

# PENGARUH ASPEK SOSIO-EKONOMI DAN KARAKTERISTIK PERJALANAN DALAM PEMILIHAN MODA AKSES PADA PERJALANAN KOMUTER: STUDI KASUS KOTA TANGERANG SELATAN

**Derin Marshall**

Sekolah Arsitektur, Perencanaan, dan Pengembangan Kebijakan  
Institut Teknologi Bandung  
Jl. Ganesa No.10, Lb. Siliwangi, Kec. Coblong,  
Kota Bandung, Jawa Barat 40132

**Damar Pratita Dewayanto**<sup>1</sup>

Sekolah Arsitektur, Perencanaan, dan Pengembangan Kebijakan  
Institut Teknologi Bandung  
Jl. Ganesa No.10, Lb. Siliwangi, Kec. Coblong,  
Kota Bandung, Jawa Barat 40132

## Abstract

First-mile travel is a growing transportation field issue that needs to be addressed in South Tangerang. This study examines determinant factors, within socio-economy and travel-related aspects, towards access mode choice in the context of commuter trips in South Tangerang. A revealed preference data was collected through a cross-sectional survey, obtaining 98 commuter responses. The multinomial logit model was employed to estimate the access mode choice model, which comprises three alternatives of access mode: public transport, private vehicle, and ride-hailing service. The result shows that public transport remains perceived as a non-reliable access mode compared with private vehicle and ride-hailing services. Such recommendations based on the evidence were addressed in the current study to provide more reliable and integrated public transport in South Tangerang.

**Keywords:** access mode, mode choice, revealed preference, multinomial logit, South Tangerang

## Abstrak

Perjalanan menggunakan moda akses dalam rangkaian perjalanan menggunakan angkutan umum utama merupakan isu yang perlu diperhatikan di Tangerang Selatan sebagai kota penyangga DKI Jakarta. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengkaji faktor-faktor yang berpengaruh pada pemilihan moda akses menuju simpul angkutan umum utama dalam perjalanan komuter menuju DKI Jakarta. Sejumlah 98 respons didapatkan dari survei pengumpulan data. *Multinomial logit* digunakan untuk mengestimasi model pemilihan moda akses dengan alternatif angkutan umum, kendaraan pribadi, dan layanan *ride hailing*. Berdasarkan hasil estimasi model, dapat disimpulkan bahwa dibandingkan dengan layanan *ride hailing* dan kendaraan pribadi, layanan angkutan umum belum dipertimbangkan sebagai moda akses yang handal untuk melakukan perjalanan menuju simpul transportasi angkutan umum utama. Rekomendasi untuk peningkatan pelayanan angkutan umum sebagai moda akses dirumuskan sesuai dengan hasil penelitian.

**Kata kunci:** moda akses, pemilihan moda, *revealed preference*, *multinomial logit*, Tangerang Selatan

## PENDAHULUAN

Perjalanan komuter warga Tangerang Selatan dari tempat tinggal menuju tempat kerja atau tempat kegiatan lainnya setiap hari menjadi salah satu penyumbang kemacetan lalu lintas di DKI Jakarta. Definisi dari komuter sendiri yakni seseorang yang memiliki maksud perjalanan/berkegiatan meliputi kegiatan sekolah, kursus, bekerja dan lainnya, di luar kabupaten/kota tempat tinggal komuter dan secara rutin pergi dan pulang (Badan Pusat Statistik, 2019). Hasil survei komuter mencatat sekitar 7.57% komuter yang berasal dari

---

<sup>1</sup> Corresponding author: damarpd@itb.ac.id

Tangerang Selatan melakukan perjalanan komuter menuju DKI Jakarta dan sekitar 58.12% berkegiatan di Kota Administrasi Jakarta Selatan (Badan Pusat Statistik, 2019).

Beragam upaya telah dilakukan oleh pemerintah daerah terkait – Pemerintah Provinsi DKI Jakarta dan Pemerintah Kota Tangerang Selatan – untuk mengatasi masalah kemacetan salah satunya yakni menyelenggarakan angkutan umum lintas batas administrasi. Terdapat beberapa alternatif angkutan umum, baik berbasis jalan maupun berbasis rel dari Tangerang Selatan menuju DKI Jakarta. Angkutan umum yang dimaksud seperti Kereta Rel Listrik (KRL) *Commuter Line*, Bus Royal Trans, dan Bus Transjakarta.

