

# PEMODELAN PEMILIHAN MODA ANTARA MONOREL TERHADAP *BUSWAY* DENGAN METODE *STATED PREFERENCE*

Tommy Bahtiar Saputra<sup>1)</sup>, Amirotul MHM<sup>2)</sup>, Setiono<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret

<sup>2), 3)</sup> Pengajar Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret

Jln Ir Sutami 36 A, Surakarta 57126

e-mail : tommy.bahtiar@gmail.com

## Abstract

The monorail is part of the main strategy macro transportation pattern in the Jakarta, one of the routes that will be developed is cawang – east bekasi. This study aims to find the modal choice behavior modeling monorail on busway mode using stated preference methods. In the study, the influence of the attributes used in the form of fare determination, reduction of travel time, and waiting time. The data used in this study is the secondary data obtained from pollsters a passenger response to the stated preference method is by providing eight different scenarios.

Modelling is done by using a binomial logit models. The selection of model is obtained as follows:

$$U_{mr-bwy} = -5,6356 - 0,0007339(F_{mrl} - F_{bwy}) + 0,4316(TRedctn_{mrl} - TRedctn_{bwy})$$

with F is a variable fare, TRedctn is the variable reduction of travel time. Based on the obtained model, variable reduction of travel time becomes the biggest aspect in the selection mode.

**Keywords** : modal choice models, stated preference, monorail, binomial logit models.

## Abstrak

Monorel merupakan bagian dari strategi utama Pola Transportasi Makro DKI Jakarta, salah satunya yang akan dikembangkan adalah rute cawang - bekasi timur. Penelitian ini bertujuan mencari pemodelan perilaku pemilihan moda monorel terhadap moda *busway* dengan menggunakan metode *stated preference*. Pada penelitian digunakan atribut pengaruh berupa penentuan tarif, pengurangan waktu perjalanan dan waktu tunggu. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder hasil survei lembaga survei Jabodetabek berupa respon penumpang dengan metode *stated preference* yaitu dengan menyediakan delapan skenario yang berbeda.

Pemodelan dilakukan dengan menggunakan model binomial logit. Model pemilihan moda yang didapat yaitu :

$$U_{mrl-bwy} = -5,6356 - 0,0007339(F_{mrl} - F_{bwy}) + 0,4316(TRedctn_{mrl} - TRedctn_{bwy})$$

dengan F merupakan variabel tarif, TRedctn adalah variabel pengurangan waktu perjalanan. Berdasarkan model yang didapat, variabel pengurangan waktu perjalanan menjadi aspek terbesar dalam pemilihan moda.

**Kata Kunci** : model pemilihan moda, *stated preference*, monorel, model binomial logit

## PENDAHULUAN

Peningkatan pertumbuhan ekonomi dan jumlah penduduk mengakibatkan pertumbuhan pemakai jasa transportasi baik berupa peningkatan jumlah perjalanan maupun peningkatan kendaraan umum. Hal ini menjadi akar permasalahan transportasi di Propinsi Daerah Khusus Ibukota Jakarta baik dari segi kualitas maupun kuantitas. Perencanaan dan penanganan yang seksama sangat diperlukan terutama dalam mengantisipasi kecenderungan meningkatnya permintaan akan fungsi kawasan di masa yang akan datang. Sehingga diperlukan suatu kerangka perencanaan dan penanganan yang mantap.

Kondisi lalu lintas di DKI Jakarta memperlihatkan ketidakseimbangan antara *demand* (lalu lintas yang dibangkitkan dari pengembangan, peningkatan dan perubahan pola aktifitas kegiatan bisnis dan komersial suatu kawasan) dan *supply* (ketersediaan fasilitas infrastruktur jalan dan simpang serta sistem layanannya). Pertambahan lalu lintas yang ditimbulkan karena adanya pembangunan dan pengembangan lahan baru serta aktivitas yang tumbuh pada suatu kawasan telah berkontribusi terhadap ketidakseimbangan *demand* dan *supply*.

Pemerintah DKI Jakarta melakukan terobosan pengembangan *Bus Rapid Transit (BRT)* dengan pembangunan koridor *busway* yang diharapkan dapat mengurangi penggunaan kendaraan pribadi dan mendorong peran angkutan umum yang ada saat ini untuk lebih optimal. Namun demikian upaya tersebut masih terkendala dengan kualitas infrastruktur yang belum optimal untuk kelancaran layanan akibat jalur *busway* yang mengurangi lebar jalan sehingga berdampak pada kepadatan diluar jalur *busway*.

