

## Analisis Variabilitas Temporal pada Waktu Tempuh Bus Rapid Transit (BRT) TransJogja



### Analysis of Temporal Variability on Bus Rapid Transit (BRT) TransJogja Travel Time

Rizka Fauziah<sup>1\*</sup>, Anita Ratnasari<sup>1</sup>, Diah Intan Kusumo Dewi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Perencanaan Wilayah dan Kota, Universitas Diponegoro, Semarang, Indonesia

\*Corresponding Author. E-mail: [rzkafauziah@students.undip.ac.id](mailto:rzkafauziah@students.undip.ac.id)

#### ABSTRAK

Bus Rapid Transit sebagai salah satu transportasi massal berperan penting dalam mengurangi kemacetan dan meningkatkan mobilitas di kawasan perkotaan, termasuk di Daerah Istimewa Yogyakarta. Peningkatan kinerja sistem transportasi untuk mendorong penggunaan transportasi massal dapat diukur melalui indikator konsistensi lamanya waktu tempuh. TransJogja sebagai sistem BRT di Yogyakarta masih menghadapi permasalahan ketepatan waktu layanan dan lamanya waktu tempuh yang belum sesuai dengan standar PMPRI No. 10 Tahun 2012, yaitu maksimum 7 menit pada jam sibuk dan 15 menit pada jam tidak sibuk. Penelitian ini dilakukan untuk mengidentifikasi variabilitas waktu tempuh TransJogja berdasarkan karakteristik temporal menggunakan pendekatan kuantitatif dan analisis deskriptif. Data yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari waktu tempuh empat rute TransJogja selama bulan Februari 2022. Hasil penelitian menunjukkan bahwa waktu tempuh pada hari kerja lebih lama dibanding akhir pekan, serta lebih Panjang pada jam sibuk dibanding jam tidak sibuk. Hal ini menunjukkan adanya pengaruh waktu terhadap ketepatan layanan BRT TransJogja. Temuan dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar evaluasi dalam perencanaan transportasi untuk meningkatkan kinerja sistem transportasi massal yang lebih efisien di Yogyakarta.

**Kata kunci:** *Bus Rapid Transit; waktu tempuh; TransJogja*

#### ABSTRACT

Bus Rapid Transit plays an important role in reducing traffic congestion and improving mobility in urban areas, including the Special Region of Yogyakarta. The performance of mass transit systems can be assessed through the consistency of travel time. TransJogja, Yogyakarta's BRT system, still faces issues related to service punctuality and travel time, which do not meet the PMPRI No. 12 of 2012 standards, 7 minutes during peak hours and 15 minutes during off-peak hours. This study aims to identify travel time variability based on temporal characteristics using a quantitative approach and descriptive analysis. Data were collected from four TransJogja routes in February 2022. The results show that travel time is longer on weekdays than on weekends, and longer during peak hours than off-peak hours. These findings indicate that time significantly affects TransJogja's service punctuality. The study is expected to support future evaluations and planning to improve the efficiency of mass transit in Yogyakarta.

**Keywords:** *Bus Rapid Transit; travel time; TransJogja*

## 1. Pendahuluan

Transportasi sebagai salah satu elemen krusial dalam sistem perkotaan akan mendorong terbentuknya ruang-ruang kota yang ideal dan kompak. Meningkatnya angka permintaan perjalanan saat ini menuntut adanya pendekatan strategis yang perlu dilakukan dalam sektor transportasi agar dapat memenuhi kebutuhan mobilitas masyarakat secara optimal. Salah satu solusi yang dapat diterapkan adalah melalui penyediaan layanan angkutan massal yang terpadu (multimoda), efektif, dan efisien. Sistem transportasi seperti ini berperan penting sebagai mekanisme dalam upaya mengurangi ketergantungan terhadap penggunaan kendaraan pribadi, khususnya mobil, serta meningkatkan keberlanjutan mobilitas perkotaan dengan mengalihkan sebagian perjalanan dari kendaraan pribadi ke moda transportasi publik yang lebih ramah lingkungan (Buehler & Hamre, 2015).

Lebih lanjut, sistem transportasi multimoda yang dirancang dengan baik tidak hanya akan mengurangi terjadinya fenomena kemacetan dan pengurangan emisi karbon saja, tetapi juga dapat meningkatkan aksesibilitas dan inklusi sosial di wilayah perkotaan maupun pinggiran. Integrasi antarmoda menjadi kunci dalam mewujudkan konektivitas antarwilayah dalam konteks pengembangan perkotaan. Oleh karena itu, perencanaan transportasi publik perlu mempertimbangkan kolaborasi antara data spasial dan temporal agar dapat merespon kebutuhan masyarakat seiring dengan mendukung pembangunan kota yang berorientasi pada mobilitas yang berkelanjutan (Deka & Fei, 2019).

