



Pemilihan rute jalan tol menggunakan model pilihan *diskrit* dari pengguna

Darmawan Adi Susanto^a, Aleksander Purba^{b,*}, Chatarina Niken^c

^a Mahasiswa Magister Teknik Sipil, Universitas Lampung, Jl. Soemantri Brojonegoro No. 1 Bandar Lampung, 35145, Indonesia

^b Jurusan Teknik Sipil, Universitas Lampung, Jl. Soemantri Brojonegoro No. 1 Bandar Lampung, 35145, Indonesia

^c Jurusan Teknik Sipil, Universitas Lampung, Jl. Soemantri Brojonegoro No. 1 Bandar Lampung, 35145, Indonesia

HIGHLIGHTS

- Penelitian tentang model probabilitas pemilihan rute di ruas jalan tol Terbanggi Besar - Pematang Panggang .
- Tarif tol berpengaruh terhadap sensitifitas probabilitas pengguna jalan tol.
- Penghematan waktu tempuh merupakan atribut yang sangat sensitif terhadap probabilitas penggunaan jalan tol.

INFO ARTIKEL

Riwayat artikel:

Diterima 14 Mei 2020

Diterima setelah diperbaiki 10 Juni 2020

Diterima untuk diterbitkan 15 Juni 2020

Tersedia secara *online* 01 Agustus 2020

Kata kunci:

Rute jalan tol,
model pilihan *diskrit*,
logit binomial,
stated preference.

ABSTRAK

Tujuan penelitian adalah untuk mendapatkan model pilihan rute yang dapat menjelaskan probabilitas pengguna jalan memilih jalan tol, dan untuk memperkirakan sensitivitas pilihan rute jika terjadi perubahan pada atributnya. Kuisisioner *stated preference* digunakan sebagai media untuk mendapatkan data primer. Kuisisioner ini ditujukan kepada pengguna kendaraan golongan I pada jalan tol Terbanggi Besar - Pematang Panggang. Formulir survei didesain menjadi dua bagian yang berisi data karakteristik responden dan data preferensi responden dengan empat level pilihan dari dua variabel bebas: kenaikan tarif tol dan penghematan waktu tempuh. Data yang diperoleh kemudian dianalisa dengan model *logit binomial* untuk mendapatkan model regresi linear selisih utilitasnya. Dalam model juga dimasukkan faktor karakteristik tingkat pendapatan responden. Berdasarkan hasil analisis menunjukkan bahwa atribut yang paling sensitif mempengaruhi model pilihan rute adalah penghematan waktu tempuh.

Diterbitkan oleh Jurusan Teknik Sipil Universitas Lampung

1. Pendahuluan

Jalan merupakan bagian dari infrastruktur transportasi darat yang berperan penting dalam meningkatkan pertumbuhan ekonomi nasional. Jalan tol adalah bagian dari jaringan jalan umum yang perwujudannya adalah tanggung jawab pemerintah. Jalan tol Terbanggi Besar - Pematang Panggang merupakan salah satu ruas dari jalan tol Trans Sumatera. Pembangunan jalan tol ini merupakan salah satu bagian dari proyek strategis nasional yang dilakukan untuk mendorong pengembangan kawasan di Pulau Sumatera.

Pembangunan jalan tol dibiayai sebagian atau seluruhnya oleh pengguna jalan melalui pengenaan tarif tol. Tarif tol dan jumlah pengguna adalah faktor utama bagi pengguna jalan untuk memilih rute jalan tol. Oleh karena itu, masyarakat yang memilih jalan tol akan mendapatkan nilai tambah yang diperoleh berupa penghematan biaya operasi

* Penulis koresponden.

Alamat e-mail: aleksander.purba@eng.unila.ac.id (A. Purba).
Peer review dibawah tanggung-jawab Jurusan Teknik Sipil Universitas Lampung.

<https://doi.org/10.23960/rekrjits.v24i2.13>

kendaraan, waktu tempuh, kenyamanan dan fasilitas yang lebih baik.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan model pilihan rute yang dapat menjelaskan probabilitas pengguna memilih jalan tol berdasarkan atribut perjalanan, yaitu tarif, penghematan waktu tempuh dan variabel pendapatan pengguna. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk mengetahui sensitivitas pilihan rute ketika perubahan atribut perjalanan dilakukan.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan studi kasus yang menggunakan metode pendekatan deskripsi analitis dan data kualitatif yang dikuantitatifkan. Lokasi penelitian di jalan tol trans Sumatera, ruas Terbanggi Besar - Pematang Panggang di Propinsi Lampung dengan panjang rute 112 km. Saat dilakukan penelitian, ruas jalan tol ini masih dalam masa uji coba operasional dan belum diberlakukan tarif bagi penggunaanya.

