

## ANALISIS BOBOT KOMPONEN WAKTU PADA PERJALANAN MENGGUNAKAN ANGKUTAN UMUM PERKOTAAN

Risdiyanto<sup>1</sup>, Adelia Berliani Harnanto Putri<sup>2</sup> dan Nindy Cahyo Kresnanto<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Sipil, Universitas Janabadra, Jl. T.R. Mataram 57 Yogyakarta  
Email: risdiyanto@janabadra.ac.id

<sup>2</sup>Jurusan Teknik Sipil, Universitas Janabadra, Jl. T.R. Mataram 57 Yogyakarta  
Email: adelberliani@gmail.com

<sup>3</sup>Jurusan Teknik Sipil, Universitas Janabadra, Jl. T.R. Mataram 57 Yogyakarta  
Email: dyo.cahyo@gmail.com

### ABSTRACT

*Traffic congestion is a serious problem in many cities in the world. Congestion will be reduced if most private vehicle users want to switch to using Urban Public Transport (AUP) when traveling. In order for AUP to be in demand, AUP services must be better. One of the most important services in attracting AUP passengers is the short travel time. The intended travel time is a combination of time to the stop, waiting time at the stop, time in the vehicle, transfer time, and travel time from the stop to the final destination. In order for travel time to be calculated, the weight of each component of travel time must be known. This research was to determine the weight of each type of travel time component by taking the case of the Trans Jogja Bus (BTJ). The analysis was carried out using the Analytical Hierarchy Process (AHP) method. Data were obtained by conducting interviews / distributing questionnaires both in person and online, to 103 young respondents in urban Yogyakarta. Based on the results of the study, it was found that the components of travel time with weights from the largest in succession were waiting time at the bus stop, followed by time to the bus stop, transfer time, time from the bus stop to the final destination, and time in the vehicle. These results indicate that reducing waiting time at bus stops is a priority program that needs to be done to shorten the total travel time so that AUP becomes attractive.*

**Keywords:** travel time weight, public transportation

### ABSTRAK

Kemacetan menjadi masalah lalu lintas yang serius di banyak kota-kota di dunia. Kemacetan bisa dipecahkan jika sebagian besar pengguna angkutan pribadi mau berpindah memakai Angkutan Umum Perkotaan (AUP) saat bepergian. Supaya AUP diminati, maka layanan AUP harus semakin baik. Salah satu layanan yang amat penting dalam menarik penumpang AUP adalah waktu perjalanan yang pendek. Waktu perjalanan dimaksud adalah gabungan dari waktu menuju halte, waktu tunggu di halte, waktu selama di kendaraan, waktu berpindah moda, dan waktu tempuh dari halte ke tujuan akhir. Agar waktu perjalanan dapat dihitung, maka bobot tiap komponen waktu perjalanan wajib diketahui. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui bobot tiap jenis komponen waktu perjalanan dengan mengambil kasus pada Bus Trans Jogja (BTJ). Analisis dikerjakan dengan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP). Data didapat dari wawancara langsung / penyebaran kuesioner baik secara langsung maupun dengan cara *online*, kepada 103 responden usia muda di perkotaan Yogyakarta. Berdasarkan hasil penelitian didapat bahwa komponen waktu perjalanan dengan bobot dari yang paling besar berturut-turut adalah waktu tunggu di halte, disusul dengan waktu menuju halte, waktu berpindah moda, waktu dari halte ke tujuan akhir, serta waktu di dalam kendaraan. Hasil ini menunjukkan bahwa mengurangi waktu tunggu di halte merupakan program prioritas yang perlu dilakukan untuk memperpendek waktu perjalanan total agar AUP menjadi menarik.

Kata kunci: bobot waktu perjalanan, angkutan umum

## 1. PENDAHULUAN

Beragam permasalahan transportasi seperti kemacetan, polusi kendaraan, dan kecelakaan masih banyak ditemui di berbagai kota khususnya di negara sedang berkembang. Kemacetan adalah masalah pokok yang tidak mudah dipecahkan. Ini terjadi akibat dari tumbuh pesatnya kendaraan pribadi melebihi kenaikan panjang jalan dan kapasitas. Angkutan pribadi menjadi primadona karena lebih baik dari sisi kenyamanan dan kemudahan pemakaiannya dibandingkan dengan angkutan umum (Masoumi 2019). Kemacetan / ketertundaan juga cenderung semakin meningkat dan sulit dikendalikan mengingat pilihan utama moda dalam berperjalanan belum bersandar pada dari Angkutan Umum Perkotaan (AUP).

