

# PENGARUH KERETA API CEPAT TERHADAP PENGGUNA ANGKUTAN KOTA DI KOTA BANDUNG

Hartati M. Pakpahan

SEKOLAH TINGGI MANAJEMEN LOGISTIK INDONESIA

Email: medipakpahan@yahoo.com

Abstraksi: Kemacetan merupakan permasalahan besar yang kini dihadapi Kota Bandung. Hal ini disebabkan oleh peningkatan jumlah penduduk dan ekonomi yang terjadi. Untuk bisa memecahkan permasalahan ini, Kota Bandung bersama dengan lima kota/kabupaten yang berdekatan merencanakan pembangunan transportasi yang terintegrasi yang disebut dengan *Master Plan* Perkotaan dalam *Bandung Metropolitan Area* (BMA). Tujuan jangka panjang *master plan* ini adalah untuk mengganti fungsi angkutan kota (angkot) dengan angkutan massal yang berkualitas (kereta api komuter cepat, *tramway*, *busway*, dan *cable car*). Ini tidak dapat dilakukan secara drastis karena kendaraan angkot memberi pendapatan untuk sekitar 12.000 keluarga. Oleh karena itu penelitian ini meneliti pengaruh pengoperasian angkutan massal terhadap pangsa angkot, khususnya pengaruh pengoperasian kereta api komuter cepat terhadap pangsa angkot arah Kota Cimahi - Alun-alun Kota Bandung dan sebaliknya. Teori pemilihan moda didasarkan pada pendekatan teori pemilihan diskrit, dengan menggunakan model logit binomial. Data dikumpulkan dengan melakukan survei *stated preference* terhadap 100 sampel pelaku perjalanan komuter dan non-komuter. Dari 80 data yang telah dikumpulkan 76 dinyatakan *valid*, yang kemudian diagregasikan berdasarkan jenis kelamin, usia dan tingkat pendapatan. Dengan bantuan perangkat lunak NLOGIT, data dikalibrasikan dengan metode maksimum likelihood sehingga menghasilkan rumusan model berbagai kelompok. Dari hasil analisis model yang dihasilkan dapat disimpulkan bahwa atribut waktu perjalanan dan biaya perjalanan berpengaruh signifikan terhadap utilitas pemilihan moda. Berdasarkan sensitivitas terhadap perubahan waktu perjalanan, seluruh model menyatakan bahwa semakin kecil selisih waktu perjalanan Ang-KAC semakin memperbesar probabilitas yang memilih angkot. Sedangkan berdasarkan sensitivitas terhadap perubahan biaya perjalanan, seluruh model menyatakan bahwa semakin besar selisih biaya perjalanan Ang-KAC semakin memperkecil probabilitas yang memilih angkot.

Kata-kata kunci: *Bandung Metropolitan Area*, *stated preference*, logit binomial, NLOGIT, kereta api cepat.

## 1. PENDAHULUAN

*Bandung Metropolitan Area* (BMA) adalah suatu rencana pengembangan transportasi perkotaan yang menyediakan investasi dalam sektor infrastruktur transportasi jalan dan jalan rel perkotaan. BMA meliputi lima kota/kabupaten di Jawa Barat yaitu Kota Bandung, Kabupaten Bandung, Kabupaten Bandung Barat, Kota Cimahi dan sebagian Kabupaten Sumedang.

Tujuan jangka panjang *master plan* transportasi BMA ini adalah mengganti fungsi angkutan kota (angkot) dengan transportasi angkutan massal yang berkualitas. Tetapi perubahan ini tidak dapat dilakukan secara drastis, harus dilakukan secara perlahan. Pelayanan transportasi yang disediakan oleh angkot memainkan peran yang pokok dalam transportasi di dalam BMA dan peran sosial yang sangat penting bagi pejabat daerah. Kebanyakan supir dan orang yang bekerja di angkot tidak memiliki kendaraan, dan kendaraan ini memberi pendapatan untuk sekitar 12.000 keluarga di BMA (sumber: SNCF-I, 2010). Oleh karena itu perlu diteliti perubahan pangsa pengguna angkot apabila seandainya angkutan massal tersebut beroperasi, sehingga dapat dirancang langkah-langkah yang lebih awal terhadap perubahan tersebut. Penelitian ini khusus meneliti pengaruh pengoperasian kereta api komuter cepat terhadap pangsa angkutan kota. Permasalahan ini didekati dengan cara memperhatikan preferensi penumpang dalam memilih moda angkutan secara disagregat.

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah mengidentifikasi atribut-atribut yang menjadi pertimbangan individu dalam memilih moda untuk perjalanannya sehingga dapat dikembangkan model yang dapat menjelaskan probabilitas individu dalam memilih moda perjalanannya; dan memprediksi probabilitas pengguna kereta api komuter cepat dan angkutan kota di masa mendatang.

## 2. LANDASAN TEORI

Studi mengenai preferensi masyarakat terhadap angkutan massal akhir-akhir ini banyak menjadi perhatian peneliti karena transportasi ini mempunyai peranan yang sangat penting dalam menunjang perekonomian daerah. A. Sjafruddin, R.D. Wirahadikusumah, A. Haryoyudanto, dan N. Amalia (2007), telah mengadakan penelitian mengenai model pemilihan moda atas pelayanan monorel Jakarta berdasarkan data *Stated Preference* (SP), yang dipublikasikan di Jurnal Media Komunikasi Teknik Sipil, BMPTTSSI. Dengan menggunakan metoda yang hampir sama peneliti mengembangkan pemilihan moda atas pelayanan kereta api komuter cepat di *Bandung Metropolitan Area*.

### 2.1. Karakteristik Sistem Angkutan Umum

Terdapat dua sistem pemakaian angkutan umum, yaitu:

- a. Sistem sewa, yaitu kendaraan bisa dioperasikan baik oleh operator maupun oleh penyewa, dalam hal ini tidak ada rute dan jadwal tertentu yang harus diikuti oleh pemakai. Sistem ini sering disebut juga sebagai *demand responsive system*, karena penggunaannya yang tergantung pada adanya permintaan. Contoh sistem ini adalah jenis angkutan taksi.
- b. Sistem penggunaan bersama, yaitu kendaraan dioperasikan oleh operator dengan rute dan jadwal yang biasanya tetap. Sistem ini dikenal sebagai *transit system*. Terdapat dua jenis sistem transit, yaitu:
  - 1) Paratransit, yaitu tidak ada jadwal yang pasti dan kendaraan dapat berhenti (menaikkan atau menurunkan penumpang) di sepanjang rutennya. Contohnya adalah angkutan kota.
  - 2) Mass transit, yaitu jadwal dan tempat pemberhentiannya lebih pasti. Contohnya adalah bus kota.

#### 2.1.1. Karakteristik Pelayanan

Dalam melihat karakteristik pelayanan angkutan umum, deskripsi yang paling mudah adalah dengan membandingkan pelayanan angkutan umum dengan pelayanan kendaraan pribadi. Perbandingannya dapat dilihat pada **Tabel 1**.

**Tabel 1** Karakteristik Pelayanan Angkutan Umum Dibandingkan dengan Kendaraan Pribadi

Karakteristik	Angkutan Umum	Angkutan Pribadi
Peruntukan	Umum	Pemilik
Pemasok jasa	Operator	Pemilik
Penentuan rute perjalanan	Operator ( <i>fixed</i> )	Pengguna/pemilik ( <i>flexibel</i> )
Penentuan kapan digunakan	Operator ( <i>fixed</i> )	Pengguna/pemilik ( <i>flexibel</i> )
Penentuan biaya	Operator ( <i>fixed</i> )	Sesuai pemakaian
Moda	Bus, <i>Streetcar</i> , LRT, <i>Rapid</i>	Mobil, motor, sepeda
Kerapatan daerah pelayanan yang optimal	Rendah - Medium	Medium – Tinggi
Pola rute pelayanan yang optimal	Menyebarkan	Terkonsentrasi ( <i>radial</i> )

Karakteristik	Angkutan Umum	Angkutan Pribadi
Waktu pelayanan yang terbaik	<i>Off-peak</i>	<i>Peak</i>
<i>Trip purpose</i>	Rekreasi, <i>shopping</i> , bisnis	Kerja, sekolah, bisnis

Sumber: Vuchic (1981) seperti disadur dari Modul Pelatihan KK Transportasi ITB (1999)

### 2.1.2. Karakteristik Pengguna Angkutan Umum

Ditinjau dari pemenuhan akan kebutuhan mobilitasnya, masyarakat perkotaan dapat dibagi dalam dua segmen utama, yaitu kelompok *choice* dan kelompok *captive*. Kelompok *choice* adalah orang-orang yang mempunyai pilihan (*choice*) dalam pemenuhan kebutuhan mobilitasnya. Mereka terdiri dari orang-orang yang dapat menggunakan kendaraan pribadi karena secara finansial, legal dan fisik hal itu dimungkinkan. Atau dengan kata lain, mereka memenuhi ketiga syaratnya, yaitu secara finansial mampu memiliki kendaraan pribadi; secara legal dengan memiliki Surat Ijin Mengemudi (SIM) memungkinkan untuk mengemudikan kendaraan tersebut tanpa takut berurusan dengan penegak hukum; dan secara fisik cukup sehat dan kuat untuk mampu mengemudikan sendiri kendaraannya. Dengan demikian, kelompok ini terdiri dari orang-orang yang ada pada strata menengah ke atas, yang berumur di antara 17 tahun sampai 70 tahun dan sehat badan dan jiwanya. Jumlah ataupun prosentase kelompok ini sangat tergantung pada tingkat kemajuan dan kemakmuran suatu negara. Di kota-kota yang ada di negara maju dan kaya, jumlah kelompok ini biasanya sangat signifikan, dan bahkan dapat dikatakan sebagai mayoritas. Sebaliknya, di kota-kota di negara berkembang dan negara miskin, jumlah ataupun prosentase kelompok ini relatif tidak begitu banyak, bahkan dapat dikatakan jumlahnya sangat marginal. Bagi kelompok *choice* mereka mempunyai pilihan dalam pemenuhan kebutuhan mobilitasnya dengan menggunakan kendaraan pribadi atau menggunakan angkutan umum.

Kelompok *captive*, di lain pihak, adalah kelompok orang-orang yang tergantung (*captive*) pada angkutan umum untuk pemenuhan kebutuhan mobilitasnya. Mereka terdiri dari orang-orang yang tidak dapat menggunakan kendaraan pribadi karena tidak memenuhi salah satu di antara tiga syaratnya (finansial, legal dan fisik). Sebagian dari mereka adalah orang-orang yang secara finansial cukup mampu untuk memiliki mobil, tetapi tidak cukup sehat ataupun tidak memiliki SIM untuk mengendarai sendiri. Dan mayoritas dari kelompok ini terdiri dari orang-orang yang secara finansial tidak mampu untuk memiliki kendaraan pribadi, meskipun secara fisik maupun legal mereka dapat memenuhinya. Bagi kelompok ini tidak ada pilihan tersedia bagi pemenuhan kebutuhan mobilitasnya, kecuali menggunakan angkutan umum.

Jumlah dan prosentase kelompok *captive* ini pada suatu kota sangat tergantung pada seberapa makmur dan berkembangnya kota bersangkutan. Bagi kota-kota di negara sedang berkembang, kelompok *captive* ini relatif sangat signifikan baik jumlah maupun prosentasenya. Hal ini disebabkan karena kondisi perekonomian masyarakatnya relatif masih belum mapan atau jumlah masyarakat kelas menengah ke bawah relatif banyak, sehingga tingkat kepemilikan kendaraan masih relatif rendah.

Di lain pihak, di kota-kota di negara maju, yang pendapatan perkapitanya relatif tinggi, jumlah ataupun prosentase dari kelompok *captive* ini cukup tinggi. Hal ini disebabkan karena hampir di setiap rumah di kota-kota negara maju dapat dijumpai kendaraan pribadi. Tetapi, meskipun demikian, prosentase kelompok ini tidak mungkin sampai 100%. Karena bagaimanapun, pada kelompok masyarakat perkotaan selalu dijumpai orang-orang tua atau anak-anak kecil yang tidak mampu secara fisik ataupun legal untuk menggunakan kendaraan pribadi.