Moda transportasi umum, *Bus Rapid Transit* (BRT) merupakan salah satu solusi paling efisien untuk menyediakan layanan transit di kota-kota yang berkembang pesat di negara-negara berkembang (Dimitriou et al., 2012). BRT menggabungkan fitur-fitur terbaik dari transportasi multimoda berbasis rel dengan biaya yang lebih sedikit seperti kualitas layanan yang relatif murah, cepat diterapkan, fleksibel, dan berkualitas tinggi untuk kebutuhan transportasi kota-kota berkembang (Shatnawi et al., 2020). BRT memiliki berbagai peluang dan tantangan, termasuk beberapa terkait dengan kinerja sistem transportasi yang dapat diandalkan dalam mempengaruhi statusnya sebagai alternatif yang diinginkan untuk transportasi pribadi. Dengan kata lain, menarik penumpang ke angkutan umum didasarkan pada beberapa hal seperti keandalan dan variabilitas waktu tempuhnya (Yetiskul & Senbil, 2012). Berbeda dengan transportasi pribadi (mobil), angkutan umum (bus) sering mengalami siklus melambat, pemberhentian, mempercepat, dan perpindahan yang disebabkan oleh berbagai faktor. Salah satu keunggulan BRT adalah fleksibilitas desain sistem koridor dan stasiunnya. BRT dapat menggunakan bus yang beroperasi dalam berbagai kondisi lalu lintas, seperti dalam lalu lintas campuran maupun jalur khusus untuk penggunaan BRT (Zhang et al., 2020). Oleh sebab itu, kinerja sistem transportasi dari BRT perlu diperhatikan dan ditingkatkan untuk keberlanjutan penggunaan BRT di perkotaan.

Penelitian sebelumnya membahas variasi waktu tempuh dalam angkutan umum bus dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti faktor spasial dan faktor temporal (Comi et al., 2017; Kim & Chung, 2018; Yetiskul & Senbil, 2012). Waktu perjalanan untuk rute bus yang sama selama hari kerja dan akhir pekan memiliki perbedaan. Waktu tempuh selama hari kerja memiliki pengaruh yang relatif tinggi dibandingkan waktu tempuh di akhir pekan. Hal ini disebabkan karena aktivitas yang tinggi di hari kerja menyebabkan padatnya lalu lintas sehingga mempengaruhi lamanya waktu tempuh bus di hari kerja di banding waktu tempuh bus di hari libur (Low et al., 2022). Selain itu, waktu tempuh menurut waktu operasional di satu hari juga memiliki perbedaan yang signifikan. Rata-rata waktu tempuh di jam sibuk pagi dan jam sibuk sore hari lebih lama dari pada waktu tempuh di jam tidak sibuk (Yetiskul & Senbil, 2012).

Daerah Istimewa Yogyakarta merupakan salah satu provinsi yang turut mengimplementasikan sistem *bus rapid transit*. *Bus rapid transit* atau biasa disebut dengan TransJogja memiliki pelayanan yang terkonsentrasi di kawasan aglomerasi perkotaan Yogyakarta (Kota Yogyakarta, Kabupaten Sleman, dan Kabupaten Bantul) akibat beragamnya aktivitas dan tingginya pergerakan di wilayah perkotaan. Kota Yogyakarta dijuluki kota pelajar dan kota pariwisata sedangkan Kabupaten Sleman dan Bantul termasuk area peri urban kawasan perkotaan ini. TransJogja hadir untuk memenuhi kebutuhan pergerakan atau mobilitas masyarakat harian dalam menghubungkan pusat kota dengan kawasan perkotaan di sekitarnya. TransJogja dianggap sebagai andalan bagi pemerintah karena rute-rute yang diciptakan dianggap mampu melayani seluruh titik-titik utama yang ada di Yogyakarta. Akan tetapi, TransJogja masih memiliki kekurangan pada kinerja sistem transportasinya. Tingkat layanan ketepatan bus TransJogja pada halte masih tergolong buruk dengan rerata ketepatan kurang dari 75% dan kinerja pelayanan waktu tunggu pada halte TransJogja secara keseluruhan masih kurang baik, karena sebagian besar rute TransJogja baik pada

saat jam puncak pagi maupun saat jam puncak sore waktu tunggu mencapai 20-30 menit (Adi et al., 2020), artinya belum memenuhi standar layanan BRT menurut Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia No. 10 tahun 2012 (PMPRI No. 10 tahun 2012) yang menyatakan bahwa perbedaan waktu tunggu maksimum adalah 7 menit pada waktu sibuk dan 15 menit pada waktu tidak sibuk. Ketepatan waktu dan *headway* ini berkaitan dengan waktu tempuh bus. Akan tetapi, hingga saat ini belum terdapat penelitian lebih lanjut terkait kinerja layanan TransJogja dari segi waktu tempuh berdasarkan karakteristik temporal pada masing-masing rute TransJogja.