Secara umum, dua strategi utama mengatasi kemacetan adalah dengan menekan pemakaian kendaraan pribadi (*push policy*), dan mendorong pemakaian transportasi umum (*pull policy*) (Müller, P., Schleicher-Jester, F., Schmidt, M.-P. & Topp 1992). *Pull policy* yang dianggap paling cocok diterapkan di daerah perkotaan adalah pemberlakuan biaya perjalanan untuk kendaraan pribadi (*road charging*) dan peningkatan tarif parkir kendaraan (Thorpe, Hills, and Jaensirisak 2000). Adapun peningkatan *reliability* dan *frequency* angkutan umum sebagai bentuk *pull policy* akan menjadi hal paling penting untuk menarik pengguna kendaraan pribadi (Redman et al. 2013).

Pada penelitian lain, penerapan *Bus Rapid Transit System* (BRTS) berpotensi menarik pengguna sepeda motor, namun tidak bagi pengguna mobil yang lebih menyukai kendaraan mereka sendiri. Pergantian moda dapat terjadi jika ada yang menarik dari waktu perjalanan dan biaya perjalanan (Majeed and Batool 2016). Ketertundaan selama berada di kendaraan angkutan umum yang sedang berjalan - termasuk juga waktu berpindah moda dan waktu di halte -, berkontribusi pada penghentian menggunakan angkutan umum oleh penumpang (Carrel and Walker 2017). Selain itu, pengalaman buruk dari penumpang akan layanan angkutan umum ternyata signifikan mengurangi kemauan untuk terus menggunakan angkutan umum (Carrel and Walker 2017).

Seiring dengan pertumbuhan transportasi *online*, keberadaan angkutan umum perkotaan di Indonesia semakin mengawatirkan. Hal ini ditandai dengan turunnya jumlah penumpang *Bus Rapid Transit* (BRT) akhir-akhir ini. Meskipun angkutan *online* belum bisa dikategorikan sebagai angkutan umum, namun operasionalnya tidak serta merta bisa dilarang. Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor PM 12 Tahun 2019 Tentang Perlindungan Keselamatan Pengguna Sepeda Motor yang Digunakan untuk Kepentingan Masyarakat (Kementerian Perhubungan 2019) menjadi payung hukum keberadaan transportasi *online*. Oleh karena itu satu-satunya cara untuk menarik kembali penumpang angkutan umum perkotaan adalah dengan meningkatkan layanan angkutan BRT.

Untuk meningkatkan layanan BRT bagi masyarakat, perlu diketahui variabel/aspek fasilitas moda yang dijadikan elemen utama bagi calon penumpang di Indonesia dalam memilih angkutan BRT. Beberapa hal yang sangat penting pada fasilitas moda angkutan umum adalah keselamatan, waktu tunggu, waktu perjalanan, kebersihan, kenyamanan, tarif dsb. Fasilitas moda transportasi tersebut merupakan satu dari empat faktor yang bisa mempengaruhi pilihan jenis kendaraan. Ketiga faktor lainnya adalah ciri pergerakan, ciri pengguna jalan, dan ciri kota/zona (Tamin 2000).

Yogyakarta, merupakan salah satu kota di Pulau Jawa yang telah mengoperasikan angkutan umum BRT/ semi BRT bernama Bus Trans Jogja (BTJ) sejak tahun 2008 (Susanto 2008). Saat ini *load factor* Bus Trans Jogja mengalami penurunan yang cukup mengawatirkan. Tren penurunan jumlah penumpang Bus Trans Jogja (BTJ) telah terjadi sejak tahun 2016. Persoalan kemacetan yang semakin tinggi di Yogyakarta turut berperan dalam pengurangan jumlah penumpang (Azmi 2018). Dari tahun 2016 sampai 2018 terjadi penurunan sebesar 5 sampai 10 persen (Ismiyanto 2019) padahal subsidi per tahun Bus Trans Jogja mencapai sekitar 81 Milyar (Kjogja.com 2020). Salah satu usaha untuk meningkatkan besarnya *load factor* adalah dengan mempersingkat waktu tempuh semenjak penumpang dari tempat asal sampai ke tujuan akhir.

Waktu perjalanan total angkutan BTJ ditengarai menjadi salah satu sebab rendahnya *load factor*. Berdasarkan survei yang dilakukan Dinas Perhubungan DIY dan UGM di tahun 2019, sebanyak 50% penumpang menilai kinerja waktu perjalanan adalah sedang, 12,65% penumpang masih menilai lama, 0,52% penumpang menyebut sangat lama, adapun 36,28% menilai cepat, dan 2,58% menilai sangat cepat (Wildan 2020). Berkenaan dengan hal tersebut, studi ini memfokuskan pada perhitungan bobot komponen waktu pada penggunaan AUP yang meliputi waktu menuju halte, waktu tunggu di halte, waktu dalam kendaraan, waktu berpindah moda, dan waktu dari halte ke tujuan akhir.