Mengacu pada karakteristik kelompok *captive* dan *choice* di atas, maka jelaslah bahwa pengguna angkutan umum pada dasarnya terdiri dari seluruh kelompok *captive* dan sebagian dari kelompok *choice* yang kebetulan menggunakan angkutan umum untuk pemenuhan kebutuhan mobilitasnya. Jika prosentase kelompok *choice* yang menggunakan angkutan umum adalah sebesar  $x$ , maka secara matematis jumlah pengguna angkutan umum adalah:

$$\text{Pengguna angkutan umum} = \text{captive} + x\% \text{choice} \quad (1)$$

Selanjutnya, dilihat rumusan di atas jelas bahwa jumlah pengguna angkutan umum suatu kota sangat tergantung pada jumlah ataupun prosentasi kelompok *captive*. Makin besar prosentase ataupun jumlah kelompok *captive*, maka makin banyak pula jumlah pengguna angkutan umum, yang berarti makin banyak pula tingkat kebutuhan akan sistem angkutan umum. Tetapi perlu diingat pula bahwa prosentase kelompok *choice* yang menggunakan angkutan umum juga cukup signifikan, terutama jika kondisi sistem pelayanan angkutan umum relatif baik. Sebaliknya, jika kondisi pelayanan angkutan umum sangat jelek ataupun jelek, maka dapat dipastikan bahwa semua orang yang masuk kelompok *choice* akan menggunakan kendaraan pribadi untuk memenuhi kebutuhan mobilitasnya, yang berarti jumlah pengguna angkutan umum hanya terdiri dari orang-orang yang berasal dari kelompok *captive*.

Dengan demikian jelas bahwa jumlah pengguna angkutan umum pada suatu kota pada dasarnya sangat dipengaruhi oleh dua faktor utama, yaitu:

- Kondisi perekonomian dari kota bersangkutan, dengan asumsi aspek finansial adalah faktor dominan yang mempengaruhi seseorang untuk *accessibel* atau tidak ke kendaraan pribadi;
- Kondisi pelayanan angkutan umum.

### 2.1.3. Karakteristik Pola Waktu

Secara umum pola *ridership* dari penumpang angkutan umum sangat bervariasi terhadap waktu, baik ditinjau dari variasi jam maupun variasi harian dalam seminggu. Hal ini berkaitan dengan alasan penggunaan angkutan umum itu sendiri. Mengingat bahwa mayoritas tujuan penggunaan angkutan umum adalah untuk kepentingan pekerjaan, sekolah dan belanja, maka pola *ridership* dari pengguna angkutan umum sangat dipengaruhi oleh pola aktivitas bekerja, pendidikan maupun belanja.

### 2.1.4. Karakteristik Moda Angkutan Umum

Karakteristik moda angkutan umum dapat dilihat dari kategori ROW dan jenis teknologi yang digunakan serta berdasarkan jenis modanya.

**Tabel 2** Moda Angkutan Umum Berdasarkan Teknologi Kategori ROW

Teknologi Kategori ROW	Highway Driver - Steered	Rubber-tired Guided, Partially Guided	Rail
A	Ojeg, Becak, Bemo, Bajaj, Angkot, Metromini, Bus Regular, Bus PATAS	Trolley Bus	Tram, Streetcar
B	Bus pada Lajur Bus Lane, Semi rapid bus		Light Rail Transit
C	Bus pada Busway	Rubber-tired Rapid Transit Rubber-tired Monorail Automated-guided Transit	Light Rail Rapid Transit Rail Rapid Transit Regional Rail

Sumber: Vuchic (1981) seperti disadur dari Modul Pelatihan KK Transportasi ITB (1999)

**Tabel 3** Klasifikasi Angkutan Umum Berdasarkan Moda

No	Kelas Angkutan Umum	Jenis Moda
1	<i>Paratransit</i>	Ojeg, Bajaj, Beca, Angkot, Taksi
2	<i>Street Transit</i>	<i>Metromini, Bus Reguler, Bus PATAS, Trolleybus, Streetcar, Trem</i>
3	<i>Semirapid Transit</i>	<i>Light Rail Transit, Semirapid Buses</i>
4	<i>Rapid Transit</i>	<i>Light Rail Rapid Transit, Rubber-tired Rapid Transit, Rail Rapid Transit, Commuter Rapid Transit</i>

Sumber: Vuchic (1981) seperti disadur dari Modul Pelatihan KK Transportasi ITB (1999)

**Tabel 4** Kapasitas Pelayanan Beberapa Moda Angkutan Umum

Moda	Unit	Kend	Penumpang/kend.		Kapasitas	
	Jam	Unit	Seat	Maksimum Penumpang	Seat	Maksimum Penumpang
<i>ROW C</i>						
<i>Bus</i>	90	1	40	82	3600	7380
<i>Streetcars</i>	60	2	60	101	5520	12100
<i>ROW B</i>						
<i>Bus</i>	120	1	40	82	4800	9840
<i>Streetcars</i>	75	2	46	101	6900	15150
<i>ROW A</i>						
<i>Busway</i>	240	1	40	82	9600	19700
<i>LRT</i>	30	6	46	101	8280	18200
<i>Rapid Transit</i>	30	9	40	160	10800	43200

Sumber: Vuchic (1981) seperti disadur dari Modul Pelatihan KK Transportasi ITB (1999)

## 2.2. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Pemilihan Moda

Secara teknis model pemilihan moda bertujuan untuk mengetahui proporsi orang yang akan menggunakan setiap moda dengan mengkalibrasi model pemilihan moda pada tahun dasar dengan mengumpulkan data faktor-faktor yang mempengaruhi pemilihan moda tersebut. Setelah dilakukan proses kalibrasi, model dapat digunakan untuk meramalkan pemilihan moda dengan menggunakan nilai ataupun besaran dari masing-masing faktor pengaruh pemilihan moda tersebut di masa mendatang. Pemilihan moda mungkin merupakan model terpenting dalam perencanaan transportasi. Hal ini menyangkut efisiensi pergerakan di daerah perkotaan, ruang yang harus disediakan kota untuk dijadikan prasarana transportasi yang dapat dipilih penduduk.

Faktor yang dapat mempengaruhi perilaku pemilihan moda sangat beragam, baik yang dapat terkuantifikasi melalui besaran ekonomis maupun yang tidak. Secara umum dapat dikelompokkan menjadi tiga, yakni yang berkaitan dengan ciri pengguna jalan, ciri pergerakan dan ciri fasilitas moda transportasi.

Tamin (2000) menyebutkan beberapa faktor yang berkaitan dengan ciri pengguna jalan yang sangat mempengaruhi pemilihan moda, antara lain: kepemilikan kendaraan pribadi, kepemilikan SIM, struktur rumah tangga, pendapatan, dan pola kegiatan individu. Faktor kedua adalah ciri pergerakan, di mana perilaku pemilihan moda akan sangat dipengaruhi oleh: tujuan pergerakan, waktu terjadinya pergerakan, dan jarak perjalanan. Faktor penentu lain adalah ciri fasilitas moda transportasi yang dapat berupa faktor kuantitatif seperti: waktu perjalanan; waktu menunggu, waktu selama bergerak, biaya transportasi (tarif, biaya bahan bakar, dan lain-lain), serta faktor yang bersifat kualitatif yang cukup sukar untuk dikuantifikasi, seperti: kenyamanan dan keamanan, keandalan dan keteraturan, dan lain-lain.

### 2.3. Konsep Utilitas

Aturan *utility maximization* menyatakan bahwa setiap individu akan memilih moda (atau kombinasi dari beberapa moda, *joint choices*) yang menawarkan utilitas yang maksimum dari beberapa moda yang tersedia. Alternatif dalam sebuah proses pemilihan digolongkan berdasarkan kumpulan nilai-nilai atributnya. Daya tarik suatu alternatif ditentukan oleh nilai dari atribut-atributnya (Lancaster, 1971). Jadi, utilitas adalah sebuah indikator penilaian bagi seorang individu.

Ukuran ketidakpastian sebuah atribut dapat dimasukkan sebagai tambahan bagi atribut itu sendiri. Contohnya, jika waktu perjalanan dengan transit tidak pasti, nilai yang diharapkan dan ukuran ketidakpastian dari waktu perjalanan transit dapat dimasukkan sebagai atribut dari transit.

Dalam pemilihan moda, waktu perjalanan semua moda bermotor biasanya harus dipertimbangkan secara spesifik karena hal tersebut berkaitan dengan moda. Namun, jika waktu perjalanan dengan bus sangat susah karena padat, waktu perjalanan bus dinyatakan sebagai variabel yang berbeda dan parameter yang berbeda. Waktu yang lain, seperti waktu menunggu atau waktu pertukaran moda di terminal intermoda berlaku hanya untuk moda transit, bukan untuk non transit.

Utilitas biasanya didefinisikan sebagai sebuah fungsi yang berisikan atribut dan karakteristik individu, yang menggambarkan penilaian utilitas setiap individu terhadap setiap alternatif. Utilitas biasanya didefinisikan sebagai kombinasi linear dari beberapa peubah berikut:

$$U_{ij} = b_i - c_{ij} + \sum_k a_j^k X_j^k + \sum_l b_i^l Y_i^l + \sum_m d_{ij}^m Z_{ij}^m; \forall i, j \quad (2)$$

Dimana  $b_i$  adalah pendapatan individu,  $c_{ij}$  adalah biaya dari  $i$ ,  $X_j$  dan  $Y_i$  adalah ukuran atribut lainnya,  $Z_{ij}$  adalah bagian yang dihasilkan dari interaksi antara atribut alternatif dengan karakteristik individu, termasuk jarak atau biaya perjalanan dari asal  $i$  ke tujuan  $j$ . Jadi, utilitas dari alternatif yang diberikan bergantung tidak hanya kepada atribut, tapi juga terhadap karakteristik individu. Karena dua individu mungkin menilai kumpulan atribut yang sama secara berbeda. Contohnya, individu dengan tingkat pendapatan yang rendah mungkin lebih sensitif terhadap biaya perjalanan, dan individu berpendapatan tinggi lebih sensitif terhadap waktu perjalanan.

### 2.4. Model Pemilihan Diskrit

Dasar teori, kerangka, atau paradigma dalam menghasilkan model pemilihan diskrit adalah *random utility theory*. Domencich and McFadden (1975) dan Williams (1977) mengemukakan hal berikut:

- a. Individu yang berada dalam suatu populasi ( $Q$ ) yang homogen akan bertindak secara rasional dan memiliki informasi yang tepat sehingga biasanya dapat menentukan pilihan yang dapat memaksimalkan utilitas individunya masing-masing sesuai dengan batasan hukum, sosial, fisik, waktu dan uang.
- b. Terdapat suatu himpunan  $A = \{A_1, \dots, A_j, \dots, A_N\}$  moda yang tersedia dan suatu himpunan vektor atribut individu  $X$ . Setiap individu  $q$  akan mempunyai atribut  $x \in X$  dan himpunan pilihan  $A(q) \in A$ .
- c. Setiap pilihan  $A_i \in A$  mempunyai utilitas  $U_{iq}$  untuk setiap individu  $q$ . Pemodel yang juga merupakan pengamat sistem tersebut tidak mempunyai informasi yang lengkap tentang semua unsur yang dipertimbangkan oleh setiap individu yang menentukan pilihan sehingga pemodel mengasumsikan bahwa  $U_{iq}$  dapat dinyatakan dalam dua kelompok yaitu:
  - 1)  $V_{iq}$  yang terukur sebagai fungsi dari atribut terukur  $x$ ; dan
  - 2) Bagian acak  $\varepsilon_{iq}$  yang mencerminkan hal tertentu dari setiap individu, termasuk kesalahan yang dilakukan oleh pemodel. Jadi pemodel dapat menuliskan:

$$U_{iq} = V_{iq} + \varepsilon_{iq}; \forall i, q \quad (3)$$

yang dapat menjelaskan dua hal yang tidak rasional. Ini memperlihatkan bahwa walaupun seseorang memiliki beberapa pertimbangan atribut dengan moda yang sama, pilihannya bisa saja berbeda. Agar persamaan (3) benar, dibutuhkan populasi yang homogen.

*Systematic utility* dirumuskan sebagai berikut:

$$V_{iq} = \sum_k \beta_{ki} x_{ikq} \quad (4)$$

Parameter  $\beta$  diasumsikan konstan untuk semua individu, tetapi bervariasi dalam moda.

d. Individu  $q$  memilih moda  $A_i$  jika dan hanya jika:

$$U_{iq} \geq U_{jq}, \quad \forall A_i \in A(q) \quad (5)$$

dengan

$$V_{iq} - V_{jq} \geq \varepsilon_{jq} - \varepsilon_{iq} \quad (6)$$

Karena para analis mengabaikan nilai  $(\varepsilon_{jq} - \varepsilon_{iq})$ , tidaklah mungkin dapat ditetapkan jika persamaan (5) harus dipenuhi. Jadi peluang memilih  $A_i$  adalah:

$$P_{iq} = \text{Prob}\{\varepsilon_{jq} \leq \varepsilon_{iq} + (V_{iq} - V_{jq}), \quad \forall A_i \in A(q)\} \quad (7)$$

Dan karena sebaran residu  $\varepsilon$  tidak diketahui, tidaklah mungkin mendapatkan persamaan analitis dari model tersebut. Yang kita ketahui residu merupakan peubah acak yang mempunyai sebaran tertentu yang bisa dinyatakan sebagai  $f(\varepsilon) = f(\varepsilon_1, \dots, \varepsilon_N)$ . Jadi persamaan (7) dapat ditulis kembali sebagai:

$$P_{iq} = \int_{R_N} f(\varepsilon) d\varepsilon \quad (8)$$

dengan:

$$R_N = \{\varepsilon_{jq} \leq \varepsilon_{iq} + (V_{iq} - V_{jq}), \quad \forall A_i \in A(q) \quad V_{iq} + \varepsilon_{iq} \geq 0\} \quad (9)$$

dan bentuk model yang berbeda akan dihasilkan, tergantung pada sebaran residu  $\varepsilon$ .

