



## Analisis Efektivitas Integrasi Feeder pada Sistem *Bus Rapid Transit* (BRT) Kota Medan Berbasis Analisis Spasial

Ratih Permata Hapriani <sup>1</sup>, Subarto <sup>2</sup>, Fauzi <sup>3\*</sup>

<sup>1-3</sup> Politeknik Transportasi Darat Indonesia-STTD, Indonesia

Email : [fauzi@ptdisttd.ac.id](mailto:fauzi@ptdisttd.ac.id)

\*Penulis korespondensi : [fauzi@ptdisttd.ac.id](mailto:fauzi@ptdisttd.ac.id)

**Abstract.** *This study aims to analyze the effectiveness of the integration of the Bus Rapid Transit (BRT) system with feeder transportation in improving the connectivity and accessibility of public transportation in Medan City. The research methods used include field surveys, interviews, and spatial analysis based on Geographic Information Systems (GIS) to map the transportation network and assess the scope of services. The analysis was carried out by comparing the existing conditions of the BRT (Corridors 2 and 3) and the results of the simulation after the integration of five feeder routes (A2, A3, A6, A7, and A8). The results show that the integration of feeder routes is able to increase service coverage from 57.84 km<sup>2</sup> to 128.84 km<sup>2</sup> (an increase of 122.8%), as well as expand the served area from 23 to 44 zones, with an increase in service ratio from 26% to 57%. In addition, the average distance to the bus stop decreased from 1.2 km to 0.6 km, and the route overlap was reduced by 40%. Spatially, areas with high accessibility (<500 m from bus stops) have increased significantly in city centers such as Merdeka Square and Petisah Market. This study concludes that the integration of BRT and feeder is an effective strategy to realize a sustainable, efficient, and inclusive transportation system in the city of Medan. The implementation of a rotating operating system is also recommended to optimize the fleet without the need for the addition of new vehicles.*

**Keywords:** *accessibility, BRT, connectivity, fashion integration, Feeder, GIS, sustainable transportation.*

**Abstrak.** Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas integrasi sistem Bus Rapid Transit (BRT) dengan angkutan pengumpan (feeder) dalam meningkatkan konektivitas dan aksesibilitas transportasi publik di Kota Medan. Metode penelitian yang digunakan meliputi survei lapangan, wawancara, serta analisis spasial berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG) untuk memetakan jaringan transportasi dan menilai cakupan pelayanan. Analisis dilakukan dengan membandingkan kondisi eksisting BRT (Koridor 2 dan 3) dan hasil simulasi setelah integrasi lima rute feeder (A2, A3, A6, A7, dan A8). Hasil penelitian menunjukkan bahwa integrasi rute feeder mampu meningkatkan cakupan pelayanan dari 57,84 km<sup>2</sup> menjadi 128,84 km<sup>2</sup> (kenaikan 122,8%), serta memperluas area terlayani dari 23 menjadi 44 zona, dengan peningkatan nisbah pelayanan dari 26% menjadi 57%. Selain itu, jarak tempuh rata-rata menuju halte menurun dari 1,2 km menjadi 0,6 km, dan tumpang tindih trayek berkurang hingga 40%. Secara spasial, wilayah dengan aksesibilitas tinggi (<500 m dari halte) meningkat signifikan di pusat kota seperti Lapangan Merdeka dan Pasar Petisah. Penelitian ini menyimpulkan bahwa integrasi BRT dan feeder merupakan strategi efektif untuk mewujudkan sistem transportasi berkelanjutan, efisien, dan inklusif di Kota Medan. Implementasi sistem operasi bergilir juga direkomendasikan untuk mengoptimalkan armada tanpa perlu penambahan kendaraan baru.

**Kata kunci:** aksesibilitas, BRT, Feeder, integrasi moda, konektivitas, SIG, transportasi berkelanjutan.

### 1. LATAR BELAKANG

Transportasi merupakan komponen fundamental dalam sistem perkotaan modern karena berperan penting dalam mendukung mobilitas penduduk, distribusi barang, serta akses terhadap kegiatan ekonomi dan sosial. Aksesibilitas transportasi yang memadai dapat meningkatkan efisiensi pergerakan, menurunkan tingkat kemacetan, dan memperbaiki kualitas hidup masyarakat (Hardi & Murad, 2023). Di sisi lain, sistem transportasi yang tidak terintegrasi berpotensi menimbulkan ketimpangan akses dan meningkatkan penggunaan

kendaraan pribadi. Kota Medan sebagai metropolitan terbesar di luar Pulau Jawa dengan jumlah penduduk mencapai 2,47 juta jiwa (Badan Pusat Statistik Kota Medan, 2024) menghadapi permasalahan mobilitas yang kompleks. Berdasarkan survei lapangan di Kota Medan (2024), penggunaan kendaraan pribadi, terutama sepeda motor (54,74%) dan mobil pribadi (31,93%), mendominasi pergerakan harian, sementara pengguna angkutan umum hanya mencapai 11,26%. Kondisi ini menunjukkan rendahnya minat masyarakat terhadap transportasi publik.

Sebagai upaya mengurangi ketergantungan terhadap kendaraan pribadi, Pemerintah Kota Medan mengimplementasikan sistem *Bus Rapid Transit* (BRT) atau Trans Metro Deli, yang merupakan bagian dari program nasional *Temannya Bus*. Meskipun telah beroperasi sejak 2020 dan kini dikembangkan menjadi sistem BRT berbasis bus listrik, tingkat penggunaannya masih rendah, hanya sekitar 14,58% dari total pengguna angkutan umum (Pratama, 2021). Beberapa faktor penyebabnya antara lain jarak antarhalte yang jauh, frekuensi bus yang rendah, tidak adanya jalur khusus bus, serta belum terintegrasinya sistem pembayaran elektronik. Selain itu, penyelenggaraan BRT Kota Medan belum sepenuhnya memenuhi ketentuan Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor 15 Tahun 2019 tentang *Penyelenggaraan Angkutan Orang dengan Kendaraan Bermotor Umum dalam Trayek*, khususnya Pasal 53 ayat (3) yang mensyaratkan adanya angkutan pengumpan (*feeder*) sebagai komponen pendukung sistem transportasi massal. Ketidakhadiran *feeder* menyebabkan keterbatasan jangkauan BRT, terutama di kawasan permukiman padat di pinggiran kota dengan tingkat pergerakan tinggi (Rendra Riawan & Ahyudanari, 2020).

Permasalahan lainnya muncul akibat tumpang tindih trayek (*overlapping*) antara BRT dengan angkutan perkotaan (*angkot*) eksisting. Rute yang berhimpitan berpotensi menurunkan efisiensi operasional dan mengancam keberlanjutan usaha operator lokal (Rahmatullah et al., 2022). Untuk itu, diperlukan strategi integrasi jaringan melalui konversi atau penataan ulang trayek *angkot* menjadi rute *feeder* BRT agar tercipta sistem transportasi yang saling melengkapi dan berkesinambungan. Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk merumuskan perencanaan kebutuhan *feeder* BRT di Kota Medan, khususnya pada Koridor 2 dan 3, yang diharapkan dapat meningkatkan konektivitas antarmoda, memperluas cakupan pelayanan BRT, serta mendorong peralihan masyarakat dari kendaraan pribadi ke transportasi publik berkelanjutan.

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka rumusan masalah dalam penelitian ini meliputi: bagaimana kondisi eksisting dan operasional BRT Kota Medan serta tumpang tindihnya dengan angkutan perkotaan; bagaimana tingkat konektivitas antara BRT dan

angkutan perkotaan di Kota Medan; serta bagaimana perencanaan rute feeder dan penentuan titik transfer (halte) yang optimal bagi sistem BRT Kota Medan. Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis kondisi operasional dan himpitan antara trayek BRT dengan angkutan perkotaan, menganalisis konektivitas jaringan BRT dan angkutan kota di wilayah studi, serta menentukan dan merekomendasikan rute *feeder* beserta titik *transfer point* guna mendukung integrasi sistem transportasi BRT di Kota Medan. Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat dari segi akademis, yaitu menjadi referensi dalam kajian perencanaan sistem transportasi perkotaan terintegrasi; dari segi praktis, yakni memberikan rekomendasi kebijakan kepada Pemerintah Kota Medan dan Dinas Perhubungan terkait penataan jaringan angkutan umum; serta dari segi sosial-ekonomi, yaitu meningkatkan aksesibilitas masyarakat terhadap transportasi massal dan mengurangi beban lalu lintas perkotaan.