Studi menunjukkan bahwa waktu menunggu dan berjalan dihargai sekitar dua kali dari waktu di dalam kendaraan (McKnight 1982). Bobot untuk waktu berjalan ke dan dari halte bus dan stasiun berkisar antara 1,4 dan 2,0 kali unit waktu di dalam kendaraan (berdasarkan 183 pengamatan) (Paulley et al. 2006). Meskipun beberapa studi tersebut telah menghasilkan bobot waktu, namun hingga saat ini – sejauh pengetahuan penulis – penelitian tentang bobot komponen waktu AUP di Indonesia belum pernah dilakukan.

Metode yang dipakai untuk menentukan bobot atau prioritas waktu yaitu dengan *Analytical Hierarchy Process* (AHP). Oleh karena dalam AHP dibutuhkan kecermatan pengisian kuesioner, maka studi diarahkan pada penumpang berusia muda. Dengan mengetahui komponen waktu prioritas, maka perbaikan BTJ dapat dilakukan dengan lebih fokus sehingga akan lebih efektif. Diharapkan nantinya akan meningkatkan keingingan masyarakat untuk menggunakan AUP secara berkelanjutan. Pada bagian lainnya, prioritas waktu dapat dipakai untuk merencanakan jaringan rute AUP sehingga tingkat pelayanan – dalam hal waktu perjalanan total – menjadi lebih merata antara satu rute dengan rute lainnya

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

Dalam kaitannya dengan AUP, penumpang dapat memilih beberapa jalur bus untuk bepergian, mereka akan memilih jalur yang paling memuaskan sesuai dengan kebutuhan. Namun, setiap jalur bus memiliki kelebihan dan kekurangannya sendiri. Misalnya, orang tidak perlu transfer tetapi perlu menunggu bus dalam waktu lama di beberapa jalur, mungkin menunggu bus dalam waktu singkat, tetapi perlu waktu lama untuk berjalan ke tempat tujuan. Jadi perlu untuk mempertimbangkan berbagai faktor secara komprehensif untuk memilih jalur yang lebih memuaskan. Perangkingan kriteria waktu tersebut dapat dilakukan dengan menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process* atau AHP (Liu and Yang 2018).

*Analytical Hierarchy Process* atau disingkat AHP adalah suatu teori untuk menentukan skala rasio dari perbandingan berpasangan. Perbandingan ini didapat dari ukuran aktual atau dari skala dasar yang menunjukkan kekuatan preferensi relatif dan perasaan. AHP bisa menilai penyimpangan dari konsistensi. AHP sering diaplikasikan pada pengambilan keputusan dengan beragam kriteria perencanaan, alokasi sumber daya manusia, prediksi, dan penyusunan matriks. Penggunaan AHP bisa merambah ke berbagai bidang termasuk di bidang transportasi. Pemecahan masalah transportasi dapat memakai AHP seperti yang telah dilakukan oleh beberapa peneliti dalam beragam topik (Boujelbene and Derbel 2015; Güner 2018; dan Pedroso, Bermann, and Sanches-Pereira 2018).

Pemecahan masalah dalam AHP didasarkan atas empat prinsip utama (Saaty 1987) yaitu: *Decomposition*, *Comparative Judgement*, *Synthesis of Priority*, dan *Logical Consistency*. *Decomposition* yaitu konsep untuk mengurai persoalan yang utuh menjadi unsur-unsur atau bagian-bagian. Ada lima unsur yang akan dinilai yaitu waktu menuju halte, waktu tunggu, waktu perjalanan di dalam kendaraan, waktu berpindah moda ke jalur lain, serta waktu dari halte ke tujuan akhir. Tahapan *Comparative Judgement* yaitu tahapan untuk membuat penilaian tentang kepentingan relatif dari dua elemen pada suatu tingkat tertentu dalam hubungannya dengan tingkat di atasnya. Penilaian ini merupakan inti analisis pada AHP, karena ia akan mempengaruhi penentuan prioritas elemen-elemen. Pada bagian *pairwise comparison*, bobot kepentingan didasarkan atas 9 tingkat kepentingan sebagaimana Tabel 1

Tabel 1. Nilai pembobotan tingkat kepentingan

<i>Tingkat Kepentingan</i>	<i>Keterangan</i>
1	Kedua elemen/alternatif yang dibandingkan sama pentingnya
3	Elemen A sedikit lebih penting dari elemen B
5	Elemen A lebih penting dari elemen B
7	Elemen A jelas lebih penting dari elemen B
9	Elemen A mutlak lebih penting dari elemen B
2,4,6,8	Nilai-nilai antara di antara dua perimbangan terdekat

Selanjutnya prinsip AHP yang ketiga adalah *Synthesis of Priority*. *Synthesis of Priority* adalah mengambil setiap turunan skala rasio prioritas lokal dalam berbagai level dari suatu hierarki. Selanjutnya adalah menyusun suatu komposisi global dari kumpulan prioritas untuk elemen-elemen dalam hierarki terbawah. Adapun *Logical Consistency* sebagai prinsip keempat adalah tingkat konsistensi yang masih bisa diterima agar hasil dari proses AHP dapat dipertanggungjawabkan