Percepatan pelaksanaan strategi utama Pola Transportasi Makro DKI Jakarta selain *busway* tersedia pula sistem *Light Rail Transit (LRT)* yang diantaranya adalah dalam bentuk monorel. Transportasi di sebagian wilayah DKI Jakarta nantinya akan dibentuk menjadi sistem transit dengan kereta rel tunggal dengan jalur *elevated*. Dengan memiliki keunggulan jalur rel tersendiri, waktu tempuh yang pasti tanpa hambatan, waktu tunggu yang minim,

maka moda ini diharapkan mampu menjadi salah satu pilihan bagi warga Ibukota didalam melakukan mobilisasi dan menjadi salah satu solusi permasalahan transportasi di kawasan Ibukota. Jalur untuk kereta rel tunggal ini nantinya akan berada di kawasan yang memiliki daerah tarikan yang sangat besar, disamping itu kereta rel tunggal ini akan dibangun di seluruh Jabodetabek, sebagai salah satu contoh yaitu akan menghubungkan Kabupaten Bekasi ke DKI Jakarta.

Secara umum, model pemilihan diskrit dinyatakan sebagai peluang setiap individu memilih suatu pilihan merupakan fungsi ciri sosio-ekonomi dan daya tarik pilihan tersebut. Untuk menyatakan daya tarik suatu alternatif, digunakan konsep utilitas. Utilitas didefinisikan sebagai sesuatu yang dimaksimumkan oleh individu. Alternatif tidak menghasilkan utilitas, tetapi didapatkan dari karakteristiknya dan dari setiap individu. (Landcaster, 1966 dalam Tamin, 2008).

Ben Akiva dan Lerman (1985), menyatakan permasalahan dasar dari analisis pemilihan diskrit adalah pemodelan suatu pilihan dari satu sel alternatif-alternatif yang saling lepas, namun mencakup semua kemungkinan pilihan yang ada. Untuk membuat pemodelan diskrit tidak selalu sukses maka digunakan konsep *random utility*. Pada konsep ini utilitas yang sesungguhnya dari alternatif dianggap sebagai variabel acak, sehingga kemungkinan sebuah alternatif dipilih sebagai peluang alternatif yang punya utilitas terbesar.

Model pemilihan diskrit secara umum tidak dapat dikalibrasi dengan analisis regresi atau sejenisnya karena peubah tidak bebas merupakan peluang yang tidak diamati, sedangkan pengamatannya berupa pilihan setiap individu.

Utilitas biasanya didefinisikan sebagai model linier kombinasi dari berbagai atribut, seperti persamaan berikut :

$$U_j = \theta_0 + \theta_1 X_1 + \theta_2 X_2 + \dots + \theta_n X_n$$

Keterangan :

$U_j$  = utilitas pilihan

$X$  = atribut setiap pilihan

Pengaruh yang menggambarkan kontribusi yang dihasilkan oleh suatu alternatif dinyatakan dalam bentuk koefisien ( $\theta_1 \dots \theta_n$ ). Konstanta  $\theta_0$  biasanya diartikan sebagai yang mewakili pengaruh dari karakteristik pilihan atau individu yang tidak dipertimbangkan dalam fungsi utilitasnya.

Model pemilihan moda ada dua kemungkinan yaitu dengan teknik *revealed preference* (RP) dan *stated preference* (SP). Pada teknik RP survey dilakukan berdasarkan pangsa pasar, data tersebut merupakan data pengguna moda angkutan yang telah dipilih dan dilakukan pelaku perjalanan. Sedangkan teknik SP survey dilakukan berdasarkan pertanyaan andaian (hipotesis) yang dihubungkan dengan atribut-atribut moda yang baru. Data tersebut merupakan data berdasarkan respon pelaku perjalanan. Data pilihan hipotesis konsumen tersebut dapat diperoleh dengan suatu metode pengumpulan data.