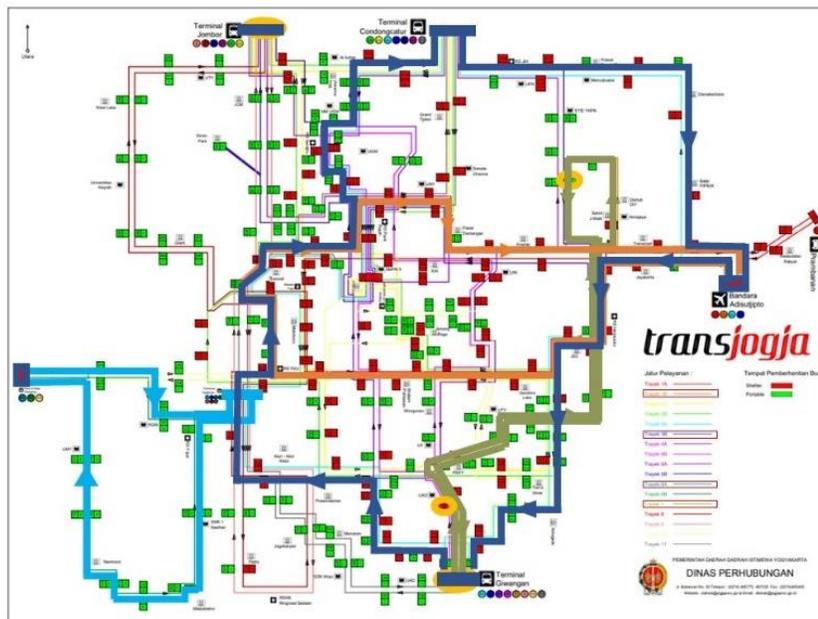
Oleh sebab itu, berdasarkan hasil penelitian tersebut dan permasalahan layanan TransJogja yang sedang terjadi, perlu dilakukan penelitian tentang identifikasi waktu tempuh berdasarkan karakteristik temporal penyebab variabilitas waktu tempuh pada rute TransJogja dengan metode kuantitatif yang memungkinkan untuk menghitung rata-rata dan performa waktu tempuh secara temporal dari bus TransJogja. Penelitian ini dilakukan dengan harapan dapat digunakan sebagai gambaran terkait variasi waktu tempuh secara temporal yang berdampak pada tingkat variabilitas waktu tempuh yang mempengaruhi kualitas layanan BRT. Selain itu, dengan mengetahui variasi waktu tempuh secara temporal dapat menjadi bahan evaluasi dan rekomendasi terhadap operator transportasi untuk peningkatan layanan dan rekomendasi untuk pengguna dalam menentukan rute perjalanan.

## 2. Metode

Pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kuantitatif. Pendekatan ini dilakukan dengan menghitung rata-rata waktu tempuh dan kecepatan sebagai indikator performa, lalu dibandingkan antar kategori temporal. Selanjutnya, dilakukan analisis deksriptif untuk mendeskripsikan perbedaan variasi waktu tempuh secara temporal. Tahapan penelitian dilakukan secara sistematis, meliputi penentuan rute, pengumpulan data sekunder, pengelompokan data berdasarkan perbedaan temporal, analisis data, serta penyusunan kesimpulan.

### Penentuan Rute

TransJogja memiliki 17 rute layanan dengan total 129 armada dan 267 halte yang tersebar di seluruh area Yogyakarta. Adapun rute-rute yang beroperasi antara lain 1A, 1B, 2A, 2B, 3A, 3B, 4A, 4B, 5A, 5B, 6A, 6B, 7, 8, 9, 10, dan 11. Penelitian ini difokuskan pada empat rute, yaitu 1B, 3B, 6A, dan 7 (Gambar 1).



Gambar 1. Peta Rute 1B, 3B, 6A, dan 7 TransJogja (Dishub DIY, 2021)

Pemilihan keempat rute ini didasarkan pada keberagaman karakteristik layanan, seperti cakupan wilayah pusat kota dan daerah pinggiran, serta variasi panjang lintasan. Dengan mempertimbangkan aspek spasial dan operasional tersebut, keempat rute ini dipilih secara purposif untuk mewakili kompleksitas dan keberagaman sistem BRT TransJogja secara menyeluruh. Pendekatan ini diharapkan dapat memberikan gambaran komprehensif terkait variabilitas waktu tempuh dalam perbedaan jenis rute yang ada. Karakteristik keempat rute penelitian pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Karakteristik Rute Penelitian (PT. AMI dan PT. JTT, 2022)

| Rute      | Lokasi Layanan | Jam Operasional | Panjang Rute (km) | Jumlah Pemberhentian |
|-----------|----------------|-----------------|-------------------|----------------------|
| <b>1B</b> | Perkotaan      | 06.00 - 18.00   | 23,5              | 39                   |
| <b>3B</b> | Perkotaan      | 06.00 - 18.05   | 32,4              | 51                   |
| <b>6A</b> | Pinggir Kota   | 06.00 - 18.15   | 13,2              | 16                   |
| <b>7</b>  | Pinggir Kota   | 06.00 - 18.30   | 11,9              | 24                   |

Karakteristik masing-masing rute berperan dalam memengaruhi kinerja waktu tempuh. Rute 1B dan 3B yang berlokasi di wilayah perkotaan memiliki panjang lintasan lebih dari 23 km serta jumlah pemberhentian yang lebih banyak dibandingkan rute pinggiran kota seperti 6A dan 7. Kepadatan titik pemberhentian ini berkontribusi terhadap tingginya waktu tempuh karena frekuensi berhenti dan interaksi dengan lalu lintas perkotaan yang lebih kompleks. Sebaliknya, rute 6A dan 7 yang melayani area pinggiran kota menunjukkan karakteristik jalur yang lebih pendek dan jumlah pemberhentian yang lebih sedikit sehingga mendukung efisiensi pergerakan bus di sepanjang rute tersebut.