Perhitungan AHP diawali dengan pembuatan matrik  $A_s$  tiap responden

$$A_s = \begin{bmatrix} \alpha_{11} & \dots & \alpha_{15} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \alpha_{51} & \dots & \alpha_{55} \end{bmatrix}_s \quad (1)$$

Selanjutnya dihitung matriks  $B_s$  berikut

$$B_s = \begin{bmatrix} \alpha_{11}/s_1 & \dots & \alpha_{15}/s_5 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \alpha_{51}/s_1 & \dots & \alpha_{55}/s_5 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \beta_{11} & \dots & \beta_{15} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \beta_{51} & \dots & \beta_{55} \end{bmatrix} \quad (2)$$

Vektor prioritas  $V_s$  ditentukan dengan persamaan

$$V_s = \begin{bmatrix} (\beta_{11} + \beta_{12} + \dots + \beta_{15})/5 \\ (\beta_{21} + \beta_{22} + \dots + \beta_{25})/5 \\ \vdots \\ (\beta_{51} + \beta_{52} + \dots + \beta_{55})/5 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} v_1 \\ v_2 \\ \vdots \\ v_5 \end{bmatrix} \quad (3)$$

Perhitungan *Consistency Ratio* (CR) per responden (Mayo and Taboada 2020) didapat dari *Consistency Index* (CI) dan *Random Index* (RI)

$$CR_s = CI_s/RI \quad (4)$$

dengan *Random Index* (RI) diambil dari Tabel 2 berikut

Tabel 2. Nilai *Random Index* sebagai fungsi dari jumlah variabel

$n$	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$RI$	0	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

Adapun CI diperoleh dari  $\lambda_s$  yang merupakan *eigen value* maksimum dengan jumlah kriteria  $n$

$$CI_s = (\lambda_s - n)/(n - 1) \quad (5)$$

$$\lambda_s = C_s/n \quad (6)$$

$$C_s = A_s V_s = \begin{bmatrix} \alpha_{11} & \dots & \alpha_{15} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \alpha_{51} & \dots & \alpha_{55} \end{bmatrix}_s \begin{bmatrix} v_1 \\ v_2 \\ \vdots \\ v_5 \end{bmatrix}_s = \begin{bmatrix} c_1/v_1 \\ c_2/v_2 \\ c_3/v_3 \\ c_4/v_4 \\ c_5/v_5 \end{bmatrix}_s \quad (7)$$

Untuk  $n=5$  variabel, *Random Index* adalah 1,12. penilaian individu matriks dengan rasio konsistensi 0,10 atau lebih dianggap tidak konsisten. Matriks perbandingan baru dapat diterima jika nilai rasio konsistensi sebesar kurang dari atau sama dengan 0,1 ( $(CR) \leq 0,1$ ).

Dengan mengetahui responden yang konsisten, dihitung matriks agregasi (gabungan)  $W$  dengan cara menghitung *geometric mean* setiap sel matrik  $w_{ij}$  melalui akar  $r$  dari elemen individu dari setiap  $r$  responden yang konsisten.

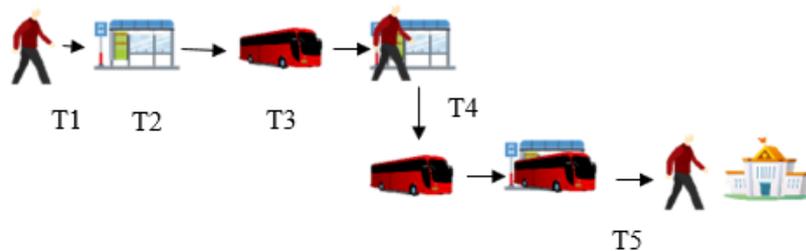
$$w_{ij} = \sqrt[r]{\prod_1^r a_{ij}} \quad (8)$$

$$\begin{bmatrix} w_{11} & \dots & w_{15} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ w_{51} & \dots & w_{55} \end{bmatrix} \quad (9)$$

Langkah yang sama dilakukan pada matrik gabungan  $W$  sehingga didapatkan CR baru serta bobot tiap komponen waktu.

### 3. METODOLOGI PENELITIAN

Data diperoleh dari hasil wawancara atau dengan membagikan kuesioner kepada 103 responden pengguna angkutan umum (Bus Trans Jogja) usia muda yang terdiri atas 83 orang melalui *google form* dan 20 orang dengan wawancara langsung. Survei responden dilakukan di kota Yogyakarta pada bulan November 2019. Metode analisis data untuk mendapatkan bobot komponen waktu dalam perjalanan memakai angkutan umum perkotaan menggunakan *Analytical Hierarchy Process (AHP)*.