Pengertian dari probabilitas adalah suatu nilai yang nantinya akan digunakan sebagai tolok ukur untuk mengukur tingkat terjadinya suatu kejadian yang acak (Supranto, 2001). Dengan  $i = \text{Monorel}$  dan  $j = \text{Busway}$ , maka akan didapat persamaan :

$$P_{\text{Monorel}} = \frac{\exp^{U_{\text{Monorel}}}}{\exp^{U_{\text{Monorel}}} + \exp^{U_{\text{busway}}}} = \frac{\exp^{(U_{\text{Monorel}} - U_{\text{busway}})}}{1 + \exp^{(U_{\text{Monorel}} - U_{\text{busway}})}}$$

Keterangan :

$P_{\text{Monorel}}$  = probabilitas pemilihan moda monorel

$P_{\text{busway}}$  = probabilitas pemilihan moda *busway*

$U_{\text{Monorel}}$  = utilitas moda monorel

$U_{\text{busway}}$  = utilitas moda *busway*

Dari persamaan yang didapat menyatakan bahwa probabilitas seseorang memilih monorel atau *busway* adalah fungsi dari perbedaan utilitas antar kedua moda itu sendiri. Dapat disimpulkan bahwa secara sederhana fungsi utilitas dapat bergerak linier dan terdiri dari berbagai macam atribut. Maka dari itu perbedaan utilitas dari kedua moda dapat dinyatakan dalam bentuk selisih atribut.

Dilakukan pengujian sensitivitas diantaranya :

1) Uji -2LL

Model dapat diketahui signifikan atau tidak dapat diketahui dengan perbandingan fungsi LL estimated model dengan LL base model. Dengan rumus:

$$\text{Uji -2LL} = -2 (\text{LL}_{\text{basemodel}} - \text{LL}_{\text{estimated model}}) \dots \dots \dots [1]$$

Apabila nilai -2LL > Chi-square maka pemodel menolak hipotesis nol bahwa model tidak lebih baik daripada base model atau dengan kata lain model adalah signifikan dan begitu sebaliknya. Dengan nilai Chi-square sebesar 3,841 dengan tingkat kepercayaan 95%.

Berikut tabel nilai Chi-square dengan masing masing tingkat kepercayaan menurut Chandra Bhat (2006):

Tabel 1. Nilai Chi-square

Tingkat Kepercayaan	Critical Chi-Square ( $\chi^2$ )
90%	2,71
95%	3,84
99%	6,63
99,5%	7,88
99,9%	10,83

2) Uji R<sup>2</sup>

Model dapat diketahui fit atau tidak bisa dilihat dari nilai R<sup>2</sup>. Dengan perbandingan fungsi LL estimated model dengan LL base model. Dengan rumus:

$$R^2 = 1 - \frac{LL_{estimated\ model}}{LL_{base\ model}}$$

Untuk model yang fit hasil R<sup>2</sup> berkisar antara 0,3 sampai 0,4. Dalam regresi linier nilai ini sama dengan nilai Besaran  $\rho^2$  atau disebut juga pseudo-R<sup>2</sup> yang nilainya pada rentang 0,6 -0,8 (Hensher dkk 2005).

3) Uji *p*-value

Variabel dalam model dapat diketahui signifikan atau tidak dilihat dari nilai *p* value. Apabila dalam output nilai *p*-value < 0,05 berarti variabel tersebut signifikan atau berpengaruh dalam model.

4) Uji *correct prediction*

Uji ini memberikan indikasi sedekat apa model dapat menjelaskan data. Hasil *correct prediction* berupa prosentase. Dengan perintah ;crosstab maka dalam output akan keluar matriks, dimana jumlah angka yang berada pada garis diagonal ke kanan merupakan angka dari *correct prediction*. (Hensher et,al., 2005)

Dengan rumus :

$$\% \text{ correct prediction} = \frac{\text{number of correct predictions}}{\text{total number of observations}} \times 100$$

Tahap terakhir adalah Analisis Sensitivitas, analisis sensitivitas sendiri bertujuan untuk menentukan parameter-parameter yang sensitif dalam suatu model yang telah dibuat. Parameter yang sensitif ini perlu dicermati karena akan memberikan pengaruh yang besar pada hasil studi. Untuk parameter yang dapat dikategorikan tidak sensitif, maka analisis sensitivitas ini juga bertujuan untuk menentukan rentang nilai perubahan parameter tersebut yang tidak merubah hasil yang optimal (Faturochman et.al, 2003).

**METODE**

Pada penelitian digunakan teknik *stated preference*. Teknik *stated preference* adalah teknik kuisioner dengan membuat alternatif situasi perjalanan hipotesis yang merupakan kombinasi perubahan atribut-atribut pelayanan kedua moda tersebut, lalu diujikan kepada responden dengan cara wawancara atau menyebar kuisioner untuk mengetahui respon dari penumpang terhadap situasi perjalanan tersebut.

