

# Pengaruh Skenario *Congestion Pricing* terhadap Peluang Pengalihan Moda di Kota Surabaya

I Dewa Ayu Agung Gitasari dan Ketut Dewi Martha Erli Handayeni

Departemen Perencanaan Wilayah dan Kota, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya (ITS)

*e-mail*: erli.martha@urplan.its.ac.id

**Abstrak**—Surabaya merupakan pusat bisnis dan komersial, sehingga Permintaan pergerakan di Kota Surabaya sangat tinggi akibatnya sering terjadi kemacetan pada jam-jam tertentu. Salah satu upaya pemerintah untuk menangani masalah ini adalah membangun transportasi umum massal Suroboyo Bus. Rencana penerapan *congestion pricing* diharapkan mampu berfungsi sebagai faktor pendorong pengguna jalan untuk berpindah moda ke angkutan umum. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis probabilitas perpindahan moda kendaraan pribadi ke angkutan umum Suroboyo Bus akibat penerapan *congestion pricing* di Jalan Raya Darmo, Jalan Urip Sumoharjo dan Jalan Basuki Rahmat. Metode analisis yang digunakan yaitu analisis binomial logit selisih dengan pendekatan *stated preference* berdasarkan selisih biaya perjalanan dan selisih waktu perjalanan. Hasil studi menunjukkan bahwa pengguna kendaraan roda dua lebih mementingkan penghematan biaya, sedangkan pengguna kendaraan roda empat lebih mementingkan penghematan waktu untuk berpeluang mengalihkan penggunaan modanya ke angkutan umum Suroboyo Bus.

**Kata Kunci**—Angkutan Suroboyo Bus, *Congestion Pricing*, Pengalihan Moda, *Stated Preference*.

## I. PENDAHULUAN

SURABAYA merupakan kota terbesar kedua di Indonesia setelah Jakarta. Surabaya merupakan pusat bisnis, perdagangan, industri, dan pendidikan di kawasan timur Pulau Jawa dan sekitarnya. Surabaya menjadi salah satu kota di Indonesia yang paling macet, tepatnya pada posisi ke-2 setelah Jakarta versi mengutip dari Castrol Magnatec Stop-Start Index. Menurut Irvan Wahyu Drajat selaku Kepala Dinas Perhubungan Kota Surabaya, kemacetan di Surabaya terjadi pada jam – jam tertentu di pagi dan sore hari.

Berbagai upaya telah dilakukan pemerintah Kota Surabaya untuk mengurangi kemacetan, salah satunya dengan pembangunan transportasi umum massal Suroboyo Bus. Masyarakat ramai menggunakan Suroboyo Bus hanya pada saat liburan untuk bertamasya keliling kota Surabaya, padahal Suroboyo Bus dibangun sebagai alternatif moda transportasi darat di Surabaya untuk mengurangi kemacetan [1]. Perlu adanya upaya yang lebih komprehensif untuk mendorong masyarakat menggunakan transportasi umum. Pemerintah telah mengupayakan langkah *push policy* yang mana diberlakukan dengan cara pembatasan langsung penggunaan kendaraan pribadi [2]. Langkah tersebut seperti kebijakan *congestion pricing* sebagai alternatif pengganti kebijakan ganjil-genap dan untuk memaksimalkan

penggunaan angkutan umum. Penerapan *congestion pricing* dapat menyebabkan pengguna jalan berpindah moda dari angkutan pribadi ke angkutan umum. Pilihan perubahan moda tergantung pada tingkat pendapatan pengguna jalan [3].

Kebijakan *congestion pricing* yang didukung dengan penyediaan alternatif perjalanan memiliki efek yang lebih besar dalam menggeser permintaan pergerakan secara jangka panjang [4]. Pengguna kendaraan pribadi pada akhirnya harus menentukan apakah akan meneruskan perjalanannya melalui area atau koridor tersebut dengan membayar sejumlah uang, mencari rute lain, mencari tujuan perjalanan lain, merubah waktu dalam melakukan perjalanan, tidak jadi melakukan perjalanan, atau berpindah menggunakan moda lain yang diijinkan untuk melewati area atau koridor tersebut [5].

Sistem *congestion pricing* dengan skema *Electronic Road Pricing* (ERP) diterapkan pertama kali di Singapura pada tahun 1998 dan diikuti oleh beberapa negara di dunia, seperti Inggris dan Swedia. Singapura telah sukses memindahkan pengguna mobil pribadi untuk menggunakan *public transport* sebesar 10%-20% [6]. Melihat keberhasilan Singapura dalam menerapkan sistem ERP, cara ini pun selanjutnya diikuti oleh London, Inggris tepatnya pada tahun 2003. Terjadi penurunan kepadatan lalu lintas sebesar 20% dan penurunan polusi udara mencapai 11-16%. Penerapan ERP di negara maju mungkin akan berbeda dengan penerapan di negara berkembang [7].

Jalan Raya Darmo, Jalan Urip Sumoharjo, dan Jalan Basuki Rahmat termasuk beberapa ruas jalan pada tahap awal sebagai uji coba penerapan program aksi manajemen permintaan transportasi melalui sistem *road user charges* dengan metode pembayaran berupa sistem karcis, stiker berlangganan atau menggunakan sistem elektronik atau disebut juga dengan *Electronic Road Pricing* (ERP). Jalan Raya Darmo, Jalan Urip Sumoharjo dan Jalan Basuki Rahmat merupakan beberapa ruas jalan yang termasuk dalam koridor utara-selatan pusat Kota Surabaya yang didominasi oleh kegiatan perdagangan dan jasa. Ketiga jalan ini selalu mengalami kepadatan lalu lintas, terutama pada jam-jam sibuk. Tingkat pelayanan masing-masing jalan tergolong tinggi yaitu derajat kejenuhan 0,63 (setara dengan *Level of Service* atau LOS C) pada Jalan Raya Darmo; derajat kejenuhan 1,14 (atau setara dengan LOS F) pada jalan Urip Sumoharjo; serta derajat kejenuhan 0,71 (atau setara dengan LOS C) pada Jalan Basuki Rahmat.

Beberapa penelitian telah dilakukan mengenai kelayakan dan dampak *congestion pricing* di Surabaya. *Congestion pricing* dengan skema *electronic road pricing* terbukti dapat

meningkatkan *Level of Service* (LOS) Jalan Raya Darmo, Jalan Urip Sumoharjo, dan Jalan Jenderal Basuki Rahmat menjadi A [8]. Selain itu, pembangunan ERP pada Jalan Embong Malang Surabaya layak secara ekonomi dan dinilai menguntungkan bagi pengguna jalan [9].

