

ANALISIS PEMILIHAN MODA TRANSPORTASI STUDI KASUS LRT JABODEBEK

Reza Pahlevi

Departemen Teknik Sipil
Fakultas Teknik
Universitas Indonesia
Pahlevirezatbl7@gmail.com

Nahry¹

Departemen Teknik Sipil
Fakultas Teknik
Universitas Indonesia
nahry@eng.ui.ac.id

Abstract

According to data from the Department of Transportation, trips to and from Jakarta reached 36,578,671 trips/day with 44% using buses, 31.6% using private cars, 18.2% using motorcycles, and 6.3% using rail. To serve the mobility of the Jabodebek population, the government provides BRT TransJakarta, KRL, MRT, and LRT facilities. However, those who use private cars are still very much causing traffic jams. One of the government's efforts is to provide LRT facilities with a ticket price of IDR15,000 per passenger for the Dukuh Atas to Cibubur route, this fare has increased from the initial planned operation of IDR12,000. The purpose of this analysis is to determine the characteristics of individual travel patterns in using LRT as an alternative mode and to validate the level of Willingness-to-Pay (WTP) and potential demand from choosing the mode using LRT. The research method uses a logit model which states that the probability of choosing a particular mode for a particular trip is based on the relative value of a number of cost factors, service levels, and travel time. With this analysis, it is hoped that this will be a reference for determining LRT rates so that people can switch to using LRT.

Keywords: Demand, LRT, WTP, mode choice

Abstrak

Menurut data Dinas Perhubungan perjalanan dari dan menuju Jakarta mencapai 36.578.671 perjalanan/hari dengan 44% menggunakan bus, 31,6% menggunakan mobil pribadi, 18,2% menggunakan sepeda motor, dan 6,3% menggunakan *rail*. Untuk melayani mobilitas penduduk Jabodebek pemerintah menyediakan sarana BRT Transjakarta, KRL, MRT, dan LRT. Meskipun demikian yang menggunakan mobil pribadi masih sangat banyak mengakibatkan kemacetan. Salah satu upaya pemerintah yaitu dengan menyediakan sarana LRT dengan harga tiket Rp 15.000,00 per penumpang untuk rute Dukuh atas sampai Cibubur, tarif ini mengalami kenaikan dari awal rencana pengoperasian Rp 12.000,00. Tujuan dari studi ini untuk mengetahui karakteristik pola perjalanan individu dalam menggunakan LRT sebagai moda alternatif dan memvalidasi tingkat *Willingness-to-Pay* (WTP) dan potensi *demand* dari pemilihan moda menggunakan LRT. Metode penelitian dengan membuat model logit yang menyatakan bahwa probabilitas memilih moda tertentu untuk perjalanan tertentu didasarkan pada nilai relatif dari sejumlah faktor biaya, tingkat layanan, dan waktu tempuh. Dengan adanya analisis ini diharapkan menjadi acuan untuk penentuan tarif LRT sehingga masyarakat dapat beralih menggunakan LRT.

Kata Kunci: *Demand*, LRT, WTP, pemilihan moda

PENDAHULUAN

DKI Jakarta merupakan Ibukota negara Indonesia, berdasarkan data dari Dinas Kependudukan dan Pencatatan Sipil, jumlah penduduk DKI Jakarta tahun 2019 mencapai 11.063.324 jiwa. Menurut data dari Dinas Perhubungan DKI, tercatat 46 kawasan dengan

¹ Corresponding author: nahry@eng.ui.ac.id

100 titik simpang rawan macet di Jakarta. Untuk melayani mobilitas penduduk Jakarta, pemerintah menyediakan sarana dan prasarana.