#### *Pengumpulan Data*

Data diperoleh secara sekunder yang bersumber dari PT. Anindya Mitra Internasional (AMI) dan PT. Jogj Tugu Trans (JTT). Data terkait waktu tempuh diklasifikasikan berdasarkan dua dimensi temporal, yaitu 1) hari operasional yang dibagi menjadi hari kerja (Senin – Jumat) dan akhir pekan (Sabtu – Minggu), dan 2) waktu operasional yang dibagi menjadi jam sibuk (15.00 – 18.00) dan jam tidak sibuk (09.00 – 12.00). Pemilihan rentang waktu ini didasarkan pada pola operasional dan volume penumpang pada masing-masing periode. Waktu tempuh pada penelitian ini didefinisikan sebagai durasi perjalanan dari titik keberangkatan menuju titik akhir pemberhentian pada masing-masing rute, dengan estimasi rata-rata antara 90 sampai 150 menit, sesuai dengan panjang lintasan dan kondisi lalu lintas.

#### *Teknik Analisis Data*

Kinerja operasional pelayanan angkutan umum dapat diukur melalui beberapa indikator, sesuai dengan pedoman teknis penyelenggaraan angkutan penumpang umum (Safe et al., 2015). Analisis dilakukan dengan menghitung rata-rata waktu tempuh dan kecepatan sebagai indikator kinerja layanan. Perbandingan antar kategori temporal digunakan untuk mengidentifikasi pola variabilitas waktu tempuh. Adapun seluruh proses pengolahan data dilakukan dengan bantuan perangkat lunak Microsoft Excel untuk membantu mengorganisir data dan menghasilkan output numerik yang dapat diinterpretasikan secara deskriptif.

Pendekatan klasifikasi temporal terhadap hari dan jam operasional memberikan gambaran komprehensif mengenai dinamika operasional BRT TransJogja. Pembagian waktu analisis antara hari kerja dan akhir pekan serta jam sibuk dan tidak sibuk memungkinkan identifikasi pola variasi yang lebih tajam dalam performa layanan. Data sekunder yang diolah melalui Excel menunjukkan kesesuaian pendekatan deskriptif dalam menjelaskan fenomena transportasi publik berbasis bukti numerik. Hal ini memberikan dasar yang kuat dalam menyusun kebijakan peningkatan efisiensi operasional berdasarkan konteks temporal dan geografis yang berbeda.

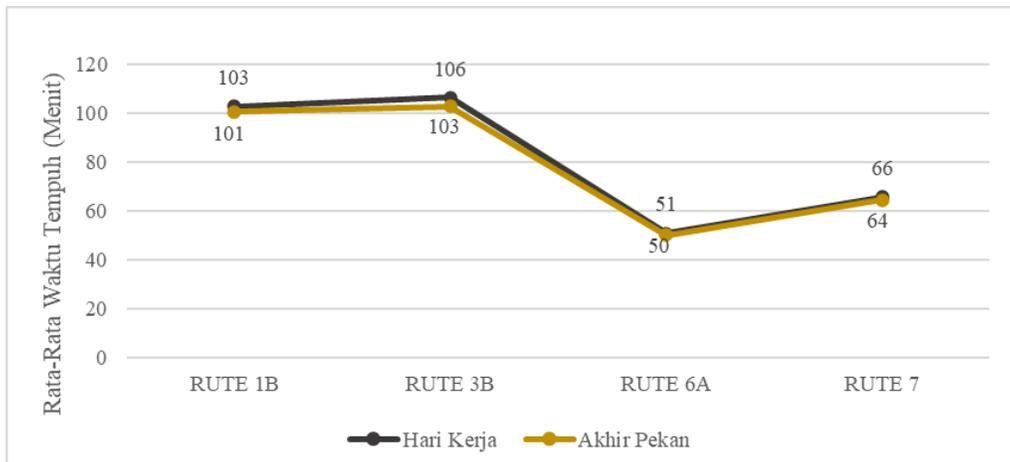
### **3. Hasil dan Pembahasan**

#### *3.1 Lama Waktu Tempuh Bus TransJogja berdasarkan Periode Hari*

Variabilitas waktu tempuh dapat didefinisikan sebagai variasi waktu perjalanan selama periode waktu tertentu (FHWA, 2006 dalam (Kim & Chung, 2018). Faktor variabilitas waktu perjalanan terdiri dari 3 kelompok dimensi, salah satunya adalah dimensi temporal (Yetiskul & Senbil, 2012). Secara temporal,

variasi waktu perjalanan bus memiliki perbedaan dan berkaitan erat dengan kondisi lalu lintas di jam tertentu, seperti di jam sibuk pagi dan jam sibuk sore sangat menunjukkan perbedaan yang signifikan dibanding jam tidak sibuk. Begitupun dimensi temporal berdasarkan hari, waktu tempuh bervariasi untuk hari kerja dan akhir pekan. Variasi waktu tempuh secara temporal mempengaruhi tingkat variabilitas waktu tempuh yang menggambarkan keandalan waktu tempuh. Semakin tinggi variabilitas, maka waktu tempuh semakin tidak andal (Low et al., 2022)