## 2. KAJIAN TEORITIS

### Konsep Transportasi Perkotaan

Dalam konteks perkotaan, transportasi menjadi tulang punggung aktivitas sosial dan ekonomi, karena mendukung mobilitas masyarakat, distribusi logistik, dan akses terhadap fasilitas umum. Menurut penelitian (Ashraf & Idrisi, 2024), sistem transportasi yang efektif adalah sistem yang mampu menyediakan layanan mobilitas yang cepat, aman, nyaman, dan terjangkau dengan tetap memperhatikan aspek lingkungan dan efisiensi energi. Permasalahan transportasi perkotaan di Indonesia umumnya berkaitan dengan ketidakseimbangan antara pertumbuhan jumlah kendaraan dengan kapasitas infrastruktur jalan, yang berakibat pada kemacetan dan penurunan kualitas lingkungan (Wismar Tumup et al., 2024). Oleh karena itu, dibutuhkan perencanaan transportasi berkelanjutan (*sustainable urban transport*) yang menekankan integrasi moda, efisiensi energi, serta kemudahan aksesibilitas bagi seluruh lapisan masyarakat (Litman & Litman, 2025).

### Bus Rapid Transit (BRT)

*Bus Rapid Transit* (BRT) merupakan sistem angkutan massal berbasis bus yang dirancang untuk memberikan layanan cepat, nyaman, dan berkapasitas tinggi dengan biaya investasi lebih rendah dibandingkan sistem berbasis rel (Cervero, 2013). Menurut *Institute for Transportation and Development Policy* (ITDP) (Haider et al., 2021), sistem BRT ideal memiliki beberapa karakteristik utama, yaituralur khusus bus yang terpisah dari lalu lintas umum, sistem pembayaran di luar bus (*off-board payment*), Stasiun yang nyaman dan mudah diakses, Informasi perjalanan yang real-time, integrasi dengan moda transportasi lainnya, penggunaan armada berkapasitas besar dan ramah lingkungan. Kehadiran BRT menjadi salah

satu solusi untuk mengatasi kemacetan dan menekan penggunaan kendaraan pribadi, sebagaimana telah diterapkan di berbagai kota besar dunia seperti Bogotá, Guangzhou, dan Jakarta (Cervero, 2013). Namun, efektivitas sistem ini sangat bergantung pada integrasi antarmoda dan keberadaan layanan pendukung seperti angkutan pengumpan (*feeder*).

### **Angkutan Pengumpan (*Feeder*)**

Konsep angkutan pengumpan (*feeder*) mengacu pada layanan transportasi yang menghubungkan kawasan permukiman atau area dengan aktivitas tinggi ke koridor utama angkutan massal (Verma & Ramanayya, 2015). Feeder berfungsi sebagai moda penghubung pada perjalanan awal dan akhir (*first-mile dan last-mile*) sehingga masyarakat dapat menjangkau sistem transportasi utama dengan mudah. Menurut EMBARQ India (Li Zhen & Weihua Gu, 2023), karakteristik ideal layanan feeder antara lain, jarak layanan relatif pendek (4–6 km), frekuensi tinggi (interval 5–10 menit), terhubung langsung dengan titik transfer sistem utama, menggunakan kendaraan berkapasitas menengah yang sesuai dengan karakteristik jalan lokal, beroperasi fleksibel di jaringan jalan campuran. Dalam konteks sistem BRT, peran *feeder* menjadi sangat penting untuk memperluas cakupan pelayanan dan meningkatkan jumlah penumpang (*ridership*).

### **Jaringan Trayek dan Integrasi Antarmoda**

Menurut Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor 15 Tahun 2019, trayek didefinisikan sebagai lintasan kendaraan bermotor umum untuk pelayanan jasa angkutan orang dengan asal, tujuan, lintasan, dan jadwal tertentu. Sementara itu, jaringan trayek merupakan kumpulan trayek yang saling berhubungan dan membentuk sistem pelayanan transportasi umum dalam suatu wilayah. Perencanaan jaringan trayek harus memperhatikan beberapa aspek penting, di antaranya tata guna lahan, pola pergerakan penduduk, kepadatan wilayah, serta konektivitas antararea (Direktor Jenderal Perhubungan Darat, 2002). Integrasi jaringan trayek antara moda utama (BRT) dan moda pendukung (angkot/*feeder*) bertujuan untuk meningkatkan efisiensi sistem transportasi umum, mengurangi tumpang tindih rute (*overlapping*), menjamin kesinambungan perjalanan tanpa hambatan (*seamless mobility*) dan meningkatkan kenyamanan dan keandalan pelayanan transportasi publik. Keterpaduan ini menjadi dasar pengembangan sistem transportasi terpadu (*integrated public transport system*), yang telah terbukti berhasil di berbagai negara seperti Korea Selatan dan Singapura (Khairunnisa & Widyastuti, 2024).

### **Metode *Superimpose* dalam Analisis Jaringan Transportasi**

Metode *superimpose* merupakan teknik analisis spasial yang digunakan untuk mengidentifikasi area tumpang tindih antara dua atau lebih jaringan trayek dengan cara menumpuk data peta secara berlapis (*overlay*). Dalam penelitian transportasi, metode ini digunakan untuk menganalisis hubungan dan potensi konflik rute antara moda transportasi yang berbeda (Ashraf & Idrisi, 2024). Penerapan metode *superimpose* berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG) memungkinkan peneliti memvisualisasikan area dengan tingkat tumpang tindih tinggi dan menentukan zona prioritas untuk pengembangan jaringan *feeder* (Rahmatullah et al., 2022). Pendekatan ini juga dapat digunakan untuk mengevaluasi tingkat konektivitas jaringan serta menentukan titik transfer (*transfer point*) yang paling efisien.

### **Sistem Informasi Geografis (SIG) dalam Perencanaan Transportasi**

Sistem Informasi Geografis (SIG) atau *Geographic Information System* (GIS) adalah sistem berbasis komputer yang digunakan untuk mengumpulkan, menyimpan, menganalisis, dan memvisualisasikan data spasial (Zaroujtaghi et al., 2025). Dalam perencanaan transportasi, SIG digunakan untuk menganalisis pola pergerakan penumpang dan aksesibilitas wilayah, menentukan lokasi optimal untuk halte atau titik transfer, mengidentifikasi area pelayanan (*service coverage*) BRT dan *feeder*, membantu pengambilan keputusan berbasis data spasial. Melalui SIG, pengambilan keputusan perencanaan transportasi dapat dilakukan secara lebih akurat dan berbasis bukti, sehingga mendukung prinsip efisiensi dan keberlanjutan sistem transportasi perkotaan (Hardi & Murad, 2023)

### **Konsep Konektivitas dan *Transfer Point***

Konektivitas dalam sistem transportasi mengacu pada tingkat keterhubungan antarmoda, antarrute, dan antarwilayah. Sistem transportasi dengan konektivitas tinggi memungkinkan pengguna berpindah moda dengan waktu tunggu dan jarak berjalan yang minimal (Litman & Litman, 2025). Salah satu komponen penting dalam membangun konektivitas adalah *transfer point*, yaitu lokasi yang menjadi titik perpindahan antara satu moda ke moda lain seperti antara *feeder* dan BRT (Hadas & Ranjitkar, 2012). *Transfer point* yang dirancang dengan baik dapat meningkatkan efisiensi perjalanan dan kenyamanan pengguna, serta memperluas jangkauan sistem transportasi massal.

## **3. METODE PENELITIAN**

### **Jenis dan Pendekatan Penelitian**

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode deskriptif–spasial. Pendekatan kuantitatif digunakan untuk mengukur secara objektif karakteristik operasional

BRT, pola pergerakan pengguna, serta kondisi jaringan angkutan umum eksisting di Kota Medan. Sementara itu, analisis spasial berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG) digunakan untuk mengidentifikasi hubungan spasial antar trayek, tingkat tumpang tindih rute, dan penentuan lokasi potensial untuk rute *feeder* serta titik transfer (*transfer point*). Metode ini dipilih karena mampu mengintegrasikan analisis numerik dengan visualisasi geografis, sehingga menghasilkan perencanaan jaringan yang lebih akurat dan aplikatif (Rahmatullah et al., 2022)

### Lokasi dan Objek Penelitian

Penelitian berlokasi di Kota Medan dengan fokus pada Koridor 2 dan 3 BRT Trans Metro Deli. Lokasi dipilih karena: (1) konektivitas tinggi ke permukiman padat dan pusat ekonomi, (2) indikasi tumpang tindih rute BRT dengan angkot eksisting, dan (3) representatif jaringan perkotaan menengah berkemacetan tinggi. Objek kajian mencakup seluruh trayek BRT dan angkot pada area studi beserta titik halte dan terminal terkait.

### Jenis dan Sumber Data

**Tabel 1.** Jenis dan Sumber Data Penelitian.

No.	Jenis Data	Sumber Data	Teknik Pengumpulan
1	Data trayek BRT (Koridor 2 dan 3)	Dinas Perhubungan Kota Medan	Studi dokumen
2	Data trayek angkutan kota eksisting	Dinas Perhubungan Kota Medan	Studi dokumen dan observasi lapangan
3	Koordinat halte, terminal, dan titik transfer	Observasi lapangan dan GPS	Pengukuran langsung
4	Data volume dan frekuensi penumpang	Operator BRT dan survei pengguna	Wawancara dan kuesioner
5	Peta jaringan jalan dan tata guna lahan	Bappeda Kota Medan dan <i>Google Maps</i>	Pengunduhan data spasial

Data sekunder dikumpulkan dari instansi pemerintah dan lembaga penelitian transportasi, sedangkan data primer diperoleh melalui survei lapangan menggunakan perangkat GPS tracker dan observasi langsung di titik-titik halte serta ruas jalan yang menjadi lintasan BRT dan angkutan kota.