Data yang didapatkan adalah data sekunder makro yang berasal dari lembaga survei lalu lintas Jabodetabek, kemudian data makro tersebut dipilah-pilah kembali untuk mendapatkan data yang dibutuhkan.

Mengidentifikasi atribut apa saja yang berpengaruh terhadap pemilihan moda. Terdapat 4 atribut yang dianalisa yaitu:

- Tarif
- Pengurangan waktu Perjalanan
- Waktu Tunggu
- Kapasitas Angkut

Tarif, pengurangan waktu perjalanan dan waktu tunggu akan berubah tetapi untuk kapasitas angkut tetap dikarenakan untuk kendaraan yang dibandingkan mempunyai kapasitas angkut yang sama-sama tinggi, untuk pemodelan hanya akan dicoba dengan menggunakan 3 atribut yaitu tarif, pengurangan waktu perjalanan dan waktu tunggu.

Berikut ini contoh skenario yang terdapat dalam kuisioner :

## Skenario 1

Tarif (Rp)	Pengurangan Waktu Perjalanan	Waktu Tunggu
5000	Lebih cepat 5 menit	14 menit

Pengolahan data dilakukan melalui beberapa tahapan agar nantinya dihasilkan sebuah model yang baik. Pengolahan data pada tugas akhir ini menggunakan pendekatan *Maximum Likelihood* dengan program LIMDEP.

Metode *maximum likelihood* hanya menggunakan 2 point rating yaitu 1 untuk ya dan 0 untuk tidak. Input ke dalam program LIMDEP dapat dilakukan langsung di program tersebut. Atau dapat menginput melalui Ms.Excel kemudian diimport ke dalam program LIMDEP. Nantinya proses akan menggunakan *command data* berupa nested logit. Contoh input data antara monorel dan *busway* dapat dilihat pada tabel 2 berikut.

Tabel 2. Contoh input pada program LIMDEP versi 8 monorel - *busway*

	id	choice	cset	alti	tfare	ttredctn	twaitingt
Monorel	1	1	2	1	5000	7	14
<i>busway</i>	1	0	2	2	13500	10	15
Monorel	2	1	2	1	6000	10	12
<i>busway</i>	2	0	2	2	13500	10	15
Monorel	3	0	2	1	8000	12	10
<i>busway</i>	3	1	2	2	13500	10	15
Monorel	4	1	2	1	10000	15	8
<i>busway</i>	4	0	2	2	13500	10	15
Monorel	5	1	2	1	12000	20	6
<i>busway</i>	5	0	2	2	13500	10	15
Monorel	6	1	2	1	14000	25	4
<i>busway</i>	6	0	2	2	13500	10	15
Monorel	7	1	2	1	16000	30	2
<i>busway</i>	7	0	2	2	13500	10	15
Monorel	8	1	2	1	ex	ex	ex
<i>busway</i>	8	0	2	2	13500	10	15

ex = hasil rata-rata dari pilihan responden

Keterangan :

Id = merupakan kode dari responden.

Alti = merupakan kombinasi moda yang dapat dipilih oleh responden. Angka 1 menunjukkan pilihan monorel sebagai *base mode*, sedangkan angka 2 menunjukn pilihan *busway*.

Cset = merupakan jumlah moda yang dapat dipilih responden. Dalam penelitian ini moda yang dapat dipilih ada dua yaitu monorel dan *busway*.

Choice = merupakan pilihan responden. Angka 1 menunjukkan bahwa moda tersebut dipilih dan angka 0 menunjukkan bahwa moda tersebut tidak dipilih.

Tfare = variabel tarif perjalanan (dalam rupiah)

Ttredctn = variabel pengurangan waktu perjalanan (dalam menit)

Twaitingt = variabel variasi waktu keberangkatan moda (dalam menit)

Hasil pengolahan dengan *maximum likelihood* terhadap monorel yaitu :

1. Model yang dibentuk hanya terdiri dari konstanta :

U (mrl) = ascmrl

+-----+-----+-----

| Choice (prop.) | Weight | IIA

+-----+-----+-----

| MRL .52750 | 1.000 |

| BWY .47250 | 1.000 |

+-----+-----+-----

| Log likelihood function -276.6536 |

+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----

| Variable | Coefficient | Standard Error | b/St.Er. | P[|Z|>z] |

+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----

ASCMRL .5505556205E-01 .55055562 .100 .9118

ASCBWY -.5505556205E-01.....(Fixed Parameter).....