Tahap awal penelitian adalah survei pendahuluan. Data dari survei pendahuluan kemudian digunakan sebagai dasar untuk menentukan desain kuisisioner. Kuisisioner terdiri

dari dua bagian, lembar pertama berisi data identitas dan karakteristik responden sedangkan lembar kedua berisi data preferensi responden. Kuisisioner diberikan kepada 210 responden pengguna jalan tol Terbanggi Besar – Pematang Panggang dengan kualifikasi Golongan-1 mobil pribadi. Pembatasan ini dilakukan dengan asumsi pengguna kendaraan pribadi pengambil keputusan dalam pemilihan rute. Survei dilakukan di dua lokasi yaitu *rest area* KM 234A dan *rest area* KM 215B. Survei dilakukan selama dua hari pada tanggal 26 – 27 Desember 2019 pada masa liburan akhir tahun. Dari 210 kuisisioner yang disebarakan kepada responden, 190 data responden dinyatakan memenuhi syarat sebagai data untuk analisis selanjutnya. Sedangkan, 20 data responden dinyatakan tidak memenuhi syarat karena jawaban tidak lengkap.

Kemudian, pernyataan preferensi responden terhadap alternatif pilihan menggunakan data *rating*. Data ini dinyatakan dalam skala semantik yaitu: pasti memilih jalan tol, mungkin memilih jalan tol, mungkin tidak memilih jalan tol dan pasti tidak memilih jalan tol. Kurniati dan Fasha [1], menyatakan bahwa probabilitas pada skala numerik ditentukan dengan mengurutkan data dari besar ke kecil atau sebaliknya. Penggambaran posisi (*plotting position*) yang dipakai adalah seperti Persamaan 1.

$$P(X_m) = \frac{m}{n + 1} \times 100\% \quad (1)$$

dengan $P(X_m)$ adalah data yang dirangking dari besar ke kecil, m adalah nomor urut dan n adalah jumlah data.

Untuk mencapai tujuan penelitian ini, maka pada tahapan selanjutnya dilakukan analisis data primer yang telah didapat. Pertama dilakukan analisis regresi menggunakan *model logit binomial* untuk mendapatkan model selisih utilitas antara jalan tol dan jalan non-tol. Pada analisis ini dilakukan beberapa uji statistik antara lain *uji-t*, *uji-F*, uji multikolinearitas dan uji koefisien determinasi (R^2). Analisis regresi dilakukan dengan bantuan program komputer. Dari model ini kemudian dibuat grafik sensitivitas tarif tol dan grafik sensitivitas penghematan waktu terhadap probabilitas pemilihan rute jalan tol. Nilai elastisitas dihitung dengan rumus *arc elasticity*.

3. Hasil dan Pembahasan

Karakteristik responden berdasarkan usia, pekerjaan, pendapatan per bulan, tingkat pendidikan dan biaya transportasi per bulan dapat dilihat pada Tabel 1 – Tabel 5. Dari hasil rekapitulasi data menunjukkan bahwa 32,1 % responden berusia 36-45 tahun, 48,9% responden berprofesi sebagai wiraswasta/tani, 29,5% responden dengan pada kelompok pendapatan 2–4 juta per bulan serta kelompok pendapatan 4 – 6 juta per bulan, 42,1 % responden memiliki tingkat pendidikan SD/SMP/SMA, dan 57,4% responden yang memiliki biaya transportasi 500 ribu – 1 juta per bulan.