Faktor-faktor penentu pemilihan moda dipengaruhi oleh beberapa karakteristik, yaitu karakteristik sosial-demografi, karakteristik ekonomi, dan karakteristik perjalanan [3-4], [7], [10 - 12]. Selain itu, faktor penentu pengguna untuk memilih angkutan umum dipengaruhi oleh faktor kenyamanan dan keamanan angkutan, kecepatan waktu perjalanan, dan kapasitas angkutan umum [13]. Penerapan *congestion pricing* dapat dilakukan sebagai *push factor* dalam upaya mendorong perpindahan moda transportasi [14].

Pada kondisi eksisting, Suroboyo Bus memiliki 3 rute utama, yaitu Rute Purabaya – Rajawali, Unesa – ITS, dan MERR. Dari segi kepuasan penumpang dalam aspek kemudahan menuju halte, Suroboyo Bus masih perlu banyak perbaikan [15]. Metode pembayaran Suroboyo Bus menggunakan sampah plastik, hal ini yang menjadi poin positif bagi pengguna Suroboyo Bus, karena dengan kenyamanan dan fasilitas yang lebih baik dari angkutan umum konvensional, tarif Suroboyo Bus juga cenderung lebih murah. Namun keberadaan Suroboyo Bus pada ketiga rute ini masih belum optimal, terutama dari segi waktu tunggu pada halte. Hal ini yang menjadi alasan utama pemilihan moda angkutan umum Suroboyo Bus dalam penelitian ini, karena Suroboyo Bus saat ini menjadi angkutan umum yang paling potensial untuk dikembangkan menjadi angkutan umum yang baik di Kota Surabaya.

Rencana penerapan *congestion pricing* pada ruas Jalan Raya Darmo, Jalan Basuki Rahmat, dan Jalan Urip Sumoharjo termasuk dalam rute Suroboyo Bus Purabaya – Rajawali. Dalam pelaksanaannya, diperlukan suatu penelitian guna mengetahui potensi perpindahan moda dari angkutan pribadi ke transportasi umum (Suroboyo Bus) akibat penerapan *congestion pricing*. Keberadaan Suroboyo Bus sangat penting sebagai moda transportasi umum yang layak untuk mendukung kebijakan *push policy* melalui skema *congestion pricing*. Besarnya potensi perpindahan moda dari angkutan pribadi ke transportasi umum (Suroboyo Bus) dapat mengurangi penggunaan kendaraan pribadi dan angkutan umum dapat berkelanjutan.

## II. METODE PENELITIAN

### A. Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data dapat dilakukan melalui 2 metode yaitu survei primer dan sekunder. Metode pengumpulan data primer dilakukan dengan pengumpulan data secara langsung melalui observasi lapangan dan wawancara melalui kuisioner. Sedangkan metode pengumpulan data sekunder bersumber dari dokumen instansi-instansi terkait dan literatur yang relevan dengan penelitian ini.

### B. Metode Analisis

#### 1) Analisis karakteristik pengguna dan pola perjalanan

Dalam menganalisis karakteristik pengguna dan pola perjalanan di lokasi studi, menggunakan bantuan pendekatan wawancara dengan kuisioner. Sehingga dapat dideskripsikan

dalam bentuk grafik melalui metode statistik deskriptif. Variabel input pada analisis ini yaitu variabel yang termasuk dalam indikator karakteristik sosio-ekonomi dan karakteristik perjalanan.

#### 2) Analisis probabilitas perpindahan moda dari angkutan pribadi ke angkutan umum Suroboyo Bus akibat penerapan *Congestion Pricing* di Jalan Raya Darmo, Jalan Urip Sumoharjo dan Jalan Basuki Rahmat

Analisis probabilitas perpindahan moda dilakukan untuk mengetahui respon pengguna jalan akibat penerapan *congestion pricing* terhadap perpindahan moda dari angkutan pribadi ke angkutan umum Suroboyo Bus. Analisis dilakukan melalui dua tahap, yaitu sebagai berikut:

##### a. Pemodelan Probabilitas Perpindahan Moda

Pemodelan probabilitas perpindahan moda menggunakan metode binomial logit selisih. Input data dalam model ini adalah data rating *stated preference* terkait kesediaan perpindahan moda dari angkutan pribadi (mobil dan motor) ke Suroboyo Bus akibat penerapan *congestion pricing*. Dalam teknik *stated preference*, perlu disusun desain eksperimen yang berisi alternatif hipotesa, sehingga pengaruh individu pada setiap atribut dapat diestimasi. Masing-masing individu ditanya tentang responnya jika mereka dihadapkan kepada situasi yang diberikan dalam keadaan yang sebenarnya (bagaimana preferensinya terhadap pilihan yang ditawarkan). Teknik ini digunakan dalam merancang desain eksperimen berbentuk serangkaian alternatif situasi tersebut [16]. Desain eksperimen terdiri dari atribut, level, dan nilai. Atribut yang digunakan dalam penelitian ini adalah selisih biaya perjalanan dan selisih waktu perjalanan.

Responden diminta untuk mengekspresikan preferensinya terhadap masing - masing pilihan perjalanan dengan menunjukkan skor tertentu. Dalam hal ini digunakan skala 1 sampai 4 untuk menunjukkan kemungkinan pilihan perjalanan, dimana skala 1 berarti sudah pasti melewati dengan Suroboyo Bus, skala 2 berarti mungkin melewati dengan Suroboyo Bus, skala 3 berarti mungkin melewati dengan angkutan pribadi (mobil atau motor), dan skala 4 berarti sudah pasti melewati dengan angkutan pribadi (mobil atau motor). Kemudian skor tersebut ditransformasikan dalam bentuk skala probabilitas, yaitu skala 1 = 0,2; skala 2 = 0,4; skala 3 = 0,6; dan skala 4 = 0,8.

Data *rating stated preference* yang diperoleh akan dianalisis menggunakan model binomial logit selisih. Dengan dua alternatif moda, maka model probabilitas dapat ditulis sebagai berikut:

$$P_{pribadi} = \frac{\exp^{U_{pribadi}}}{\exp^{U_{pribadi}} + \exp^{U_{sb}}} \quad (1)$$

$$P_{pribadi} = \frac{\exp^{(U_{pribadi} - U_{sb})}}{1 + \exp^{(U_{pribadi} - U_{sb})}} \quad (2)$$

$$P_{sb} = 1 - P_{pribadi} \quad (3)$$

$$P_{sb} = \frac{1}{1 + \exp^{(U_{pribadi} - U_{sb})}} \quad (4)$$

Keterangan:

$P_{sb}$  : probabilitas untuk Suroboyo Bus

$P_{pribadi}$  : probabilitas untuk angkutan pribadi (mobil atau motor)

Dengan persamaan utilitas sebagai berikut:

$$U_{pribadi} - U_{sb} = \beta_0 + \beta_1 \cdot (X_{1pribadi} - X_{sb}) + \dots + \beta_n \cdot (X_{npribadi} - X_{nsb}) \quad (5)$$

Keterangan:

$U_{pribadi} - U_{sb}$  : respon individu terhadap pernyataan pilihan

$\beta_0$  : konstanta

$\beta_1, \beta_2, \beta_n$  : koefisien masing-masing atribut yang ditentukan melalui *multiple linear regression*

$X_{1pribadi} - X_{1sb}$  : selisih biaya perjalanan antara angkutan pribadi (motor atau mobil) dengan Suroboyo Bus (rupiah)

$X_{2pribadi} - X_{2sb}$  : selisih waktu perjalanan antara angkutan pribadi (motor atau mobil) dengan Suroboyo Bus (menit)

b. Analisis Sensitivitas

Analisis sensitivitas dilakukan dengan menganggap bahwa besarnya pengaruh perubahan model hanya dipengaruhi oleh atribut yang bersangkutan tanpa campur tangan dengan atribut lainnya [16]. Analisis sensitivitas dilakukan untuk mengetahui sensitivitas model pemilihan Suroboyo Bus, dan digambarkan dalam bentuk grafik sensitivitas model terhadap perubahan atribut. Grafik tersebut menggambarkan sensitivitas model, sehingga dapat diketahui perubahan nilai probabilitas pemilihan moda seandainya dilakukan perubahan nilai atribut secara gradual.

3) Aplikasi model pada skenario penerapan congestion pricing

Aplikasi model dilakukan untuk mengetahui skenario optimal dari *congestion pricing* yang memiliki dampak signifikan terhadap pengguna untuk berpindah moda dari angkutan pribadi ke Suroboyo Bus. Aplikasi model juga berguna untuk mengetahui manakah skenario yang menunjukkan probabilitas perpindahan moda yang paling tinggi. Dalam tahap ini, dapat melihat karakteristik Suroboyo Bus yang ideal agar pengguna jalan bersedia menggunakan Suroboyo Bus untuk perjalanan rutin. Input data dalam tahap ini adalah model binomial logit probabilitas perpindahan moda.

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisis Karakteristik Pengguna dan Pola Perjalanan

Hasil wawancara melalui kuisioner pada pengguna jalan yang melakukan perjalanan rutin di lokasi studi, didapatkan 88 responden untuk pengguna roda dua dan 73 responden untuk pengguna roda empat dengan karakteristik yang ditampilkan dalam Gambar 1, Gambar 2, Gambar 3 dan Gambar 4.

B. Analisis Probabilitas Perpindahan Moda dari Angkutan Pribadi ke Angkutan Umum Suroboyo Busakibat Penerapan Congestion Pricing

1) Pemodelan Probabilitas Perpindahan Moda

Pemodelan probabilitas perpindahan moda dari angkutan pribadi ke angkutan umum Suroboyo Bus dilakukan melalui teknik *Stated Preference* (SP) sebagai respon atas skenario yang ditawarkan. Model binomial logit diperoleh melalui koefisien beta ( $\beta$ ) pada hasil analisis regresi linier berganda

Tabel 1.

Uji Variabel Signifikan Multivariabel pada Pengguna Roda Dua		
Model	Coefficients	P-value
(Constant)	-0.3194	0.000
Selisih Biaya	-0.0004	0.006
Selisih Waktu	-0.1528	0.009

di SPSS. Pengujian model regresi linier berganda untuk input koefisien pada binomial logit terdiri dari: uji-f, uji signifikansi secara multivariabel, analisis korelasi pearson, dan uji-t.

Hipotesis dalam analisis ini adalah, sebagai berikut:

H0 : Tidak terdapat hubungan antara variabel dependen dan variabel independen

H1 : Terdapat hubungan antara variabel dependen dan variabel independen

a. Pengguna Roda Dua

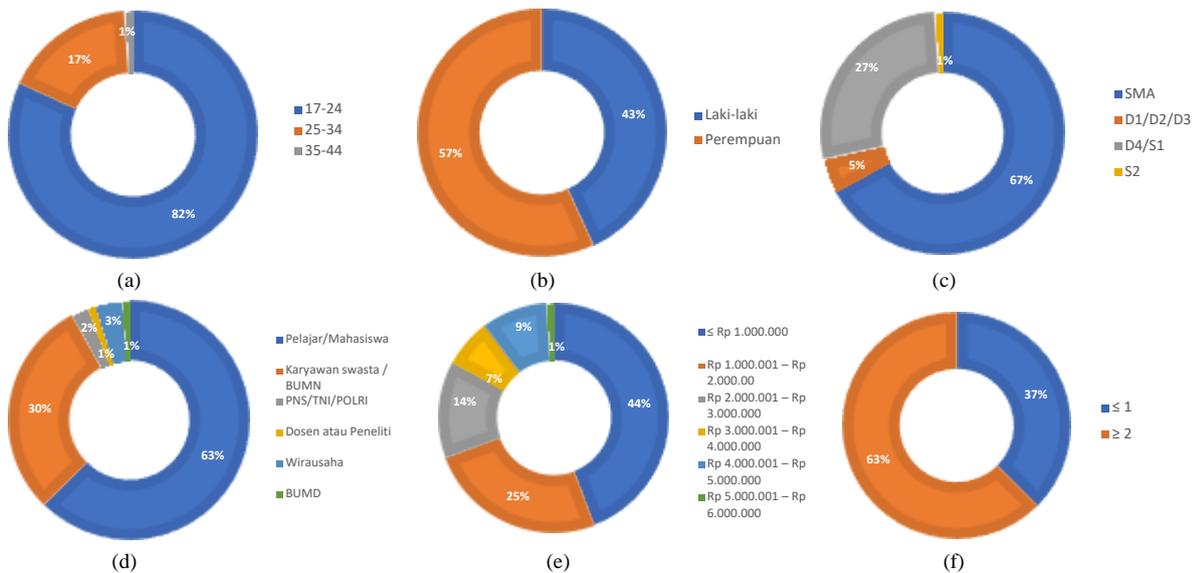
Pengujian pengaruh atribut dijelaskan melalui uji kelayakan model atau uji ANNOVA (uji F). Model yang diuji memiliki nilai F hitung sebesar 8,683 sedangkan nilai F tabel sebesar 0,105. Dengan nilai F hitung > F tabel menunjukkan bahwa model signifikan dan terdapat variabel independen yang mempengaruhi variabel dependen.

Uji signifikansi secara multivariabel dilakukan untuk mengetahui pengaruh variabel bebas terhadap variabel terikat. Dari tabel 1, tampak bahwa nilai *p-value* kurang dari  $\alpha$  (0,1) sehingga H0 ditolak, artinya terdapat satu atau lebih variabel independen yang mempengaruhi variabel dependen.