Matrix Crosstab has 3 rows and 3 columns.

	MRL	BWY	Total
MRL	111.0000	100.0000	211.0000
BWY	100.0000	89.0000	189.0000
Total	211.0000	189.0000	400.0000

2. Model yang dibentuk berdasarkan persamaan berikut :

$$U(\text{mrl}) = \text{ascmrl} + \text{fare} * \text{tfare} + \text{tredctn} * \text{ttredctn}$$

Choice (prop.)	Weight	IIA		
MRL	.52750	1.000		
BWY	.47250	1.000		
Log likelihood function		-226.8694		
Variable	Coefficient	Standard Error	b/St.Er.	P[ Z >z]
ASCMRL	-5.635587373	1.0584747	-5.324	.0000
FARE	-.7339101551E-03	.15345155E-03	-4.783	.0000
TREDCTN	.4316175758	.76315045E-01	5.656	.0000

Matrix Crosstab has 3 rows and 3 columns.

	MRL	BWY	Total
MRL	134.0000	77.0000	211.0000
BWY	77.0000	112.0000	189.0000
Total	211.0000	189.0000	400.0000

Hasil running program Limdep setelah dilakukan reduksi dua atribut dapat dijelaskan sebagai berikut :

- Koefisien -5,6356 menunjukkan bahwa kemungkinan aspek moda monorel lebih sedikit daripada *busway*, karena nilai *busway* pada kondisi ini lebih tinggi daripada monorel (bernilai nol). Nilai p-value dari koefisien ini adalah 0,0000 (< 0,05), sehingga koefisien ini lolos uji statistik.
- Nilai koefisien -0,0007339 pada variabel tarif menunjukkan bahwa apabila tarif monorel semakin berkurang, maka dalam kondisi ini monorel akan lebih dipilih dari pada *busway*. Nilai p-value dari koefisien ini adalah 0,0000 (< 0,05), sehingga koefisien ini lolos uji statistik.
- Nilai +0,43161 pada variabel pengurangan waktu perjalanan menunjukkan bahwa semakin banyak waktu perjalanan yang dikurangi akan meningkatkan utilitas dari monorel. Nilai p-value dari koefisien ini adalah 0,0000 (< 0,05), sehingga koefisien ini lolos uji statistik.

Hasil dari penjelasan diatas maka dapat dilihat bahwa setiap atribut telah lolos uji statistik. Dari koefisien yang didapat diatas maka selanjutnya akan dimasukkan kedalam persamaan model yang akan dibentuk.

Berdasarkan proses pengolahan data maka hanya akan digunakan 2 atribut saja, yaitu tarif dan pengurangan waktu. Hal ini dikarenakan koefisien dari waktu tunggu tidak masuk akal secara logika. Maka, model pemilihan moda yang dihasilkan :

$$U_{\text{mrl-bwy}} = -5,6356 - 0,0007339(F_{\text{mrl}} - F_{\text{bwy}}) + 0,4316(T_{\text{Redctn}_{\text{mrl}}} - T_{\text{Redctn}_{\text{bwy}}})$$

Dengan:

$$\text{Nilai LLestimated model} = -226,7987$$

$$\text{Nilai LLbase model} = -276,6536$$

$$\text{Nilai -2LL} = -2 (\text{LLbasemodel} - \text{LLestimated model})$$

$$= -2 (-276,6536 - (-226,7987))$$

$$= 99,7098$$

$$\text{Nilai } R^2 = 1 - \frac{\text{LLestimatedmodel}}{\text{LLbasemodel}}$$

$$= 1 - \frac{-226,7987}{-276,6536}$$

$$= 0,1802$$

$$\text{Nilai \% -correct prediction} = \frac{134,00+112,00}{400,00} \times 100\% = 61,5 \%$$

Untuk mengetahui apakah model Umrl - Ubwy signifikan atau tidak, maka dapat diketahui dengan pembacaan sebagai berikut:

1. Melihat perbandingan antara nilai -2LL dengan Chi-square (yaitu 3,84), apabila lebih besar dari nilai 3,84 berarti model signifikan. Dan pada model Umrl - Ubwy nilai -2LL sebesar 99,7098 > 3,84 berarti bisa dikatakan bahwa model signifikan. (Henser dkk, 2005, hlm 331),
2. Untuk nilai pseudo-R<sup>2</sup> = 0,1802 menggambarkan model fit kurang bagus. Untuk nilai pseudo-R<sup>2</sup> harusnya berkisar antara 0,3 sampai 0,4 dikarenakan nilai 0,3 sampai 0,4 dapat diartikan R<sup>2</sup> 0,6 sampai 0,8 dalam model linier ekuivalen. (Henser dkk, 2005, hlm 339),
3. Untuk p-value masing variabel-variabel masing bernilai < 0.05. Apabila p-value bernilai < 0.05 maka variabel signifikan atau bisa dikatakan berpengaruh dalam model. (Hanser et.al., 2005),
4. Untuk Nilai % correct prediction = 61,5% berarti model sudah dapat menjelaskan 61,5% dari data.

Berikut ini adalah pengujian sensitivitas yang dilakukan :

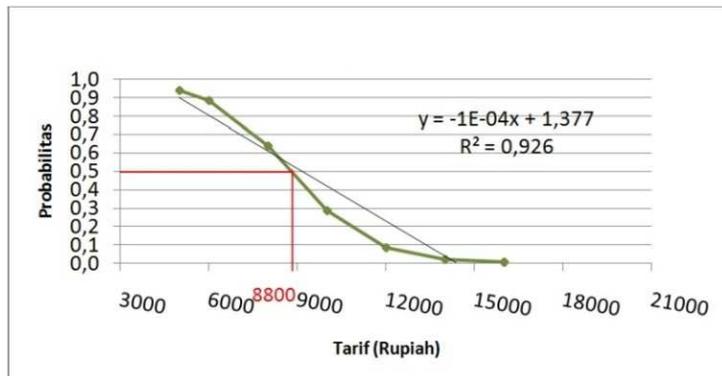
$$U_{mrl-bwy} = -5,6356 - 0,0007339(F_{mrl} - F_{bwy}) + 0,4316(TRedctn_{mrl} - TRedctn_{bwy})$$

Selanjutnya dilakukan pengujian sensitivitas terhadap tarif, pengurangan waktu perjalanan, waktu tunggu terhadap probabilitas pemilihan monorel. Berikut adalah variasi kondisi yang diberikan untuk pengujian model tersebut :

- 1) Analisis Sensitivitas untuk variabel tarif didapat dengan memasukkan tarif yang variatif ke dalam model. Besarnya tarif dimasukkan ke model dan nantinya akan didapat nilai utilitas yang dihasilkan dan dapat dilihat pada tabel 4.9, berikut contoh perhitungan analisis sensitivitas tarif.

Tabel 11. Pengujian sensitivitas tarif terhadap probabilitas pemilihan monorel.

No	Perubahan Kondisi Tarif (Variabel Lain Tetap)	Utilitas Monorel	Probabilitas Monorel
1	5000	2,7605	0,9405
2	6000	2,0266	0,8836
3	8000	0,5588	0,6362
4	10000	-0,9089	0,2872
5	12000	-2,3767	0,0850
6	14000	-3,8445	0,0209
7	16000	-5,3123	0,0049

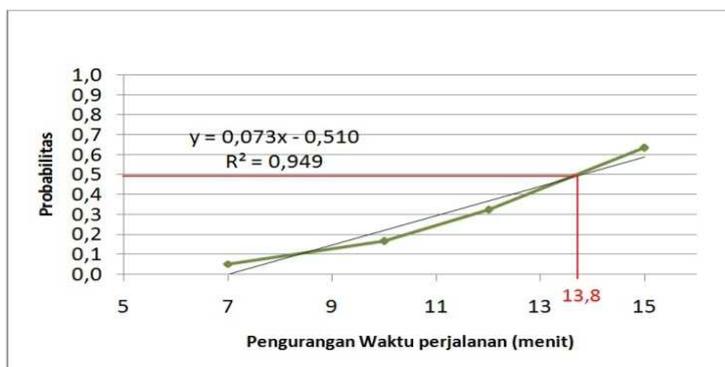


Gambar 1. Grafik sensitivitas tarif terhadap probabilitas

- 2) Analisis Sensitivitas untuk variabel pengurangan waktu perjalanan dari data *travel time* didapat dengan memasukkan pengurangan waktu perjalanan secara variatif ke dalam model. Pengurangan waktu perjalanan dimasukkan ke model dan hasil utilitas yang dihasilkan dapat dilihat pada tabel 4.10 dan berikut contoh perhitungan analisis sensitivitas pengurangan waktu perjalanan.