Gambar 1. Ilustrasi pergerakan pengguna bus perkotaan

Berdasarkan Gambar 1, lima kriteria variabel waktu perjalanan menggunakan angkutan umum meliputi waktu menuju halte (T1), waktu tunggu (T2), waktu dalam kendaraan (T3), waktu berpindah moda (T4), dan waktu dari halte ke tujuan akhir (T5), sehingga didapat 10 pasang perbandingan berpasangan. Dalam perbandingan berpasangan ini berlaku hukum aksioma reciprocal, artinya apabila suatu elemen T1 (misal waktu menuju halte) dinilai lebih penting (nilai 5) dibandingkan dengan elemen waktu tunggu (T2), maka T2 lebih penting 1/5 kali dibandingkan dengan elemen T1. Apabila elemen T1 sama pentingnya dengan T2 maka masing-masing bernilai 1. Pada jenis kuesioner ini, kecenderungan pembobotan dilingkari angka tingkat kepentingan sebagaimana tertera pada Tabel 1. Jika dilingkari pada sisi kiri dengan angka “9” mengandung makna bahwa elemen sisi kiri “mutlak lebih penting” dari elemen sisi kanan.

Proses perhitungan dilakukan pada setiap kuesioner yang masuk (Choi 2015), dihitung nilai CI dan kemudian dipakai data dengan CI kurang dari 0,1. Untuk mendapatkan sel matriks gabungan dari data konsisten, dipakai *geometric mean*. Selanjutnya, perhitungan *eigen vector* total maupun *Consistency Index* juga dilakukan sebagaimana perhitungan pada matriks per responden.

### 4. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### Analisis data

Hasil pengumpulan data dengan kuesioner dan *google form*, terbagi atas tiga jenis yaitu, untuk data yang konsisten, rusak, dan tidak konsisten sebagaimana tampak pada Tabel 3. Ketika responden mengisi skala penilaian lebih dari satu kali – padahal ketentuannya hanya satu kali tiap pertanyaan -, maka data tersebut dianggap rusak karena tidak bisa dipakai. Sedangkan data yang tidak konsisten adalah data dari seorang responden yang masih bisa dihitung, tetapi nilai *Consistency Index* (CI) lebih dari 0,1. Dari 103 data yang didapat, 24 di antaranya konsisten, 50 data tidak konsisten, dan 29 data rusak.

Tabel 3. Rekapitulasi data hasil survei

<i>Data</i>	<i>Kuesioner</i>	<i>Google form</i>	<i>Jumlah</i>
Data Konsisten	5	19	24
Data Tidak Konsisten	15	35	50
Data Rusak/Tidak Terpakai	0	29	29
Jumlah Data Masuk	20	83	103

Contoh pengisian data *pairwise comparison* yang menghasilkan nilai  $CI < 0,1$  (konsisten) oleh responden pertama tertera pada Tabel 4

Tabel 4. *Pairwise comparison* ( $A_s$ ) responden pertama

<i>A</i>	<i>T1</i>	<i>T2</i>	<i>T3</i>	<i>T4</i>	<i>T5</i>
<i>T1</i>	1	2	1/2	1	1/3
<i>T2</i>	1/2	1	1/2	2	1/4
<i>T3</i>	2	2	1	1	1/3
<i>T4</i>	1	1/2	1	1	1/2
<i>T5</i>	3	4	3	2	1

Pada saat melakukan survei kepada responden, kadang-kadang responden kurang memahami maksud dari pertanyaan sehingga dapat mengakibatkan ketidakkonsistenan jawaban. Kebingungan responden terjadi karena sebagian besar responden baru sekali ini menerima kuesioner berisikan skala kepentingan model AHP. Responden memilih angka pada kriteria pertama, tetapi memilih angka juga pada kriteria yang dibandingkan. Data tidak dapat dihitung karena nilai dari skala penilaian 1 sampai 9 itu saling bernilai kebalikan. Jika responden memilih kedua kriteria masing-masing satu angka, nilai tidak dapat dimasukkan dalam matriks.

### Karakteristik responden

Karakteristik responden mencakup variabel sosiodemografi yaitu jenis kelamin, usia, dan pekerjaan tampak pada Tabel 5 berikut

Tabel 5. Kondisi sosiodemografi responden

<i>Responden</i>	<i>Data Konsisten</i>	<i>Data Tidak Konsisten</i>	<i>Data Rusak</i>
<b>Jenis kelamin</b>			
Laki-laki	6	19	9
Perempuan	18	31	20
<b>Usia</b>			
16 - 18 tahun	4	4	2
19 – 21 tahun	6	13	9
22 – 24 tahun	13	29	13
25 – 27 tahun	1	4	5
<b>Pekerjaan</b>			
Pelajar	4	2	3
Mahasiswa	12	34	17
<i>Fresh Graduate</i>	1	0	0

<i>Job Seeker</i>	1	0	1
Magang	1	0	0
Karyawan Swasta	5	7	4
Admin	0	1	0
Programmer	0	1	0
Konsultan	0	1	1
Guru	0	1	1
Freelance	0	1	1
PNS	0	1	0
Buruh	0	0	1
Jumlah	24	50	29