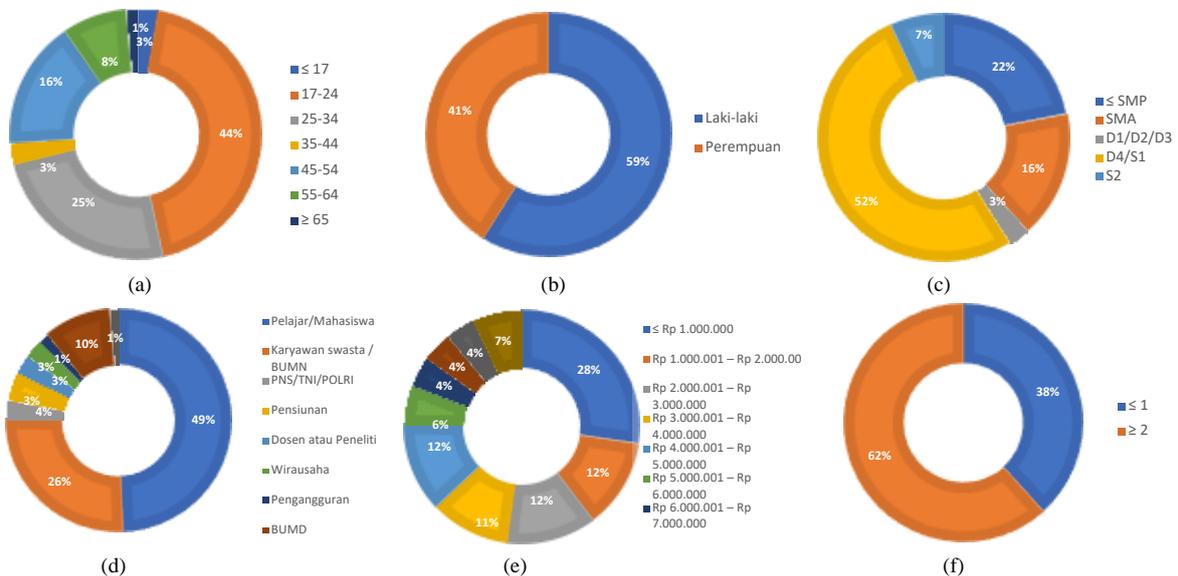
Uji-t dilakukan dilakukan untuk memastikan pengaruh dari masing-masing atribut (selisih biaya dan selisih waktu) dalam persamaan selisih utilitas secara individu. Berdasarkan perhitungan uji-t pada aplikasi SPSS, signifikansi kedua variabel berada di bawah  $\alpha$  (0,1) menunjukkan bahwa kedua variabel independen yaitu selisih biaya dan waktu perjalanan mempengaruhi variabel dependen (kesediaan berpindah ke Suroboyo Bus akibat penerapan *congestion pricing*). Selain itu, diperoleh nilai T hitung < - (T tabel) sehingga Ho ditolak, artinya terdapat hubungan antara variabel dependen dengan kesediaan berpindah ke Suroboyo Bus pada pengguna kendaraan roda dua.

Uji korelasi pearson dilakukan untuk mengetahui seberapa besar hubungan antar variabel independen terhadap variabel dependen. Dari perhitungan SPSS, nilai signifikansi menunjukkan angka 0,001 artinya nilai sig. <  $\alpha$ , sehingga terdapat hubungan korelasi yang signifikan antara variabel dependen dan independen. Selain itu, nilai r hitung > r tabel menunjukkan nilai korelasi model sudah baik untuk tingkat kesalahan 10%, maka dapat disimpulkan terdapat hubungan yang signifikan sebesar 0,159 antara variabel selisih biaya perjalanan dengan kesediaan berpindah ke Suroboyo Bus. Berdasarkan matriks korelasi antar variabel, diperoleh korelasi selisih biaya membentuk suatu korelasi negatif, artinya setiap penambahan selisih biaya perjalanan maka menurunkan utilitas, sehingga terjadi penurunan probabilitas penggunaan kendaraan pribadi.

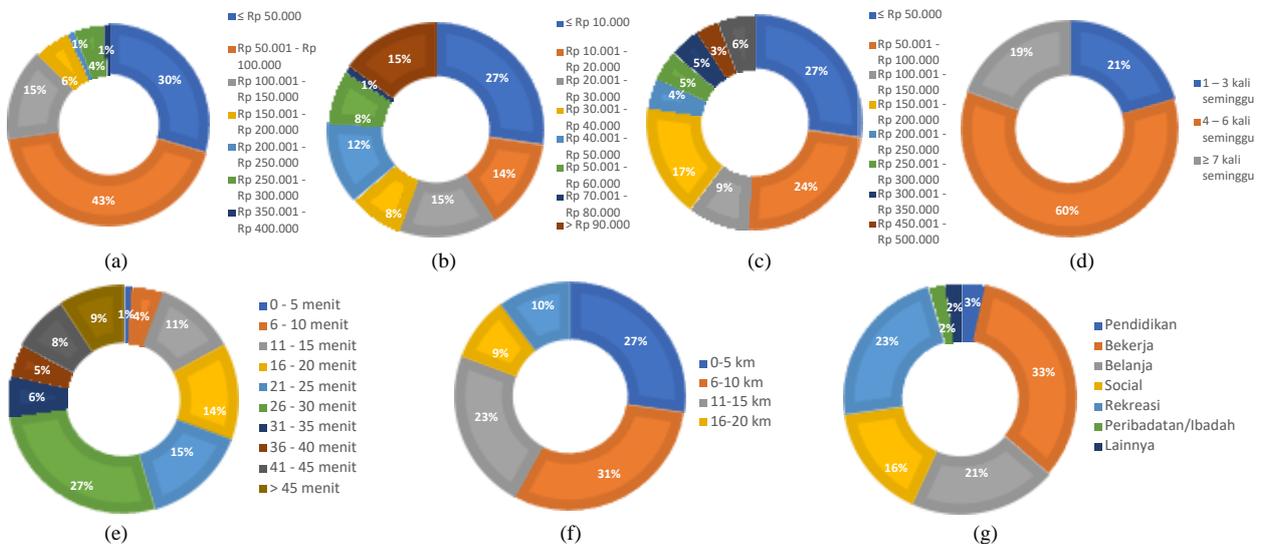
Nilai r hitung pada variabel selisih waktu perjalanan menunjukkan angka 0,153, nilai tersebut lebih besar dari r tabel sehingga terdapat hubungan yang signifikan sebesar 0,153 antara variabel selisih waktu perjalanan dengan kesediaan berpindah ke Suroboyo Bus.