Bus TransJogja memiliki variasi temporal yang berbeda di setiap rute berdasarkan hari kerja dan akhir pekan. Adanya variasi waktu tempuh di hari kerja dan akhir pekan mengakibatkan efek temporal ini sensitif terhadap variabilitas waktu tempuh (Low et al., 2022). Lama waktu tempuh 8 hari kerja dan 8 hari libur pada 4 rute TransJogja.



**Gambar 2.** Grafik Rata-Rata Waktu TransJogja pada Hari Kerja dan Akhir Pekan (PT. AMI dan PT. JTT, 2022)

Gambar 2 menunjukkan perbandingan rata-rata waktu tempuh pada empat rute TransJogja antara hari kerja dan akhir pekan. Secara umum, waktu tempuh pada hari kerja cenderung lebih tinggi dibandingkan akhir pekan di semua rute, meskipun perbedaannya relatif kecil. Hasil ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh peneliti lain yang menunjukkan bahwa efek musiman harian lebih kecil pada hari Sabtu dan Minggu (akhir pekan), artinya pada saat akhir pekan waktu tempuh lebih cepat dibandingkan pada saat hari kerja (Comi et al., 2017). Hal ini mencirikan adanya pengaruh kondisi lalu lintas dan aktivitas harian terhadap kinerja waktu perjalanan bus.

Perbedaan waktu tempuh yang ditunjukkan pada grafik juga mengindikasikan bahwa terdapat dinamika permintaan pengguna yang didasari oleh waktu dan hari operasional. Pada hari kerja, jumlah volume penumpang dan intensitas lalu lintas cenderung lebih tinggi karena bertepatan dengan jam sibuk aktivitas masyarakat, termasuk kegiatan berangkat dan pulang kerja atau sekolah. Sementara itu, pada akhir pekan, kepadatan lalu lintas relatif lebih rendah sehingga waktu tempuh perjalanan menjadi lebih singkat. Oleh karena itu, perbedaan yang muncul dari kedua waktu yang berbeda ini penting untuk dijadikan bahan evaluasi dalam perencanaan jadwal dan manajemen operasional BRT TransJogja sehingga dapat meningkatkan efisiensi layanan dan kepuasan pengguna layanan transportasi publik.

**Tabel 2.** Performa Waktu Tempuh Saat Hari Kerja dan Akhir Pekan (PT. AMI dan PT. JTT, 2022)

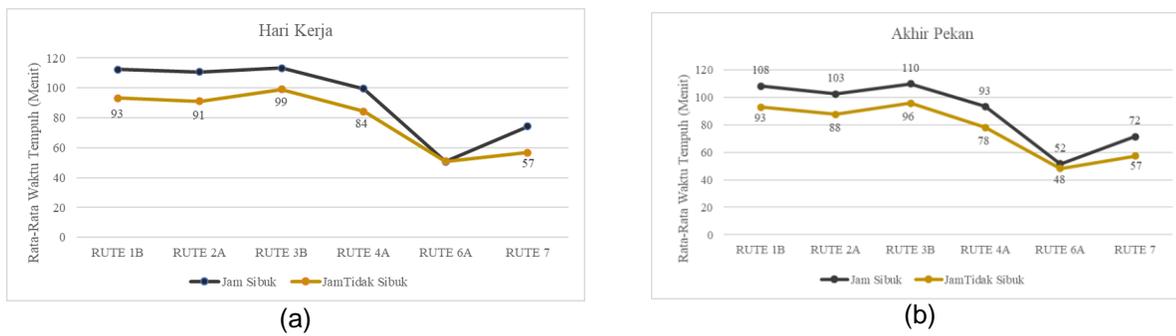
| Hari                      | Waktu Tempuh Saat Hari Kerja (Menit) |      |      |      | Waktu Tempuh Saat Akhir Pekan (Menit) |      |      |      |
|---------------------------|--------------------------------------|------|------|------|---------------------------------------|------|------|------|
|                           | Rute                                 |      |      |      | Rute                                  |      |      |      |
|                           | 1B                                   | 3B   | 6A   | 7    | 1B                                    | 3B   | 6A   | 7    |
| 1                         | 97                                   | 99   | 48   | 63   | 109                                   | 107  | 55   | 64   |
| 2                         | 107                                  | 104  | 52   | 71   | 98                                    | 102  | 50   | 63   |
| 3                         | 122                                  | 122  | 56   | 62   | 99                                    | 100  | 52   | 68   |
| 4                         | 109                                  | 109  | 51   | 77   | 95                                    | 97   | 49   | 63   |
| 5                         | 95                                   | 104  | 49   | 59   | 90                                    | 110  | 49   | 66   |
| 6                         | 99                                   | 105  | 53   | 69   | 93                                    | 96   | 47   | 61   |
| 7                         | 94                                   | 104  | 53   | 68   | 108                                   | 101  | 50   | 70   |
| 8                         | 101                                  | 105  | 47   | 59   | 113                                   | 110  | 50   | 62   |
| <b>Rata-Rata</b>          | 103                                  | 106  | 51   | 66   | 101                                   | 103  | 50   | 64   |
| <b>Kilometer</b>          | 23,5                                 | 32,4 | 13,2 | 11,9 | 23,5                                  | 32,4 | 13,2 | 11,9 |
| <b>Kecepatan (km/jam)</b> | 13,7                                 | 18,3 | 15,6 | 10,9 | 14                                    | 18,9 | 15,9 | 11,1 |