Berdasarkan Tabel 5, ada 23,3% data konsisten. Mayoritas data responden yang konsisten adalah perempuan, dengan usia terbanyak 22 – 24 tahun dan pekerjaan mahasiswa. Hal yang sama juga untuk data yang rusak serta data yang tidak konsisten

### Perhitungan AHP pada responden yang konsisten

Selanjutnya, hasil dari perhitungan semua matriks perbandingan kriteria, diperoleh 24 responden yang menjawab secara konsisten. Untuk mendapatkan sel matriks gabungan pada 24 data konsisten, digunakan *geometric mean* yang merupakan akar pangkat 24 dari perkalian sel-sel matriks. Sebagai contoh perhitungan *geometric mean* pada sel matrik T1 terhadap T2 adalah sebagai berikut

$$GM_{12} = \sqrt[24]{2 \times 2 \times 1 \times 3 \times 3 \times \frac{1}{9} \times \frac{1}{9} \times \frac{1}{4} \times 1 \times 5 \times \frac{1}{3} \times 3 \times \frac{1}{9} \times 3 \times \frac{1}{4} \times \frac{1}{3} \times 2 \times 3 \times \frac{1}{4} \times \frac{1}{5} \times 3 \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{3} \times \frac{1}{9}}$$

$$GM_{12} = \sqrt[24]{0,00025720} = 0,71$$

Bilangan 2, 2, 1, 3, 3, 1/9, dan seterusnya pada perhitungan tersebut merupakan nilai pada matriks *pairwise comparison* per responden yang konsisten. Perhitungan dari *geometric mean* tersebut menghasilkan matrik gabungan seperti pada Tabel 6 berikut

Tabel 6. Hasil *geometric mean*

A	T1	T2	T3	T4	T5
T1	1	0.71	1.66	0.9	1.73
T2	1.39	1	1.8	1.5	1.83
T3	0.61	0.55	1	0.73	0.99
T4	1.1	0.67	1.38	1	1.24
T5	0.58	0.55	1.01	0.81	1

Berdasarkan analisis menggunakan matriks pada Tabel 6 didapatkan nilai CR sebesar  $0,00458 / 1,12 = 0,00409 < 0,1$  (konsisten). Hasil akhir dari proses perhitungan sebagaimana tertera pada Tabel 7, diperoleh bobot terbesar komponen perjalanan menggunakan moda angkutan umum adalah waktu tunggu di halte dengan prosentase 28,5%; diikuti waktu menuju halte 21,9%; waktu berpindah moda 20,3%; waktu dari halte ke tujuan akhir 14,8%; dan terakhir adalah waktu di dalam kendaraan 14,5%. Dibandingkan dengan studi di Budapest, Hungaria, hasil studi ini berbeda. Hal ini dimungkinkan karena kondisi transportasi di Yogyakarta berbeda dengan di Budapest, Hungaria. Pada studi di Budapest, ranking kriteria yang dianggap paling penting oleh para ahli di bidang transportasi terkait dengan komponen waktu adalah *journey time*, diikuti *time to reach stop*, dan *a waiting time* (Moslem and Duleba 2018). Tampak bahwa waktu tunggu AUP di Budapest berada di urutan ketiga, sementara di Yogyakarta Indonesia menempati urutan pertama.

Tabel 7. Bobot dan prioritas perbaikan AUP

<i>Komponen Waktu</i>	<i>Bobot (%)</i>	<i>Prioritas Perbaikan AUP</i>
Waktu tunggu di halte (T2)	28,5	1
Waktu menuju halte (T1)	21,9	2
Waktu berpindah moda (T4)	20,3	3
Waktu dari halte ke tujuan akhir (T5)	14,8	4
Waktu di dalam kendaraan (T3)	14,5	5

Waktu tunggu sebagai variabel dengan bobot terbesar pada komponen waktu pemakaian AUP oleh penumpang menunjukkan bahwa waktu tunggu AUP BTJ masih terlalu lama. Hasil ini memiliki hubungan dengan penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa waktu tunggu merupakan salah satu variabel yang dinilai buruk oleh penumpang (Prabowo 2019).

Waktu menuju halte menempati urutan kedua dalam hal bobot prioritas menurut masyarakat. Kondisi ini memberi sinyal bahwa jaringan rute AUP Trans Jogja belum mampu dijangkau secara cepat dari rumah oleh para penumpang. Jaringan rute BTJ belum merata ke wilayah pinggir perkotaan Yogyakarta akibat dari struktur jaringan jalan serta jumlah armada yang terbatas.

Meskipun kemacetan semakin meningkat dan berdampak langsung pada kecepatan BTJ, namun waktu di dalam kendaraan merupakan faktor yang tidak begitu dipersoalkan oleh penumpang. Hal ini dimungkinkan oleh tingkat kenyamanan di dalam bus yang mendapat nilai sangat baik dari 16,00% responden, 61,00% responden menilai baik dan 23,00% menilai cukup (Sanjaya 2018).