Diketahui pada hasil survei komuter (Badan Pusat Statistik, 2019) menunjukkan bahwa para komuter belum semuanya berminat menggunakan angkutan umum karena sebagian besar komuter dari Tangerang Selatan, sebesar 76.78%, masih menggunakan kendaraan bermotor pribadi seperti sepeda motor dan mobil. Hanya sekitar 19.48% komuter menggunakan angkutan umum berupa bus dan kereta. Selain itu, 2.92% komuter menggunakan layanan *ride hailing* berupa sepeda motor ojek *online* dan mobil sewaan *online*. Sisanya, diketahui bahwa para pelaku perjalanan komuter menggunakan moda transportasi berupa sepeda, kendaraan jemputan, dan moda transportasi lainnya.

Minimnya minat para komuter untuk menggunakan angkutan umum diduga akibat dari kesenjangan layanan moda akses dalam perjalanan *first mile* menuju simpul angkutan umum utama berupa halte atau stasiun kereta api. Perjalanan *first mile* dan *last mile* pada rangkaian perjalanan menggunakan angkutan umum menjadi suatu isu dan tantangan yang berkembang pada bidang transportasi (Krygsman et al., 2004). Dalam konteks wilayah Jabodetabek, moda transportasi yang banyak digunakan sebagai moda akses adalah kendaraan pribadi bermotor (Saffan dan Rizki, 2018; Tjahjono et al., 2020). Urutan kedua dan ketiga moda transportasi yang umumnya digunakan secara berurutan yakni layanan *ride hailing* dan angkutan umum (Saffan dan Rizki, 2018; Tjahjono et al., 2020).

Selain itu, persepsi masyarakat Jabodetabek menunjukkan bahwa layanan angkutan pengumpan ke stasiun kereta api sebagian besar memiliki frekuensi dan jumlah armada yang memadai, namun masih jauh di bawah kata layak dalam hal cakupan wilayah, keamanan, dan keterjangkauan (Saffan dan Rizki, 2018). Di sisi lain peningkatan layanan angkutan pengumpan, berupa penghematan waktu tempuh dan tarif yang lebih terjangkau, dapat meningkatkan probabilitas pengguna kendaraan bermotor pribadi beralih menggunakan angkutan pengumpan untuk mencapai titik simpul transportasi moda utama (Firdaus dan Alvinsyah, 2021).

Guna memahami perilaku komuter dalam pemilihan moda akses, dapat dirumuskan tujuan penelitian ini yakni mengkaji faktor-faktor yang berpengaruh terhadap pemilihan moda akses menuju simpul angkutan umum oleh warga Tangerang Selatan yang melakukan perjalanan komuter menggunakan angkutan umum sebagai moda transportasi utama menuju DKI Jakarta. Penelitian ini akan menyelidiki dari aspek sosio-ekonomi dan karakteristik perjalanan terhadap preferensi pemilihan moda akses tersebut. Mengingat minimnya kajian untuk memahami perilaku perjalanan komuter dalam memilih moda akses eksisting pada tahap perjalanan *first mile* dalam konteks kota penyangga DKI Jakarta seperti Kota

Tangerang Selatan, maka penelitian ini dapat berkontribusi dalam mengisi kesenjangan pustaka pada topik penelitian yang terkait.

Struktur penelitian ini dijelaskan sebagai berikut. Bagian kedua menjelaskan secara rinci metodologi yang digunakan dalam penelitian. Bagian ketiga mengelaborasi model pemilihan sebagai hasil analisis dalam sebuah interpretasi hasil. Pada bagian akhir menyimpulkan hasil temuan pada penelitian dan merumuskan rekomendasi dalam pembuatan kebijakan sesuai hasil temuan.