### **Analisis Tumpang Tindih Trayek (*Overlapping Route*)**

Analisis tumpang tindih dilakukan dengan metode *superimpose* menggunakan SIG. Peta trayek BRT dan trayek angkot diekspresikan dalam layer berbeda dan ditumpuk untuk mengidentifikasi ruas jalan yang memiliki kesamaan lintasan. Rumus perhitungan tingkat tumpang tindih trayek (Rakhmatulloh et al., 2021) adalah sebagai berikut:

$$OT = \frac{L_{overlap}}{L_{Total}} \times 100\%$$

dengan:

**OT** = Persentase tumpang tindih trayek (%),

**$L_{overlap}$**  = Panjang ruas jalan yang berhimpitan (km)

**$L_{total}$**  = Total panjang trayek angkutan kota (km).

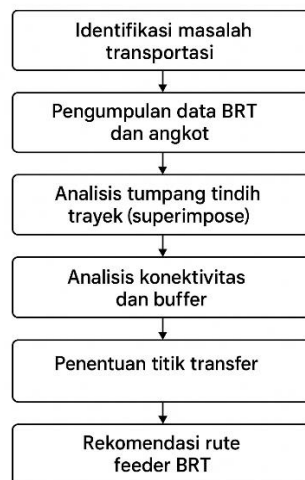
Hasil analisis digunakan untuk menentukan trayek angkutan kota yang dapat dikonversi menjadi rute feeder potensial.

### **Analisis Konektivitas dan Aksesibilitas & Penentuan Titik Transfer (*Transfer Point*)**

Analisis konektivitas dan aksesibilitas dilakukan untuk menilai tingkat keterhubungan antarhalte serta antarmoda transportasi di wilayah penelitian. Analisis ini menggunakan beberapa indikator, antara lain jarak antarhalte terhadap area permukiman dengan radius buffer 500 meter hingga 1 kilometer, kedekatan antara calon trayek *feeder* dengan koridor utama BRT, serta tingkat kepadatan permukiman dan titik-titik aktivitas di sekitar halte. Hasil analisis divisualisasikan melalui analisis buffer zone menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG) untuk menggambarkan cakupan layanan (*service coverage area*) BRT sebelum dan sesudah adanya *feeder*, sehingga dapat terlihat sejauh mana integrasi *feeder* berpotensi memperluas jangkauan layanan transportasi publik.

Selanjutnya, penentuan titik transfer (*transfer point*) dilakukan dengan menggunakan analisis spasial berdasarkan beberapa kriteria utama, yaitu lokasi yang berada pada simpul pertemuan antara trayek BRT dan calon trayek *feeder*, kedekatan dengan pusat aktivitas masyarakat seperti terminal, pasar, atau kawasan komersial, potensi volume penumpang yang tinggi, serta ketersediaan ruang yang memadai untuk kegiatan naik-turun penumpang. Kriteria tersebut diadaptasi dari pedoman ITDP (Li Zhen & Weihua Gu, 2023).

## Kerangka Alur Penelitian

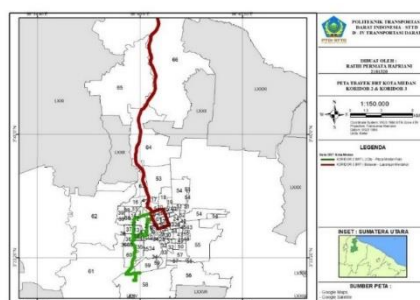


**Gambar 1.** Alur Penelitian Perencanaan Feeder BRT Kota Medan.

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### Analisis Kondisi Eksisting Layanan BRT Kota Medan

Hasil analisis menunjukkan bahwa layanan Bus Rapid Transit (BRT) Kota Medan masih dalam tahap pengembangan, dengan dua koridor utama yang telah beroperasi, yaitu Koridor 2 (J.City – Plaza Medan Fair) dan Koridor 3 (Belawan – Lapangan Merdeka). Koridor 2 melayani 10 zona yang mencakup kawasan pendidikan dan permukiman padat, sedangkan Koridor 3 melayani 15 zona yang menghubungkan pelabuhan Belawan dengan pusat kota. Secara spasial, jangkauan kedua koridor sudah cukup strategis, namun terdapat permasalahan pada aspek aksesibilitas halte, minimnya fasilitas pejalan kaki, dan ketidakteraturan titik naik-turun penumpang, terutama di area padat seperti Jl. Sudirman dan Jl. Diponegoro. Kondisi ini memperlihatkan bahwa keterpaduan sistem transportasi masih belum optimal.



**Gambar 2.** Koridor 2 dan 3 BRT Kota Medan.

Pada gambar peta diatas jaringan BRT Kota Medan secara keseluruhan direncanakan untuk menghubungkan titik-titik strategis, seperti terminal, pusat kota, kawasan komersial, dan permukiman.



**Tabel 2** Ketersediaan BRT Kota Medan Koridor 2 & 3 Terhadap Zona.

<b>Koridor</b>	<b>Daftar Zona Terlayani</b>	<b>Jumlah Zona Terlayani</b>
<b>Koridor 2 (J.City – Plaza Medan Fair)</b>	1, 2, 4, 10, 12, 13, 58, 59, 60, 61	10
<b>Koridor 3 (Belawan – Lap. Merdeka)</b>	1, 4, 5, 7, 8, 18, 20, 21, 22, 23, 25, 26, 63, 64, 66	15

Koridor 2 BRT Medan melayani 10 zona yang membentang dari kawasan J.City (Medan Johor) hingga Plaza Medan Fair, menghubungkan area permukiman, pendidikan, dan pusat komersial di jalur Jamin Ginting–Sudirman–Diponegoro–Maulana Lubis. Meskipun mencakup kawasan aktivitas utama, koridor ini menghadapi kendala berupa terbatasnya halte standar dan akses pejalan kaki yang belum memadai akibat minimnya infrastruktur trotoar.

Koridor 3 BRT Medan mencakup 15 zona dari Belawan hingga Lapangan Merdeka, melewati kawasan industri dan permukiman padat di sepanjang Jl. Yos Sudarso yang sering mengalami kemacetan. Koridor ini berperan strategis dalam menghubungkan wilayah utara dengan pusat kota, namun belum menjangkau kawasan padat seperti Medan Marelan (zona 65). Secara keseluruhan, kedua koridor telah menghubungkan pusat kegiatan utama Kota Medan, tetapi aksesibilitas dan jangkauan layanan masih perlu ditingkatkan melalui penambahan halte, perbaikan fasilitas pejalan kaki, dan perluasan area pelayanan.

### **Analisis Himpitan Trayek Angkot dan BRT**

Penentuan rute angkutan pengumpan (feeder) diawali dengan analisis himpitan antara trayek angkutan kota eksisting dan koridor BRT Medan. Tahap ini merupakan langkah awal yang krusial dalam perencanaan sistem feeder guna mengidentifikasi trayek yang memiliki potensi tumpang tindih atau persinggungan dengan jalur BRT. Hasil analisis tersebut menjadi dasar untuk menentukan apakah trayek eksisting layak dikembangkan sebagai feeder, perlu penyesuaian ulang, atau sebaiknya dieliminasi agar tidak terjadi duplikasi layanan.

Metode yang digunakan adalah analisis *superimpose* (penumpukan peta) dengan bantuan perangkat lunak ArcGIS berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG). Sebelum proses overlay dilakukan, data trayek eksisting dikumpulkan dan diinventarisasi berdasarkan informasi dari Dinas Perhubungan Kota Medan serta Surat Keputusan (SK) Trayek yang berlaku. Trayek tersebut kemudian dipetakan dan ditumpang-susunkan dengan rute BRT untuk mengidentifikasi zona tumpang tindih (himpitan). Hasil analisis memberikan gambaran

mengenai wilayah yang telah terlayani dan belum terjangkau BRT, sekaligus menunjukkan trayek angkutan kota yang berpotensi dikembangkan sebagai jaringan feeder melalui pembentukan trayek baru, penyesuaian rute, atau eliminasi trayek yang tidak relevan.

Pada Koridor 2 BRT Medan, yang menghubungkan kawasan J.City hingga Plaza Medan Fair, ditemukan tingkat himpitan yang tinggi antara rute BRT dan trayek angkutan kota eksisting. Jalur ini dilalui oleh sedikitnya 22 trayek angkot, di antaranya trayek nomor 1 hingga 21, serta trayek khusus A1, A2, A4, A5, dan A6. Kepadatan himpitan tersebut menunjukkan adanya persaingan rute yang signifikan antara layanan BRT dan angkutan kota konvensional, sehingga perlu dilakukan penataan ulang trayek untuk menciptakan integrasi layanan yang lebih efektif.