Jika hasil pada studi di Yogyakarta ini dijadikan dalam bentuk sistem bobot dengan waktu di dalam kendaraan sebagai acuan, akan menghasilkan bobot waktu tunggu, waktu menuju halte, waktu berpindah moda, waktu dari halte ke tujuan akhir, dan waktu di dalam kendaraan berturut-turut adalah 1,97 : 1,5 : 1,4 : 1,02 : 1. Angka-angka terakhir bermakna bahwa 1,97 menit waktu di dalam kendaraan setara dengan 1 menit waktu menunggu. Artinya penumpang lebih memilih berada di dalam kendaraan bus yang sudah berjalan, daripada menunggu kedatangan bus meskipun lama waktunya sama. Hasil ini mirip dengan penelitian sebelumnya bahwa waktu menunggu berkisar 2 kali dari waktu di dalam kendaraan (McKnight 1982). Dalam aplikasinya, jika seseorang berjalan kaki menuju halte selama 5 menit, menunggu di halte 5 menit, melakukan perjalanan dengan bus perkotaan 15 menit, tanpa transfer, dan berjalan kaki dari halte ke tujuan akhir selama 5 menit, maka total waktu perjalanan setara dengan  $(5 \times 1,5) + (5 \times 1,97) + (15 \times 1) + (1,4 \times 0) + (5 \times 1,02) = 37,45$  menit berada di dalam bus.

Hasil ini bisa dijadikan acuan untuk kepentingan studi pemodelan transportasi dengan menggunakan perangkat lunak seperti misalnya EMME (*Equilibre Multimodal, Multimodal Equilibrium* dan sejenisnya pada saat inputing untuk menentukan *weight for time component*. Dalam EMME, *weight for time component* meliputi *wait time weight, auxiliary transit time weight, dan boarding time weight* (Inro 2021). *Weight for time component* dibutuhkan manakala akan dilakukan proses transit assignment pada jalur-jalur angkutan umum. Pembebanan angkutan umum bertujuan untuk meminimalkan total waktu tempuh yang berisi; waktu tunggu, waktu menuju halte, waktu naik dan waktu di dalam kendaraan. Komponen waktu ditimbang untuk dibandingkan dengan waktu di dalam kendaraan (Hildebrand and Hörtn 2014)

## 5. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat ditarik dari studi ini adalah bahwa bobot komponen waktu yang mempengaruhi minat penumpang dalam menggunakan angkutan umum perkotaan dengan tingkat kepentingan terbesar senilai 28,5% adalah waktu tunggu; diikuti waktu menuju halte 21,9%; waktu berpindah moda 20,3%; waktu dari halte ke tujuan akhir 14,8%; dan terakhir adalah waktu di dalam kendaraan 14,5%. Dengan demikian prioritas perbaikan agar jumlah penumpang AUP meningkat adalah dengan memperpendek waktu tunggu di halte.