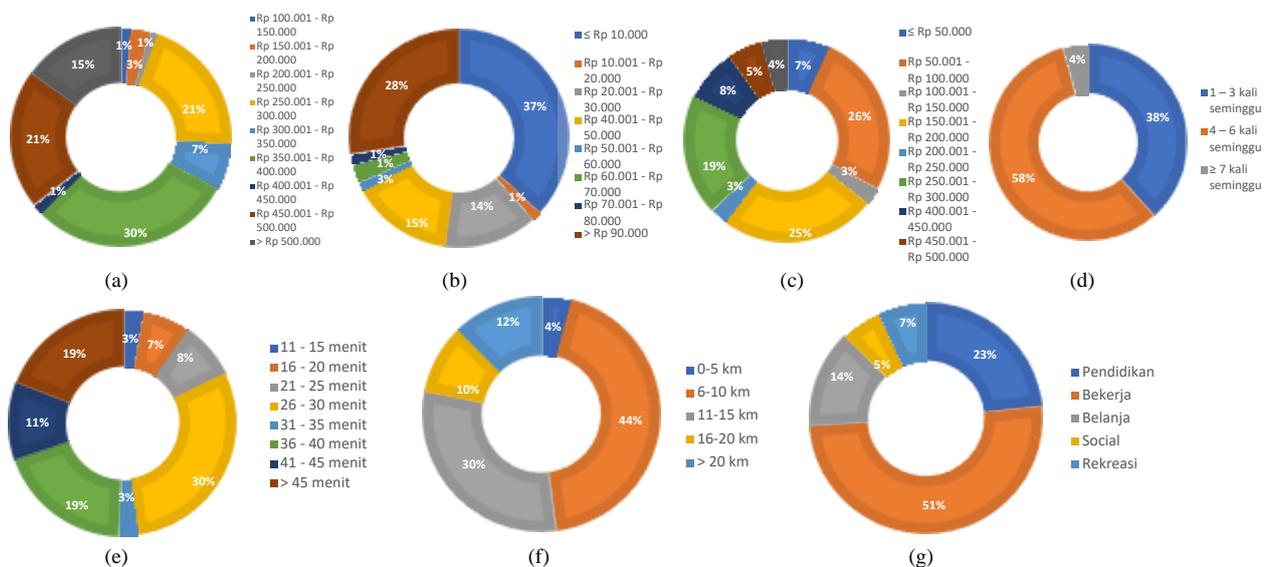
Gambar 1. Karakteristik Sosio Ekonomi Pengguna Roda Dua berdasarkan (a) Usia (b) Jenis Kelamin (c) Pendidikan Terakhir (d) Pekerjaan (e) Tingkat Pendapatan (f) Kepemilihan Kendaraan (unit).



Gambar 2. Karakteristik Sosio Ekonomi Pengguna Roda Empat berdasarkan (a) Usia (b) Jenis Kelamin (c) Pendidikan Terakhir (d) Pekerjaan (e) Tingkat Pendapatan (f) Kepemilihan Kendaraan (unit).



Gambar 3. Karakteristik Perjalanan Pengguna Roda Dua berdasarkan (a) Biaya Bahan Bakar (b) Biaya Parkir (c) Biaya Perawatan Kendaraan (d) Frekuensi Perjalanan (e) Waktu Tempuh (f) Jarak Tempuh (g) Maksud Perjalanan.



Gambar 4. Karakteristik Perjalanan Pengguna Roda Empat berdasarkan (a) Biaya Bahan Bakar (b) Biaya Parkir (c) Biaya Perawatan Kendaraan (d) Frekuensi Perjalanan (e) Waktu Tempuh (f) Jarak Tempuh (g) Maksud Perjalanan.

Korelasi selisih waktu membentuk suatu korelasi positif, artinya setiap penambahan selisih waktu perjalanan maka meningkatkan utilitas, sehingga terjadi peningkatan probabilitas penggunaan kendaraan pribadi.

Berdasarkan tabel 1, diperoleh persamaan fungsi selisih utilitas sebagai berikut:

$$U_{motor} - U_{sb} = -0.3194 + (-0.0004 \cdot (X_1)) + (-0.1528 \cdot (X_2)) \quad (6)$$

Fungsi selisih utilitas kemudian ditransformasikan menjadi pemodelan binomial logit, sebagai berikut :

$$P_{sb} = \frac{1}{1 + \exp(-0.3194 + (-0.0004 \cdot (X_1)) + (-0.1528 \cdot (X_2)))} \quad (7)$$

Koefisien regresi  $X_1$  dan  $X_2$  yang bernilai negatif berarti setiap penambahan selisih biaya perjalanan dan selisih waktu perjalanan, maka menurunkan utilitas, sehingga terjadi penurunan probabilitas penggunaan kendaraan pribadi. Penambahan selisih biaya perjalanan diartikan sebagai terjadinya peningkatan tarif *congestion pricing* yang akan diberlakukan pada pengguna kendaraan pribadi, sehingga biaya perjalanan untuk menggunakan kendaraan pribadi akan menjadi lebih mahal. Penambahan selisih waktu perjalanan berarti waktu perjalanan yang ditempuh pengguna jalan dengan adanya penerapan *congestion pricing* menjadi semakin lama.

b. Pengguna Roda Empat

Pengujian kelayakan model dilakukan melalui uji-f. Model yang diuji memiliki nilai F hitung sebesar 14,963 sedangkan nilai F tabel sebesar 0,105. Dengan nilai F hitung > F tabel menunjukkan bahwa model signifikan dan terdapat variabel independen yang mempengaruhi variabel dependen.

Uji signifikansi variabel bebas dapat dilihat melalui nilai *p-value* pada tabel 2. Nilai *p-value* kurang dari  $\alpha$  (0,1) sehingga  $H_0$  ditolak, artinya terdapat satu atau lebih variabel independen yang mempengaruhi variabel dependen.

Untuk memastikan pengaruh dari masing-masing atribut (selisih biaya dan selisih waktu) dilakukan uji-t. Berdasarkan perhitungan uji-t pada aplikasi SPSS, signifikansi kedua variabel berada di bawah  $\alpha$  (0,1) menunjukkan bahwa kedua variabel independent

mempengaruhi kesediaan berpindah ke Suroboyo Bus. Selain itu, nilai T hitung < - (T tabel) sehingga  $H_0$  ditolak, artinya terdapat hubungan antara variabel dependen dengan kesediaan berpindah ke Suroboyo Bus pada pengguna kendaraan roda empat.

Selanjutnya, dilakukan uji korelasi pearson untuk mengetahui hubungan antar variabel. Berdasarkan perhitungan, diperoleh nilai signifikansi menunjukkan angka 0,001 artinya nilai sig. <  $\alpha$  sehingga terdapat hubungan korelasi yang signifikan. Pengujian hipotesis dengan membandingkan nilai r tabel dengan r hitung, untuk taraf kesalahan 10% dengan n = 384 diperoleh nilai r tabel sebesar 0,084. Nilai r hitung > r tabel menunjukkan nilai korelasi model sudah baik untuk tingkat kesalahan 10%, maka dapat disimpulkan terdapat hubungan yang signifikan sebesar 0,247 antara variabel. Korelasi selisih biaya membentuk suatu korelasi positif.