Saat ini penggunaan moda transportasi umum di Indonesia dirasakan masih belum mampu memfasilitasi pergerakan yang terjadi secara efisien. Angkutan umum tersebut ibarat sebuah alat transportasi yang diperuntukkan bagi masyarakat yang memang tidak memiliki alternatif pilihan sehingga harus menanggung seluruh akibat yang timbul dari pengoperasian angkutan umum. Kendaraan yang tidak layak, risiko kecelakaan, waktu tunggu yang lama, berdesak-desakan, tindakan kriminal dan polusi adalah beberapa permasalahan sehari-hari yang harus dihadapi oleh sebagian besar masyarakat pengguna angkutan umum. Akibat hal tersebut masyarakat masih banyak menggunakan kendaraan pribadi. Untuk mengatasi permasalahan-permasalahan tersebut perlu peran aktif dari pihak-pihak yang terkait sebagai *stakeholders* dalam penyelenggaraan angkutan umum. Salah satu bentuk usaha pemerintah untuk meningkatkan pelayanan angkutan umum adalah dengan membangun *Light Rail Transit* (LRT) (Taufan, 2014). Meskipun demikian untuk menarik minat masyarakat menggunakan LRT salah satu faktor nya adalah tarif, waktu, dan kenyamanan (Sugiyanto et al, 2021). Oleh sebab itu, diperlukan analisis pemilihan moda LRT sehingga masyarakat dapat beralih menggunakan LRT.

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui karakteristik pola perjalanan individu dalam menggunakan LRT sebagai moda alternatif.
2. Menganalisis tingkat *Willingness-to-Pay* (WTP) dan potensi *demand* (*demand function*) dari pemilihan LRT.

TINJAUAN PUSTAKA

Model Pemilihan Moda

Pemilihan moda merupakan suatu tahapan proses perencanaan angkutan yang menentukan proses pembebanan perjalanan atau mengetahui jumlah (dalam arti proporsi) orang dan barang yang akan menggunakan atau memilih berbagai moda transportasi yang melayani suatu titik asal tujuan tertentu, demi beberapa maksud perjalanan tertentu pula. Bentuk paling umum dari model pilihan moda adalah model logit. Hubungan pilihan model logit menyatakan bahwa probabilitas memilih moda tertentu untuk perjalanan tertentu didasarkan pada nilai relatif dari sejumlah faktor seperti biaya, tingkat layanan, dan waktu tempuh. Bagian yang paling sulit dalam menggunakan model pilihan model logit adalah memperkirakan parameter untuk variabel dalam fungsi utilitas. Estimasi sering dilakukan dengan menggunakan satu atau lebih program analisis statistik multivariat untuk mengoptimalkan keakuratan estimasi koefisien beberapa variabel independen (Ortuzar dan Willumsen, 2002). Pendekatan dasar model logit adalah untuk menemukan bentuk transformasi probabilitas sehingga bernilai $-\infty$ sampai $+\infty$, walaupun probabilitas itu sendiri terbatas dalam nilai antara 0 sampai 1. Jika seseorang mempunyai pilihan antara menggunakan moda m dan moda n , maka probabilitas menggunakan moda m adalah $p_m =$

$1 - \rho_n$. Jika ρ_n dinyatakan sebagai kombinasi linier antara peubah bebas (atribut pemilihan moda) maka dapat ditulis sebagai berikut (Wahyuni dan Wicaksono, 2013):

$$\rho_m = a + b_1 (\Delta x_1) + b_2 (\Delta x_2) + \dots + b_n (\Delta x_n) \quad (1)$$

Dimana:

ρ_m = Utilitas

a, b = Nilai Estimate

Δx = Nilai Variabel

Willingness to Pay

Willingness to pay merupakan keinginan membayar seseorang terhadap barang atau jasa yang dihasilkan oleh sumber daya alam dan lingkungan secara formal (Wulansari dan Astari, 2017). Analisis WTP didasarkan pada persepsi pengguna terhadap tarif atas jasa pelayanan angkutan umum yang dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu kuantitas, kualitas jasa transportasi, utilitas pengguna, dan penghasilan pengguna (Permata dan Rahmad, 2012).

Utility-Based Choice

Utilitas adalah indikator nilai bagi individu. Aturan maksimisasi utilitas menyatakan bahwa seseorang akan memilih alternatif dari set alternatif yang tersedia dengan melihat nilai utilitas tertinggi (*maximizes the utility*). Utilitas dapat ditulis secara matematis sebagai berikut (Ortuzar dan Willumsen, 2002).

$$\text{Jika: } U(X_i, S_t) \geq U(X_j, S_t) \forall j \Rightarrow i > j \forall j \in C \quad (2)$$

Dimana:

$U()$ = fungsi utilitas

X_i, X_j = Vektor atribut yang menggambarkan alternatif i dan j (contoh: *travel time, travel cost*, dll.)