Tabel 12. Pengujian sensitivitas pengurangan waktu perjalanan terhadap probabilitas pemilihan monorel.

No	Perubahan Kondisi		
	Time Reduction (Variabel Lain Tetap)	Utilitas Monorel	Probabilitas Monorel
1	7	-2,8940	0,0525
2	10	-1,5991	0,1681
3	12	-0,7359	0,3240
4	15	0,5588	0,6362



Gambar 2. Grafik sensitivitas pengurangan waktu perjalanan terhadap probabilitas.

## SIMPULAN

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa model terbaik untuk utilitas monorel terhadap *busway* yang dihasilkan adalah sebagai berikut :

$$U_{mrl-bwy} = -5,6356 - 0,0007339(F_{mrl} - F_{bwy}) + 0,4316(TRedctn_{mrl} - TRedctn_{bwy})$$

Probabilitas pemilihan moda dapat dihitung sebagai berikut :

$$P_{monorel} = \frac{\exp^{(-5,6356 - 0,0007339(F_{mrl} - F_{bwy}) + 0,4316(TRedctn_{mrl} - TRedctn_{bwy}))}}{1 + \exp^{(-5,6356 - 0,0007339(F_{mrl} - F_{bwy}) + 0,4316(TRedctn_{mrl} - TRedctn_{bwy}))}}$$

Keterangan :

U = Utilitas Pemilihan Moda

$P_{monorel}$  = Probabilitas pemilihan monorel.

$F_{mrl} - F_{bwy}$  = Selisih nilai tarif pada monorel terhadap *busway*.

$Tredctn_{mrl} - Tredctn_{bwy}$  = Selisih nilai pengurangan waktu perjalanan pada monorel terhadap *busway*.

Berdasarkan model yang telah didapat, variabel yang paling banyak berpengaruh pada pemilihan moda adalah pengurangan waktu perjalanan. Hal ini sesuai dari dugaan awal peneliti, bahwa variabel yang akan berpengaruh besar adalah waktu perjalanan. Pada model ini variabel pengurangan waktu perjalanan mempunyai nilai positif sehingga menunjukkan bahwa semakin tinggi nilai pengurangan waktu perjalanan semakin besar pula nilai probabilitas pemilihan terhadap penggunaan moda monorel. Sedangkan atribut yang sangat kecil pengaruhnya terhadap model pemilihan moda monorel adalah tarif, hal ini merujuk kepada data karakteristik penghasilan, pengeluaran dan biaya transportasi perbulan, bahwa masyarakat di daerah tersebut memiliki jumlah pengeluaran dan biaya transportasi yang cukup besar, sehingga jika nantinya akan diadakan transportasi dengan moda monorel ini diharapkan akan sangat membantu dan mengurangi biaya transportasi khususnya.

## REKOMENDASI

Ada beberapa hal yang perlu diperhatikan, diantaranya adalah sebagai berikut :

1. Pada penelitian ini digunakan empat atribut perjalanan, yaitu tarif, pengurangan waktu perjalanan, waktu tunggu, dan kapasitas angkut. Tetapi untuk pemodelan hanya akan menggunakan 3 variabel kecuali variabel kapasitas angkut, karena kapasitas angkut untuk moda busway dan monorel sama-sama tinggi. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan memasukkan atribut lain misalnya kenyamanan, atau atribut lain yang dianggap berpengaruh pada pemilihan moda.

2. Dari hasil pengolahan data ternyata untuk atribut waktu tunggu tidak masuk akal, seperti semakin lama waktu tunggu maka probabilitas pemilihan moda semakin besar. Sehingga hanya digunakan 2 atribut saja, yaitu tarif dan pengurangan waktu perjalanan. Untuk kedepannya diharapkan bisa memperbaiki desain skenario atribut waktu tunggu sehingga menghasilkan pemodelan yang masuk akal.
3. Responden yang diambil pada penelitian ini terbatas, hal ini dikarenakan dari hasil pemilihan data yang dilakukan setelah melalui penyaringan asal perjalanan, tujuan perjalanan dan moda yang digunakan didapatkan 50 responden. Meskipun dilihat dari hasil model yang didapatkan sudah cukup bagus, maka untuk penelitian selanjutnya disarankan lebih banyak menggunakan jumlah responden agar model yang didapat lebih akurat.
4. Penyedia jasa moda transportasi monorel, perlu memperhatikan atribut yang berpengaruh pada penumpang. Angkutan yang disediakan harus memenuhi aspek dari segi tarif, waktu tunggu dan utamanya adalah mempersingkat waktu perjalanan.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih penyusun ucapkan kepada kepada Ibu Amirotul MHM, ST, MSc dan Bapak Setiono, ST, MSc selaku dosen pembimbing dalam penelitian ini. Terima kasih kepada bapak, ibu, keluarga dan teman-teman yang telah memberi doa dan dukungan serta semua pihak yang membantu proses pelaksanaan tugas akhir ini sehingga dapat selesai tepat pada waktunya.