Tabel 1
Usia responden

No	Usia responden	Jumlah	%
1	17 - 25 tahun	12	6,3
2	26 - 35 tahun	53	27,9
3	36 - 45 tahun	61	32,1
4	46 - 55 tahun	46	24,2
5	> 56 tahun	18	9,5
Jumlah		190	100,0

Tabel 2
Pekerjaan Responden

No	Pekerjaan responden	Jumlah	%
1	PNS / TNI / POLRI	50	26,3
2	Pelajar / Mahasiswa	5	2,6
3	Karyawan Swasta / BUMN	24	12,6
4	Wiraswasta / Tani	93	48,9
5	Lainnya	18	9,5
Jumlah		190	100,0

Tabel 3
Pendidikan responden

No	Pendidikan responden	Jumlah	%
1	SD/SMP/SMA	80	42,1
2	Diploma	16	8,4
3	S1	79	41,6
4	S2	15	7,9
Jumlah		190	100,0

Tabel 4
Pendapatan per bulan responden

No	Pendapatan per bulan	Jumlah	%
1	< 1 juta	5	2,6
2	1 - 2 juta	20	10,5
3	2 - 4 juta	56	29,5
4	4 - 6 juta	56	29,5
5	6 - 8 juta	25	13,2
6	8 - 10 juta	12	6,3
7	> 10 juta	16	8,4
Jumlah		190	100,0

Tabel 5
Biaya Transportasi per bulan Responden

No.	Biaya Transportasi per bulan Responden	Jumlah	%
1	< 500 ribu	50	26,3
2	500 ribu -1 juta	109	57,4
3	2 - 3 juta	28	14,7
4	> 4 juta	3	1,6
Jumlah		190	100,0

Selanjutnya, persamaan model *logit binomial* pemilihan rute jalan tol atau jalan non-tol dibuat dengan menggunakan data primer hasil survei *stated preference*. Persamaan tersebut merupakan fungsi selisih utilitas antara rute jalan tol dan non-tol. Fungsi selisih utilitas diperoleh dengan metode regresi linear berganda dan dimodifikasi dengan cara mentransformasi data *rating* menjadi skala numeris sehingga diperoleh persamaan linear transformasi. Transformasi skala numerik dapat dilihat pada Tabel 6. Sedangkan analisis persamaan fungsi selisih utilitas dilaksanakan seperti pada Tabel 7.

Fungsi selisih utilitas antara jalan tol dan non-tol diperoleh dengan analisis regresi linear berganda sesuai dengan Persamaan 2.

$$Y = a + b_1(X_{1tol} - X_{1non.tol}) + b_2(X_{2tol} - X_{2non.tol}) + \dots + b_n(X_{ntol} - X_{nnon.tol}) \quad (2)$$

dengan Y adalah fungsi selisih utilitas antara jalan tol dan jalan non-tol, $(X_{1tol} - X_{1non.tol})$ adalah variasi kenaikan tarif tol, dan $(X_{2tol} - X_{2non.tol})$ adalah variasi penghematan waktu antara jalan tol dan non-tol.

Selanjutnya, Tabel 8 memperlihatkan hasil kalibrasi model pemilihan rute. Dari kalibrasi diperoleh model selisih utilitas terbaik antara jalan tol dan non-tol dengan variabel bebas X_1 adalah variabel tarif tol, X_2 adalah variabel penghematan waktu tempuh dan X_4 adalah variabel pendapatan per bulan yang ditunjukkan oleh Persamaan (3).

Tabel 6
Transformasi skala numerik

Rating	Point Rating	Nilai transformasi	
		Skala probabilitas $P(X_m) = \frac{m}{n+1} \times 100\%$	Skala numerik $Ln \left[\frac{P_1}{1-P_1} \right]$
Pasti memilih jalan tol	A	0,8	1,386
Mungkin memilih jalan tol	B	0,6	0,405
Mungkin tidak memilih jalan tol	C	0,4	-0,405
Pasti tidak memilih jalan tol	D	0,2	-1,386

Tabel 7
Matrik korelasi variabel bebas

	Y	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅
Y	1					
X ₁	-0,699	1				
X ₂	0,495	-0,471	1			
X ₃	0,237	-0,174	0,154	1		
X ₄	0,851	-0,542	0,293	0,292	1	
X ₅	0,443	-0,292	0,143	0,146	0,514	1

dengan Y adalah fungsi dengan skala numerik, X₁ adalah variabel tarif tol, X₂ adalah variabel penghematan waktu tempuh, X₃ adalah variabel tingkat pendidikan, X₄ adalah variabel pendapatan per bulan dan X₅ adalah variabel biaya transportasi per bulan.