Kanafani (1983), menyatakan jika  $\varepsilon$  terdistribusi secara bebas dan tersebar secara identik (*identically and independently distributed*, IID) dengan mengikuti distribusi Gumbel (*double exponential*), dengan fungsi distribusi:

$F_e(x) = \exp(-\mu \exp(-x))$  dimana  $\mu > 0$ ;  $-\infty < x < \infty$ , maka dihasilkan:

$$P_{iq} = \int_{-\infty}^{+\infty} \prod_{i \neq j} \exp[-\mu e^{-[V_{jq} - V_{iq} + x]}] \mu e^{-\mu} e^{-\mu \exp(-x)} dx \quad (10)$$

$$P_{iq} = \int_{-\infty}^{+\infty} \prod_i \exp[-\mu e^{-[V_{jq} - V_{iq} + x]}] \mu e^{-x} dx \quad (11)$$

$$P_{iq} = \int_{-\infty}^{+\infty} \exp\left[\mu e^{-x} \sum_i e^{V_{jq} - V_{iq}}\right] \mu e^{-x} dx \quad (12)$$

$$P_{iq} = \frac{1}{\sum_i e^{(V_{jq} - V_{iq})}} = \frac{e^{V_{iq}}}{\sum_i e^{V_{iq}}} \quad (13)$$

Bentuk persamaan (13) lebih dikenal sebagai model *Multinomial Logit* (MNL). Dalam penelitian ini terdapat dua buah moda yang akan dipilih responden yaitu moda angkot dan *railway*, sehingga peluang terpilihnya moda  $i$  dapat didekati dengan persamaan berikut:

$$P_i = \frac{e^{V_i}}{e^{V_i} + e^{V_j}} \quad (14)$$

$$P_i = \frac{1}{1 + e^{(V_i - V_j)}} \quad (15)$$

Bentuk persamaan (15) sering disebut dengan model *Binomial Logit*. Kemudian fungsi utilitas dijabarkan seperti persamaan (4):

$$P_i = \frac{1}{1 + e^{(\beta x_i + \varepsilon_i) - (\beta x_j + \varepsilon_j)}} \quad (16)$$

$$P_i = \frac{1}{1 + e^{-(\beta x_j - \beta x_i + \varepsilon_j - \varepsilon_i)}} \quad (17)$$

$$P_i = \frac{1}{1 + e^{-(\beta(x_j - x_i) + \varepsilon_j - \varepsilon_i)}} \quad (18)$$

Asumsi  $\varepsilon = \varepsilon_j - \varepsilon_i$ , dan  $\Delta x = x_j - x_i$

$$P_i = \frac{1}{1 + e^{-(\varepsilon + \beta \Delta x)}} = \frac{1}{1 + e^{(-\varepsilon - \beta \Delta x)}} \quad (19)$$

$$P_i (1 + e^{(-\varepsilon - \beta \Delta x)}) = 1 \quad (20)$$

$$P_i + P_i e^{(-\varepsilon - \beta \Delta x)} = 1 \quad (21)$$

$$P_i e^{(-\varepsilon - \beta \Delta x)} = 1 - P_i \quad (22)$$

$$\frac{1 - P_i}{P_i} = e^{(-\varepsilon - \beta \Delta x)} \quad (23)$$

Persamaan (23) selanjutnya ditulis kembali dalam bentuk logaritma natural seperti persamaan berikut:

$$\log_e \left( \frac{1 - P_i}{P_i} \right) = -\varepsilon - \beta \Delta x \quad (24)$$

Nilai  $P_i$ ,  $x_i$  dan  $x_j$  diketahui melalui survei sehingga parameter yang tidak diketahui adalah nilai  $\varepsilon$  dan  $\beta$ . Nilai ini dapat diketahui melalui proses estimasi yang dilakukan fitur estimasi pada program NLOGIT, dengan analisis maksimum likelihood. Sisi kiri persamaan berperan sebagai peubah tidak bebas, sedangkan  $\Delta x = x_j - x_i$  sebagai peubah bebas sehingga  $\beta$  adalah kemiringan garis regresi dan  $\varepsilon$  adalah interseptya.

Fungsi probabilitas untuk *binary logit model*:

$$F = \frac{(\beta' x_i)}{1 + \exp(\beta' x_i)} = \Lambda(\beta' x_i) \quad (25)$$

Fungsi kerapatan untuk *binary logit model*:

$$f = \Lambda(\beta' x_i) [1 - \Lambda(\beta' x_i)] \quad (26)$$

## 2.5. Estimasi Parameter Model

Estimasi parameter dalam model memang akan dihitung oleh fitur yang ada di dalam program NLOGIT. Namun berikut ini merupakan penjelasan singkat dari prosedur di dalam program. Metoda estimasi yang digunakan dalam NLOGIT adalah maksimum likelihood.

Pengembangan model logit terdiri dari merumuskan spesifikasi model dan mengestimasi nilai parameter-parameter berbagai atribut dalam setiap fungsi utilitas dengan cara

menyesuaikan model ke data-data observasi. Bagian kritis dari proses ini adalah pemilihan spesifikasi model yang lebih disukai baik melalui nilai statistik dan pertimbangan tertentu. Dalam beberapa situasi, pengembang model melakukan pembatasan-pembatasan ke dalam estimasi untuk menjamin hubungan dari nilai berbagai variabel yang diinginkan.

Prosedur estimasi maksimum likelihood menyangkut dua langkah penting: 1) mengembangkan fungsi kerapatan probabilitas *joint* dari sampel yang diamati, biasanya disebut fungsi likelihood, dan 2) mengestimasi nilai parameter yang memaksimumkan fungsi likelihood. Fungsi likelihood untuk sampel individu  $t$  untuk moda  $i$  bisa ditetapkan sebagai berikut:

$$L(\beta) = \prod_{\forall t \in T} \prod_{\forall i \in J} (P_{it}(\beta))^{\delta_{it}} \quad (27)$$

Dimana:

$\delta_{it} = 1$  adalah indikator terpilih (= 1 jika  $i$  dipilih oleh individu  $t$  dan = 0 jika tidak)

$P_{it}$  adalah probabilitas individu  $t$  memilih moda  $i$

Nilai parameter yang memaksimumkan fungsi likelihood diperoleh dengan mengasumsikan turunan pertama fungsi likelihood sama dengan nol. Karena fungsi *log* menghasilkan sama besar dengan fungsi itu sendiri dan lebih tepat untuk membedakannya, maka kita memaksimumkan fungsi log-likelihood daripada fungsi likelihood itu sendiri.

Fungsi log-likelihood dan turunan pertamanya dapat dilihat di persamaan berikut:

$$LL(\beta) = \log(L(\beta)) = \sum_{\forall t \in T} \sum_{\forall i \in J} \delta_{it} \times \ln(P_{it}(\beta)) \quad (28)$$

$$\frac{\partial(LL)}{\partial\beta_k} = \sum_{\forall t \in T} \sum_{\forall i \in J} \delta_{it} \times \frac{1}{P_{it}} \times \frac{\partial P_{it}(\beta)}{\partial\beta} \forall k \quad (29)$$

Pengembangan turunan membutuhkan fungsi probabilitas  $P_{it}$  sebagai berikut:

$$P_{it} = \frac{\exp(X'_{it}\beta)}{\sum_i \exp(X'_{it}\beta)} \quad (30)$$

Dimana:

$\beta$  adalah parameter dari atribut  $X'_{it}$

$X'_{it}$  adalah atribut dalam memilih moda  $i$ , bagi individu  $t$

Dan turunan pertama terhadap  $\beta$  adalah:

$$\frac{\partial P_{it}}{\partial\beta_k} = P_{it} \left( X'_{ikt} - \sum_{i'} P_{i't} X'_{i'kt} \right) \forall k \quad (31)$$

Ganti persamaan (31) dengan persamaan (28):

$$\frac{\partial(LL)}{\partial\beta_k} = \sum_{\forall t \in T} \sum_{\forall i \in J} \delta_{it} \left( X'_{it} - \sum_{i'} P_{i't} X'_{i't} \right) \quad (32)$$

$$\frac{\partial(LL)}{\partial\beta_k} = \sum_{\forall t \in T} \sum_{\forall i \in J} (\delta_{it} - P_{i't}) X'_{it} \forall k \quad (33)$$

Maksimum likelihood diperoleh dengan membuat persamaan (33) sama dengan nol dan menemukan nilai terbaik untuk parameter vektor  $\beta$ . Kita dapat yakin inilah penyelesaian untuk nilai maksimum, karena turunan kedua pasti bernilai negatif. Dalam hal ini, turunan kedua log-likelihood terhadap  $\beta$  adalah:

$$\frac{\partial^2(LL)}{\partial\beta\partial\beta'} = \sum_{\forall t \in T} \sum_{\forall i \in J} -P_{i't} (X'_{it} - \bar{X}_t) (X'_{it} - \bar{X}_t)' \quad (34)$$

Dimana  $\bar{X}_t$  adalah nilai rata-rata atribut semua moda bagi individu  $t$ .

Nilai turunan kedua log-likelihood terhadap  $\beta$  pasti bernilai negatif untuk semua nilai  $\beta$ . Persamaan (33) dan (34) biasa digunakan untuk menyelesaikan permasalahan maksimum likelihood dengan menggunakan berbagai algoritma yang ada. Lebih mudahnya persamaan dapat diselesaikan dengan program komputer untuk menemukan solusi yang diinginkan.

## 2.6. Uji Kesesuaian

Ada beberapa jenis uji goodness-of-fit yang digunakan dalam program ini di antaranya Estrella, McFadden, Efron, Ben-Akiva/ Lerman, Cramer, Veall/ Zimmermann, Rho-squared, Akaike dan Schwarz. Formula yang digunakan untuk setiap jenis *goodness-of-fit* tersebut dapat dilihat sebagai berikut:

$$Estrella = 1 - \left( \frac{\log L}{\log L_0} \right)^{-\frac{2L_0}{n}} \quad (35)$$

$$McFadden = 1 - \frac{L}{L_0} \quad (36)$$

$$Efron = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n \frac{(y_i - \hat{P}_i)^2}{n}}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} \quad (37)$$

$$Ben - Akiva/Lerman = \frac{1}{n} \sum_i \hat{P}_i \quad (38)$$

$$Cramer = \text{Rerata nilai } \hat{P}_i | y_i = 1 - \text{rerata nilai } \hat{P}_i | y_i = 0 \quad (39)$$

$$Veall/Zimmermann = \frac{(L-L_0)(n-2L_0)}{-2L_0[(L-L_0)+n]} \quad (40)$$

$$Rsqud = 1 - e^{\left[ \frac{2(\log L_0 - \log L)}{n} \right]} \quad (41)$$

$$Akaike = \frac{-2\log L + 2K}{n} \quad (42)$$

$$Schwarz = \frac{-2\log L + K \log n}{n} \quad (43)$$

Dimana:

$L_0$  : likelihood dari model dasar (yang diestimasi hanya nilai konstanta)

$L$  : likelihood dari model yang diestimasi

$n$  : ukuran sampel

$P$  : probabilitas

$y_i$  : pilihan responden  $i$

$K$  : jumlah parameter

Kriteria penilaian ukuran *goodnes-of-fit* di atas dapat dilihat pada **Tabel 5**.