S_t = Vektor karakteristik yang menggambarkan t individu, yang mempengaruhi pilihannya diantara alternatif (*income, outcome*, kepemilikan kendaraan dll.)

$i > j$ = Alternatif kiri lebih dipilih daripada alternatif kanan

Dengan demikian jika utilitas alternatif i lebih besar atau sama dengan alternatif j maka alternatif i akan dipilih dalam serangkaian alternatif C .

Dummy Explanation Variables

Variabel *dummy* adalah variabel yang digunakan untuk membuat kategori data yang bersifat kualitatif dan data kualitatif bentuknya adalah skala nominal. Contoh skala nominal yang dianggap *dummy* disini misal: *gender* (jenis kelamin) yang terdiri dari pria dan wanita, tingkat pendidikan bisa terdiri dari SMA dan sarjana. Dalam model regresi

tidak mengenal data berbentuk huruf, oleh karena itu pria dan wanita perlu diubah menjadi kode nominal, seperti kode 1 untuk pria dan kode 0 untuk wanita (Rompis dan Lefrandt, 2019).

PEMODELAN

Pemilihan Variabel

Pemodelan pada penelitian ini menggunakan alat bantu software R Studio. Hal pertama yang dilakukan adalah menentukan variabel yang akan digunakan. Pemilihan variabel dilakukan berdasarkan pertimbangan nilai *Log-Likelihood* terbaik atau nilai yang mendekati nol. Untuk variabel dipilih berdasarkan peringkat nilai *Log-Likelihood* dan nilai signifikan variabel.

```
> summary(mle)
-----
Maximum Likelihood estimation
BFGS maximization, 71 iterations
Return code 0: successful convergence
Log-Likelihood: -5834.705
5 free parameters
Estimates:
      Estimate Std. error t value Pr(> t)
ASC.LRT  2.621e+00  1.234e-01  21.245 < 2e-16 ***
cons.WAKTU  2.471e-02  3.135e-03   7.881 3.25e-15 ***
cons.BIAYA -1.335e-04  4.364e-06 -30.583 < 2e-16 ***
cons.JOB    9.756e-02  1.671e-02   5.838 5.29e-09 ***
cons.JARAK  5.514e-03  1.702e-03   3.240  0.0012 **
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
-----
```

Gambar 1. Hasil Running R studio

Tabel 1. Nilai *Log-Likelihood*

Variabel	Moda: Mobil Log-Likelihood
0 Variabel	-6.405.652
1 Variabel	
WAKTU	-6.377.053
2 Variabel	
WAKTU + BIAYA	-5.854.262
3 Variabel	
WAKTU + BIAYA + JOB	-5.839.996
4 Variabel	
WAKTU + BIAYA + JOB + JARAK.	-5.834.705

Berdasarkan Gambar 1 dan Tabel 1 dapat dilihat dari 5 subset variabel nilai *Log-Likelihood* yang paling mendekati 0 dan memiliki nilai signifikansi yang baik yaitu konfigurasi variabel WAKTU, BIAYA, JOB dan JARAK.

Fungsi Utilitas

Konfigurasi variabel (WAKTU) berdasarkan percepatan waktu tempuh misal lebih cepat 10, 15, 20, dan 30. Untuk variabel (BIAYA) merupakan nilai asumsi penambahan dan pengurangan biaya yang dikeluarkan untuk biaya transportasi menggunakan LRT, (JARAK) diambil dari jarak yang paling banyak ditempuh yaitu 30 km berdasarkan rute LRT. Konfigurasi *dummy* variabel untuk (JOB) disusun berdasarkan jenis pekerjaan dan jenis pekerjaan yang dipilih adalah no. 4 yaitu Pegawai swasta/BUMN, untuk susunan konfigurasi *Dummy Variabel* seperti di dalam Tabel 2.