Rute 1B dan 3B memiliki waktu tempuh tertinggi, dengan rata-rata di atas 100 menit yang mengindikasikan bahwa kedua rute ini memungkinkan melintasi wilayah pusat kota yang padat dengan tingkat kemacetan tinggi dan frekuensi pemberhentian yang lebih besar. Sementara, rute dengan waktu tempuh paling singkat adalah 6A, yaitu 50-51 menit yang menunjukkan bahwa area yang dilayani memiliki lalu lintas yang relatif lancar. Kedua perbedaan ini didukung dengan penelitian yang menyatakan sumber variasi lain mungkin termasuk kegiatan yang terjadi di lokasi yang beragam di sekitar kota mempengaruhi waktu tempuh secara temporal (Yetiskul & Senbil, 2012).

Adanya perbedaan waktu tempuh antar rute tidak hanya mencerminkan karakteristik fisik jalur, tetapi juga menunjukkan adanya variasi dalam pola aktivitas dan fungsi kawasan yang dilayani. Rute 1B dan 3B yang melintasi pusat kota cenderung menghadapi hambatan lalu lintas yang lebih tinggi, seperti kepadatan kendaraan dan banyaknya titik pemberhentian sehingga berdampak pada efisiensi waktu tempuh. Sedangkan, di sisi lain, rute 6A yang melayani wilayah dengan lalu lintas lebih ringan mampu mempertahankan konsistensi waktu tempuh di bawah 55 menit, baik pada hari kerja maupun di waktu akhir pekan. Temuan ini penting untuk dijadikan acuan dalam strategi perbaikan rute, khususnya dalam redistribusi armada atau penyusunan jadwal berdasarkan beban lalu lintas dan pola perjalanan masyarakat yang ditempuh.

### 3.2 Lama Waktu Tempuh Bus TransJogja berdasarkan Periode Waktu

Waktu tempuh secara spasial dalam penelitian didefinisikan sebagai waktu yang diambil dari titik awal keberangkatan ke titik akhir pemberhentian bus yang melewati serangkaian halte bus di sepanjang jalan dan terdiri dari komponen waktu tinggal (*dwelling time*) dan waktu berjalan (*running time*) (Büchel & Corman, 2020). Semua bagian dari titik keberangkatan awal ke titik akhir pemberhentian membentuk rute. Sama halnya dengan periode hari, waktu tempuh TransJogja pada periode waktu, sibuk dan tidak sibuk juga menunjukkan perbedaan di setiap rute dan setiap harinya. Umumnya, waktu tempuh lebih tinggi selama periode puncak baik hari maupun waktu (Büchel & Corman, 2020). Gambar 3 menunjukkan perbedaan lama waktu tempuh TransJogja berdasarkan jam sibuk dan tidak sibuk pada rute TransJogja.