Adapun rekomendasi dari penelitian ini adalah mengenai pentingnya dilakukan studi bobot komponen waktu perjalanan dengan menggunakan AUP di daerah lain di luar Kota Yogyakarta, sehingga hasilnya dapat dibandingkan. Selain itu penyertaan para ahli (akademisi dan pejabat dari dinas terkait) dalam penentuan bobot juga bisa menjadi topik penelitian berikutnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Azmi, Salsabila Annisa. 2018. "Jogja Makin Macet, Penumpang Trans Jogja Merosot." *Harian Jogja.com*.  
<https://jogjapolitan.harianjogja.com/read/2018/06/27/510/924659/jogja-makin-macet-penumpang-trans-jogja-merosot>.
- Boujelbene, Younes, and Ahmed Derbel. 2015. "The Performance Analysis of Public Transport Operators in Tunisia Using AHP Method." *Procedia Computer Science* 73(Awict): 498–508.
- Carrel, Andre, and Joan L. Walker. 2017. "Understanding Future Mode Choice Intentions of Transit Riders as a Function of Past Experiences with Travel Quality." *European Journal of Transport and Infrastructure Research* 17(3): 360–83.
- Choi, Jong-San. 2015. "Improvements of Efficiency of Analytical Hierarchy Process (AHP) for Project Priority in International Rural Development." *Journal of the Korean Society of International Agriculture* 27(1): 7–14.
- Güner, Samet. 2018. "Measuring the Quality of Public Transportation Systems and Ranking the Bus Transit Routes Using Multi-Criteria Decision Making Techniques." *Case Studies on Transport Policy* 6(2): 214–24.  
<https://doi.org/10.1016/j.cstp.2018.05.005>.
- Hildebrand, Cisilia, and Stina Hörtn. 2014. "A Comparative Study between Emme and Visum with Respect to Public Transport Assignment." : 125.
- Inro. 2021. "Emme Multimodal Transport Planning Software." <https://www.inrosoftware.com/en/products/emme/>.
- Ismiyanto, Agung. 2019. "Penumpang Trans Jogja Berkurang Hingga 10 Persen Dari Tahun 2016." *tribunjogja.com*. <https://jogja.tribunnews.com/2019/12/01/penumpang-trans-jogja-berkurang-hingga-10-persen-dari-tahun-2016>.
- Kementerian Perhubungan. 2019. *Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia No. 12 Tahun 2019 Tentang Perlindungan Keselamatan Pengguna Sepeda Motor Yang Digunakan Untuk Kepentingan Masyarakat*.  
Krijogja.com. 2020. "Subsidi Besar, Layanan Trans Jogja Harus Baik." <https://www.krijogja.com/berita-lokal/diy/yogyakarta/subsidi-besar-layanan-trans-jogja-harus-baik/>.
- Liu, Ying-xin, and Min Yang. 2018. "Analysis of Passenger Satisfaction for Bus Line Based on Analytic Hierarchy Process." *DEStech Transactions on Social Science, Education and Human Science (amse)*: 140–44.
- Majeed, S, and Z Batool. 2016. "Evaluation of Factors That Encourage Public Transit Usage : A Case Study of Lahore." 68(2): 184–94.  
<https://search.proquest.com/docview/1833259399/F534275FF9904F8DPQ/2?accountid=38628>.
- Masoumi, Houshmand E. 2019. "A Discrete Choice Analysis of Transport Mode Choice Causality and Perceived Barriers of Sustainable Mobility in The MENA Region." *Transport Policy* 79: 37–53.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0967070X18306103>.
- Mayo, Francis L., and Evelyn B. Taboada. 2020. "Ranking Factors Affecting Public Transport Mode Choice of Commuters in an Urban City of a Developing Country Using Analytic Hierarchy Process: The Case of Metro Cebu, Philippines." *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives* 4.
- McKnight, A. 1982. "The Value of Travel Savings in Public Sector Evaluation." *BTE Publication Summary*.  
[https://www.bitre.gov.au/publications/1982/op\\_051](https://www.bitre.gov.au/publications/1982/op_051) (August 2, 2021).
- Moslem, Sarbast, and Szabolcs Duleba. 2018. "ICTTE 2018 International Conference on Traffic and Transport Engineering." (September 2019).
- Müller, P., Schleicher-Jester, F., Schmidt, M.-P. & Topp, H.H. 1992. "Konzepte Flächenhafter Verkehrsberuhigung in 16 Städten." *Grüne Reihe des Fachgebiets Verkehrswesen der Universität Kaiserslautern No. 24*.
- Paulley, Neil et al. 2006. "The Demand for Public Transport: The Effects of Fares, Quality of Service, Income and Car Ownership." *Transport Policy* 13(4): 295–306.
- Pedroso, Guilherme, Célio Bermann, and Alessandro Sanches-Pereira. 2018. "Combining the Functional Unit Concept and the Analytic Hierarchy Process Method for Performance Assessment of Public Transport Options." *Case Studies on Transport Policy* 6(4): 722–36. <https://doi.org/10.1016/j.cstp.2018.09.002>.
- Prabowo, Andreas Agung. 2019. "Kinerja Pelayanan Dan Operasional Angkutan Perkotaan Trans Jogja." Universitas Janabadra.
- Redman, Lauren, Margareta Friman, Tommy Gärling, and Terry Hartig. 2013. "Quality Attributes of Public Transport That Attract Car Users: A Research Review." *Transport Policy* 25: 119–27.
- Saaty, R. W. 1987. "The Analytic Hierarchy Process-What It Is and How It Is Used." *Mathematical Modelling* 9(3–5): 161–76.
- Sanjaya, Afri Hari. 2018. "Kinerja Pelayanan Angkutan Umum Perkotaan Berdasarkan Kepuasan Dan Kesetiaan Konsumen." Universitas Janabadra Yogyakarta.
- Susanto, Slamet. 2008. "Yogyakarta Hails New Trans Jogja Busway." *The Jakarta Post*.
- Tamin, O.Z. 2000. *Perencanaan & Pemodelan Transportasi*. Kedua. Bandung: Penerbit ITB.  
[https://www.academia.edu/27296462/Perencanaan\\_dan\\_Pemodelan\\_Transportasi](https://www.academia.edu/27296462/Perencanaan_dan_Pemodelan_Transportasi).
- Thorpe, Neil, Peter Hills, and Sittha Jaensirisak. 2000. "Public Attitudes to TDM Measures: A Comparative Study."

*Transport Policy* 7(4): 243–57.

Wildan, Indah. 2020. “Sudah Efektifkah Trans Jogja.” *Biro Penerbit Teknik Sipil UGM*.  
<https://bptsugm.com/sudah-efektifkah-trans-jogja/>.