Nilai r hitung pada variabel selisih waktu perjalanan menunjukkan angka 0,257, nilai tersebut lebih besar dari r tabel sehingga terdapat hubungan yang signifikan sebesar 0,257 antara variabel selisih waktu perjalanan dengan kesediaan berpindah ke Suroboyo Bus. Berdasarkan matriks korelasi antar variabel, korelasi selisih waktu perjalanan membentuk suatu korelasi negatif.

Berdasarkan nilai koefisien pada tabel 2, diperoleh persamaan selisih utilitas sebagai berikut:

$$U_{mobil} - U_{sb} = -0.051 + (-5.062e^{-05}) \cdot (X_1) + (-0.058 \cdot (X_2)) \quad (8)$$

Transformasi fungsi selisih utilitas menjadi pemodelan binomial logit kendaraan roda empat yaitu sebagai berikut:

$$P_{sb} = \frac{1}{1 + \exp(-0.051 + (-5.062e^{-05}) \cdot (X_1) + (-0.058 \cdot (X_2)))} \quad (9)$$

Hasil koefisien regresi  $X_1$  dan  $X_2$  bernilai negatif, hasil tersebut identik dengan tanda koefisien regresi pada kendaraan roda dua.

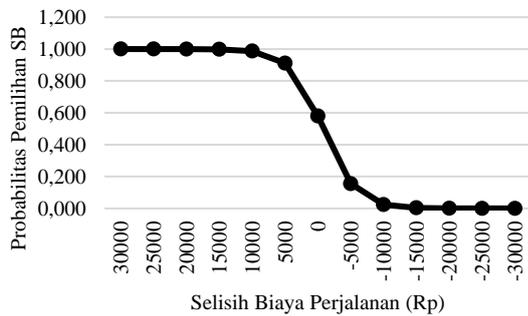
2) Analisis Sensitivitas

Uji sensitivitas dilakukan untuk memahami perubahan nilai probabilitas dua atribut dalam penelitian ini, yaitu

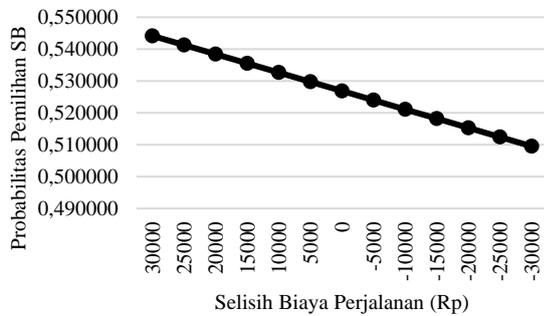
Tabel 2.

Uji Variabel Signifikan Multivariabel pada Pengguna Roda Empat

Model	Coefficients	P-value
(Constant)	-0.051	0.277
Selisih Biaya	-5,06E <sup>-02</sup>	0.095
Selisih Waktu	-0.058	0.028



Gambar 5. Grafik Sensitivitas Perubahan Selisih Biaya Perjalanan terhadap Probabilitas Kesiediaan Berpindah Moda pada Pengguna Kendaraan Roda Dua.



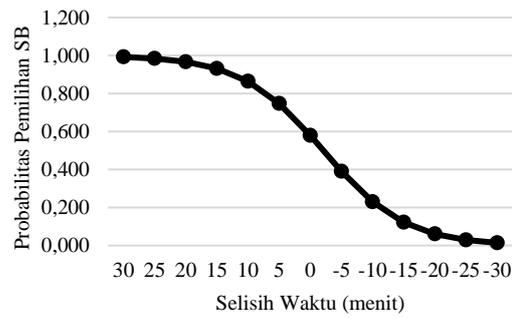
Gambar 6. Grafik Sensitivitas Perubahan Selisih Biaya Perjalanan terhadap Probabilitas Kesiediaan Berpindah Moda pada Pengguna Kendaraan Roda Empat.

selisih biaya perjalanan dan selisih waktu perjalanan. Uji sensitivitas digambarkan dalam bentuk grafik, dari grafik ini dapat diperoleh atribut yang paling berpengaruh atau sensitif terhadap perubahan probabilitas perpindahan moda pengguna angkutan pribadi ke angkutan umum Suroboyo Bus.

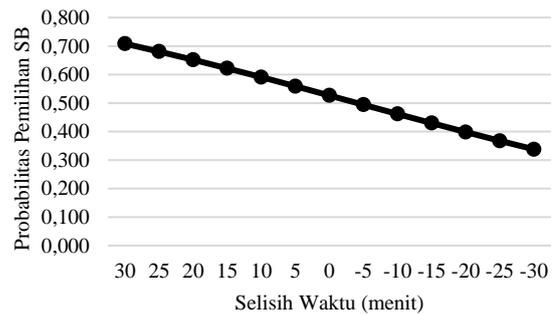
a. Sensitivitas Atribut Selisih Biaya Perjalanan

Uji sensitivitas terhadap selisih biaya perjalanan menunjukkan perubahan probabilitas pengguna jalan terkait kesiediaan berpindah moda ke Suroboyo Bus dengan mempertimbangkan selisih utilitas pada setiap penambahan Rp 5.000,00 biaya perjalanan. Grafik sensitivitas selisih biaya perjalanan dapat dilihat pada gambar 5 dan gambar 6. Selisih biaya perjalanan Rp 5.000,00 menunjukkan kemiringan yang paling besar dibanding selisih biaya lainnya dengan kenaikan probabilitas sebesar 0,332 pada pengguna roda dua dan 0.0626941 pada pengguna roda empat.

Untuk meningkatkan peluang terpilihnya Suroboyo Bus sebesar 33,2% pada pengguna roda dua, dilakukan dengan menaikkan selisih biaya perjalanan menjadi Rp. 5.000,-. Hal ini berarti Suroboyo Bus harus sanggup menurunkan tarifnya sebesar Rp. 5.000,- dari tarif moda angkutan pribadi, atau dengan cara menetapkan kebijakan tarif *congestion pricing* untuk pengguna roda dua sebesar Rp 5.000,00. Sama halnya dengan pengguna roda empat, untuk



Gambar 7. Grafik Sensitivitas Perubahan Selisih Waktu Perjalanan terhadap Probabilitas Kesiediaan Berpindah Moda pada Pengguna Kendaraan Roda Dua.



Gambar 8. Grafik Sensitivitas Perubahan Selisih Waktu Perjalanan terhadap Probabilitas Kesiediaan Berpindah Moda pada Pengguna Kendaraan Roda Empat.

meningkatkan peluang terpilihnya Suroboyo Bus sebesar 6%, biaya perjalanan Suroboyo Bus harus lebih murah Rp 5.000,00 dibanding menggunakan mobil pribadi.

b. Sensitivitas Atribut Selisih Waktu Perjalanan

Uji sensitivitas terhadap selisih waktu perjalanan menunjukkan perubahan probabilitas pengguna jalan terkait kesiediaan berpindah moda ke Suroboyo Bus dengan mempertimbangkan selisih utilitas pada setiap penambahan 5 menit waktu perjalanan. Grafik sensitivitas selisih waktu perjalanan dapat dilihat pada gambar 7 dan gambar 8. Selisih waktu perjalanan 5 menit menunjukkan kemiringan yang paling besar dibanding selisih waktu perjalanan lainnya dengan kenaikan probabilitas sebesar 0,168 pada pengguna roda dua dan 0.0712 pada pengguna roda empat.