Hasil analisis superimposisi antara trayek angkutan perkotaan eksisting dan jaringan BRT Medan menunjukkan tingkat keterhimpitan yang tinggi pada dua koridor utama, yaitu Koridor 2 (J.City–Plaza Medan Fair) dan Koridor 3 (Belawan–Lapangan Merdeka). Pada Koridor 2, dari sepuluh zona layanan BRT, tujuh zona mengalami tumpang tindih dengan trayek angkutan kota. Himpitan tertinggi terjadi pada Zona 12, 13, 58, 60, dan 61, terutama di kawasan pusat kota, di mana banyak trayek eksisting berbagi ruas jalan dengan BRT. Terdapat tujuh trayek utama (A1, A2, A3, A4, A5, A6, dan A8) yang melayani rute serupa. Sementara itu, Zona 4, 10, dan 59 relatif bebas dari himpitan, menjadikannya segmen potensial untuk mendukung efisiensi dan ketepatan waktu operasional BRT. Kondisi ini mengindikasikan perlunya restrukturisasi dan integrasi rute agar fungsi BRT sebagai layanan utama dapat berjalan optimal tanpa gangguan dari trayek tumpang tindih.

Pada Koridor 3, tingkat keterhimpitan dengan trayek angkutan kota eksisting teridentifikasi cukup tinggi. Dari 15 zona yang dilalui, sebanyak 12 zona menunjukkan tumpang tindih rute dengan delapan trayek utama (A1–A8) dan lebih dari 40 trayek reguler, dengan kepadatan tertinggi di Zona 5. Persaingan layanan paling intens terjadi di ruas Belawan–Lapangan Merdeka, kawasan dengan aktivitas ekonomi dan permukiman yang padat.

Hasil analisis memperlihatkan bahwa Koridor 2 dan 3 masih didominasi oleh tumpang tindih trayek, yang berpotensi menurunkan efisiensi operasional BRT. Oleh karena itu, diperlukan restrukturisasi dan seleksi trayek angkutan kota berdasarkan indikator seperti tingkat tumpang tindih rute, panjang ruas berhimpitan, kesesuaian arah perjalanan, serta fungsi konektivitas moda. Langkah ini penting untuk menentukan trayek yang layak dikembangkan sebagai rute feeder, disesuaikan ulang, atau dihapus, guna mendukung integrasi sistem transportasi publik yang efisien dan terpadu di Kota Medan.

**Tabel 4** Persentase Himpitan BRT Koridor 2 dengan Angkot Kajian.

Koridor	No	Nama trayek	Panjang himpitan (km)	Perse ntase himpitan	Kategori	Alasan
<b>Koridor 2 (J.City - Plaza Medan Fair)</b>	1	A1 (Terminal Pinang Baris-Belawan)	3,35	16%	<b>ELIMINASI</b>	Meskipun % himpitan <30%, trayek ini berimpitan sangat besar dengan K3 (52%), sehingga beresiko terjadi duplikasi layanan.
	2	A2 ( Jl. Karya Jasa - Belawan)	0,65	3%	DIPILIH	Tumpang tindih/himpitan sangat kecil, merupakan rute menuju zona diluar pelayanan BRT
	3	A3 (Jl. SM. Raja - Perumnas Martubuning)	4,7	22%	DIPILIH	Himpitan di bawah ambang 30%, trayek menghubungkan area timur dan pinggiran yang belum dijangkau BRT.
	4	A4 (Jl. SM. Raja/ Terminal Amplas - Belawan)	0,65	3%	<b>ELIMINASI</b>	Himpitan dengan K2 rendah, tapi terhadap K3 terlalu tinggi (62%) → terjadi duplikasi layanan, tidak efisien

5	A5 ( Jl. SM. Raja/ Terminal Amplas- Tanah 600- Belawan)	0,65	3%	ELIMINASI	Himpitan K2 rendah, tapi konflik dengan K3 cukup tinggi (22%) dan tidak memiliki fungsi konektivitas khas feeder.
6	A6 (Simalingka Martubung	6,27	30%	DIPILIH	Himpitan tepat di ambang batas, namun trayek strategis dan melayani zona luas → layak sebagai feeder.
7	A7 (Katamso - Williem Iskandar)	0	0%	ELIMINASI	Konektivitas ke Koridor 2 tidak tersedia: trayek bergerak di sisi tenggara kota yang jauh dari jalur K2.
8	A8 (Jl. Perguruan Tinggi Swadaya – Jamin Ginting)	3,3	16%	DIPILIH	Himpitan tergolong sedang, rute melayani sisi selatan dan area kampus – konektivitas baik ke koridor utama.

Berdasarkan hasil analisis di atas, dari 8 trayek angkutan perkotaan yang ada maka yang sesuai persyaratan untuk menjadi calon trayek feeder BRT Koridor 2 hanya 4 trayek yaitu angkot dengan trayek A2, A3, A6, dan A8. Selanjutnya 4 trayek ini akan lanjut untuk dianalisis konektivitas serta titik transferya.

**Tabel 5** Persentase Himpitan BRT Koridor 3 dengan Angkot Kajian.

Korido	No	Nama trayek	Panjang	Persenta	Katego	Ket.
<b>(Bela wan - Lapa ngan Merde ka)</b>	1	A1 (Terminal Pinang Baris - Belawan)	27,46	52%	<b>ELIMI NASI</b>	Tumpang tindih terlalu tinggi, lebih dari separuh trayeknya berada di rute BRT → tidak layak.→ menggandakan fungsi koridor BRT → tidak efisien sebagai feeder.
	2	A2 ( Jl. Karya Jasa - Belawan)	3,25	6%	DIPILIH	Himpitan rendah, rute menjangkau zona utara yang tidak terlayani langsung oleh BRT.
	3	A3 (Jl. SM. Raja - Perumnas Martubung )	3,5	7%	DIPILI H	Rute menjangkau sisi timur kota, rendah konflik jalur, integratif dengan titik transfer K3.
	4	A4 (Jl. SM. Raja/ Terminal Amplas - Belawan)	32, 95	62%	<b>ELIMI NASI</b>	Persentase himpitan dengan K3 sangat tinggi menyebabkan Fungsi hampir sama dengan BRT, artinya keberadaan trayek akan membingungkan dan membebani koridor utama.

5	A5 ( Jl. SM. Raja/ Terminal Amplas-Tanah 600-Belawan)	11,4	22%	ELIMI NASI	Wilayah layanan masih paralel dengan BRT → perlu eliminasi.
6	A6 (Simalingkar-Martubung)	9,25	17%	DIPILI H	Persentase himpitan masih tergolong dalam batas aman, trayek strategis dan menjangkau zona penting yang belum terakses BRT

Berdasarkan hasil analisis, dari 8 trayek angkutan perkotaan yang ada maka yang sesuai persyaratan untuk menjadi calon trayek feeder BRT Koridor 3 hanya 5 trayek yaitu angkot dengan trayek A2, A3, A6, A7 dan A8 dengan alasan sesuai yang ditampilkan pada tabel. Selanjutnya 5 trayek ini akan lanjut untuk dianalisis konektivitas serta titik transfernya.

### Analisis Konektivitas dan Aksesibilitas

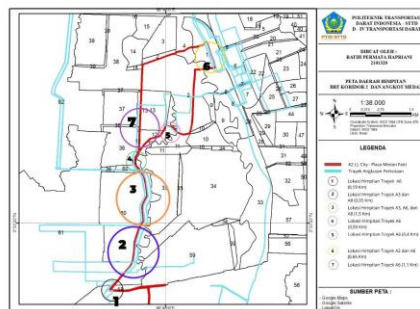
Setelah lokasi himpitan pada setiap koridor teridentifikasi, dilakukan analisis konektivitas antara angkutan kota dan BRT Kota Medan. Analisis ini merupakan tahap lanjutan dari identifikasi himpitan, dengan tujuan mengevaluasi kemampuan trayek angkutan perkotaan dalam menghubungkan kawasan yang tidak terlayani langsung oleh koridor BRT ke jaringan utama, serta mengidentifikasi titik potensial sebagai simpul perpindahan moda (transfer point). Semakin tinggi tingkat konektivitas suatu trayek, semakin besar potensinya untuk berperan sebagai feeder dalam mendukung sistem BRT.

Proses analisis dilakukan dengan mengelompokkan trayek yang berhimpitan pada lokasi yang sama atau berdekatan, yang kemudian didefinisikan sebagai daerah himpitan. Setiap daerah himpitan dapat dilalui oleh lebih dari satu trayek dan diukur panjangnya dalam satuan kilometer. Selanjutnya, tiap kelompok trayek diklasifikasikan sebagai satu unit konektivitas berdasarkan beberapa kriteria, yaitu: kesesuaian lokasi himpitan, jumlah trayek yang berhimpitan, panjang himpitan ( $\geq 0,5$  km), serta sebaran zona yang dilayani, terutama zona yang belum terjangkau langsung oleh BRT.