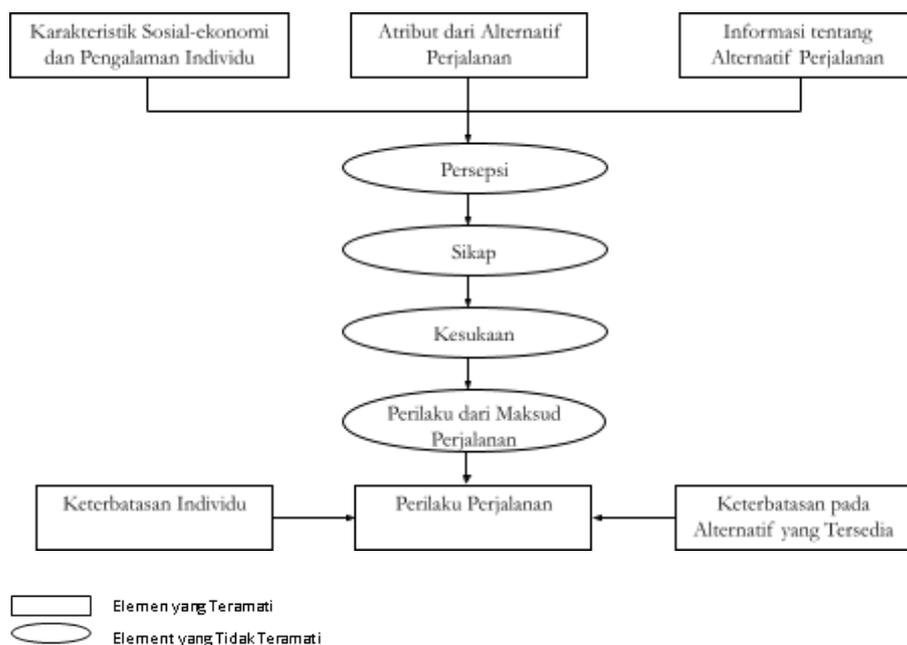
**Tabel 5** Kriteria Penilaian Berbagai Ukuran Goodness-of-Fit

Jenis <i>Goodness-of-Fit</i>	Range	Kriteria Pengukuran
-Estrella	$0 \leq pseudo-R^2 \text{ Estrella} \leq 1$	Semakin mendekati 1, model semakin baik
-Efron	$0 \leq pseudo-R^2 \text{ Efron} \leq 1$	Semakin mendekati 1, model semakin baik
-Cramer	$0 \leq pseudo-R^2 \text{ Cramer} \leq 1$	Semakin mendekati 1, model semakin baik
-Mc-Fadden	$0 \leq pseudo-R^2 \text{ McFadden} \leq 1$	Semakin mendekati 1, model semakin baik
-Veall/Zim	$0 \leq pseudo-R^2 \text{ Veall/Zim} \leq 1$	Semakin mendekati 1, model semakin baik
-Ben./Lerman	$0 \leq pseudo-R^2 \text{ Ben/Lerman} \leq 1$	Semakin mendekati 1, model semakin baik
-Rsqrđ	$0 \leq pseudo-R^2 \text{ Rsqrđ} \leq 1$	Semakin mendekati 1, model semakin baik
-Akaike	$-\infty \leq pseudo-R^2 \text{ Akaike} \leq \infty$	Semakin kecil, model semakin baik
-Schwarz	$-\infty \leq pseudo-R^2 \text{ Schwarz} \leq \infty$	Semakin kecil, model semakin baik

## 2.7. Teknik *Stated Preference*

Secara teoretis model *stated preference* menggunakan fungsi yang sama dengan fungsi yang digunakan dalam model proporsional, namun data yang digunakan untuk menentukan parameter memiliki perbedaan di mana dalam model ini data diperoleh dengan mensimulasikan perilaku pengguna yang dipresentasikan dengan data pemilihan dari suatu moda artifisial yang dikemukakan melalui penggambaran kinerjanya karena saat ini belum tersedia moda tersebut.

Teknik *stated preference* (SP) menyediakan informasi dengan prioritas utama pada atribut-atribut yang menentukan perilaku orang. Proses yang mendasari perilaku perjalanan ditampilkan pada **Gambar 1**.



Sumber: Steer Davies Gleave and Hague Consulting Group (1991)

### Gambar 1 Komponen-Komponen Perilaku Individu

Diagram ini membedakan antara elemen-elemen yang berasal dari luar (eksternal, misalnya: atribut-atribut moda perjalanan, batasan situasi) dan yang berasal dari dalam (internal, misalnya: persepsi atau pilihan). Elemen yang berasal dari luar memberikan batasan-batasan terhadap perilaku pasar, sedangkan yang berasal dari dalam menggambarkan pengertian individu terhadap pilihan mereka dan pengaruh keputusan-keputusan yang diambil berdasarkan atau dengan mengikuti strategi-strategi tertentu.

Elemen eksternal merupakan elemen yang dapat diamati, walaupun ada, masalah yang muncul adalah menetapkan ukuran yang pantas. Elemen internal merupakan elemen yang tidak teramati. Keberadaan dan pengaruh mereka dapat diprediksi melalui aplikasi dari suatu teknik pengamatan secara kuantitatif, seperti teknik SP, terhadap kondisi pilihan (suka atau tidak suka terhadap setiap pilihan) dan perilaku dari maksud seseorang melakukan sesuatu (*behavioural intentions*).

Sifat utama dari survei *Stated Preference* adalah sebagai berikut:

1. *Stated preference* didasarkan pada pernyataan pendapat responden tentang respon mereka terhadap beberapa hipotesa;
2. Setiap pilihan direpresentasikan sebagai satu set dari beberapa atribut seperti waktu perjalanan, biaya perjalanan, *headway*, tingkat kenyamanan dll;
3. Peneliti membuat hipotesa sedemikian sehingga pengaruh individu pada setiap atribut dapat diestimasi, ini diperoleh dengan teknik desain eksperimen;
4. Kuesioner harus memberikan hipotesa yang dapat dimengerti oleh responden, tersusun rapi dan masuk akal;
5. Responden menyatakan pendapatnya pada setiap pilihan dengan melakukan *rating*, *ranking* dan *choice* terhadap sepasang atau sekelompok pernyataan;
6. Respon sebagai jawaban yang diberikan oleh individu dianalisis untuk mendapatkan ukuran secara kuantitatif setiap atribut.

Terdapat beberapa model disagregat pemilihan moda yang telah dikembangkan dengan teknik *stated preference*. Di antaranya seperti yang digambarkan oleh Ortuzar dan Garrido (1993) yang menggunakan variabel sebagai berikut:

1. Karakteristik individu, terdiri dari: usia, jenis kelamin, penghasilan, dan kepemilikan kendaraan;
2. Atribut tingkat pelayanan, terdiri dari: biaya perjalanan, waktu perjalanan, jarak berjalan kaki, dan transit antar kedatangan.

#### 2.7.1 Desain Eksperimen

Untuk membuat hipotesa dalam setiap pilihan yang akan disampaikan kepada responden, digunakan teknik desain eksperimen. Desain eksperimen harus memastikan bahwa kombinasi atribut yang disampaikan kepada responden bervariasi tapi tidak terkait satu dengan yang lainnya. Tujuannya agar hasil dari efek setiap level atribut atas berbagai tanggapan lebih mudah dipisahkan.

Jika jumlah atribut ( $a$ ) dan jumlah level yang diambil ( $n$ ), maka desain akan menentukan desain faktorial ( $na$ ), ini disebut sebagai *full factorial design*, artinya setiap kombinasi kemungkinan level atribut semuanya dipakai.

Apabila jumlah pilihannya terlalu banyak, kemungkinan besar responden akan kelelahan dalam menentukan pilihan, sehingga akan menimbulkan tanggapan yang salah atau bahkan diabaikan oleh responden. Batasan jumlah pilihan yang masih dapat diterima adalah antara 9 – 16 pilihan (Kroes and Sheldon, 1988).

Terdapat beberapa cara pendekatan untuk mengurangi jumlah pilihan, salah satunya adalah dengan cara memisahkan pilihan ke dalam bentuk blok melalui

pembauran (*confounding*) yang disebut sebagai desain replikasi sebagian, yaitu suatu bentuk tiruan dari *full factorial* ke dalam pilihan dengan jumlah yang lebih sedikit. Sebaiknya semua blok digunakan dalam satu paket penelitian.

### 2.7.2 Identifikasi Pilihan

Terdapat tiga cara utama untuk mengumpulkan informasi *preference* tentang moda, yaitu:

#### 1. *Ranking responses*

Pendekatan ini dilakukan dengan cara menyampaikan seluruh pilihan kepada responden, kemudian diminta untuk merankingnya ke dalam pilihan lain yang secara tidak langsung merupakan nilai hirarki dari utilitas.

#### 2. *Rating techniques*

Dalam kasus ini, responden diminta menentukan pilihannya dengan menggunakan aturan skala. Biasanya berada di antara 1 sampai 10, dengan disertakan label spesifik sebagai kunci. Contoh: 1 = 'sangat tidak suka', 5 = 'tidak peduli', 10 = 'sangat disukai'. Pilihan terbaik responden didapatkan dan diterjemahkan ke dalam skala cardinal.

#### 3. *Choice Experiment*

Dalam kasus ini respon dihubungkan dengan menggunakan pendekatan *reveal preference*, kecuali moda dan pilihan adalah hipotesa. Selanjutnya responden diperkenankan untuk mengekspresikan derajat keyakinannya ke dalam pernyataan pilihan. Di akhir, responden ditawarkan skala semantik. Beberapa tipe antara lain: 1) Tentu lebih suka pilihan pertama, 2) Kemungkinan menyukai pilihan pertama, 3) Tidak dapat memilih, 4) kemungkinan menyukai pilihan kedua, 5) Tentu lebih suka pilihan kedua. Dalam literatur lain, *exercise* ini kadang-kadang disebut juga sebagai *rating*, meskipun secara aktual identik dengan *choice experiment*.

Untuk penelitian ini, cara yang digunakan untuk mengumpulkan *preference* konsumen adalah *choice experiment*.

## 2.8. Program NLOGIT

NLOGIT adalah satu set program besar yang digunakan untuk mengestimasi model pemilihan diskrit (*discrete choice*). Awalnya perintah model pemilihan diskrit dibuat dalam LIMDEP versi 6.0. NLOGIT sendiri dimulai pada tahun 1996, dengan membuat perintah model *nested logit* yang aslinya merupakan perluasan model *multinomial logit*. Dengan penambahan model *multinomial probit*, *mixed logit* dan model lainnya, NLOGIT telah berkembang menjadi superset LIMDEP yang berdiri sendiri. Satu fitur utama di dalam program ini adalah paket simulasi. Dengan paket ini, pengguna dapat melakukan simulasi dengan menggunakan model apapun yang telah diestimasi, untuk menguji pengaruh pada perubahan perilaku yang telah diprediksi di dalam pilihan atribut di dalam model.

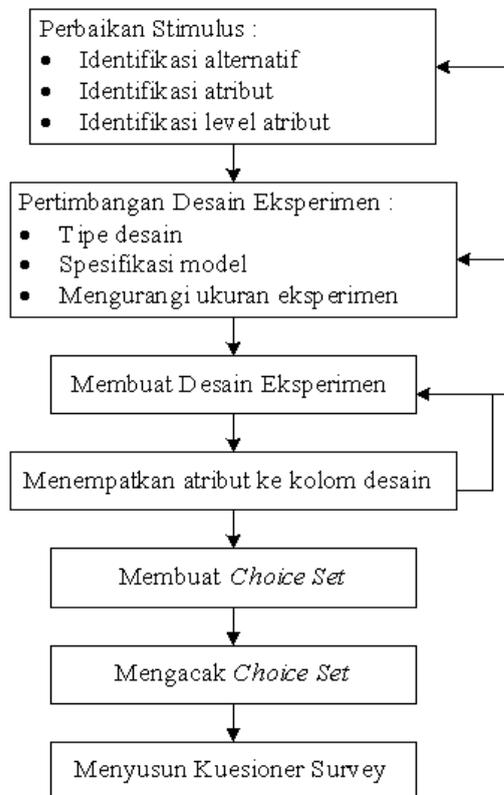
Di dalam NLOGIT terdapat beberapa fitur, dimana fitur utamanya adalah sebagai berikut:

1. Program estimasi. Ini merupakan informasi *estimator* maksimum likelihood untuk semua model;
2. Deskripsi dan analisis. Hasil pemodelan digunakan untuk menghitung elastisitas, *marginal effect* dan ukuran deskriptif lainnya;
3. Pengujian hipotesis, termasuk asumsi *Independent of Irrelevant Alternatives* dan uji spesifikasi model;
4. Penghitungan probabilitas, fungsi utilitas, dan nilai-nilai individu di dalam sampel;
5. Simulasi model untuk memprediksi pengaruh perubahan di dalam nilai atribut pada perilaku di dalam sampel.

## 3. PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

### 3.1. Desain Eksperimen *Stated Preference*

Desain eksperimen ditujukan untuk mendefinisikan kombinasi level seluruh faktor yang termasuk dalam eksperimen. Proses desain eksperimen ini dapat dijelaskan melalui **Gambar 2**.



Sumber: *Applied Choice Analysis (2005)*

**Gambar 2** Proses Desain Eksperimen

Berikut ini didefinisikan seluruh faktor yang ditentukan dalam desain eksperimen yaitu berupa atribut moda dan level atribut.

### 3.1.1 Pemilihan Atribut

Melihat kepada pilihan moda yang harus dipilih antara angkot dan KA komuter cepat, peneliti berasumsi bahwa waktu perjalanan dan biaya perjalanan sangat mempengaruhi individu dalam membuat pilihan. Sehingga peneliti menetapkan atribut yang sama terhadap kedua moda.