Tabel 8
Hasil kalibrasi model pemilihan rute

Variabel	Koefisien regresi	t-hitung	Sign.t	Tolerance	VIF
Konst.	-1,711	-10,150	0,000		
X ₁ (b ₁)	-0,000009208	-6,568	0,000	0,600	1,667
X ₂ (b ₂)	0,186	5,270	0,000	0,776	1,288
X ₄ (b ₄)	0,446	18,265	0,000	0,705	1,419
F _{hitung}		301,672			
Sign.F		0,000			
R ²		0,830			

$$Y = -1,711 - 0,000009208X_1 + 0,186X_2 + 0,446X_4 \quad (3)$$

Dari hasil uji-t diperoleh nilai t_{hitung} pada konstanta adalah -10,150, X₁ adalah -6,568, X₂ adalah 5,270 dan X₄ adalah 18,265 dan signifikansi semua variabel adalah 0,000. Dengan t_{tabel} sebesar 1,973, nilai -t_{hitung} < -t_{tabel} atau t_{hitung} > t_{tabel} dan signifikansi > 0,005 maka semua variabel diatas signifikan. Secara parsial masing – masing variabel bebas di atas dapat digunakan pada model. Selanjutnya, dari hasil Uji-F diperoleh nilai F_{hitung} sebesar 301,672 dengan signifikansi 0,000. Dengan F_{tabel} adalah 2,653, nilai F_{hitung} > F_{tabel} dan signifikansi < 0,005 maka secara bersama-sama variabel tersebut signifikan dan dapat digunakan pada model.

Dari perhitungan dengan menggunakan program statistik, diperoleh nilai koefisien determinasi (R²) sebesar 0,83. Hal ini menunjukkan kontribusi variabel-variabel bebas terhadap variabel tidak bebas sebesar 83%. Sisanya 17% dipengaruhi oleh faktor lain. Uji multikolinearitas dari perhitungan dengan menggunakan program statistik, pada variabel X₁ (tarif tol), X₂ (penghematan waktu tempuh) dan X₄ (pendapatan) diperoleh nilai VIF sebesar 1,667; 1,288; dan 1,419 serta nilai tolerance sebesar 0,600; 0,776 dan 0,705. Pada semua variabel nilai VIF < 10 dan nilai tolerance > 0,1 sehingga dapat dinyatakan tidak terjadi multikolinearitas.

Kemudian dilaksanakan model pemilihan rute dengan persamaan “selisih utilitas” (U_{tol} - U_{non.tol}) ditunjukkan oleh Persamaan (4) berikut ini:

$$Y = -1,711 - 0,000009208.X_1 + 0,186.X_2 + 0,446.X_4 \quad (4)$$

Setelah diperoleh persamaan selisih utilitas pemilihan rute jalan tol dan non-tol maka model probabilitas pemilihan rute dapat ditulis sesuai Persamaan (5) dan (6). Persamaan probabilitas rute jalan tol adalah:

$$P_{tol} = \left[\frac{e^{(-1,711 - 0,000009208.X_1 + 0,186.X_2 + 0,446.X_4)}}{1 + e^{(-1,711 - 0,000009208.X_1 + 0,186.X_2 + 0,446.X_4)}} \right] \quad (5)$$

Sedangkan Persamaan (6) adalah probabilitas rute jalan non-tol

$$P_{non-tol} = 1 - P_{tol} \quad (6)$$

dengan Y adalah fungsi selisih utilitas dengan skala numerik, X₁ adalah variabel tarif tol, X₂ adalah variabel penghematan waktu tempuh dan X₄ adalah variabel pendapatan per bulan.

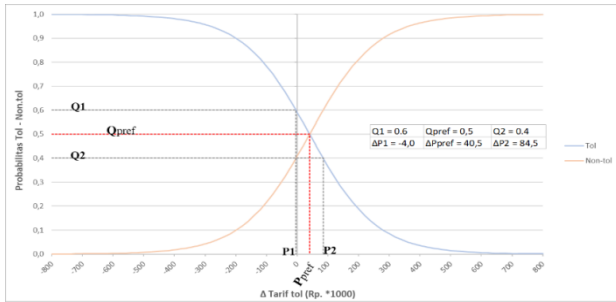
Sensitivitas model digambarkan dengan grafik sensitivitas dari perubahan masing – masing atribut. Dari grafik, dapat dilihat adanya perubahan probabilitas pilihan jalan tol jika dilakukan perubahan nilai atribut secara bertahap. Berdasarkan grafik sensitivitas tarif tol dapat dilihat bahwa kemiringan garis menunjukkan arah negatif, menyatakan bahwa semakin besar kenaikan tarif tol maka akan menurunkan probabilitas pengguna memilih jalan tol. Sedangkan berdasarkan grafik sensitivitas penghematan waktu tempuh, dapat dilihat bahwa kemiringan garis menunjukkan arah positif, menyatakan bahwa semakin besar penghematan waktu tempuh maka akan menaikkan probabilitas pengguna memilih jalan tol.