**Tabel 6** Data Konektivitas Angkot dan BRT Medan Koridor 2.

	Daerah	Himpitan	Panjang Himpitan
	<b>Koridor 2 (J. City - Plaza)</b>	1	A6
2		A3, A8	0,95
3		A3,A6,A8	1,5
4		A6	0,55
5		A6	0,4
6		A2, A6	0,65
7		A6	1,1

Berdasarkan hasil analisis konektivitas pada Koridor 2 (J. City–Plaza Medan Fair), terdapat 3 trayek angkutan kota yang berhimpitan dengan jalur BRT, menghasilkan 7 daerah himpitan dengan panjang bervariasi seperti ditunjukkan pada Tabel V.7. Daerah himpitan tersebut tersebar di sepanjang koridor dengan panjang segmen tumpang tindih berkisar antara 0,19 km hingga 1,5 km.

**Gambar 3** Peta Konektivitas Angkot & BRT Medan Koridor 2.

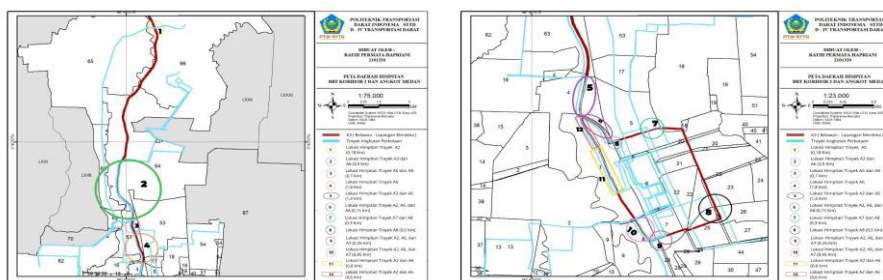
Berdasarkan data analisis konektivitas terhadap trayek yang ada, dari 3 trayek angkutan perkotaan yang berhimpitan dengan koridor 2 BRT Kota Medan diperoleh 7 daerah himpitan (konektivitas). Diketahui pula bahwa koridor 2 BRT Kota Medan paling banyak berhimpitan dengan trayek A6. Kemudian untuk daerah himpitan dengan trayek angkot terbanyak terdapat pada daerah himpitan 2 pada zona 60.

**Tabel 7** Data Konektivitas Angkot dan BRT Medan Koridor 3.

	Daerah	Himpitan	Panjang Himpitan
	Himpitan	Himpitan	(KM)
<b>Koridor 3</b>	1	A2	0,18
	2	A3, A6	3,5
	3	A6, A8	0,7
	4	A6	1,8
	5	A2, A6	1,4
	6	A2,A6,A8	0,15
	7	A7,A8	0,3

<b>(Belawan - Lapangan Merdeka)</b>	8	A8	0,5
	9	A2, A6, A7	0,26
	10	A2,A6,A7	0,45
	11	A2, A6	0,8
	12	A2,A6	0,6

Berdasarkan hasil analisis konektivitas, terdapat lima trayek angkutan perkotaan yang berhimpitan dengan Koridor 3 BRT Kota Medan, sehingga terbentuk 12 daerah himpitan dengan panjang segmen yang bervariasi. Daerah himpitan tersebut tersebar di sepanjang koridor dan divisualisasikan dalam dua peta untuk memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai pola konektivitas.



**Gambar 4** Peta Konektivitas Angkot & BRT Medan Koridor 2 & 3 Areal Atas.

Berdasarkan hasil analisis konektivitas, terdapat lima trayek angkutan perkotaan yang berhimpitan dengan Koridor 3 BRT Kota Medan, sehingga terbentuk 12 daerah himpitan dengan panjang segmen yang bervariasi. Daerah himpitan tersebut tersebar di sepanjang koridor dan divisualisasikan dalam dua peta untuk memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai pola konektivitas.

**Analisis Penentuan Titik Transfer (Transfer Point)**

Titik transfer didefinisikan sebagai simpul pertemuan antara moda pengumpan (feeder) dan moda utama BRT yang memastikan perpindahan penumpang antarmoda berlangsung efisien, nyaman, dan mendukung integrasi jaringan. Penetapan lokasi dilakukan setelah identifikasi daerah himpitan antara trayek angkutan umum eksisting dan koridor BRT, karena himpitan merepresentasikan interaksi spasial dua sistem dan berfungsi sebagai indikator awal kelayakan simpul perpindahan. Pada tahap pasca-identifikasi, konektivitas dibangun dengan mengelompokkan trayek yang berhimpitan pada ruas jalan yang sama atau berdekatan. Setiap kelompok didefinisikan sebagai “daerah himpitan”, diukur panjangnya (km), dan diperlakukan sebagai satu unit konektivitas. Lokasi yang berada pada segmen himpitan feeder–BRT, memiliki halte BRT eksisting atau peluang penempatan halte baru yang strategis, dekat pusat aktivitas, mudah diakses pejalan kaki/kendaraan umum, serta memungkinkan pengembangan

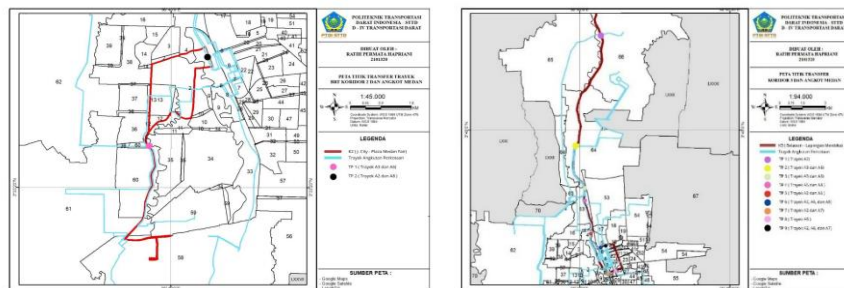


fasilitas simpul (parkir, peneduh, informasi layanan) diberi prioritas. Pertimbangan teknis mengacu pada SK Dirjen Perhubungan Darat No. 271/HK.105/DRJD/1996, mencakup jarak maksimum 100 m ke fasilitas penyeberangan, jarak minimum 50 m dari simpang, dan jarak minimum 20 m dari kaki simpang pada simpang berkaki empat. Selain itu, profil permintaan (loading profile: penumpang naik per segmen) digunakan sebagai bukti pendukung bila kriteria spasial dan teknis telah terpenuhi.

### Hasil Analisis Titik Transfer Koridor 2 (J.City–Plaza Medan Fair)

Analisis konektivitas pada Koridor 2 mengidentifikasi tujuh daerah himpitan yang terbentuk oleh tiga trayek utama (A2, A3, A6) dengan variasi panjang 0,19–1,50 km. Tidak semua himpitan layak menjadi titik transfer; segmen yang hanya dilalui satu trayek atau memiliki panjang himpitan sangat pendek tidak memberikan ruang simpul yang cukup secara fungsional. Berdasarkan kombinasi indikator—jumlah trayek berhimpitan ( $\geq 2$ ), panjang himpitan yang lebih representatif secara spasial, kedekatan dengan pusat aktivitas, kemudahan akses pejalan kaki, serta kesesuaian teknis—daerah himpitan ke-2, ke-3, dan ke-6 muncul sebagai kandidat paling kuat.

Validasi berbasis permintaan menunjukkan dua lokasi dengan aktivitas penumpang naik yang menonjol, yakni Simpang Dr. Mansyur dan Lapangan Merdeka. Pada Simpang Dr. Mansyur tercatat konsistensi penumpang naik pada jam puncak dan tidak puncak (masing-masing 5 penumpang), mencerminkan intensitas perjalanan tinggi di lingkungan permukiman–pendidikan. Di Lapangan Merdeka, volume penumpang naik mencapai 7 penumpang pada puncak dan 3 pada tidak puncak, sekaligus berfungsi sebagai simpul pusat kota yang menghubungkan Koridor 2 dan 3. Dengan demikian, dua titik transfer ditetapkan: TP-1 di Simpang Dr. Mansyur (zona 60; dilayani A3 dan A6) dan TP-2 di Lapangan Merdeka (zona 1; dilayani A2 dan A8). Penetapan ini memenuhi kriteria spasial, teknis, dan permintaan, serta memaksimalkan peran feeder untuk memperluas jangkauan BRT tanpa menciptakan duplikasi layanan pada segmen himpitan pendek atau bertrayek tunggal.



**Gambar 5** Peta Titik Transfer Koridor 2 & 3 BRT Kota Medan.

### **Hasil Analisis Titik Transfer Koridor 3 (Belawan–Lapangan Merdeka)**

Penentuan titik transfer pada Koridor 3 dilakukan melalui tahapan analitis yang mencakup identifikasi daerah himpitan, pemetaan konektivitas trayek angkutan kota yang berhimpitan dengan rute BRT, serta evaluasi permintaan perjalanan melalui data loading profile. Tahap awal analisis berfokus pada pengelompokan segmen jalan yang dilalui secara bersamaan oleh angkutan kota dan armada BRT. Segmen-segmen tersebut ditetapkan sebagai daerah himpitan dan diperlakukan sebagai simpul potensial integrasi moda.