Penjelasan dari masing-masing atribut adalah sebagai berikut:

- Waktu Perjalanan ( $T_{Time}$ ); adalah total waktu tempuh perjalanan dari pintu ke pintu, termasuk waktu akses, waktu tunggu, dan waktu menuju tempat tujuan yang dinyatakan dalam satuan menit. Dari hasil survei pendahuluan yang dilakukan waktu tempuh minimum adalah 60 menit dan waktu tempuh maksimum adalah 120 menit.
- Biaya Perjalanan ( $T_{Cost}$ ); adalah biaya yang harus dikeluarkan responden untuk perjalanannya dihitung dari asal sampai ke tujuan, dinyatakan dalam satuan Rupiah. Dari hasil survei pendahuluan biaya perjalanan minimum adalah Rp 4.000,00 dan biaya perjalanan maksimum adalah Rp 6.000,00.

### 3.1.2 Penentuan Level Atribut

Tiap-tiap atribut, baik atribut waktu perjalanan maupun biaya perjalanan dibuat dalam 3 (tiga) level. Level dan atribut yang digunakan untuk moda angkot dan

KA komuter cepat dibuat berbeda, dimana waktu perjalanan KA komuter cepat dibuat lebih pendek tetapi dengan biaya perjalanan yang lebih mahal. Level dan atribut yang akan digunakan dalam desain eksperimen dapat dilihat pada **Tabel 6**.

**Tabel 6** Level dan Atribut yang Digunakan

Level	Angkot		KA Komuter Cepat	
	Waktu Perjalanan	Biaya Perjalanan	Waktu Perjalanan	Biaya Perjalanan
1	60 menit	Rp4.000,00	45 menit	Rp5.000,00
2	90 menit	Rp5.000,00	60 menit	Rp7.000,00
3	120 menit	Rp6.000,00	75 menit	Rp9.000,00

### 3.1.3 Desain Eksperimen

Dalam desain eksperimen ini responden mengekspresikan pilihannya menggunakan teknik *choice experiment*. Kemungkinan kombinasi *choice set* yang dihasilkan sama dengan LMA, dimana L adalah jumlah level atribut, M adalah jumlah moda dan A adalah jumlah atribut. Sehingga kemungkinan *choice set* yang dihasilkan adalah  $3(2 \times 2) = 81$  kombinasi. Jika opsi ini disampaikan kepada responden sebagai kuesioner akan terlalu banyak.

Sehingga untuk menghasilkan desain eksperimen yang lebih sedikit opsinya, peneliti menggunakan menu *Generate Orthogonal Design* yang terdapat dalam *software* SPSS. Dengan program ini peneliti sangat dibantu untuk memilih *choice set* yang akan dimasukkan ke dalam kuesioner. Keluaran terakhir program ini, menghasilkan sembilan *choice set*, yang dapat dilihat pada **Tabel 7**.

**Tabel 7** Choice Set Hasil Desain Eksperimen

Choice Set	Angkot		KA Komuter Cepat	
	Waktu Perjalanan	Biaya Perjalanan	Waktu Perjalanan	Biaya Perjalanan
1	60 menit	Rp 4.000,00	60 menit	Rp 7.000,00
2	120 menit	Rp 6.000,00	45 menit	Rp 5.000,00
3	90 menit	Rp 5.000,00	60 menit	Rp 7.000,00
4	90 menit	Rp 5.000,00	75 menit	Rp 9.000,00
5	60 menit	Rp 4.000,00	75 menit	Rp 9.000,00
6	90 menit	Rp 5.000,00	45 menit	Rp 5.000,00
7	60 menit	Rp 4.000,00	45 menit	Rp 5.000,00
8	120 menit	Rp 6.000,00	60 menit	Rp 7.000,00
9	120 menit	Rp 6.000,00	75 menit	Rp 9.000,00

### 3.2. Pengumpulan Data

Adapun data-data yang dibutuhkan adalah sebagai berikut:

1. Variabel-variabel yang berkaitan dengan karakteristik individu yang mempengaruhi penilaian individu terhadap moda (contoh: penghasilan, jumlah kepemilikan kendaraan, dan usia).
2. Variabel-variabel yang berkaitan dengan perjalanannya, yang mempengaruhi penilaian individu terhadap moda (contoh: maksud perjalanan, jumlah perpindahan moda, dan asal-tujuan perjalanan).
3. Variabel-variabel yang berkaitan dengan moda, yang menggambarkan setiap moda kepada individu (contoh: total waktu perjalanan, waktu dalam kendaraan, waktu berjalan kaki, waktu menunggu, dan biaya perjalanan); dan
4. Moda pilihan individu dari sejumlah *choice set*.

Tiga kategori variabel yang pertama dipilih untuk menggambarkan faktor-faktor yang mempengaruhi setiap pilihan pembuat keputusan.

Data-data yang dibutuhkan di atas diperoleh dengan melakukan survei terhadap sejumlah sampel. Teknik survei yang dilakukan adalah kombinasi dari *workplace survey* dan *household travel survey*. *Workplace survey* dilakukan dengan menghubungi responden di tempatnya bekerja, dan mengumpulkan informasi tentang karakteristik penghuni rumah dan perjalanan mereka. Sedangkan *household travel survey* dilakukan di tempat tinggal responden. Responden akan diwawancarai langsung oleh *surveyor* dengan pertanyaan yang sudah tersusun dalam lembaran kuesioner. Sebelum menjawab kuesioner, *surveyor* terlebih dahulu menjelaskan latar belakang dan tujuan wawancara. Setiap menanyakan isi kuesioner, *surveyor* harus menjelaskan maksud dari pertanyaan tersebut secara terperinci. Sehingga diharapkan responden mengerti cara menjawabnya, dan meminimumkan *error*. *Workplace survey* dilakukan dari hari Minggu sampai Sabtu dari pukul 09.00 - 17.00. Dilakukan pada semua hari karena responden yang merupakan karyawan toko rata-rata bekerja setiap hari, dari jam 09.00 sampai 17.00. Sedangkan *household travel survey* dilakukan pada akhir minggu. Survei dilakukan terhadap responden yang bertempat tinggal dalam radius 2,4 Km dari Stasiun Cimahi, kecuali di bagian selatan yang dibatasi oleh Jalan Tol Pasteur. Pada wilayah tersebut terdapat Gerbang Tol Baros, sehingga diasumsikan populasi di sekitarnya akan menggunakan akses tol menuju ke Kota Bandung.

### 3.3. Pengolahan Data

Dari 100 lembar kuesioner yang disebar pada survei tanggal 14 Mei 2016 sampai 20 Mei 2016, diperoleh sebanyak 80 jawaban responden. Semua jawaban dinyatakan memenuhi syarat karena melengkapi semua kuesioner. Setelah melakukan uji konsistensi pada pilihan responden, maka terdapat 76 jawaban yang dinyatakan *valid* dan layak untuk diolah dan dianalisis. *Descriptive statistic* dari karakteristik responden yang telah terkumpul dapat dilihat pada **Tabel 8**.

**Tabel 8** *Descriptive Statistic* Karakteristik Responden

<i>Descriptive Statistic</i>	<i>USIA</i>	<i>MOBI L</i>	<i>MOTO R</i>	<i>PENGHASILAN</i>
<i>Mean</i>	30,5	0,2	1,0	2.286.224
<i>Standard Error</i>	1,29	0,04	0,08	215.697,04
<i>Median</i>	27	0	1	2.000.000
<i>Mode</i>	28	0	1	3.000.000
<i>Standard Deviation</i>	11,20	0,38	0,66	1.880.403,24
<i>Sample Variance</i>	125,5	0,14	0,44	3.535.916.335.964,9
<i>Kurtosis</i>	-0,31	1,21	-0,66	10,42
<i>Skewness</i>	0,97	1,78	-0,01	2,77
<i>Range</i>	42	1	2	11.550.000
<i>Minimum</i>	16	0	0	450.000
<i>Maximum</i>	58	1	2	12.000.000
<i>Sum</i>	2319	13	77	173.753.000
<i>Count</i>	76	76	76	76
<i>Confidence Level (95,0%)</i>	2,56	0,09	0,15	429.690,54

Dari *descriptive statistic* karakteristik usia responden di atas dapat dilihat bahwa dengan usia rata-rata 30,5 tahun, dianggap responden cukup dewasa untuk bisa menentukan pilihan moda yang akan dipakai. Dengan *range* usia 42 tahun, di mana usia termuda 16

tahun dan usia tertua 58 dianggap sampel mewakili semua usia. Dari karakteristik pemilihan sepeda motor, rata-rata responden memiliki akses terhadap satu buah motor. Dari karakteristik penghasilan terdapat range yang sangat besar dimana penghasilan terendah Rp 450.000,- dan penghasilan tertinggi Rp 12.000.000,- sedangkan rata-rata penghasilan hanya berkisar pada Rp 2.286.224,-.

### 3.3.1. Pemilihan Moda Berdasarkan Usia

Berdasarkan data yang telah diperoleh usia para responden berkisar antara 16 tahun sampai 58 tahun. Agar dapat disajikan dalam bentuk yang kompak, maka data tersebut disusun dalam bentuk kelas interval. Jumlah kelas interval yang biasanya diambil adalah antara 10 sampai 25. Jika terlalu banyak frekuensi kelas menjadi rendah dan banyak perhitungan yang harus dilakukan. Sebaliknya, dengan hanya sedikit jumlah kelas interval karakter dari distribusi data akan kabur (tidak jelas, tersembunyi) dan kehilangan informasi (Kennedy, 1976: 8-9).

**Tabel 9** Distribusi Responden Berdasarkan Usia

No.	Usia	Kelompok	
		Laki-laki	Perempuan
1	16 - 20	8	4
2	21 - 25	10	11
3	26 - 30	10	11
4	31 - 35	0	2
5	36 - 40	1	3
6	41 - 45	0	3
7	46 - 50	4	4
8	51 - 55	2	2
9	56 - 60	1	0
Jumlah		36	40

Dari tabel tersebut dapat diketahui bahwa frekuensi terbesar dari masing-masing kelompok responden terletak pada kelas interval yang sama. Pada kelompok laki-laki dan perempuan frekuensi terbesar jatuh ke dalam kelas interval (21-25) dan (26-30), yaitu usia yang relatif muda. Hal ini berarti kemungkinan besar kaum muda lebih banyak yang tidak memiliki akses ke kendaraan pribadi sehingga untuk bepergian lebih banyak menggunakan angkot. Sedangkan pemilihan moda berdasarkan usia dapat dilihat pada **Tabel 10**.

**Tabel 10** Pemilihan Moda Berdasarkan Usia

Usia	Moda Pilihan	Kondisi								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
16 - 20	Angkot	1				1				
	KA Kom. Cepat	2	1	3	6	2	1	3	1	4
		0	1	9	6	0	1	9	1	6
21 - 25	Angkot	2				2				1
	KA Kom. Cepat	1	1	6	9	1	1	6	1	2
		0	2	1	1		2	1	2	
26 - 30	Angkot	0	0	5	2	0	0	5	0	9
	KA Kom. Cepat	2			1	2				
		1	0	7	0	1	0	3	0	8
31 - 35	Angkot	0	2	1	1		2	1	2	1
	KA Kom. Cepat	0	1	4	1	0	1	8	1	3
		2	0	0	0	2	0	0	0	0

Usia	Moda Pilihan	Kondisi								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
36 - 40	KA Kom. Cepat	0	2	2	2	0	2	2	2	2
	Angkot	4	2	2	3	4	2	2	2	2
41 - 45	KA Kom. Cepat	0	0	2	1	0	2	2	2	2
	Angkot	3	0	0	0	3	0	0	0	0
46 - 50	KA Kom. Cepat	0	3	3	3	0	3	3	3	3
	Angkot	8	0	2	2	8	0	0	0	2
51 - 55	KA Kom. Cepat	0	4	4	2	0	4	4	4	4
	Angkot	4	0	0	2	4	0	0	0	0
56 - 60	KA Kom. Cepat	0	1	1	1	0	1	1	1	1
	Angkot	1	0	0	0	1	0	0	0	0
Jumlah		8	8	8	8	8	8	8	8	8
		0	0	0	0	0	0	0	0	0

### 3.3.2. Pemilihan Moda Berdasarkan Tingkat Penghasilan

Penghasilan responden per bulan dikelompokkan menjadi empat golongan. Distribusi responden berdasarkan tingkat penghasilan dapat dilihat di **Tabel 11**.

**Tabel 11** Distribusi Responden Berdasarkan Tingkat Penghasilan

Golongan Penghasilan	Penghasilan (per bulan)	Kelompok	
		Laki-laki	Perempuan
I	≤ Rp 1.000.000,-	8	14
II	Rp 1.000.001 - Rp 2.000.000	13	7
III	Rp 2.000.001 - Rp 3.000.000	8	14
IV	> Rp 3.000.000,-	7	5
Jumlah		36	40

Dari **Tabel 11** dapat dilihat pada kelompok laki-laki, paling banyak berpenghasilan di golongan II (Rp 1.000.001 – Rp 2.000.000). Sedangkan kelompok perempuan terbagi merata antara tingkat penghasilan paling kecil (≤ Rp 1.000.000,-) dan golongan penghasilan II (Rp 2.000.001 – Rp 3.000.000). Hubungan antara tingkat penghasilan dan pemilihan moda transportasi dapat diketahui pada **Tabel 12** dan **Tabel 13**.

