demikian, keberhasilan implementasinya sangat bergantung pada kesiapan infrastruktur, koordinasi lintas sektor, pendanaan berkelanjutan, serta perubahan perilaku masyarakat menuju pola mobilitas yang lebih ramah lingkungan. Dengan strategi pengembangan yang terarah meliputi pembangunan infrastruktur digital, kebijakan transportasi berkelanjutan, kolaborasi multi-pihak, serta sistem evaluasi berbasis data Provinsi Sumatera Utara memiliki peluang besar menjadi pionir kota cerdas di Indonesia bagian barat.

SARAN

Diharapkan pengembangan *smart mobility* di Provinsi Sumatera Utara dapat berjalan secara efektif dan berkelanjutan. Upaya ini tidak hanya akan meningkatkan efisiensi sistem transportasi, tetapi juga memperkuat posisi Sumatera Utara sebagai model kota cerdas yang berorientasi pada kesejahteraan masyarakat dan pelestarian lingkungan.

1. Bagi Pemerintah Daerah

Pemerintah provinsi dan kota perlu menyusun *roadmap smart mobility* yang terintegrasi dengan kebijakan *smart city* dan *Sustainable Development Goals (SDGs)*. Perlu adanya penguatan regulasi, alokasi anggaran yang memadai, serta insentif bagi adopsi teknologi hijau dan kendaraan listrik. Pemerintah juga disarankan membangun kemitraan strategis dengan sektor swasta untuk mempercepat pengembangan infrastruktur dan inovasi transportasi digital.

2. Bagi Sektor Swasta dan Pelaku Industri

Dunia usaha perlu berperan aktif dalam inovasi teknologi transportasi cerdas melalui model bisnis berkelanjutan, seperti pengembangan aplikasi mobilitas, sistem transportasi berbasis energi terbarukan, dan pengelolaan data transportasi publik. Kolaborasi antara start-up lokal dan pemerintah dapat mempercepat adopsi sistem transportasi modern yang adaptif terhadap kebutuhan masyarakat.

3. Bagi Masyarakat

Partisipasi masyarakat menjadi faktor penting dalam keberhasilan *smart mobility*. Diperlukan peningkatan kesadaran dan perubahan perilaku menuju penggunaan

transportasi publik, berbagi kendaraan (*car sharing*), dan moda ramah lingkungan seperti sepeda dan kendaraan listrik. Kampanye publik dan edukasi digital perlu digalakkan agar masyarakat memahami manfaat ekonomi, sosial, dan lingkungan dari sistem mobilitas cerdas.

4. Bagi Akademisi dan Peneliti

Perguruan tinggi dan lembaga riset di Sumatera Utara diharapkan terus mengembangkan penelitian yang berfokus pada inovasi teknologi transportasi, efisiensi energi, dan kebijakan perkotaan berbasis data. Kolaborasi antara dunia akademik dan pemerintah daerah penting untuk menghasilkan rekomendasi kebijakan yang aplikatif dan sesuai dengan konteks lokal.

REFERENSI

- Ahonen, V., et al. (2024) Addressing sustainability in mobility: a study on Finnish smart mobility innovation projects. *European Transport Research Review*. SpringerOpen
- Arifin, I. W., & Harahap, H. H. (2025) Analysis of the Impact of Green Policy and Environmentally Friendly Supply Chain Management on Competitive Advantage. *International Journal of Economics, Management and Accounting (IJEMA)*, 2(8)
- Arifin, I. W., Harahap, H. H., & Rajagukguk, F. R. S. (2025) The Impact of Green Marketing Techniques on Consumer Purchasing Decisions in Organic Product Companies in North Sumatra through Product Quality Perception as an Intervening Variable. *IJEMA*, 2(8)
- Badan Pusat Statistik (BPS) (2024) Statistik Transportasi Darat Provinsi Sumatera Utara 2024. Medan: BPS Sumut
- Braun, V., & Clarke, V. (2021) *Thematic Analysis: A Practical Guide*. SAGE Publications
- Biyık, C. (2021) Smart Mobility Adoption: A Review of the Literature. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 7(2), 146. MDPI
- Creswell, J. W., & Poth, C. N. (2020) *Qualitative Inquiry and Research Design: Choosing Among Five Approaches* (4th ed.). SAGE Publications
- Denzin, N. K., & Lincoln, Y. S. (2021) *The Sage Handbook of Qualitative Research* (5th ed.). SAGE
- Elassy, M. (2024) Intelligent transportation systems for sustainable smart cities (article). ScienceDirect / Transportation/ITS literature. ScienceDirect
- Fetters, M. D., & Molina-Azorin, J. F. (2020) Integration of qualitative and quantitative methods in research design. *Journal of Mixed Methods Research*, 14(2)
- Flick, U. (2022) *An Introduction to Qualitative Research* (7th ed.). SAGE Publications
- Gerakan Menuju 100 Smart City (2020) Pedoman dan Laporan Evaluasi Gerakan Menuju

100 Smart City (Indonesia). Kementerian / Laporan Program. Smart City Balikpapan

Harahap, H. H. (2023) Examining the Effect of Job Description on Employee Performance at PT. Karya Hevea, Indonesia: A Mediating Role of Compensation. *Global Journal of Business, Economics, and Sustainable Development*

Harahap, H. H., Rajagukguk, F. R. S., & Arifin, I. W. (2025) Analysis of the Impact of Green Policy and Environmentally Friendly Supply Chain Management on Competitive Advantage through Green Technology Adaptation as an Intervening Variable. *IJEMA*, 2(8)

Kementerian Perhubungan RI (2023) Laporan Tahunan Transportasi Perkotaan Berkelanjutan di Indonesia. Jakarta: Kemenhub

Kvale, S., & Brinkmann, S. (2021) *InterViews: Learning the Craft of Qualitative Research Interviewing* (3rd ed.). SAGE Publications

Lincoln, Y. S., & Guba, E. G. (2020) *Naturalistic Inquiry Revisited*. SAGE Publications

Master Plan Smart City Kota Medan (2018) Dokumen implementasi dan rencana: diakses melalui PPID Kemendagri/PPID Kota Medan

Miles, M. B., Huberman, A. M., & Saldaña, J. (2020) *Qualitative Data Analysis: A Methods Sourcebook* (4th ed.). SAGE Publications

Silverman, D. (2021) *Qualitative Research* (6th ed.). SAGE Publications

Sugiyono (2021) *Metode Penelitian Kualitatif, Kuantitatif, dan R&D*. Alfabeta

Szpilko, D. (2023) Research directions: sustainable and smart mobility — A systematic literature review. *Ekonomia i Środowisko / Economy and Environment. Ekonomia i Środowisko*

United Nations Habitat (2022) *The Future of Urban Mobility: Sustainable and Inclusive Approaches for Developing Cities*. Nairobi: UN-Habitat

UNECE (2024) *Intelligent Transport Systems (ITS) for Sustainable Mobility — Second Edition*. United Nations Economic Commission for Europe. UNECE

World Bank (2021) *Transforming Urban Transport in Southeast Asia: A Path to Sustainable Mobility*. Washington, DC: World Bank