Tabel 2. Konfigurasi *Dummy Variabel* (JOB)

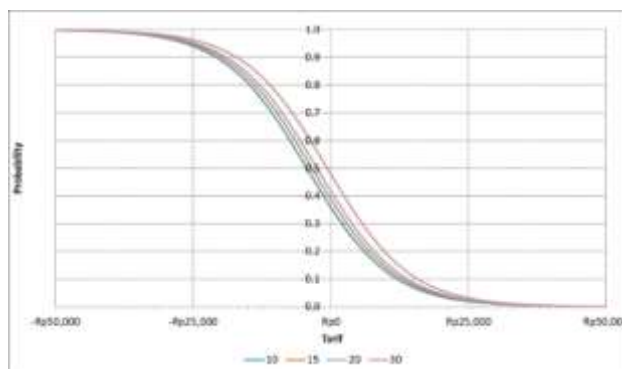
Pekerjaan	Job
Pelajar/Mahasiswa	1
PNS/TNI/Polri	2
Wirausaha/Pedagang	3
Pegawai Swasta/BUMN	4

Untuk fungsi utilitas dicari menggunakan nilai koefisien estimate LRT dijumlahkan dengan nilai konstanta waktu, biaya, pekerjaan, dan jarak dikalikan dengan variabel seperti pada Tabel 3.

Tabel 3. Fungsi Utilitas LRT

Selisih Waktu	Fungsi Utilitas
10 Menit Lebih Cepat	$U = -1.383 + 0.024710 * \text{waktu } 10 + (-0.0001335 * \text{BIAYA}) + (0.097560 * \text{JOB}) + (-0,0055140 * \text{JARAK})$
15 Menit Lebih Cepat	$U = -1.383 + 0.024710 * \text{waktu } 15 + (-0.0001335 * \text{BIAYA}) + (0.097560 * \text{JOB}) + (-0,0055140 * \text{JARAK})$
20 Menit Lebih Cepat	$U = -1.383 + 0.024710 * \text{waktu } 20 + (-0.0001335 * \text{BIAYA}) + (0.097560 * \text{JOB}) + (-0,0055140 * \text{JARAK})$

Selanjutnya dibuat beberapa skenario dengan selisih tarif dan waktu untuk mendapatkan preferensi perpindahan *demand*, sehingga didapat grafik sensitivitas pada Gambar 2.



Gambar 2. Sensitivitas Model Utilitas terhadap Perubahan Selisih Tarif

ANALISIS

Tinjauan Penggunaan Asumsi

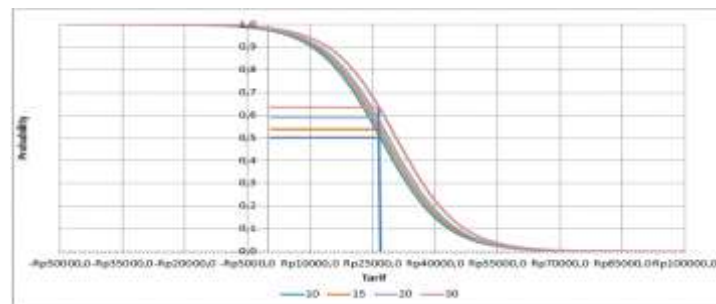
Asumsi yang digunakan kapasitas, waktu tempuh, tarif, dan jumlah perjalanan orang/hari. Tabel 4 berikut ini menjelaskan asumsi-asumsi yang digunakan.

Tabel 4. Asumsi Pengguna LRT

Moda	Waktu Tempuh	Tarif	Kapasitas	Perjalanan Penumpang (orang/hari)	Biaya Pembangunan
LRT	72	12000	1500	4500	22.827,6 M
Mobil	82	31.365	6	112.815	-

Potensi Perpindahan Demand Berdasarkan WTP

Berdasarkan grafik sensitivitas dapat dianalisis skenario prefensi dalam memilih menggunakan LRT dapat dilihat pada Gambar 3.