**Tabel 12** Pemilihan Moda Berdasarkan Tingkat Penghasilan Kel. Laki-laki

Golongan Penghasilan	Moda Pilihan	Kondisi								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
I	Angkot	8	0	2	4	8	0	2	0	4
	KA Kom. Cepat	0	8	6	4	0	8	6	8	4
II	Angkot	1	3	2	2	5	3	2	2	7
	KA Kom. Cepat	0	1	1	1	8	0	1	1	6
III	Angkot	8	0	3	4	8	0	2	0	3
	KA Kom. Cepat	0	8	5	4	0	8	6	8	5

Golongan Penghasilan	Moda Pilihan	Kondisi								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
IV	Angkot	7	0	1	3	7	0	0	0	1
	KA Kom.									
	Cepat	0	7	6	4	0	7	7	7	6

**Tabel 13** Pemilihan Moda Berdasarkan Tingkat Penghasilan Kel. Perempuan

Golongan Penghasilan	Moda Pilihan	Kondisi								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
I	Angkot	1				1				
	KA Kom.	4	0	6	8	4	0	6	0	6
	Cepat	0	4	8	6	0	4	8	4	8
II	Angkot	7	1	3	4	7	1	1	1	4
	KA Kom.									
	Cepat	0	6	4	3	0	6	6	6	3
III	Angkot	1				1				
	KA Kom.	4	0	1	1	4	0	0	0	1
	Cepat	0	4	3	3	0	4	4	4	3
IV	Angkot	5	1	2	3	5	1	1	1	2
	KA Kom.									
	Cepat	0	4	3	2	0	4	4	4	3

### 3.3.3. Pemilihan Moda Berdasarkan Pemilikan Kendaraan

Pemilikan kendaraan merupakan salah satu faktor penentu pemilihan moda transportasi. Pemilikan kendaraan di sini didefinisikan memiliki akses terhadap kendaraan pribadi. Artinya walaupun tidak memiliki kendaraan dan SIM tapi mempunyai akses untuk memakainya dianggap memiliki kendaraan. Contohnya anak sekolah yang diantar oleh orang tuanya. Secara usia dan hukum dia belum layak untuk memiliki SIM, tapi mempunyai akses terhadap kendaraan pribadi. Distribusi pemilikan kendaraan dapat dilihat pada **Tabel 14**. Dari tabel tersebut dapat dilihat bahwa hanya sebagian kecil responden yang captive terhadap angkot karena tidak memiliki akses terhadap kendaraan pribadi. Artinya konsumen sesungguhnya lebih suka menggunakan angkot daripada kendaraan pribadi walaupun mempunyai akses terhadap kendaraan tersebut.

**Tabel 14** Distribusi Responden Berdasarkan Pemilikan Kendaraan

No.	Pemilikan Kendaraan	Kelompok	
		Laki-laki	Perempuan
1	Punya	29	35
2	Tidak	7	5
Jumlah		36	40

**Tabel 15** Pemilihan Moda Berdasarkan Pemilikan Kendaraan

Kelompok	Pemilikan Kendaraan	Moda Pilihan	Kondisi								
			1	2	3	4	5	6	7	8	9
Laki-laki (36 responden)	Punya	Angkot	2			1	2				1
		KA Kom.	9	2	4	2	9	2	2	2	1
		Cepat		2	2	1		2	2	2	1
	Tidak Punya	Angkot	0	7	5	7	0	7	7	7	8

		KA Kom. Cepat	0	7	3	3	0	7	3	7	3
Perempuan (40 responden)	Punya		3		1	1	3				1
		Angkot	5	2	2	6	5	2	8	2	3
		KA Kom. Cepat	0	3	3	9	0	3	7	3	2
	Tidak Punya	Angkot	5	0	0	0	5	0	0	0	0
		KA Kom. Cepat	0								
			0	5	5	5	0	5	5	5	5

### 3.4. Pendekatan Model

Untuk studi ini, atribut yang dimasukkan ke dalam model adalah waktu perjalanan dan biaya perjalanan; moda perjalanan yang lebih cepat lebih dipilih daripada moda yang lebih lambat dan moda yang lebih murah lebih dipilih daripada moda yang lebih mahal. Penghasilan individu juga dimasukkan ke dalam model dengan perkiraan, individu dengan penghasilan tinggi lebih memilih moda yang lebih cepat walaupun lebih mahal. Namun untuk mengetahui faktor-faktor lain yang berpengaruh terhadap pemilihan moda, maka karakteristik individu yang lain seperti kepemilikan kendaraan, jenis kelamin, dan usia juga dimasukkan.

Waktu perjalanan ( $T_{Time}$ ) dan biaya perjalanan ( $T_{Cost}$ ) diidentifikasi mempunyai pengaruh yang sama di dalam model. Artinya kenaikan satu unit waktu perjalanan atau biaya perjalanan mempunyai pengaruh yang sama pada utilitas moda untuk kedua moda.

Dengan dua moda ini (KA Komuter Cepat=KAC dan Angkot=Ang), maka persamaan (14) dan persamaan (15) dapat ditulis sebagai berikut:

$$P_{Ang} = \frac{e^{U_{Ang}}}{e^{U_{Ang}} + e^{U_{KAC}}} = \frac{e^{(U_{Ang} - U_{KAC})}}{1 + e^{(U_{Ang} - U_{KAC})}} \quad (44)$$

$$P_{KAC} = 1 - P_{Ang} = \frac{1}{1 + e^{(U_{Ang} - U_{KAC})}} \quad (45)$$

Dimana:

- $P_{Ang}$  : probabilitas individu yang memilih angkot
- $P_{KAC}$  : probabilitas individu yang memilih KA komuter cepat
- $U_{Ang}$  : utilitas moda angkot
- $U_{KAC}$  : utilitas moda KA komuter cepat

Probabilitas individu yang memilih angkot ( $P_{Ang}$ ) adalah fungsi perbedaan utilitas antara kedua moda. Dengan menganggap bahwa fungsi utilitas linier, maka perbedaan utilitas dapat diekspresikan dalam bentuk perbedaan dua atribut yang relevan di antara kedua moda, dirumuskan sebagai berikut:

$$U_{Ang-KAC} = \beta_0 + \beta_1(TTime_{Ang} - TTime_{KAC}) + \beta_2(TCost_{Ang} - TCost_{KAC}) \quad (46)$$

Dimana:

- $U_{Ang-KAC}$  : perbedaan utilitas
- $\beta_0$  : konstanta
- $\beta_1$  : parameter untuk atribut waktu perjalanan
- $\beta_2$  : parameter untuk atribut biaya perjalanan
- $T_{TimeAng}$  : atribut waktu perjalanan untuk moda angkot
- $T_{TimeKAC}$  : atribut waktu perjalanan untuk moda KA komuter cepat
- $T_{CostAng}$  : atribut biaya perjalanan untuk moda angkot
- $T_{CostKAC}$  : atribut biaya perjalanan untuk moda KA komuter cepat

Nilai atribut waktu perjalanan dan biaya perjalanan setiap moda diketahui melalui hasil survei. Sementara nilai parameter-parameternya tidak diketahui. Untuk mendapatkan nilai parameter-parameter setiap moda dilakukan proses estimasi, dengan menggunakan fitur estimasi di dalam program NLOGIT.

### 3.5. Formulasi Model

Agar kalibrasi model mudah dilakukan, data yang telah diperoleh dari responden secara individu dikelompokkan. Hasil dari pengelompokan ini berupa data yang bersifat agregat. Faktor-faktor yang dicoba diintegrasikan adalah faktor jenis kelamin, usia dan tingkat pendapatan.

Maka model yang dapat dikembangkan adalah:

1. Kelompok responden laki-laki
2. Kelompok responden perempuan
3. Kelompok usia < 26 tahun
4. Kelompok usia  $\geq$  26 tahun
5. Kelompok < Rp 2.000.000,-
6. Kelompok  $\geq$  Rp 2.000.000,-
7. Kelompok gabungan

Formulasi model yang dihasilkan adalah merupakan fungsi utilitas yang berbentuk linier dimana variabelnya adalah merupakan atribut-atribut pelayanan yang berkaitan dengan angkot dan kereta api komuter cepat yang sebelumnya dipertimbangkan sebagai variabel yang sangat signifikan berpengaruh terhadap pemilihan kedua moda tersebut.

Berdasarkan hasil estimasi yang diperoleh dari perangkat lunak NLOGIT diperoleh:

1. Model kelompok laki-laki:

$$U_{(Ang-KAC)} = 4,4517 - 0,0476 * (Ttime_{Ang} - Ttime_{KAC}) - 1,55.10^{-4} * (Tcost_{Ang} - Tcost_{KAC}) \quad (47)$$

2. Model kelompok perempuan:

$$U_{(Ang-KAC)} = 4,4257 - 0,0483 * (Ttime_{Ang} - Ttime_{KAC}) - 1,43.10^{-4} * (Tcost_{Ang} - Tcost_{KAC}) \quad (48)$$

3. Model kelompok usia < 26 tahun:

$$U_{(Ang-KAC)} = 4,3635 - 0,0422 * (Ttime_{Ang} - Ttime_{KAC}) - 2,04.10^{-4} * (Tcost_{Ang} - Tcost_{KAC}) \quad (49)$$

4. Model kelompok usia  $\geq$  26 tahun:

$$U_{(Ang-KAC)} = 4,5721 - 0,0549 * (Ttime_{Ang} - Ttime_{KAC}) - 9,01.10^{-5} * (Tcost_{Ang} - Tcost_{KAC}) \quad (50)$$

5. Model kelompok < Rp 2.000.000,-:

$$U_{(Ang-KAC)} = 4,9384 - 0,0538 * (Ttime_{Ang} - Ttime_{KAC}) - 1,62.10^{-4} * (Tcost_{Ang} - Tcost_{KAC}) \quad (51)$$

6. Model kelompok  $\geq$  Rp 2.000.000,-:

$$U_{(Ang-KAC)} = 4,0419 - 0,0468 * (Ttime_{Ang} - Ttime_{KAC}) - 9,83.10^{-5} * (Tcost_{Ang} - Tcost_{KAC}) \quad (52)$$

7. Model gabungan:

$$U_{(Ang-KAC)} = 4,4379 - 0,0480 * (Ttime_{Ang} - Ttime_{KAC}) - 1,49.10^{-4} * (Tcost_{Ang} - Tcost_{KAC}) \quad (53)$$

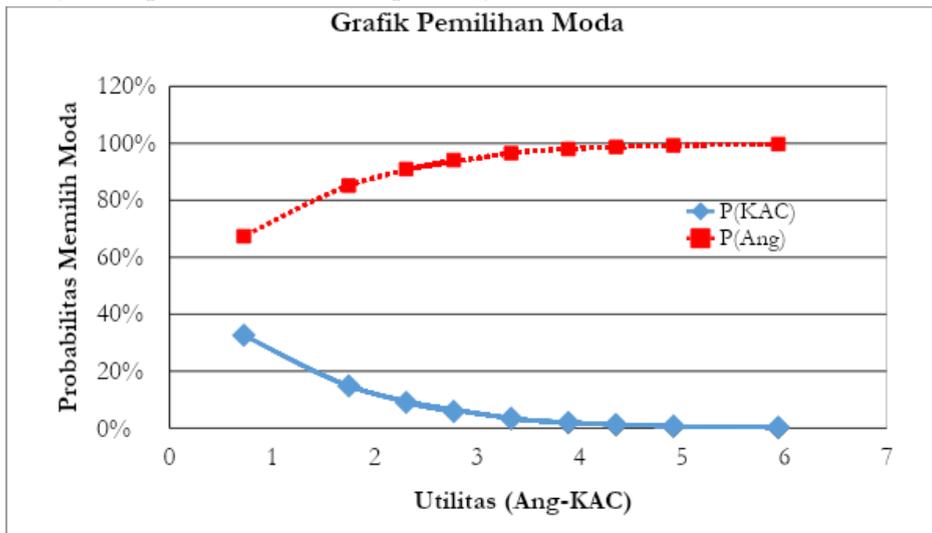
Model yang didapatkan secara garis besar dapat diterjemahkan dengan memperhatikan tanda dan besar kecilnya nilai koefisien dan nilai konstanta pada masing-masing model. Interpretasi nilai konstanta pada model menunjukkan pengaruh dari karakteristik pilihan ataupun individu yang tidak dipertimbangkan dalam fungsi utilitasnya, sehingga dengan demikian semakin kecil nilai konstanta maka model tersebut semakin baik. Sedangkan interpretasi dari nilai koefisien menggambarkan pengaruh kontribusi yang dihasilkan pada masing-masing atribut. Tanda negatif pada masing-masing nilai koefisien menggambarkan sesuatu yang tidak disukai (*disutility*), dan sebaliknya tanda positif

menandakan sesuatu yang disukai individu. Memperhatikan tanda pada koefisien masing-masing model, dimana model tersebut adalah model selisih antara utilitas angkot dan kereta api komuter cepat, seluruh koefisiennya bertanda negatif.