## METODE PENELITIAN

### Lokasi Penelitian

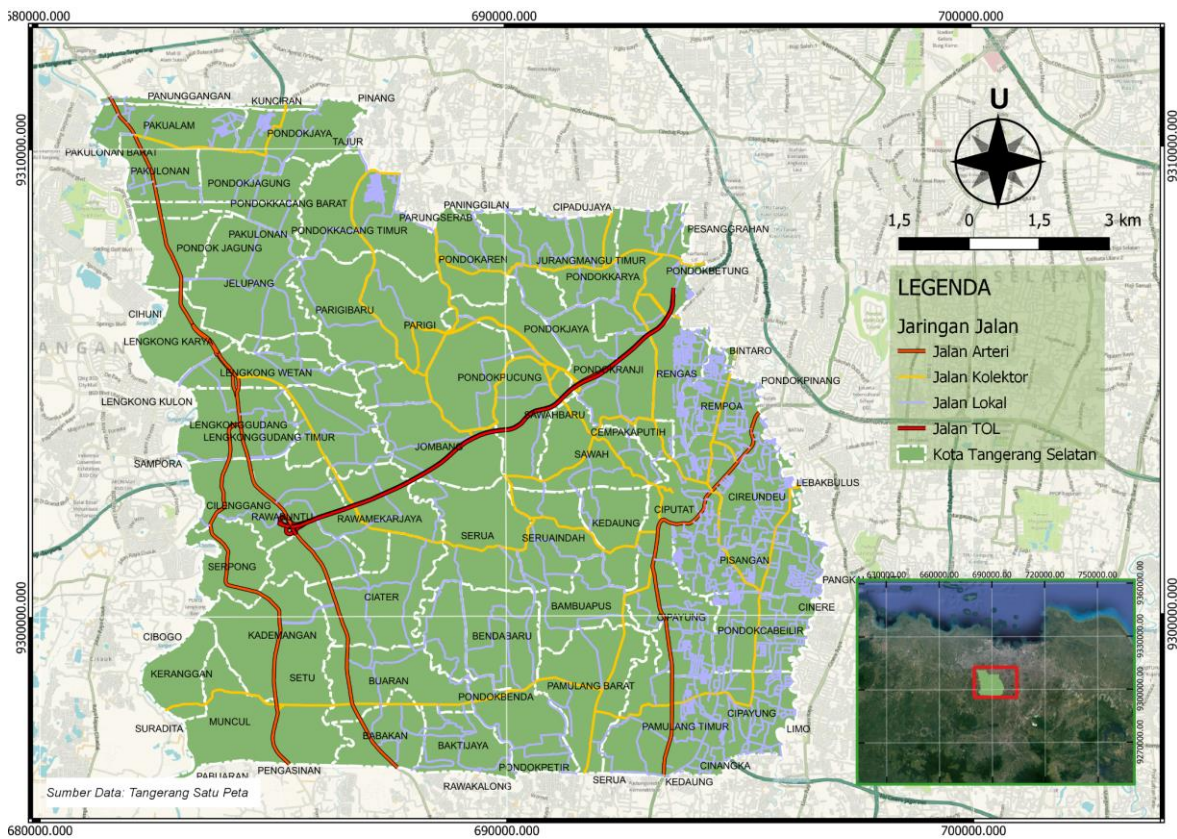
Kota Tangerang Selatan adalah kota administratif yang merupakan bagian dari Provinsi Banten, yang sejak tahun 2008 memekarkan diri dari Kabupaten Tangerang. Secara geografis, Kota Tangerang Selatan terletak pada  $6^{\circ} 39' - 6^{\circ} 47'$  lintang selatan dan  $106^{\circ} 14' - 106^{\circ} 22'$  bujur timur. Kota yang memiliki luas wilayah  $147.19 \text{ km}^2$  ini, memiliki tujuh wilayah kecamatan dan 54 kelurahan. Berikut adalah batas-batas wilayah administratif Kota Tangerang Selatan.