**Gambar 3.** Grafik Rata-Rata Waktu TransJogja saat Jam Sibuk dan Tidak Sibuk (PT. AMI dan PT. JTT, 2022)

Jenis data serupa dari beberapa kota di New Jersey, dan diperoleh bahwa pada setiap hari dalam seminggu, saat jam sibuk menunjukkan waktu perjalanan yang lebih tinggi daripada waktu lainnya (Bhandari, 2007). Namun, puncaknya bervariasi pada hari yang berbeda, yaitu rata-rata waktu tempuh meningkat saat menuju jam puncak, sedangkan menurun setelah itu, yang mana salah satu faktor utamanya adalah kondisi lalu lintas (Comi et al., 2017). Berdasarkan grafik rata-rata waktu tempuh TransJogja cenderung lebih tinggi pada jam sibuk dibandingkan jam tidak sibuk, baik pada hari kerja maupun akhir pekan. Pola ini konsisten di hampir semua rute yang diteliti, mencerminkan adanya peningkatan beban lalu lintas pada waktu-waktu puncak yang berdampak pada performa operasional bus. Keefektifan performa waktu kedatangan bus dapat meningkatkan kualitas pelayanan transportasi publik yang dapat mengurangi waktu tunggu penumpang serta mendorong tingkat kepuasan pengguna (Tian et al., 2018). Terdapat perbedaan waktu tempuh antara jam sibuk dan tidak sibuk yang tergambar pada kedua grafik (Gambar 3) menunjukkan bahwa adanya pola konsisten pada sebagian besar rute BRT TransJogja, baik yang terjadi pada hari kerja maupun pada akhir pekan. Rata-rata waktu tempuh cenderung meningkat signifikan pada jam sibuk, yang mengindikasikan bahwa terdapat peningkatan beban lalu lintas dan volume penumpang pada waktu tersebut. Grafik menunjukkan bahwa rute 3B dan 4A mengalami lonjakan waktu tempuh yang cukup besar saat jam sibuk dibandingkan jam tidak sibuk. Hal ini menunjukkan bahwa jalur tersebut melewati wilayah dengan aktivitas masyarakat tinggi pada periode puncak. Pola ini menekankan bahwa penting untuk memfokuskan pada perencanaan jadwal operasional yang adaptif terhadap karakteristik waktu sehingga pelayanan yang diberikan kepada pengguna tetap efisien meskipun harus menghadapi situasi dan kondisi lalu lintas yang bervariasi.

**Tabel 3.** Performa Waktu Tempuh Saat Jam Sibuk dan Tidak Sibuk (PT. AMI dan PT. JTT, 2022)

| Rute      | Panjang Jalan (km) | Jam Sibuk          |                    | Jam Tidak Sibuk    |                    |
|-----------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|           |                    | Waktu Tempuh (jam) | Kecepatan (km/jam) | Waktu Tempuh (jam) | Kecepatan (km/jam) |
| <b>1B</b> | 23,5               | 1,84               | 12,8               | 1,55               | 15,2               |
| <b>3B</b> | 32,4               | 1,86               | 17,4               | 1,62               | 20,0               |
| <b>6A</b> | 13,2               | 0,85               | 15,5               | 0,83               | 16,0               |
| <b>7</b>  | 11,9               | 1,22               | 9,8                | 0,95               | 12,5               |

Perbedaan paling signifikan ditemukan pada rute 7, dimana selisih waktu tempuh mencapai 24% lebih lama terjadi pada jam sibuk dibandingkan jam tidak sibuk. Hal ini dapat terjadi disebabkan oleh karakteristik lintasan yang melewati kawasan padat aktivitas pada sore hari. Selain itu, rute 1B dan 3B juga menunjukkan peningkatan waktu tempuh sebesar 17% dan 13% pada jam sibuk. Hal ini menunjukkan bahwa area yang merupakan pusat aktivitas terdampak oleh kemacetan secara lebih intensif. Rata-rata waktu tempuh yang

lebih lama saat hari kerja dan jam sibuk menandakan padatnya lalu lintas pada hari dan jam tertentu. Sejalan dengan penelitian lainnya bahwa adanya perjalanan pulang pergi di waktu yang sama menyebabkan padatnya lalu lintas (Low et al., 2022). Sedangkan, di sisi lain, rute 6A menunjukkan perbedaan waktu tempuh yang relatif kecil antara kedua periode waktu. Hal ini disebabkan oleh karakteristik trayek yang cenderung lebih pendek, lebih langsung, dan berada di kawasan dengan intensitas lalu lintas yang lebih rendah.

Variabilitas ini menegaskan pentingnya mempertimbangkan dimensi waktu dalam evaluasi kinerja layanan BRT. Pola perbedaan waktu tempuh yang muncul berdasarkan periode waktu tidak hanya relevan untuk optimasi jadwal, tetapi juga menjadi indikator bahwa sistem operasional TransJogja harus adaptif terhadap kondisi lalu lintas dinamis, terutama pada jam-jam sibuk. Implikasi kebijakan seperti penyesuaian *headway*, redistribusi armada, atau integrasi sistem prioritas bus di persimpangan perlu dipertimbangkan sebagai upaya peningkatan efisiensi layanan. Dengan adanya pertimbangan ini, diharapkan penggunaan transportasi massal di kawasan perkotaan dapat semakin meningkat dan menekan angka penggunaan kendaraan pribadi sehingga mendorong terwujudnya kota yang berkelanjutan (Satiennam et al., 2016).

#### 4. Kesimpulan

Penelitian ini menunjukkan bahwa variabilitas waktu tempuh TransJogja dipengaruhi oleh dimensi temporal, dengan perbedaan lebih signifikan terdapat pada jam operasional dibandingkan hari. Dari keempat rute yang dianalisis, tiga di antaranya, yaitu rute 1B, 3B, dan 7 mengalami peningkatan waktu tempuh yang cukup besar pada jam sibuk, sedangkan satu rute lainnya, yaitu rute 6A cenderung stabil. Rute 3B dan 6A juga menunjukkan performa kecepatan terbaik yang menggambarkan efisiensi operasional yang lebih optimal. Temuan dari penelitian ini menegaskan bahwa waktu tempuh yang tidak konsisten dapat berdampak langsung pada keandalan layanan BRT TransJogja.