Hasil identifikasi menunjukkan bahwa Koridor 3 memiliki karakteristik konsentrasi himpitan yang lebih tinggi dibanding Koridor 2. Dari lima trayek yang berhimpitan (A2, A3, A6, A7, dan A8), ditemukan 12 daerah himpitan yang tersebar di sepanjang jalur Belawan–Lapangan Merdeka. Di antara daerah tersebut, beberapa segmen menunjukkan konektivitas yang kuat karena dilalui oleh dua trayek atau lebih, yakni daerah himpitan ke-2 (A3, A6), ke-5 (A2, A6), ke-6 (A2, A6, A8), ke-9 (A2, A6, A7), dan ke-10 (A2, A6, A7). Segmen-segmen ini kemudian diprioritaskan sebagai kandidat awal titik transfer karena merepresentasikan potensi tinggi untuk integrasi layanan feeder–BRT.

Analisis dilanjutkan dengan meninjau data loading profile pada Koridor 3 untuk menilai intensitas permintaan perjalanan. Berdasarkan survei dinamis, beberapa segmen tercatat memiliki volume penumpang naik relatif tinggi, terutama pada ruas: Pasar Belawan–Stasiun KA 2 (14; 8 penumpang), Pajak Inpres–SMPN 5 (10; 7 penumpang), Simpang Mabar–Simpang Kayu Putih (7; 3 penumpang), Brayyan–Maju Bersama (5; 4 penumpang), serta Pertamina Putri Hijau–Merak Jingga (3; 4 penumpang), masing-masing pada waktu puncak dan tidak puncak. Tingginya aktivitas pada ruas tersebut menunjukkan tingginya kebutuhan perpindahan moda sehingga layak dipertimbangkan sebagai lokasi simpul integrasi.

Berdasarkan kombinasi indikator konektivitas, potensi permintaan, dan kesesuaian teknis lokasi, diperoleh sembilan titik transfer pada Koridor 3. Titik-titik tersebut meliputi: TP-1 (Pasar Inpres, A2), TP-2 (Simpang Mabar, A3 dan A6), TP-3 (Simpang Palapa, A3 dan A6), TP-4 (Brayyan, A6 dan A8), TP-5 (Pertamina Putri Hijau, A2 dan A6), TP-6 (Simpang Gaharu, A2, A6, A8), TP-7 (Simpang Pandu, A2 dan A7), TP-8 (Simpang Asia, A8), dan TP-9 (Simpang Sutomo, A2, A6, A7). Lima di antaranya (55,6%) beririsan dengan simpul dinamis BRT, sehingga dapat memanfaatkan halte eksisting; sementara empat lokasi lainnya merupakan simpul baru yang berfungsi melayani kantong permukiman dan aktivitas ekonomi yang belum tercakup oleh BRT.

Penetapan titik-titik ini tidak hanya mempertimbangkan volume naik penumpang, tetapi juga peran daerah himpitan dalam membentuk simpul konektivitas yang kuat serta pemenuhan kriteria teknis penempatan halte. Dengan demikian, seluruh titik transfer yang ditetapkan dapat mendukung integrasi moda secara efektif, memperluas cakupan layanan BRT pada kawasan utara Kota Medan, serta mengoptimalkan fungsi feeder dalam sistem transportasi perkotaan.

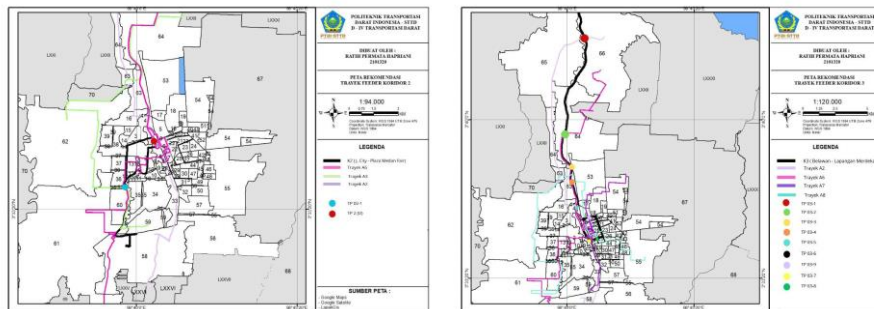
### **Rekomendasi Rute Feeder**

Tahap ini bertujuan untuk menentukan rute angkutan pengumpan (feeder) yang direkomendasikan untuk mendukung operasi BRT Kota Medan. Pemilihan rute feeder dilakukan dengan mengacu pada keberadaan titik transfer (transfer point) serta tingkat ketersediaan layanan BRT pada masing-masing zona. Secara prinsip, trayek angkot yang dipilih sebagai feeder harus mampu melayani zona yang belum terjangkau oleh jaringan BRT dan menyediakan koneksi langsung menuju titik transfer. Dengan demikian, rute feeder dapat memperluas cakupan layanan dan meningkatkan aksesibilitas masyarakat terhadap BRT.

Analisis ketersediaan layanan dilakukan terhadap lima koridor Bus Rapid Transit (BRT) Kota Medan dengan membandingkan panjang jalan yang dilalui BRT terhadap total panjang jaringan jalan pada setiap zona. Dari total 66 zona yang dianalisis, sebanyak 30 zona atau sekitar 45 persen belum terlayani BRT dengan tingkat ketersediaan 0 persen. Zona-zona tersebut umumnya berada di kawasan pinggiran kota yang memiliki jaringan jalan cukup luas, namun belum diakses oleh rute utama BRT. Sebaliknya, Zona 12 menunjukkan tingkat ketersediaan tertinggi, yaitu 41 persen, yang mengindikasikan bahwa hampir separuh panjang jaringan jalan di zona tersebut telah dilalui layanan BRT. Ketimpangan sebaran layanan ini menunjukkan perlunya pengembangan sistem angkutan pengumpan (feeder) untuk memperluas jangkauan serta memperkuat konektivitas antarmoda transportasi di Kota Medan.

Pada Koridor 2 yang melayani rute dari Perumahan J.City hingga Plaza Medan Fair, hasil analisis ketersediaan per zona, tingkat konektivitas, serta lokasi titik transfer menunjukkan potensi pengembangan tiga trayek feeder utama, yaitu trayek A2, A3, dan A6. Trayek A2 melayani 16 zona dengan tingkat ketersediaan rendah, meliputi zona 1, 4, 5, 6, 7, 8, 16, 20, 21, 22, 33, 58, 63, 64, 65, dan 66. Jalur ini terkoneksi dengan beberapa titik transfer strategis, antara lain TP 03-8, TP1 (U), TP 03-5, TP 03-1, dan TP 03-7. Sementara itu, trayek A3 menjangkau sepuluh zona, yaitu 12, 36, 56, 59, 60, 61, 62, 63, 64, dan 66, serta terhubung dengan titik transfer TP 02-1, TP 03-3, dan TP 03-2. Trayek ini memiliki potensi besar untuk memperkuat keterhubungan antara zona-zona dengan ketersediaan BRT yang terbatas dan jalur utama koridor. Adapun trayek A6 mencakup 16 zona, yaitu 1, 2, 4, 6, 7, 8, 9, 12, 13, 22, 58, 60, 61, 63, 64, dan 66, dan terintegrasi dengan titik transfer TP 02-1, TP1 (U), serta TP 03-5.

Ketiga trayek tersebut dianggap layak dikembangkan sebagai rute feeder karena memenuhi kriteria utama, yakni melayani zona dengan ketersediaan BRT rendah atau belum terlayani, memiliki konektivitas langsung dengan titik transfer utama, serta menjangkau lebih dari satu zona strategis dalam satu lintasan perjalanan. Dengan demikian, pengembangan trayek A2, A3, dan A6 sebagai rute feeder dinilai mampu meningkatkan keterjangkauan layanan BRT, memperkuat integrasi antarmoda, serta mengoptimalkan efisiensi jaringan transportasi publik di Kota Medan.



**Gambar 6** Rekomendasi Rute Feeder Koridor 2 dan 3.

Rekomendasi pada koridor 3 BRT Kota Medan melayani perjalanan dari Pasar Belawan menuju kawasan pusat bisnis (Central Business District/CBD) di Lapangan Merdeka. Koridor ini memiliki karakteristik pelayanan yang strategis karena menghubungkan kawasan pelabuhan, permukiman padat, serta pusat ekonomi kota. Berdasarkan hasil identifikasi titik transfer, terdapat delapan simpul perpindahan moda (transfer point) pada koridor ini yang berfungsi sebagai titik integrasi antara BRT dan angkutan pengumpan (feeder).