- Sisi utara : berbatasan dengan Kota Tangerang dan DKI Jakarta
- Sisi selatan : berbatasan dengan Provinsi Jawa Barat (Kabupaten. Bogor) dan Kota Depok
- Sisi timur : berbatasan dengan Provinsi Jawa Barat (Kota Depok) dan DKI Jakarta
- Sisi barat : berbatasan dengan Kabupaten Tangerang

Per tahun 2023, Kota Tangerang Selatan dilayani oleh dua layanan sistem transportasi utama (*trunk mode*) untuk melayani pergerakan komuter yakni Bus Transjakarta dan KRL *Commuter Line*. Sembilan koridor Bus Transjakarta menghubungkan Tangerang Selatan dengan DKI Jakarta: koridor 8, koridor S31, koridor S12, koridor S22, koridor 8E, koridor S21, koridor S41, koridor S23, dan koridor S11. Selain itu, satu koridor KRL *Commuter Line* yang melayani Tangerang Selatan yakni koridor Stasiun Rangkasbitung menuju Stasiun Tanah Abang. Peta Kota Tangerang Selatan dapat ditunjukkan seperti pada Gambar 1.

### Desain Survei

Data primer yang dikumpulkan pada tahap survei pengumpulan data yakni data *revealed preferences*. Perangkat survei yang digunakan dalam mengumpulkan data primer pada penelitian ini adalah perangkat survei form kuesioner. Pengumpulan data *revealed preference* adalah bentuk pengumpulan data aktual atau pilihan yang ter observasi sesuai dengan pada kenyataan yang dibuat oleh individu (Ortúzar dan Willumsen, 2011). Namun pada konteks kajian yang bersifat hipotetik, metode pengumpulan data *revealed preference* tidak dianjurkan karena bisa jadi keadaan tersebut jauh berbeda dari kenyataan yang ada (Ortúzar dan Willumsen, 2011).



Gambar 1. Peta Kota Tangerang Selatan

Perhitungan jumlah sampel responden menggunakan metode Lemeshow dengan tingkat kepercayaan 95%, jumlah populasi berdasarkan Statistik Komuter BPS Tahun 2019 Kota Tangerang Selatan adalah sebesar 74,766 orang yang menggunakan fasilitas angkutan umum antar kota menuju pusat kota DKI Jakarta. Rumus perhitungan Lemeshow diuraikan sebagai berikut:

$$n = \frac{Z^2 1 - \frac{\alpha}{2} \times p(1 - p) \times N}{d^2(N - 1) + Z^2 1 - \frac{\alpha}{2} \times p(1 - p)} \quad (1)$$

dimana

- n = jumlah sampel
- N = jumlah populasi (74,766)
- p = estimasi proporsi (44%)
- $Z^2(1-\alpha/2)$  = z score pada tingkat kepercayaan (95%)
- d = presisi (0,07)

Dengan tujuan untuk mengefisienkan waktu, menghemat biaya, dan mengingat penggunaan teknologi yang telah berkembang maka penelitian ini menggunakan kuesioner *online* (daring) dengan menggunakan *Microsoft Form*.

Responden diminta memberikan jawaban pada tiap pertanyaan pada form kuesioner yang berkaitan dengan pengalaman perjalanan komuter terakhir yang dilakukan oleh responden. Adapun form kuesioner terdiri dari dua bagian. Bagian pertama, responden akan mengisi informasi terkait aspek sosio-ekonomi. Aspek yang dimaksud meliputi usia, jenis kelamin, tingkat pendapatan, jenis pekerjaan, dan kepemilikan kendaraan pribadi. Bagian kedua responden akan mengisi informasi karakteristik perjalanan berupa maksud perjalanan dan moda akses yang digunakan untuk mencapai simpul angkutan umum dalam rangkaian perjalanan komuter yang terakhir dilakukan. Berkenaan dalam penelitian ini, pilihan moda akses yang eksis di Kota Tangerang Selatan, seperti angkutan umum, kendaraan pribadi, dan layanan *ride hailing* ditentukan sebagai variabel terikat pada model.