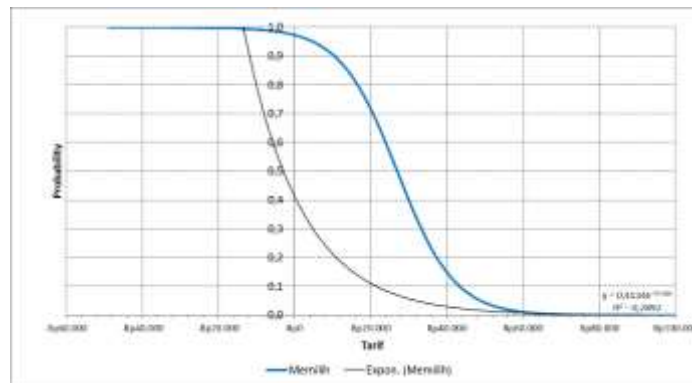
Gambar 3. Perpindahan Responden

Berdasarkan grafik tersebut dapat dilihat dari berbagai skenario untuk waktu lebih cepat 10, 15, 20, dan 30 perpindahan *demand* terjadi ketika tarif Rp 26.365,00 dengan probabilitas perpindahan *demand* dari berbagai skenario sebagai berikut:

Tabel 5. Probabilitas Perpindahan *Demand*

Skenario	Waktu	Biaya	Probability
1	10	Rp26.365	0,52
2	15	Rp26.365	0,55
3	20	Rp26.365	0,58
4	30	Rp26.365	0,64

Kemudian dilakukan skenario berdasarkan data aktual saat ini untuk menentukan nilai *demand function*, dimana dari grafik probabilitas diambil satu skenario selisih waktu 10 menit untuk membentuk nilai probabilitas *demand* sehingga membentuk grafik seperti pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik Nilai Probabilitas

Dari grafik tersebut didapat persamaan (3).

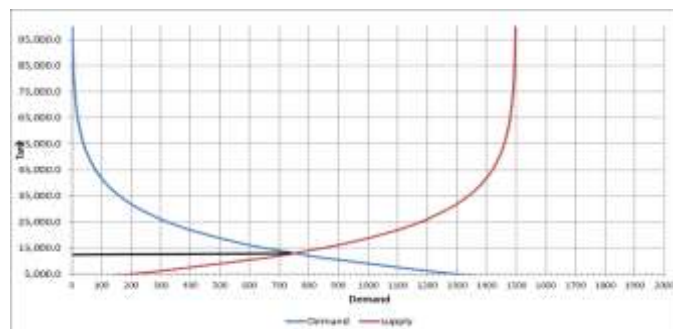
$$y = 0,4134e^{-7E-05x} \tag{3}$$

Dimana :

y = Probabilitas pengguna LRT

x = Tarif

Persamaan tersebut dikalikan dengan jumlah rata-rata orang menggunakan LRT yaitu 4500 orang/hari untuk menentukan *demand* kondisi aktual, sehingga didapatkan grafik *demand function* seperti disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik Demand

Dari persamaan tersebut dengan tarif Rp 26.365,00 terdapat *demand* sebesar 294 orang yang berpindah menggunakan LRT, sedangkan untuk tarif Rp 12.000,00 terdapat *demand* sebesar 803 orang. Apabila tarif dinaikkan sampai d ititik Rp 95.000,00 *demand* terdapat 2 orang yang berpindah menggunakan LRT.

Analisis *Average Cost* dan *Marginal Cost*

Untuk menganalisis *average cost*, terlebih dahulu dilakukan pendekatan menggunakan nilai *cost function* yaitu:

$$C(x) = FC + 0.15.RC.Q \quad (4)$$

Dimana :

FC = Biaya pembangunan

RC = *Revenue*

Q = *Demand*

$$C(x) = 2282700000,6 + 0.15 \times 9.637.333 \times 803 = 3.443.677.352$$

Setelah itu menentukan *average cost* dan *marginal cost* yaitu:

$$\text{Average cost} = \frac{C(x_1)}{\text{Demand}(x_1)} \quad (3)$$

$$3.443.677.352/803 = \text{Rp } 4.287.922$$

$$\text{Marginal Cost} = \frac{C(x_2) - C(x_1)}{\text{Demand}(x_2) - \text{Demand}(x_1)} \quad (4)$$

$$3.551.614.988 - 3.443.677.352 / 840 - 803 = \text{Rp } 2.956,00.$$

Sehingga berdasarkan analisis *average cost function* yang telah dilakukan, jika tarif LRT per penumpang adalah Rp 12.000 untuk *demand* 803 orang maka besarnya subsidi yang harus dikeluarkan pemerintah untuk penumpang adalah Rp 4.287.922 dikurangi dengan Rp 12.000 yaitu Rp 4.275.922 / penumpang, sedangkan jika tarif Rp 26.365 untuk *demand* 294 orang maka besarnya subsidi pemerintah untuk penumpang adalah Rp 8.271.729.