Analisis penentuan rute feeder dilakukan dengan mempertimbangkan beberapa indikator utama, yakni: (1) keterhubungan trayek dengan titik transfer; (2) cakupan zona yang dilayani; serta (3) tingkat ketersediaan layanan BRT di masing-masing zona. Trayek yang direkomendasikan sebagai feeder diprioritaskan pada rute yang melintasi zona yang belum terlayani oleh BRT atau memiliki tingkat ketersediaan rendah, sekaligus terhubung langsung dengan titik transfer.

Berdasarkan hasil analisis tersebut, diperoleh empat trayek rekomendasi feeder untuk Koridor 3. Trayek A2 melintasi zona-zona penting seperti 1, 4, 5, 6, 7, 8, 16, 20, 21, 22, 33, 58, 63, 64, 65, dan 66, serta terhubung dengan beberapa titik transfer seperti TP 03-8, TP1 (U), TP 03-5, TP 03-1, dan TP 03-7. Trayek A6 melayani zona 1, 2, 4, 6, 7, 8, 9, 12, 13, 22, 58, 60, 61, 63, 64, dan 66 serta melewati enam titik transfer, termasuk TP 02-1, TP1 (U), TP 03-5, TP 03-4, TP 03-3, dan TP 03-2. Trayek A7 melintasi zona 5, 6, 7, 8, 17, 18, 20, 21, 22, 53, dan 54 dengan koneksi pada TP 03-8 dan TP 03-7. Sementara itu, trayek A8 melayani zona 5, 6, 7,

17, 22, 23, 25, 26, 27, 36, 45, 46, 53, 55, 60, 61, 62, dan 63 serta terhubung dengan TP 03-4 dan TP 02-1.

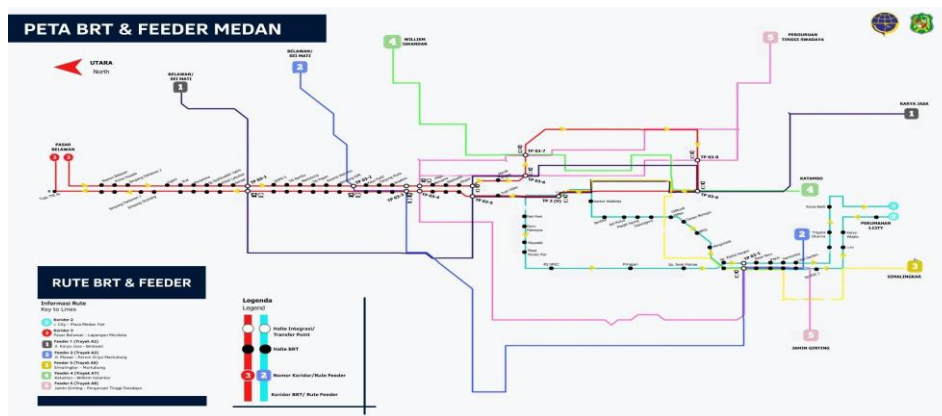
Keempat trayek tersebut dipilih karena menunjukkan tingkat cakupan jaringan yang luas dan mampu menghubungkan berbagai zona yang belum terlayani oleh BRT menuju simpul utama perpindahan moda. Dengan demikian, implementasi feeder pada Koridor 3 berpotensi meningkatkan aksesibilitas masyarakat terhadap layanan BRT, memperluas jangkauan sistem transportasi perkotaan, serta meningkatkan integrasi antarmoda di Kota Medan.

Berdasarkan prinsip operasionalnya, angkutan feeder dituntut untuk mampu menjangkau sebanyak mungkin zona yang belum dilayani oleh BRT sebagai layanan angkutan utama. Oleh karena itu, rute feeder yang direkomendasikan harus memiliki kapasitas cakupan spasial yang optimal sehingga dapat meningkatkan aksesibilitas masyarakat di wilayah yang sebelumnya tidak terhubung secara langsung dengan jaringan BRT. Merujuk pada rekomendasi trayek yang telah ditetapkan, dilakukan analisis lanjut terhadap pola pelayanan rute feeder terhadap zona di wilayah studi Kota Medan. Analisis ini dilakukan untuk menilai sejauh mana trayek feeder mampu menghubungkan zona-zona non-BRT ke titik transfer utama, serta kontribusinya dalam memperluas jangkauan sistem transportasi massal yang terintegrasi. Hasil analisis tersebut menjadi dasar bagi penilaian efektivitas rute feeder dalam mendukung pencapaian tujuan integrasi antarmoda di Kota Medan.

Berdasarkan hasil analisis keterjangkauan rute feeder terhadap zona pelayanan BRT di Kota Medan, diketahui bahwa trayek angkot yang direkomendasikan sebagai feeder memiliki cakupan yang luas dan mampu melayani berbagai zona yang belum terlayani oleh BRT. Trayek yang terdiri atas A2, A3, A6, A7, dan A8 berperan dalam meningkatkan aksesibilitas masyarakat di wilayah yang belum memiliki layanan BRT langsung. Trayek A2 dan A6 merupakan rute dengan cakupan paling luas karena melayani zona yang termasuk dalam Koridor 2 dan Koridor 3 secara bersamaan, serta menjangkau zona berpenduduk padat dan kawasan aktivitas tinggi seperti zona 1, 4, 6, 7, dan 8. Selain itu, trayek A3 juga berperan sebagai feeder pada sejumlah zona, khususnya yang terhubung dengan Koridor 3, seperti zona 12, 59, 60, dan 61. Di sisi lain, trayek A7 dan A8 berfungsi memperkuat layanan pada zona tambahan di Koridor 3, termasuk zona 45, 46, 53, dan 55, serta zona 23, 25, dan 27 yang sebelumnya tidak terhubung dengan layanan BRT.

Keberadaan kelima trayek tersebut menunjukkan bahwa sebagian besar zona yang tercakup memiliki lebih dari satu pilihan rute feeder, terutama pada zona-zona strategis seperti zona 6, 7, dan 8, yang dilayani oleh A2, A6, A7, dan A8. Pola ini mengindikasikan bahwa wilayah-wilayah tersebut memiliki potensi tinggi dalam pembangkitan perjalanan (*trip*

generation) sehingga membutuhkan lebih banyak opsi layanan feeder untuk mengakomodasi permintaan mobilitas. Secara keseluruhan, hasil ini memperlihatkan bahwa integrasi antara trayek angkot feeder dengan jaringan BRT telah dirancang secara efektif untuk memaksimalkan jangkauan pelayanan, khususnya di zona-zona yang belum dilayani BRT. Upaya ini diharapkan mampu memperbaiki konektivitas antarmoda di Kota Medan, serta mendukung sistem transportasi publik yang lebih inklusif dan berkelanjutan.



Gambar 7 Peta Integrasi BRT & Feeder Kota Medan.

### Analisis Kinerja Jaringan Setelah Integrasi Feeder BRT Kota Medan

Analisis kinerja jaringan dilakukan untuk menilai efektivitas penerapan sistem Bus Rapid Transit (BRT) yang terintegrasi dengan angkutan pengumpan (feeder) dalam meningkatkan kualitas dan jangkauan pelayanan transportasi publik di Kota Medan. Evaluasi dilakukan dengan membandingkan kondisi eksisting dan setelah penambahan rute feeder berdasarkan tiga indikator utama, yaitu cakupan pelayanan, ketersediaan angkutan per zona, dan nisbah pelayanan. Hasil analisis terhadap jaringan eksisting menunjukkan bahwa BRT Kota Medan, khususnya pada Koridor 2 dan 3, memiliki cakupan pelayanan sebesar 57,84 km<sup>2</sup> atau sekitar 26% dari total wilayah kajian seluas 224,68 km<sup>2</sup>. Dengan dua koridor yang telah beroperasi, sistem BRT hanya melayani 23 zona dari total 66 zona wilayah studi, yang menandakan keterbatasan aksesibilitas, terutama di wilayah pinggiran seperti Medan Marelan, Medan Johor, dan Medan Tuntungan yang belum terhubung secara langsung dengan sistem transportasi massal.

Setelah dilakukan integrasi melalui penambahan lima rute feeder (A2, A3, A6, A7, dan A8), kinerja jaringan menunjukkan peningkatan yang signifikan. Berdasarkan hasil analisis spasial, cakupan pelayanan meningkat dari 57,84 km<sup>2</sup> menjadi 128,84 km<sup>2</sup>, atau mengalami kenaikan sebesar 122,8%. Jumlah zona terlayani juga bertambah dari 23 menjadi 44 zona, yang menunjukkan perluasan wilayah jangkauan transportasi publik hampir dua kali lipat. Selain itu,

nisbah pelayanan meningkat dari 26% menjadi 57%, yang berarti lebih dari separuh wilayah kajian kini dapat dijangkau oleh sistem transportasi terintegrasi.