Menghadapi fenomena ini, pengelola sistem BRT TransJogja disarankan untuk mulai mempertimbangkan optimalisasi distribusi armada dan penjadwalan berbasis waktu sibuk dan tidak sibuk. Selain itu, perlu adanya integrasi teknologi dengan implementasi pantauan *real-time* yang dapat meningkatkan responsivitas layanan terhadap kondisi lalu lintas. Peneliti selanjutnya dapat memperdalam kajian dengan memperkaya variabel operasional lainnya seperti waktu tinggal di halte, risiko kecelakaan dalam lalu lintas, dan faktor kondisi bus agar hasil yang didapatkan dapat lebih komprehensif dan mendalam.

#### Ucapan Terima Kasih

Penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada pembimbing yang telah mengarahkan dalam penyusunan dan penyelesaian penelitian ini. Studi penelitian ini didukung oleh PT. Anindya Mitra Internasional (AMI) dan PT. Jogja Tugu Trans (JTT), serta disetujui oleh Dinas Perhubungan Provinsi Yogyakarta.

#### Referensi

- Adi, N. B., Priyanto, S., & Malkhamah, S. (2020). Evaluasi Kinerja Halte Bus dengan Metode Servqual (Studi Kasus Halte Trans Jogja Trayek 1A, 1B, 2A, dan 2B). *Teknisia*, XXV(1). <https://doi.org/10.20885/teknisia.vol25.iss1.art2>
- Bhandari, R. R. (2007). Bus arrival time prediction using stochastic time series and markov chains. *Public Health*.
- Büchel, B., & Corman, F. (2020). Review on Statistical Modeling of Travel Time Variability for Road-Based Public Transport. In *Frontiers in Built Environment* (Vol. 6). <https://doi.org/10.3389/fbuil.2020.00070>

- Buehler, R., & Hamre, A. (2015). The multimodal majority? Driving, walking, cycling, and public transportation use among American adults. *Transportation*, 42(6). <https://doi.org/10.1007/s11116-014-9556-z>
- Comi, A., Nuzzolo, A., Brinchi, S., & Verghini, R. (2017). Bus travel time variability: Some experimental evidences. *Transportation Research Procedia*, 27. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2017.12.072>
- Deka, D., & Fei, D. (2019). A comparison of the personal and neighborhood characteristics associated with ridesourcing, transit use, and driving with NHTS data. *Journal of Transport Geography*, 76. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2019.03.001>
- Dimitriou, H. T., Gakenheimer, R., & Elgar, E. (2012). Urban Transport in the Developing World: A Handbook of Policy and Practice. *Journal of Transport Geography*, 22, 321–322. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2011.11.013>
- Kim, S. H., & Chung, J. H. (2018). Exploration on origin–destination-based travel time variability: Insights from Seoul metropolitan area. *Journal of Transport Geography*, 70. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2018.05.021>
- Low, V. J. M., Khoo, H. L., & Khoo, W. C. (2022). Quantifying bus travel time variability and identifying spatial and temporal factors using Burr distribution model. *International Journal of Transportation Science and Technology*, 11(3). <https://doi.org/10.1016/j.ijst.2021.07.004>
- Safe, Y. T., Udiana, I. M., & Bella, R. A. (2015). Evaluasi Kinerja Angkutan Umum Trayek Terminal Oebobo - Terminal Kupang Pp Dan Terminal Kupang - Terminal Noelbaki PP. *Jurnal Teknik Sipil Nusa Cendana*, 4(1).
- Satiennam, T., Jaensirisak, S., Satiennam, W., & Detsamrong, S. (2016). Potential for modal shift by passenger car and motorcycle users towards Bus Rapid Transit (BRT) in an Asian developing city. *IATSS Research*, 39(2). <https://doi.org/10.1016/j.iatssr.2015.03.002>
- Shatnawi, N., Al-Omari, A. A., & Al-Qudah, H. (2020). Optimization of Bus Stops Locations Using GIS Techniques and Artificial Intelligence. *Procedia Manufacturing*, 44. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.02.204>
- Tian, Y., Rakhmangulov, A., Muravev, D., & Wang, S. (2018). Bus Arrival Time Prediction Algorithm Based on Markov Chain. *Modern Problems of Russian Transport Complex*, 8(2). <https://doi.org/https://dx.doi.org/10.18503/2222-9396-2018-8-2-29-37>
- Yetiskul, E., & Senbil, M. (2012). Public bus transit travel-time variability in Ankara (Turkey). *Transport Policy*, 23. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2012.05.008>
- Zhang, M., Yen, B. T. H., Mulley, C., & Sipe, N. (2020). How does an open system bus rapid transit (BRT) facilitate inter and intra-modal mobility? A visual analytic analysis of Brisbane, Australia. *Research in Transportation Economics*, 83. <https://doi.org/10.1016/j.retrec.2020.100906>