Nilai elastisitas ditentukan dengan perhitungan arc elasticity yang berbasis pada model probabilitas pemilihan rute. Grafik sensitivitas antara tarif tol dan penghematan waktu tempuh dengan probabilitas pemilihan rute jalan tol atau non-tol dapat dilihat pada Gambar 1 dan Gambar 2. Dari Gambar 1 diperoleh nilai kenaikan tarif preferensi (ΔP_{pref}) sebesar Rp 40.500 sehingga diperoleh tarif preferensi (P_{pref}) sebesar Rp 141.300. Dari Gambar 2 diperoleh nilai penghematan waktu tempuh preferensi (T_{pref}) sebesar 2 jam.

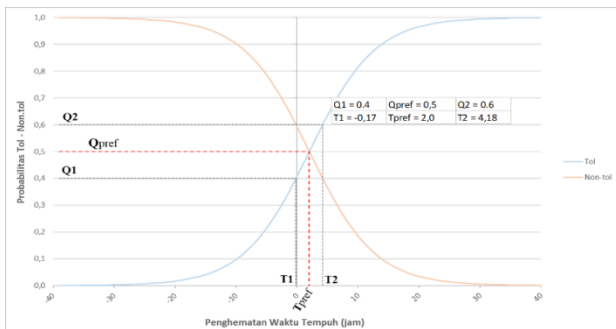
4. Simpulan

Berdasarkan pengolahan data hasil survei terhadap pengguna jalan tol Terbanggi Besar – Pematang Panggang, faktor yang berpengaruh terhadap pemilihan rute oleh pengguna jalan adalah tarif tol, penghematan waktu tempuh dan pendapatan per bulan. Berdasarkan grafik sensitivitas tarif tol menunjukkan arah negatif (-), semakin besar kenaikan tarif tol maka akan mengurangi probabilitas

pengguna memilih jalan tol. Sebaliknya, berdasarkan grafik sensitivitas penghematan waktu tempuh menunjukkan arah positif (+), semakin besar penghematan waktu tempuh maka akan menaikkan probabilitas pengguna memilih jalan tol. Sedangkan berdasarkan hasil analisis elastisitas, diketahui bahwa penghematan waktu tempuh adalah atribut yang paling sensitif terhadap probabilitas pengguna dalam memilih jalan tol.



Gambar 1 Grafik sensitivitas tarif tol



Gambar 2 Grafik sensitivitas penghematan waktu tempuh

Daftar Pustaka

- [1] Kurniati, Fasha.: Pemodelan pemilihan antara mobil pribadi parkir inap dan taksi pada bandara internasional minangkabau (BIM) dengan teknik stated preference Jurnal Eko Rekayasa, **10**, 2, 2014
- [2] Hensher: Stated preference analysis of travel choices, the state practice. Institute of Transport Studies, Graduate School of Business, the University of Sidney, 1993
- [3] Hermawan, R.: Kaji ulang penentuan tarif dan sistem penggolongan kendaraan jalan tol di Indonesia. Jurnal Teknik Sipil dan Terapan Bidang Teoritis, **16**, 2, 2009
- [4] Kockelman, K.M., Chen, T.D., Larsen, K.A., Nichols, B.G.: The economics of transportation systems: a reference for practitioners. Create Space is a DBA of On-Demand Publishing LLC. 2013
- [5] Litman, T.: Understanding transport demands and elasticities, how prices and other factors affect travel behavior, Victoria Transport Policy Institute, 2018
- [6] Ortuzar, Willumsen: Modelling transport. 4rd edition, John Wiley & Sons Ltd, The Atrium, Southern Gate, Chichester, West Sussex, United Kingdom, 2011
- [7] Rodrigue, J.P.: The geography of transport systems. Department of Global Studies and Geography at Hofstra University, New York, 2017
- [8] Tamin, O.Z.: Perencanaan dan pemodelan transportasi, Penerbit ITB, Bandung, 2000