**Tabel 8** Rekap Perbandingan Kinerja Jaringan Sebelum Dan Sesudah Integrasi Feeder.

<b>Indikator</b>	<b>Eksisting</b>	<b>Setelah Feeder</b>	<b>Perubahan</b>
<b>Cakupan Pelayanan</b>	57,84 km <sup>2</sup>	128,84 km <sup>2</sup>	+71,0 km <sup>2</sup>
<b>Jumlah Zona Terlayani</b>	23 zona	44 zona	+21 zona
<b>Nisbah Pelayanan</b>	26%	57%	+31%

Hasil tersebut menunjukkan bahwa kehadiran rute feeder memberikan kontribusi besar terhadap perluasan aksesibilitas BRT, terutama pada kawasan dengan kepadatan penduduk tinggi dan aktivitas ekonomi menengah ke atas. Secara operasional, integrasi BRT dan feeder juga mampu menurunkan jarak tempuh rata-rata menuju halte BRT dari 1,2 km menjadi 0,6 km, meningkatkan frekuensi perjalanan, serta mengurangi tumpang tindih antartrayek hingga 40%. Hal ini sejalan dengan temuan ITDP dan EMBARQ India yang menegaskan bahwa penerapan sistem feeder dengan prinsip efisiensi rute dan distribusi penumpang dapat memperluas daya jangkauan layanan BRT tanpa memerlukan investasi besar pada infrastruktur baru.

Dari sisi pelayanan, sistem ini meningkatkan rasio ketersediaan angkutan umum per zona (service ratio) dari 23 zona menjadi 44 zona, yang menggambarkan peningkatan pemerataan layanan serta keterhubungan antarmoda di wilayah perkotaan. Analisis spasial melalui metode overlay menunjukkan peningkatan area dengan aksesibilitas tinggi (<500 meter dari halte) di pusat kota, seperti Lapangan Merdeka, Pasar Petisah, dan Medan Area, serta penurunan area dengan akses rendah (>1 km), khususnya setelah rute A6 dan A7 dioperasikan sebagai feeder.

Peta perbandingan cakupan layanan sebelum dan sesudah integrasi memperlihatkan perubahan signifikan pada distribusi zona pelayanan, di mana area berwarna hijau (terlayani BRT + feeder) meluas menggantikan area kuning dan merah (belum terlayani). Hal ini membuktikan efektivitas strategi integrasi moda dalam memperbaiki konektivitas jaringan dan meningkatkan efisiensi spasial transportasi publik.

Peningkatan indikator kinerja jaringan tersebut menunjukkan bahwa strategi integrasi BRT dan feeder dapat dijadikan model pengembangan sistem transportasi berkelanjutan di Kota Medan. Dengan nilai nisbah pelayanan mencapai 57%, sistem transportasi publik kini lebih inklusif, efisien, dan mampu menjangkau masyarakat lintas zona. Dari sisi manajerial, implementasi sistem operasi bergilir (shift-based operation) memungkinkan pemanfaatan

penuh kapasitas armada eksisting tanpa perlu penambahan kendaraan baru, sehingga meningkatkan efisiensi biaya operasional dan memperkuat keberlanjutan layanan transportasi massal di Kota Medan.

## **5. KESIMPULAN DAN SARAN**

Hasil analisis menunjukkan bahwa integrasi jaringan Bus Rapid Transit (BRT) dengan angkutan feeder memberikan dampak signifikan terhadap peningkatan kinerja dan efisiensi sistem transportasi publik di Kota Medan. Berdasarkan analisis spasial dan operasional, cakupan pelayanan meningkat dari 57,84 km<sup>2</sup> menjadi 128,84 km<sup>2</sup>, jumlah zona terlayani bertambah dari 23 menjadi 44 zona, serta nisbah pelayanan meningkat dari 26% menjadi 57%. Peningkatan ini menunjukkan bahwa lebih dari separuh wilayah kajian kini terjangkau oleh layanan transportasi publik terintegrasi.

Dari sisi aksesibilitas, jarak tempuh rata-rata menuju halte BRT berkurang dari 1,2 km menjadi 0,6 km, dan tumpang tindih trayek dengan angkutan eksisting menurun hingga 40%, menandakan peningkatan efisiensi jaringan. Secara spasial, wilayah dengan tingkat aksesibilitas tinggi (<500 m dari halte) meluas di pusat kota, menandakan perbaikan konektivitas antarmoda dan pemerataan layanan transportasi. Penelitian ini menegaskan bahwa integrasi BRT dan feeder dapat dijadikan model pengembangan transportasi berkelanjutan di kota-kota besar Indonesia. Pemerintah Kota Medan disarankan untuk mengimplementasikan sistem operasi bergilir (shift-based operation) dan memperkuat kebijakan integrasi antarmoda berbasis SIG guna mendukung peningkatan aksesibilitas, efisiensi operasional, serta keseimbangan jaringan transportasi perkotaan.

## **DAFTAR REFERENSI**

- Ashraf, A., & Idrisi, M. J. (2024). Smart and Sustainable Public Transportation - A Need of Developing Countries. *International Journal of Networked and Distributed Computing*, 12(1), 144-152. <https://doi.org/10.1007/s44227-024-00023-2>
- Badan Pusat Statistik Kota Medan. (2024). Badan Pusat Statistikps-Statistics.
- Cervero, R. (2013). Bus Rapid Transit (BRT): An Efficient and Competitive Mode of Public Transport Working Paper 2013-01.
- Direktor Jenderal Perhubungan Darat. (2002). Keputusan Direktorat Jenderal Perhubungan Darat Nomor SK.687/AJ.206/DRJD/2002 tentang Pedoman Teknis Penyelenggaraan Angkutan Penumpang Umum di Wilayah Perkotaan dalam Trayek Tetap dan Teratur.



- Guzman, L. A., & Gomez Cardona, S. (2021). Density-oriented public transport corridors: Decoding their influence on BRT ridership at station-level and time-slot in Bogotá. *Cities*, 110. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2020.103071>
- Hadas, Y., & Ranjitkar, P. (2012). Modeling public-transit connectivity with spatial quality-of-transfer measurements. *Journal of Transport Geography*, 22. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2011.12.003>
- Haider, F., Rehman, Z. U., Khan, A. H., Ilyas, M., & Khan, I. (2021). Performance evaluation of brt standard in decision support system for integrated transportation policy. *Sustainability (Switzerland)*, 13(4), 1-19. <https://doi.org/10.3390/su13041957>
- Hardi, A. Z., & Murad, A. K. A. (2023a). Spatial Analysis of Accessibility for Public Transportation, A Case Study in Jakarta, Bus Rapid Transit System (Transjakarta), Indonesia. *Journal of Computer Science*, 19(10), 1190-1202. <https://doi.org/10.3844/jcssp.2023.1190.1202>
- Hardi, A. Z., & Murad, A. K. A. (2023b). Spatial Analysis of Accessibility for Public Transportation, A Case Study in Jakarta, Bus Rapid Transit System (Transjakarta), Indonesia. *Journal of Computer Science*, 19(10), 1190-1202. <https://doi.org/10.3844/jcssp.2023.1190.1202>
- Khairunnisa, S. Z., & Widyastuti, H. (2024). Improving The Integration and Connectivity of Feeder Wira Wiri, Suroboyo Bus, Trans Semanggi Bus, and Trans Jatim Bus in Surabaya City Purabaya-Rajawali Routes. *Journal of Civil Engineering (Vol. 39, Issue 2)*. <https://doi.org/10.12962/j20861206.v39i2.20592>
- Li Zhen, & Weihua Gu. (2023). Feeder bus service design under spatially heterogeneous demand. <https://www.bart.gov/>; <https://doi.org/10.2139/ssrn.4760778>
- Litman, T. A., & Litman, T. (2025). Evaluating Accessibility for Transport Planning Evaluating Accessibility for Transportation Planning. [www.vtppi.org](http://www.vtppi.org)
- Pratama, M. R. (2021). Tinjauan Lokasi Halte Bus Trans Metro Deli Di Koridor 5 Medan Lapangan Merdeka-Tembung Terhadap Naik Turun Penumpang Bus Trans Metro Deli. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Teknik [JIMT]*, 1].
- Rahmatullah, A. R., Dewi, D. I. K., & Nurmasari, C. D. T. (2022). INTEGRASI ANTAR TRANSPORTASI UMUM DI KOTA SEMARANG. *Jurnal Pengembangan Kota*, 10(1), 36-46. <https://doi.org/10.14710/jpk.10.1.36-46>
- Rendra Riawan, A., & Ahyudanari, E. (2020). Analisis Aksesibilitas dalam Penggunaan Transportasi Umum, di Kota Bekasi dengan Metode Competition Measure (Studi Kasus: Stasiun LRT, Stasiun KRL, dan Stasiun BRT).
- Tamin, O. Z. (2000). *Perencanaan dan pemodelan transportasi*. Penerbit ITB.
- Verma, Ashish., & Ramanayya, T. V. (2015). *Public transport planning and management in developing countries*. CRC Press. <https://doi.org/10.1201/b17891>
- Zaroujtaghi, A., Mansourihanis, O., Tayarani, M., Mansouri, F., Hemmati, M., & Soltani, A. (2025). A Systematic Review of GIS Evolution in Transportation Planning: Towards AI

Integration. *Future Transportation* (Vol. 5, Issue 3). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/futuretransp5030097>