Untuk meningkatkan peluang terpilihnya Suroboyo Bus sebesar 16,8% pada pengguna roda dua dan peluang sebesar 7% pada pengguna roda empat, dilakukan dengan menaikkan selisih waktu perjalanan menjadi 5 menit. Hal ini berarti Suroboyo Bus harus sanggup mempercepat waktu perjalanan sebesar 5 menit dari waktu perjalanan moda angkutan pribadi.

C. Aplikasi model pada skenario penerapan *congestion pricing*

1) Pengguna Roda Dua

Aplikasi model pada pengguna roda dua dapat dilihat pada tabel 3. Probabilitas tertinggi penggunaan Suroboyo Bus berada pada skenario 1. Selisih biaya perjalanan Rp 8.000 berarti tarif untuk sekali perjalanan Suroboyo Bus lebih murah Rp 8.000 dibandingkan perjalanan menggunakan motor. Sedangkan selisih waktu perjalanan - 20 menit berarti waktu tempuh untuk menggunakan

Tabel 3.  
Perubahan Probabilitas Perpindahan Moda Pengguna Kendaraan Roda Dua

Skenario	Selisih Biaya (X1)	Selisih Waktu (X2)	$U_{motor} - U_{sb}$	$P_{sb}$	$P_{motor}$
1	8000	-20	-0.48418212	62%	38%
2	6000	-15	-0.44298761	61%	39%
3	4000	-10	-0.40179311	60%	40%
4	-4000	10	-0.23701508	56%	44%
5	-6000	15	-0.19582058	55%	45%
6	-8000	20	-0.15462607	54%	46%

Tabel 4.  
Perubahan Probabilitas Perpindahan Moda Pengguna Kendaraan Roda Empat

Skenario	Selisih Biaya (X1)	Selisih Waktu (X2)	$U_{mobil} - U_{sb}$	$P_{sb}$	$P_{mobil}$
1	20000	-25	38%	41%	59%
2	15000	-15	5%	49%	51%
3	5000	-5	-2%	50%	50%
4	-5000	5	-9%	52%	48%
5	-15000	15	-16%	54%	46%
6	-20000	25	-48%	62%	38%

Suroboyo Bus lebih lama 20 menit dibandingkan menggunakan motor. Hal ini menunjukkan bahwa pengguna kendaraan roda dua lebih mementingkan penghematan biaya dibandingkan penghematan waktu dalam mobilitas sehari-hari.

Untuk meningkatkan penggunaan Suroboyo Bus sebesar 62%, biaya perjalanan menggunakan Suroboyo Bus harus lebih murah Rp 8.000 dibandingkan dengan biaya perjalanan menggunakan motor. Hal ini dapat dilakukan dengan memberlakukan tarif *congestion pricing* minimal sebesar Rp 8.000 bagi pengguna kendaraan roda dua untuk meningkatkan kesediaan berpindah ke angkutan umum Suroboyo Bus.

#### 1) Pengguna Roda Empat

Aplikasi model pada pengguna roda empat dapat dilihat pada tabel 4. Probabilitas tertinggi penggunaan Suroboyo Bus berada pada skenario 6. Selisih biaya perjalanan -Rp 20.000 berarti tarif untuk sekali perjalanan Suroboyo Bus lebih mahal Rp 20.000 dibandingkan perjalanan menggunakan mobil. Sedangkan selisih waktu perjalanan 25 menit berarti waktu tempuh untuk menggunakan Suroboyo Bus lebih cepat 25 menit dibandingkan menggunakan mobil.

Hal ini menunjukkan bahwa pengguna kendaraan roda empat lebih mementingkan penghematan waktu dibandingkan penghematan biaya dalam mobilitas sehari-hari. Untuk meningkatkan penggunaan Suroboyo Bus sebesar 62%, waktu perjalanan menggunakan Suroboyo Bus harus lebih cepat 25 menit dibandingkan dengan waktu perjalanan menggunakan mobil.

Kebijakan *congestion pricing* dapat mempengaruhi biaya perjalanan dan waktu perjalanan. Oleh karena itu, perlu dipertimbangkan penetapan tarif jalan berbayar yang dapat mempengaruhi biaya perjalanan dengan Suroboyo Bus lebih murah minimal Rp 8.000 untuk mengalihkan pengguna roda dua, serta tarif yang dapat mempengaruhi waktu perjalanan dengan Suroboyo Bus lebih cepat minimal 25 menit untuk mengalihkan pengguna roda empat ke Suroboyo Bus dengan adanya kebijakan *congestion pricing*.

## IV. KESIMPULAN

Karakteristik pengguna kendaraan roda dua yang melakukan perjalanan rutin di Jalan Raya Darmo, Jalan Urip

Sumoharjo, dan Jalan Basuki Rahmat adalah pada kelompok usia 17-24 tahun dengan jenis kelamin perempuan dan pendidikan terakhir SMA/Sederajat. Mayoritas pengguna jalan memiliki pekerjaan sebagai pelajar/mahasiswa dengan tingkat pendapatan per bulan sebesar  $\leq$  Rp 1.000.000,00 dan kepemilikan kendaraan  $\geq$  2 unit.

Pengguna kendaraan roda dua yang melakukan perjalanan rutin di Jalan Raya Darmo, Jalan Urip Sumoharjo, dan Jalan Basuki Rahmat rata-rata mengeluarkan biaya bahan bakar dalam sebulan sebesar Rp 50.001,00 - Rp 100.000,00, biaya parkir sebesar  $\leq$  Rp 10.000,00 per bulan, dan biaya perawatan kendaraan sebesar  $\leq$  Rp 50.000,00 per bulan. Rata-rata waktu yang ditempuh pengguna jalan untuk ke lokasi tujuan pada pengguna roda dua adalah 26 - 30 menit dengan jarak tempuh rata-rata 6-10 km. Mayoritas pengguna roda dua yang melewati koridor studi memiliki tujuan perjalanan bekerja dengan frekuensi perjalanan melintasi lokasi studi sebanyak 4 - 6 kali seminggu.

Karakteristik pengguna kendaraan roda empat yang melakukan perjalanan rutin di Jalan Raya Darmo, Jalan Urip Sumoharjo, dan Jalan Basuki Rahmat adalah pada kelompok usia 17-24 tahun dengan jenis kelamin laki-laki dan pendidikan terakhir D4/S1/Sederajat. Mayoritas pengguna jalan memiliki pekerjaan sebagai pelajar/mahasiswa dengan tingkat pendapatan per bulan sebesar  $\leq$  Rp 1.000.000,00 dan kepemilikan kendaraan  $\geq$  2 unit.