### 3.6. Grafik Pemilihan Moda

Grafik pemilihan moda merupakan hubungan antara probabilitas pemilihan moda dengan selisih nilai utilitas Ang-KAC, semakin tinggi selisih utilitas Ang-KAC maka semakin besar peluang seseorang memilih angkot. Sebaliknya semakin kecil selisih Ang-KAC maka semakin besar peluang memilih kereta api komuter cepat.

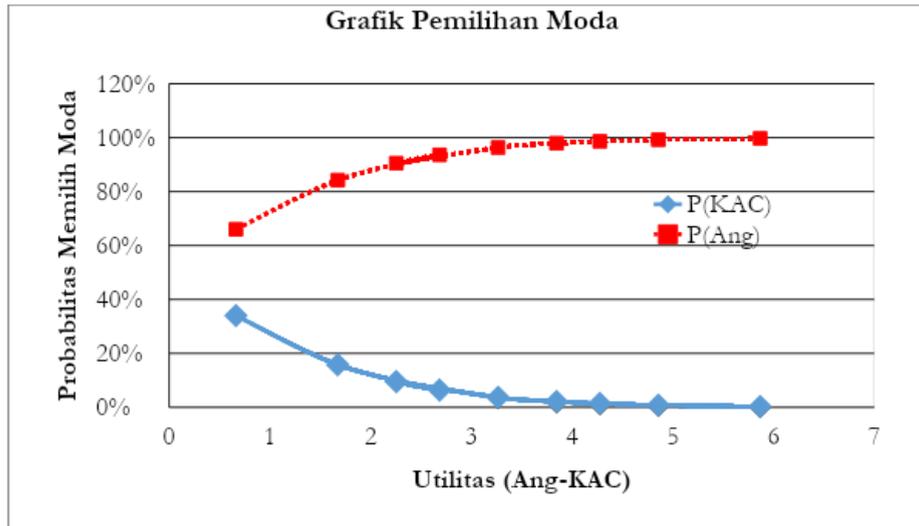
Peluang akan seimbang (probabilitas = 0,5) ketika utilitas antara angkot sama dengan utilitas kereta api komuter cepat. Grafik masing-masing model yang dikembangkan ditunjukkan pada **Gambar 3** sampai dengan **Gambar 9**.



**Gambar 3** Grafik Pemilihan Moda Pada Model Kelompok Laki-Laki

**Tabel 16** Utilitas dan Probabilitas Model Kelompok Laki-Laki

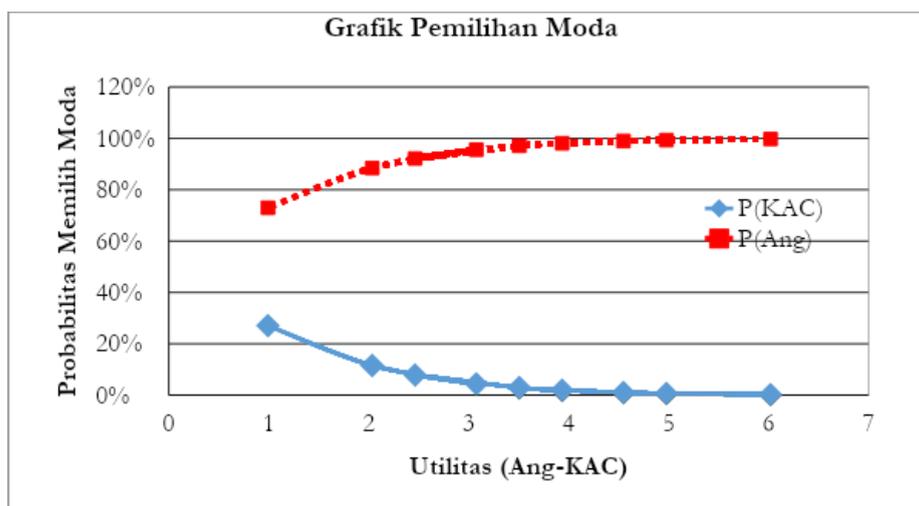
Choice Set	$Ttime_{Ang} - Ttime_{KAC}$ (menit)	$Tcost_{Ang} - Tcost_{KAC}$ (Rp)	$U_{(Ang-KAC)}$	$P_{(Ang)}$	$P_{(KAC)}$
1	-15	-5000	5,94	1,00	0,00
2	0	-3000	4,92	0,99	0,01
3	15	-4000	4,36	0,99	0,01
4	15	-1000	3,89	0,98	0,02
5	30	-2000	3,33	0,97	0,03
6	45	0	2,31	0,91	0,09
7	45	-3000	2,77	0,94	0,06
8	60	-1000	1,75	0,85	0,15
9	75	1000	0,72	0,67	0,33



Gambar 4 Grafik Pemilihan Moda Pada Model Kelompok Perempuan

Tabel 17 Utilitas dan Probabilitas Model Kelompok Perempuan

Choice Set	$Ttime_{Ang} - Ttime_{KAC}$ (menit)	$Tcost_{Ang} - Tcost_{KAC}$ (Rp)	$U_{(Ang-KAC)}$	$P_{(Ang)}$	$P_{(KAC)}$
1	-15	-5000	5,87	1,00	0,00
2	0	-3000	4,86	0,99	0,01
3	15	-4000	4,28	0,99	0,01
4	15	-1000	3,85	0,98	0,02
5	30	-2000	3,26	0,96	0,04
6	45	0	2,25	0,91	0,09
7	45	-3000	2,68	0,94	0,06
8	60	-1000	1,67	0,84	0,16
9	75	1000	0,66	0,66	0,34

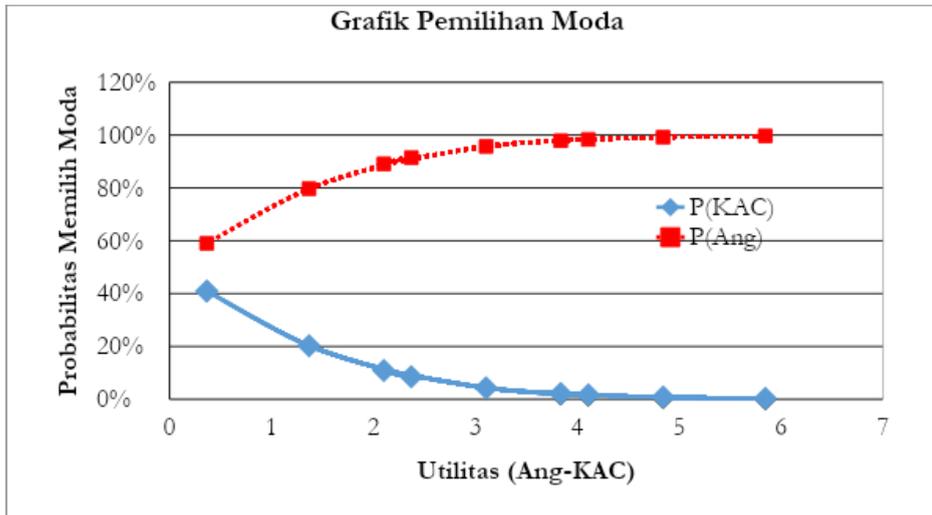


Gambar 5 Grafik Pemilihan Moda Pada Model Kelompok < 26 tahun

Tabel 18 Utilitas dan Probabilitas Model Kelompok < 26 tahun

Choice Set	$Ttime_{Ang} - Ttime_{KAC}$ (menit)	$Tcost_{Ang} - Tcost_{KAC}$ (Rp)	$U_{(Ang-KAC)}$	$P_{(Ang)}$	$P_{(KAC)}$
1	-15	-5000	6,02	1,00	0,00
2	0	-3000	4,98	0,99	0,01

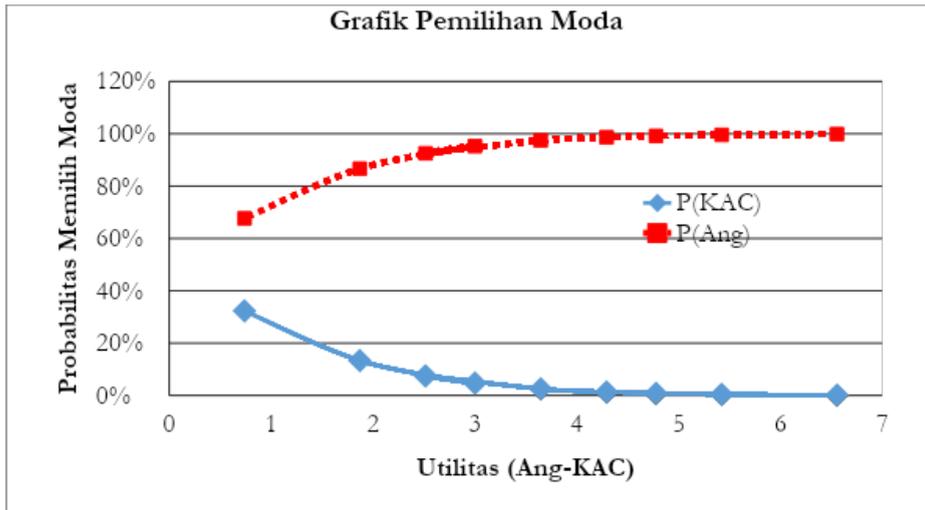
3	15	-4000	4,55	0,99	0,01
4	15	-1000	3,93	0,98	0,02
5	30	-2000	3,51	0,97	0,03
6	45	0	2,46	0,92	0,08
7	45	-3000	3,08	0,96	0,04
8	60	-1000	2,03	0,88	0,12
9	75	1000	0,99	0,73	0,27



**Gambar 6** Grafik Pemilihan Moda Pada Model Kelompok  $\geq 26$  tahun

**Tabel 19** Utilitas dan Probabilitas Model Kelompok  $\geq 26$  tahun

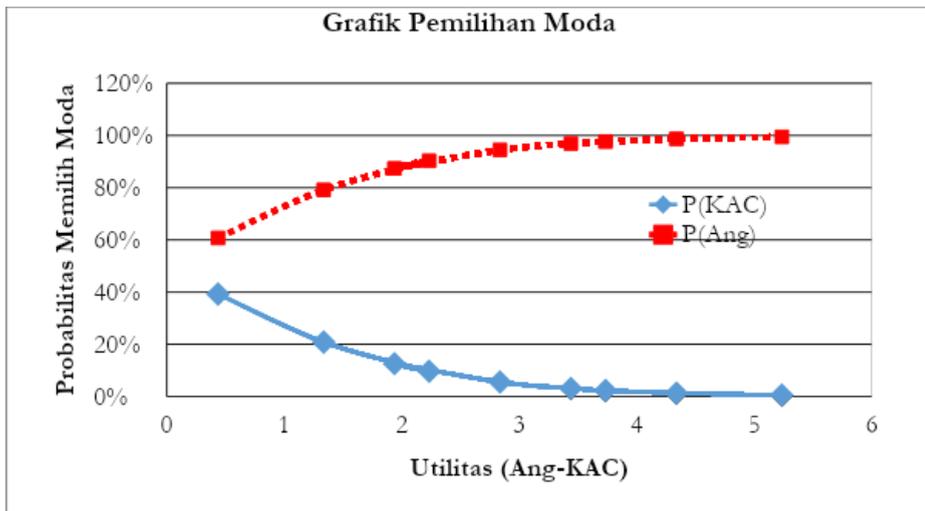
<i>Choice Set</i>	<i>Ttime<sub>Ang</sub>-Ttime<sub>KAC</sub></i> (menit)	<i>Tcost<sub>Ang</sub>-Tcost<sub>KAC</sub></i> (Rp)	$U_{(Ang-KAC)}$	$P_{(Ang)}$	$P_{(KAC)}$
1	-15	-5000	5,85	1,00	0,00
2	0	-3000	4,84	0,99	0,01
3	15	-4000	4,11	0,98	0,02
4	15	-1000	3,84	0,98	0,02
5	30	-2000	3,11	0,96	0,04
6	45	0	2,10	0,89	0,11
7	45	-3000	2,37	0,91	0,09
8	60	-1000	1,37	0,80	0,20
9	75	1000	0,36	0,59	0,41



Gambar 7 Grafik Pemilihan Moda Pada Model Kelompok < Rp 2.000.000,-

Tabel 20 Utilitas dan Probabilitas Model Kelompok < Rp 2.000.000,-

Choice Set	$T_{time_{Ang}} - T_{time_{KAC}}$ (menit)	$T_{cost_{Ang}} - T_{cost_{KAC}}$ (Rp)	$U_{(Ang-KAC)}$	$P_{(Ang)}$	$P_{(KAC)}$
1	-15	-5000	6,55	1,00	0,00
2	0	-3000	5,42	1,00	0,00
3	15	-4000	4,78	0,99	0,01
4	15	-1000	4,29	0,99	0,01
5	30	-2000	3,65	0,97	0,03
6	45	0	2,52	0,93	0,07
7	45	-3000	3,00	0,95	0,05
8	60	-1000	1,87	0,87	0,13
9	75	1000	0,74	0,68	0,32