## Data

Survei pengumpulan data mentarget para pelaku perjalanan komuter dari Tangerang Selatan yang menggunakan angkutan umum utama menuju DKI Jakarta sebagai unit analisis. Perangkat survei disajikan dalam bentuk daring pada *platform* penyedia kuesioner yang familier dan mudah digunakan guna mengefisienkan waktu dan biaya pengumpulan data. Setelah dilakukan proses penyaringan, 98 jawaban diperoleh dan digunakan pada tahap analisis pemilihan moda akses. Jumlah ini masih sesuai dengan *rule of thumb* yang dikemukakan Roscoe (1975) dalam Hill (1998).

Tabel 1 menyajikan informasi statistik deskriptif yang terdiri dari aspek sosio-ekonomi dan karakteristik perjalanan responden. Proporsi responden wanita dan pria yakni secara berurutan sebesar 64.3% dan 35.7%. Sebagian besar responden didominasi oleh pelaku perjalanan berusia muda. Dari sisi tingkat pendapatan, diketahui bahwa proporsi pelaku perjalanan komuter dari Tangerang Selatan dengan tingkat pendapatan menengah lebih mendominasi dari tingkat pendapatan lainnya yakni senilai 69.4%. Dari perspektif jenis pekerjaan, proporsi responden menurut jenis pekerjaan didominasi oleh pekerja harian tetap yang yakni sebesar 82.7%. Selain itu, persentase responden yang berlatar belakang pelajar/mahasiswa yakni sebesar 12.2% dan sisanya adalah responden dengan latar belakang profesi lainnya. Dari perspektif kepemilikan kendaraan, sebesar 39.8% responden memiliki kendaraan pribadi bermotor. Sehubungan dengan karakteristik perjalanan, 83.7% responden melakukan perjalanan komuter dengan maksud perjalanan bekerja.

Tabel 1. Informasi statistik deskriptif

Variabel	N	mean	sd	min	max
Usia	98	26.87	3.597	19	42
Jenis kelamin (Wanita)	98	0.643	0.479	0	1
Tingkat pendapatan (Tinggi)	98	0.122	0.329	0	1
Tingkat pendapatan (Menengah)	98	0.694	0.463	0	1
Tingkat pendapatan (Bawah)	98	0.184	0.389	0	1
Pelajar/ Mahasiswa	98	0.122	0.329	0	1
Pekerja harian tetap	98	0.827	0.381	0	1
Pedagang/Pengusaha	98	0.0510	0.220	0	1
Kepemilikan kendaraan pribadi bermotor	98	0.398	0.492	0	1
Maksud perjalanan (Bekerja)	98	0.837	0.372	0	1

## Metode Analisis Data

Pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini untuk mengestimasi model yakni model *multinomial logit* yang diusulkan oleh Ben-Akiva dan Lerman (1985). Tiga alternatif moda akses yang ditetapkan dalam pemodelan yakni angkutan umum, kendaraan pribadi, dan layanan *ride hailing*. *Multinomial logit* digunakan saat alternatif pilihan terdiri dari lebih dari dua alternatif (Ben-Akiva dan Lerman, 1985).

Tiap individu diasumsikan memilih satu alternatif dengan probabilitas utilitas yang paling tinggi yang dapat diformulasikan sebagai fungsi utilitas berikut:

$$U_i = V_i + \varepsilon_i \quad (2)$$

dimana

$U_i$  = total utilitas

$V_i$  = komponen sistematis utilitas

$\varepsilon_i$  = komponen *random* atau variabel yang tidak terobservasi pada utilitas

Model *multinomial logit* yang digunakan pada penelitian ini dapat dispesifikasikan sesuai fungsi yang diusulkan oleh Ben-Akiva dan Lerman (1985) sebagai berikut:

$$P_n(i) = \frac{\exp(V_{qm})}{\sum_{j \in C_q} \exp(V_{qj})} \quad (3)$$

dimana

$V_{qm}$  = fungsi utilitas moda  $m$  bagi individu  $q$

$m$  = alternatif pilihan moda (angkutan umum, kendaraan pribadi, dan *ride hailing*)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk menyelidiki faktor penentu pada preferensi pemilihan moda akses pada perjalanan komuter dari Tangerang Selatan. Model pemilihan moda diestimasi dengan menggunakan Python Biogeme versi 3.2.10 (Bierlaire, 2020). *Rho-square-bar* menunjukkan kriteria *goodness-of-fit* dari sebuah model (lihat pada Tabel 2). Pada penelitian ini, alternatif angkutan umum ditetapkan sebagai referensi bagi alternatif layanan *ride hailing* dan kendaraan pribadi. Untuk kebutuhan analisis, beberapa variabel berikut ditransformasi menjadi variabel *dummy*, seperti tingkat pendapatan (tinggi), jenis pekerjaan (pekerja harian tetap), jenis pekerjaan (pelajar/mahasiswa), kepemilikan kendaraan pribadi (bermotor), dan maksud perjalanan (bekerja).

Tabel 2 menunjukkan hasil estimasi menggunakan model *multinomial logit*. Sehubungan dengan layanan *ride hailing*, diketahui bahwa pelajar/mahasiswa secara signifikan lebih mungkin memilih menggunakan *ride hailing* sebagai moda akses dibandingkan menggunakan angkutan umum. Adapun variabel tersebut mempunyai efek positif paling tinggi dalam mempengaruhi pemilihan *ride hailing*. Selain itu individu dengan tingkat pendapatan tinggi lebih mungkin untuk menggunakan layanan *ride hailing* sebagai moda

akses dibandingkan angkutan umum. Pekerja harian tetap juga diketahui lebih mungkin untuk menggunakan *ride hailing* daripada angkutan umum. Hal menarik ditemukan pada model yang mengungkapkan bahwa individu dengan maksud perjalanan bekerja cenderung enggan untuk menggunakan *ride hailing* daripada angkutan umum.

Perihal kendaraan pribadi, hasil mengungkapkan bahwa semakin tinggi usia maka kecenderungan orang untuk memilih kendaraan pribadi daripada layanan angkutan umum sebagai moda akses semakin meningkat. Orang dengan tingkat pendapatan tinggi secara signifikan lebih mungkin memilih menggunakan kendaraan pribadi dibandingkan angkutan umum. Ditinjau dari jenis pekerjaan, pelajar/mahasiswa cenderung lebih mungkin untuk menggunakan kendaraan pribadi dibandingkan dengan angkutan umum. Hal yang sama ditemukan pada sisi kendaraan pribadi bahwa kendaraan pribadi mungkin tidak akan dipertimbangkan sebagai moda akses untuk individu yang mempunyai maksud perjalanan bekerja. Ini mengindikasikan bahwa angkutan umum masih dipertimbangkan sebagai moda pengumpulan angkutan umum utama (*trunk mode*) untuk perjalanan bekerja warga Tangerang Selatan terlepas dari jenis pekerjaannya jika dibandingkan dengan moda transportasi *ride hailing* dan kendaraan pribadi.

Tabel 2 Hasil estimasi pemilihan moda akses

Variabel	Alternatif	Nilai	t-stat	Signifikansi
Konstanta spesifik alternatif	<i>Ride hailing</i>	-5.72	-1.09	
Konstanta spesifik alternatif	Kendaraan pribadi	6.69	0.786	
Usia	<i>Ride hailing</i>	0.22	1.11	
Tingkat pendapatan (Tinggi)	<i>Ride hailing</i>	9.77	15.4	**
Jenis pekerjaan (Pekerja harian tetap)	<i>Ride hailing</i>	9.05	6.82	**
Jenis pekerjaan (Pelajar/ Mahasiswa)	<i>Ride hailing</i>	17.5	8.74	**
Maksud perjalanan (Bekerja)	<i>Ride hailing</i>	-7.87	-8.7	**
Usia	Kendaraan pribadi	0.761	2.84	**
Tingkat pendapatan (Tinggi)	Kendaraan pribadi	6.12	4.3	**
Jenis pekerjaan (Pekerja harian tetap)	Kendaraan pribadi	-1.07	-0.55	
Jenis pekerjaan (Pelajar/ Mahasiswa)	Kendaraan pribadi	7.73	4.35	**
Maksud perjalanan (Bekerja)	Kendaraan pribadi	-5.46	-3.58	**
Jumlah observasi		98		
<i>Rho-square bar</i>		0.593		