Pengguna kendaraan roda empat yang melakukan perjalanan rutin di Jalan Raya Darmo, Jalan Urip Sumoharjo, dan Jalan Basuki Rahmat rata-rata mengeluarkan biaya bahan bakar dalam sebulan sebesar Rp 350.001,00 - Rp 400.000,00, biaya parkir sebesar  $\leq$  Rp 10.000,00 per bulan, dan biaya perawatan kendaraan sebesar Rp 50.001,00 - Rp 100.000,00 per bulan. Rata-rata waktu yang ditempuh pengguna jalan untuk ke lokasi tujuan pada pengguna roda empat adalah 26 - 30 menit dengan jarak tempuh rata-rata 6-10 km. Mayoritas pengguna roda empat yang melewati koridor studi memiliki tujuan perjalanan bekerja dengan frekuensi perjalanan melintasi lokasi studi sebanyak 4 - 6 kali seminggu.

Perhitungan sensitivitas model menunjukkan pengguna kendaraan roda dua dan pengguna kendaraan roda empat signifikan pada perubahan selisih biaya perjalanan sebesar Rp 5.000,00 (Suroboyo Bus lebih murah 5) dan selisih

waktu perjalanan sebesar 5 menit (Suroboyo Bus lebih cepat).

Probabilitas tertinggi terkait kesediaan perpindahan moda pada pengguna roda dua yaitu pada skenario 1 dengan selisih biaya perjalanan sebesar Rp 8.000 dan selisih waktu perjalanan sebanyak -20 menit. Hal ini menunjukkan bahwa pengguna kendaraan roda dua lebih mementingkan penghematan biaya dibandingkan penghematan waktu. Untuk meningkatkan penggunaan Suroboyo Bus sebesar 62%, biaya perjalanan menggunakan Suroboyo Bus harus lebih murah Rp 8.000 dan selisih waktu perjalanan yang ditoleransi pengguna jalan adalah maksimal lebih lama 20 menit dari angkutan pribadi motor.

Probabilitas tertinggi terkait kesediaan perpindahan moda pada pengguna roda empat yaitu pada skenario 6 dengan selisih biaya perjalanan sebesar -Rp 20.000 dan selisih waktu perjalanan sebanyak 25 menit. Hal ini menunjukkan bahwa pengguna kendaraan roda empat lebih mementingkan penghematan waktu dibandingkan penghematan biaya. Untuk meningkatkan penggunaan Suroboyo Bus sebesar 62%, waktu perjalanan menggunakan Suroboyo Bus harus lebih cepat 25 menit dibandingkan dengan waktu perjalanan menggunakan mobil dan selisih biaya perjalanan yang ditoleransi pengguna jalan adalah maksimal lebih mahal Rp 20.000 dari angkutan pribadi mobil.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Sulistyowati and Suprayoga, "Efektifitas pengembangan strategi pengelolaan suroboyo bus," *DIA J. Adm. Publik*, vol. 17, no. 2, 2019, doi: 10.30996/dia.v17i2.3415.
- [2] F. Aprilian Putri and I. Prabawati, "Evaluasi pelaksanaan suroboyo bus di dinas perhubungan kota Surabaya," *J. Ilmu Adm. Negara*, vol. 8, no. 4, 2020.
- [3] A. Abulibdeh, "Implementing congestion pricing policies in a MENA Region City: Analysis of the impact on travel behaviour and equity," *Cities*, vol. 74, pp. 196–207, 2018, doi: 10.1016/j.cities.2017.12.003.
- [4] A. Aboudina, H. Abdelgawad, B. Abdulhai, and K. Nurul Habib, "Time-dependent congestion pricing system for large networks: integrating departure-time choice, dynamic traffic assignment and regional travel surveys in the greater Toronto area," *Transp. Res. Part A Gen.*, 2016, doi: 10.1016/j.tra.2016.10.005.
- [5] A. Hatinawati, "Studi Perencanaan Sistem Electronic Road Pricing (ERP) sebagai Retribusi Kemacetan di Jalan Raya Darmo Surabaya," Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2018.
- [6] S. Agarwal and K. M. Koo, "Impact of electronic road pricing (ERP) changes on transport modal choice," *Reg. Sci. Urban Econ. Elsevier*, vol. 60(C), pp. 1–11, 2016, doi: 10.1016/j.regsciurbeco.2016.05.003.
- [7] P. Belgiawan, A. Ilahi, and K. Axhausen, "Influence of pricing on mode choice decision in Jakarta: A random regret minimization model," *Case Stud. Transp. Policy*, vol. 7(1), pp. 87–95, 2019, doi: 10.1016/j.cstp.2018.12.002.
- [8] W. Sabrina, "Skenario Penerapan Congestion Pricing Terhadap Tingkat Pelayanan Jalan Raya Darmo, Jalan Urip Sumoharjo Dan Jalan Basuki Rahmat Surabaya," Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2020.
- [9] M. Ridwan Fauzi, "Studi Kelayakan Penerapan Electronic Road Pricing Pada Jalan Embong Malang," Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2017.
- [10] A. Sianipar, "Analisis potensi dan kesiapan penerapan electronic road pricing di wilayah perkotaan," *War. Penelit. Perhub.*, vol. 30, pp. 85–100, 2018, doi: 10.25104/warlit.v30i2.674.
- [11] Y. Li, Y. Guo, J. Lu, and S. Peeta, "Impacts of congestion pricing and reward strategies on automobile travelers' morning commute mode shift decisions," *Transp. Res. Part A Policy Pract.*, vol. 125, pp. 72–88, 2019, doi: 10.1016/j.tra.2019.05.008.
- [12] Ofyar Z Tamin, *Perencanaan dan Pemodelan Transportasi*. Bandung: Institut Teknologi Bandung, 2000.
- [13] R. Ferdiansyah, "Kemungkinan peralihan penggunaan moda angkutan pribadi ke moda angkutan umum perjalanan Depok – Jakarta," *J. Perenc. Wil. dan Kota*, vol. 20, no. 3, pp. 183–198, 2009.
- [14] A. Broaddus, T. Litman, and G. Menon, *Transportation Demand Management*. Eschborn, Germany: Federal Ministry for Economic Cooperation and Development, 2009.
- [15] D. Ayu Risnu Indahsari, A. Agung Gde Kartika, and W. Herijanto, "Analisis kinerja bus suroboyo rute barat-timur terhadap kepuasan pelaku transportasi," *J. Tek. ITS*, vol. 8, no. 2, 2019, doi: 10.12962/j23373539.v8i2.46491.
- [16] Yosritzal, "Review Pendekatan Stated Preferred dalam Beberapa Penelitian di Kota Padang," 2006.