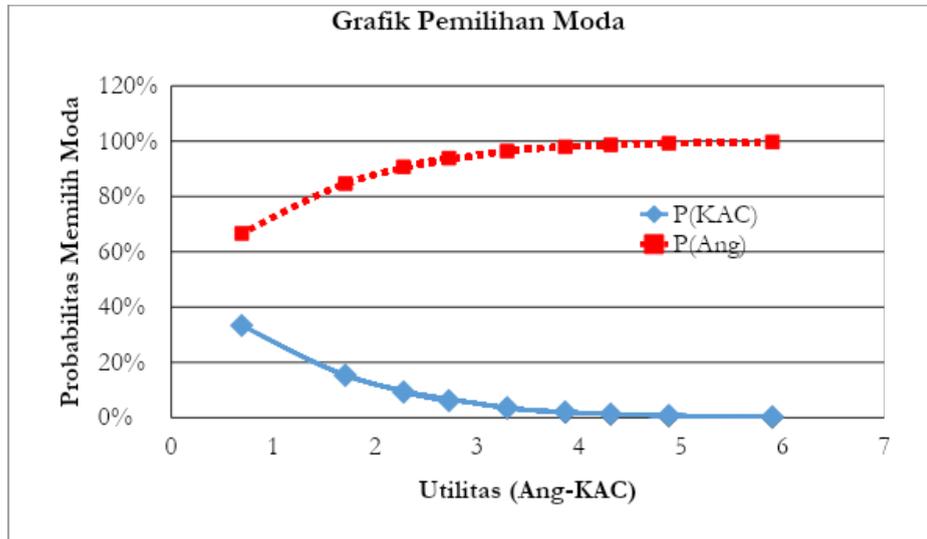


Gambar 8 Grafik Pemilihan Moda Pada Model Kelompok  $\geq$  Rp 2.000.000,-

Tabel 21 Utilitas dan Probabilitas Model Kelompok  $\geq$  Rp 2.000.000,-

Choice Set	$T_{time_{Ang}} - T_{time_{KAC}}$ (menit)	$T_{cost_{Ang}} - T_{cost_{KAC}}$ (Rp)	$U_{(Ang-KAC)}$	$P_{(Ang)}$	$P_{(KAC)}$
1	-15	-5000	5,23	0,99	0,01
2	0	-3000	4,34	0,99	0,01

3	15	-4000	3,73	0,98	0,02
4	15	-1000	3,44	0,97	0,03
5	30	-2000	2,84	0,94	0,06
6	45	0	1,94	0,87	0,13
7	45	-3000	2,23	0,90	0,10
8	60	-1000	1,33	0,79	0,21
9	75	1000	0,44	0,61	0,39



**Gambar 9** Grafik Pemilihan Moda Pada Model Kelompok Gabungan

**Tabel 22** Utilitas dan Probabilitas Model Kelompok Gabungan

Choice Set	$T_{time_{Ang}} - T_{time_{KAC}}$ (menit)	$T_{cost_{Ang}} - T_{cost_{KAC}}$ (Rp)	$U_{(Ang-KAC)}$	$P_{(Ang)}$	$P_{(KAC)}$
1	-15	-5000	5,90	1,00	0,00
2	0	-3000	4,88	0,99	0,01
3	15	-4000	4,31	0,99	0,01
4	15	-1000	3,87	0,98	0,02
5	30	-2000	3,30	0,96	0,04
6	45	0	2,28	0,91	0,09
7	45	-3000	2,73	0,94	0,06
8	60	-1000	1,71	0,85	0,15
9	75	1000	0,69	0,67	0,33

#### 4. ANALISIS DATA

Sensitivitas model dimaksudkan untuk memahami perubahan nilai probabilitas pemilihan kereta api seandainya dilakukan perubahan nilai atribut pelayanannya secara gradual. Untuk menggambarkan sensitivitas skenario berikut dilakukan terhadap masing-masing model, yaitu:

1. Waktu perjalanan ( $T_{time}$ ) dipercepat;
2. Biaya perjalanan ( $T_{cost}$ ) dinaikkan.

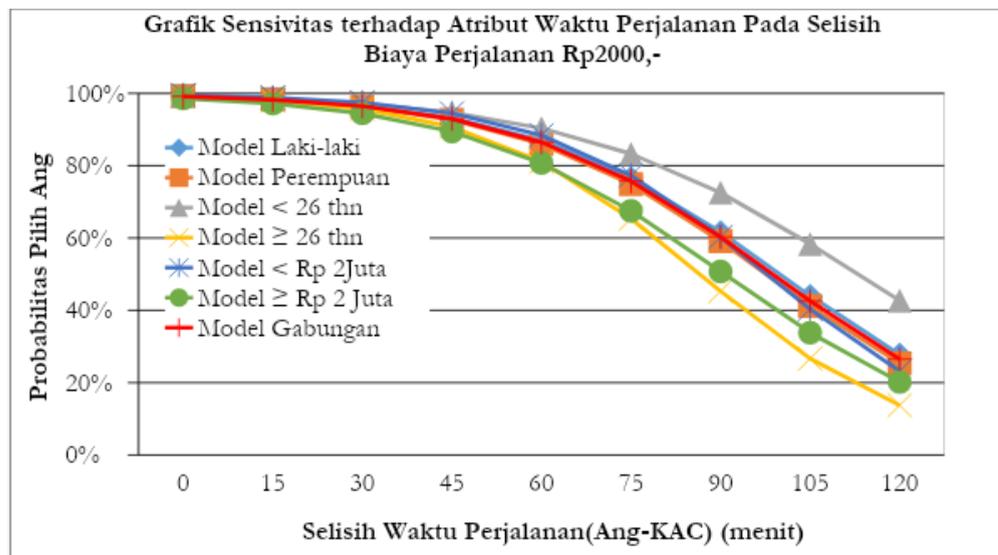
Analisis sensitivitas terhadap atribut dari salah satu skenario di atas dilakukan dengan menganggap bahwa dengan skenario ini tidak mempengaruhi atribut lainnya, atau pengaruh balik (*feedback effect*) tidak diperhitungkan.

**Tabel 23** Nilai Rata-rata Atribut Moda

Choice Set	$T_{time_{Ang}} - T_{time_{KAC}}$ (menit)	$T_{cost_{Ang}} - T_{cost_{KAC}}$ (Rp)
1	0	-3000
2	75	1000
3	30	-2000
4	15	-4000
5	-15	-5000
6	45	0
7	15	-1000
8	60	-1000
9	45	-3000
<b>Rata-rata</b>	30	-2000

#### 4.1. Sensitivitas Terhadap Perubahan Atribut Waktu Perjalanan

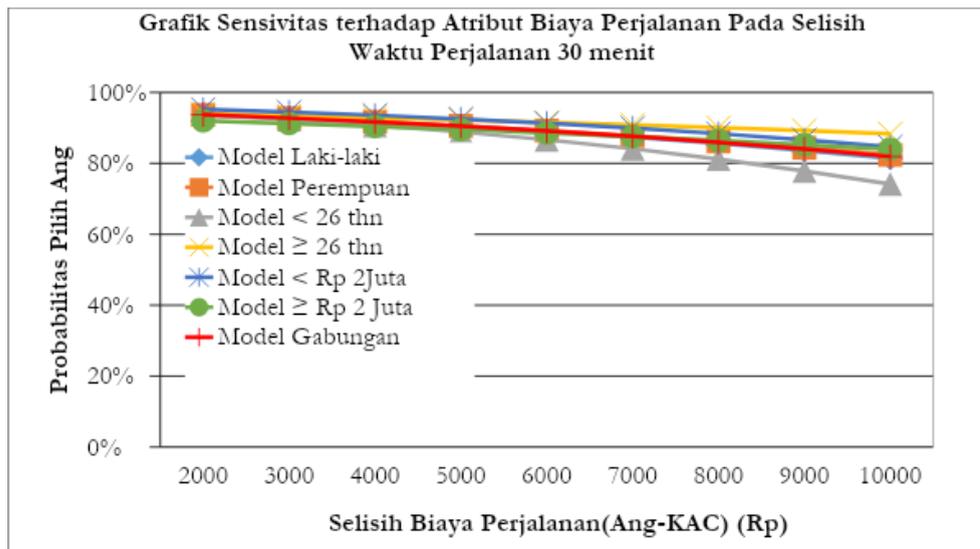
Dengan memperhatikan grafik sensitivitas terhadap perubahan atribut waktu perjalanan ( $T_{time}$ ) pada **Gambar 10** dapat ditarik kesimpulan bahwa pada selisih biaya perjalanan Ang-KAC = Rp 2000,- seluruh model menyatakan semakin besar selisih waktu perjalanan Ang-KAC semakin memperkecil probabilitas yang memilih angkot.



**Gambar 10** Grafik Sensitivitas Terhadap Perubahan Atribut Waktu Perjalanan

#### 4.2. Sensitivitas Terhadap Perubahan Atribut Biaya Perjalanan

Dengan memperhatikan grafik sensitivitas terhadap perubahan atribut biaya perjalanan ( $T_{cost}$ ) pada **Gambar 11** dapat ditarik kesimpulan bahwa jika selisih waktunya hanya 30 menit, probabilitas lebih memilih angkot walaupun selisih biayanya sampai Rp 10.000,-.



**Gambar 11** Grafik Sensitivitas Terhadap Perubahan Atribut Biaya Perjalanan

## 5. KESIMPULAN

Berdasarkan yang telah dijelaskan sebelumnya, maka dapat disimpulkan beberapa hal berikut:

1. Atribut yang menjadi pertimbangan individu dalam memilih antara moda angkot dan kereta cepat di antaranya waktu perjalanan dan biaya perjalanan.
2. Hasil pemodelan yang diperoleh secara umum, dapat disimpulkan:
  - a) Pada tingkat kepercayaan 95%, atribut waktu perjalanan merupakan faktor yang signifikan mempengaruhi pemilihan moda pada semua model.
  - b) Pada tingkat kepercayaan 95%, atribut biaya perjalanan tidak signifikan mempengaruhi pemilihan moda pada model kelompok usia di atas 26 tahun.
3. Memperhatikan sensitivitas terhadap perubahan atribut waktu perjalanan dan biaya perjalanan, dapat disimpulkan:
  - a) Sensitivitas terhadap perubahan waktu perjalanan  
Seluruh model menyatakan semakin besar selisih waktu perjalanan antara angkot dan kereta cepat, semakin memperkecil probabilitas yang memilih angkot.
  - b) Sensitivitas terhadap perubahan biaya perjalanan  
Seluruh model menyatakan perubahan biaya perjalanan tidak sensitif terhadap probabilitas pemilihan moda.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Ben-Akiva, Moshe and Steven, R.L., *Discrete Choice Analysis: Theory and Application to Predict Travel Demand*, The MIT Press, Cambridge, 1985.
2. Blalock, M.H., *Methodology in Social Research*, McGraw-Hill, Inc., US, 1968.
3. Cochran, W.G. and Cox, G.M., *Experimental Designs*, Wiley, New York, 1957.
4. Domencich, T.A. and McFadden, D., *Urban Travel Demand: A Behavioural Analysis, North-Holland*, Amsterdam, 1975.
5. Greene, W.H., *NLOGIT Version 4.0: Reference Guide, Econometric Software, Inc.*, New York, 2007.
6. Hensher, D.A., Rose, J.M., and Greene, W.H., *Applied choice Analysis, A Primer*, Cambridge University Press, Cambridge, 2007.
7. Kanafani, A., *Transportation Demand Analysis*, McGraw-Hill, Inc., 1983.
8. Koppelman, Frank, S. et al., *A Self Instructing Course in Mode Choice Modelling: Multinomial and Nested Logit Models*, U.S. Department of Transportation, 2006.
9. Kroes, E.P., Sheldon, R.J., *Stated Preference Method: An Introduction*, Journal Transport Economic and Policy, (XXII(1)), pp.11-25, 2006.

10. Lancaster, K., *Modern Consumer Theory*, Cambridge University Press, Cambridge, 1971.
11. Louviere, J.J., *Conjoint Analysis Modelling of Stated Preference. A Review of Theory, Method, Recent Developments and External Validity*, Journal Transport Economic and Policy, (XXII(1)), pp.93-119, 1971.
12. McFadden, D., *Quantitative methods for analysing travel behaviour of individuals: some recent developments*. In: Hensher, D.A. & Stopher, P.R.: (eds): Behavioural travel modelling, London, pp.279-318, 1973.
13. Mendelhall, W., *Introduction to Probability and Statistics*, Duxbury Press, Belmont, California, 1971.