\*\*signifikansi dengan CI = 95%

\*signifikansi dengan CI = 90%

Kebijakan peningkatan pelayanan angkutan umum sebagai moda akses bagi layanan *trunk mode* dapat dilakukan oleh pemangku kepentingan terkait sesuai dengan kebutuhan dan karakteristik pergerakan masyarakat Tangerang Selatan. Jumlah armada layanan moda akses dapat ditingkatkan saat jam puncak, untuk mengakomodasi pelaku perjalanan komuter dengan maksud perjalanan bekerja dan juga bagi para pelajar/mahasiswa. Dengan demikian waktu tunggu menjadi lebih pendek. Tarif khusus bagi para pelajar dan mahasiswa dapat diterapkan agar layanan angkutan umum sebagai moda akses di Tangerang Selatan lebih terjangkau bagi kelompok ini. Nilai inklusif utamanya didorong untuk diimplementasikan dalam penyelenggaraan infrastruktur baik sarana maupun prasarana penunjang sistem angkutan umum sebagai moda akses di Tangerang Selatan. Hal ini bertujuan supaya setiap kelompok umur dari kelompok muda hingga lansia dapat menggunakan angkutan umum dengan nyaman.

## KESIMPULAN

Menggunakan *multinomial logit*, faktor-faktor yang teridentifikasi dalam memengaruhi pemilihan moda akses *ride hailing* yakni tingkat pendapatan (tinggi), jenis pekerjaan (pekerja harian tetap dan pelajar/mahasiswa), maksud perjalanan (bekerja), sedangkan faktor-faktor yang teridentifikasi dalam memengaruhi pemilihan moda akses kendaraan pribadi yakni usia, tingkat pendapatan (tinggi), jenis pekerjaan (pelajar/mahasiswa), dan maksud perjalanan (bekerja). Penelitian ini hanya meninjau aspek sosio ekonomi dan karakteristik perjalanan sebagai variabel independen dalam pemilihan moda akses pada perjalanan komuter di Tangerang Selatan. Variabel laten berupa sikap dan persepsi pelaku perjalanan terhadap infrastruktur sistem transportasi dapat menjadi pertimbangan untuk dieksplorasi lebih mendalam pada penelitian sejenis selanjutnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik, 2019. Statistik Komuter Jabodetabek: Hasil Survei Komuter Jabodetabek 2019 (No. 04140.1908). Badan Pusat Statistik, Jakarta.
- Ben-Akiva, M., Lerman, S.R., 1985. *Discrete Choice Analysis*. MIT Press, Massachusetts.
- Bierlaire, M., 2020. A short introduction to PandasBiogeme (Technical report TRANSP-OR 200605). Transport and Mobility Laboratory School of Architecture, Civil and Environmental Engineering, EPFL.
- Firdaus, R., Alvinsyah, 2021. Analisis Preferensi Masyarakat terhadap Layanan Jalur Feeder MRT Jakarta, in: *Prosiding Simposium Forum Studi Transportasi antar Perguruan Tinggi*. Jakarta, pp. 320–329.
- Hill, R., 1998. What Sample Size Is “Enough” in Internet Survey Research? *Interpers. Comput. Technol. Electron. J. 21st Century* 6.
- Krygsman, S., Dijst, M., Arentze, T., 2004. Multimodal public transport: an analysis of travel time elements and the interconnectivity ratio. *Transp. Policy* 11, 265–275. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2003.12.001>
- Ortúzar, J. de D., Willumsen, L.G., 2011. *Modelling Transport*, 4th ed. A John Wiley and Sons, Ltd, Publication, West Sussex, United Kingdom.
- Saffan, A.F., Rizki, M., 2018. Exploring the Role of Online ‘Ojek’ In Public Transport Trips: Case of Jakarta Metropolitan Area Rail Users. *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.* 158, 012024. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/158/1/012024>
- Tjahjono, T., Kusuma, A., Septiawan, A., 2020. The Greater Jakarta Area Commuters Travelling Pattern. *Transp. Res. Procedia* 47, 585–592. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2020.03.135>