## REFERENSI

- A.Y, Kurniawan. 2010. *Pemodelan Pemilihan Moda Angkutan dan Bus Jurusan Solo-Yogyakarta dengan Teknik Stated Preference*, Skripsi, Jurusan Teknik Sipil UNS, Surakarta.
- Akiva-Ben, M and Lerman. 1985. *Discrete Choice Analysis: Theory and Application to Travel Demand*, The MIT Press, Cambridge.
- C Román, R Espino, JC Martín (2010). *Analyzing Competition between the High Speed Train and Alternative Modes. The Case of the Madrid-Zaragoza-Barcelona Corridor*. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, 35017 Las Palmas G.C., Spain.
- D, Setijowarno. 2001. *Integrasi Moda Kereta Api Untuk Operasi Angkutan Massal Komuter Di Wilayah Kedungsapur*. Universitas Katolik Soegijapranata, Semarang.
- Emi, Mutiah Hidayati. 2003. *Permodelan Pemilihan Moda Kereta Api Eksekutif dan Pesawat Terbang Berdasarkan Persepsi Penumpang*. Skripsi : Teknik Sipil UNS.
- Faturochman, Dony, dkk. 2003. *Model Kompetisi Moda Kereta Api Dengan Moda Mobil Pribadi, Bus, Taxi dalam koridor Jakarta-Bandar Udara Soekarno Hatta Dengan Metode Stated Preference*, Skripsi, Departemen Teknik Sipil, ITB, Bandung.
- Hensher, D.A., Rose, J.M., dan Greene, W.H.,2005, *Applied Choice Analysis*. London, Cambridge University Press.  
[http://id.wikipedia.org/wiki/Transjakarta#Tarif\\_APTB](http://id.wikipedia.org/wiki/Transjakarta#Tarif_APTB)  
<http://trans.blogdetik.com/index.php/tarif-taksi-di-jakarta/>
- Laurentia. 2013. *Pemodelan Pemilihan Moda Angkutan Antar Kota Bus Dan Kereta Api Untuk Jurusan Yogyakarta-Medium*, Skripsi, Jurusan Teknik Sipil UNS, Surakarta.
- N, Maya. 2012. *Pemilihan Moda Antara Bis Damri Dan Travel (Arnes Shuttle) Pada Perjalanan Bandung – Jatinangor*, Skripsi. Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Morlok, Erward K, 1984, *Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi*, Erlangga, Jakarta.
- Ortuzar, J.D & Willumsen, 1990, *Modelling Transport*, John Willey & Sons Ltd, England.
- Ortuzar, J.D. dan Willumsen, L.G. 1994. *Modelling Transport.England* : John Willey and Sons Ltd.
- Papacostas, C.S., 1987, *Fundamental of Transportation Engineering*, Prentice Hill, Englewood, New Jersey.
- Roscoe dikutip dari Uma Sekaran. 2006. *Metode Penelitian Bisnis*. Jakarta : Salemba Empat.  
<http://setabasri01.blogspot.com/2011/04/uji-regresi-berganda.html>
- Tamin, Ofyar.Z, 1997, *Perencanaan dan Pemodelan Transportasi*, ITB, Bandung.
- Tamin, Ofyar.Z., 2000, *Perencanaan dan Pemodelan Transportasi*, Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Tamin, Ofyar.Z., 2008, *Perencanaan dan Pemodelan Transportasi*, Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Teo, A.M. 2013. *Model pemilihan moda kereta api eksekutif terhadap bus eksekutif pasca pengoperasian jalan tol trans jawa dengan metode stated preference*, Skripsi, Jurusan Teknik Sipil UNS, Surakarta.
- Vuchic, R Vukan. 2005. *Urban Transit Operating Planing and Economic*. United Stated of America : John Willey and Sons Ltd.