KESIMPULAN

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan data survey *willingness-to-pay*, pengguna mobil berpindah menggunakan LRT untuk skenario penghematan waktu sebesar 10, 15, 20, dan 30 menit adalah pada selisih tarif Rp 5000 dari tarif moda eksisting mobil Rp 31.356 yaitu sebesar Rp 26.356 untuk jarak 30 km dan jenis pekerjaan pegawai swasta/BUMN.
2. Melalui pendekatan eksponensial berdasarkan kurva probabilitas, dirumuskan fungsi permintaan perjalanan untuk LRT sebagai berikut: $y = 67.402e^{-0,002x}$.
3. Dengan tarif Rp 26.365 terdapat *demand* sebesar 294 orang yang berpindah menggunakan LRT, sedangkan untuk tarif Rp 12.000 terdapat *demand* sebesar 803 orang.
4. Berdasarkan analisis *average cost function* yang telah dilakukan, jika tarif LRT per penumpang adalah Rp 12.000,00 untuk *demand* 803 orang maka besarnya subsidi yang harus dikeluarkan pemerintah untuk penumpang adalah Rp 4.287.922,00

dikurangi dengan Rp 12.000,00 yaitu Rp 4.275.922,00/penumpang, sedangkan jika tarif Rp 26.365,00 untuk *demand* 294 orang maka besarnya subsidi pemerintah untuk penumpang adalah Rp 8.271.729,00.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih diucapkan kepada UP2M Teknik Sipil dan Lingkungan Universitas Indonesia (POLAR UI) atas bantuan dan pendanaan publikasi penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Departemen Perhubungan. 2019. Rencana Induk Transportasi JABODETABEK (RITJ), Dinas Perhubungan DKI Jakarta, Jakarta.
- Direktorat Jendral Kependudukan dan Pencatatan Sipil. 2019. Kependudukan, Dinas Kependudukan dan Pencatatan Sipil DKI Jakarta, Jakarta.
- Rompis, S. Y. R. dan Lefrandt, L. I. R. 2019. Model Pemilihan Moda Transportasi Online di Kota Manado. *Jurnal Sipil Statik* Vol.7 No.1 Januari 2019 (35-48) ISSN: 2337-6732.
- Ortúzar, J. de D. dan Willumsen, L.G. 2002. *Modeling Transport: 3rd Edition*. John Wiley & Sons: Chichester, Sussex, England.
- Permata dan Rahmad, M. 2012. *Analisa Ability To Pay dan Willingness To Pay* Pengguna Jasa Kereta Api Bandara Soekarno Hatta-Manggarai. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Sugiyanto, Aryana, I.W., Ryanto, S.S. A.A Bagus Oka K. 2021. Analisa Faktor Pemilihan Moda Transportasi Menggunakan Metode Analytic Hierarchy Process. *Jurnal Teknologi Transportasi dan Logistik* Vol. 2 No 1.
- Taufan, A. 2014. Sejarah DKI Jakarta Bagian 1. Achmadtaufans.wordpress.com
- Wahyuni, A. dan Wicaksono, A. 2013. *Kajian Ability to Pay, Willingness to Pay dan Willingness to Use, Calon Penumpang Kereta Api Commuter Malang Raya*. Universitas Brawijaya Malang: Malang.
- Wulansari, D.N. dan Astari, M.D. 2017. *Ability To Pay (ATP) dan Willingness to Pay* Pengguna Jakarta Light Rail Transit Jakarta. *Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi* Vol.1 No.1 ISSN: 2252-7612.