

Model Pemilihan Moda Angkutan Penumpang Pesawat Terbang dan Kapal Cepat dengan Data SP (*Stated Preference*) (Studi Kasus: Rute Palembang - Batam)

Ade Sjafruddin¹⁾
Harun Al Rasyid Sorah Lubis²⁾
Bambang Setiawan³⁾

Abstrak

Penelitian ini dimaksudkan untuk membangun model pemilihan moda angkutan penumpang antara pesawat terbang dan kapal cepat rute Palembang – Batam melalui pengetahuan atas preferensi pengguna jasa terhadap atribut perjalanan moda yang kemudian dimodelkan untuk memperoleh nilai utilitas dan probabilitas pemilihan masing-masing moda. Perumusan perilaku individu dalam memilih moda angkutan ke dalam model pemilihan moda dilakukan dengan memanfaatkan data SP (*Stated Preference*).

Penelitian ini menggunakan 5 (lima) atribut perjalanan yang dianggap berpengaruh besar dalam perilaku pemilihan moda, yaitu biaya perjalanan, total waktu perjalanan, aksesibilitas menuju Bandara/Pelabuhan, frekuensi keberangkatan, dan tingkat pelayanan/fasilitas di dalam moda. Dari hasil analisis diperoleh persamaan selisih utilitas pesawat terbang dan kapal cepat sebagai berikut:

$$U_{PT} - U_{KC} = -6,727088 - 0,000010 X_1 - 1,502469 X_2 + 2,363855 X_3$$

yang mana :

U_{PT} = utilitas pesawat terbang

U_{KC} = utilitas kapal cepat

X_1 = Selisih biaya perjalanan pesawat terbang dan kapal cepat

X_2 = Selisih total waktu perjalanan pesawat terbang dan kapal cepat

X_3 = Selisih tingkat pelayanan pesawat terbang dan kapal cepat

Dan, probabilitas memilih masing-masing moda adalah :

$$P_{KC} = \frac{1}{1 + \exp(U_{PT} - U_{KC})}$$

$$P_{PT} = 1 - P_{KC}$$

yang mana :

P_{PT} = Probabilitas pemilihan pesawat terbang

P_{KC} = Probabilitas pemilihan kapal cepat

Berdasarkan analisis sensitivitas, waktu perjalanan merupakan atribut yang paling sensitif mempengaruhi probabilitas pemilihan pesawat terbang dan kapal cepat.

Kata-kata kunci : Model pemilihan moda, *Stated Preference data*, atribut perjalanan.

Abstract

The objective of the research is to develop mode choice models of passenger transportation between aeroplane and high speed ferry on the Palembang – Batam route by means of travelers' preference of mode attributes to obtain the utility and choice probability of each mode. The mode choice model was developed based on individual mode choice behavior which was estimated by applying SP (*Stated Preference*) data.

-
- . 1. Staf Pengajar KK Rekayasa Transportasi, FTSL-ITB.
 - . 2. Staf Pengajar KK Rekayasa Transportasi, FTSL- ITB.
 - . 3. Alumni Program Studi Magister STJR ITB.

Catatan : Usulan makalah dikirimkan pada 16 Pebruari 2007 dan dinilai oleh peer reviewer pada tanggal 26 Pebruari 2007 - 18 April 2007. Revisi penulisan dilakukan antara tanggal 20 April 2007 hingga 27 April 2007.

This research considered five travel service attributes assumed to influence mode choice significantly, namely cost, journey time, accessibility, service frequency, and quality of services.

The resulting difference of utilities between aeroplane and high speed ferry is:

$$U_{PT} - U_{KC} = -6,727088 - 0,000010 X_1 - 1,502469 X_2 + 2,363855 X_3$$

where

U_{PT} = utility of aeroplane

U_{KC} = utilities of high speed ferry

X_1 = Cost difference of aeroplane and high speed ferry

X_2 = Journey time difference of aeroplane and high speed ferry

X_3 = Service quality difference of aeroplane and high speed ferry

And, the probability of mode choices are :

$$P_{KC} = \frac{1}{1 + \exp(U_{PT} - U_{KC})}$$

where:

P_{PT} = Probability of choosing aeroplane

P_{KC} = Probabilities of choosing high speed ferry

According to the sensitivity analysis, journey time is the most sensitive attribute which influences the probability of mode choice.

Keywords : *Mode choice models, Stated Preference data, travel attributes.*

1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi transportasi yang pesat saat ini semakin memberikan banyak pilihan moda transportasi seperti mobil, bus, kereta api, kapal laut dan pesawat terbang dengan tingkat kecepatan, keamanan dan kenyamanan yang semakin baik. Beragamnya moda transportasi yang tersedia pada suatu rute memberikan kesempatan kepada pelaku perjalanan untuk memilih jenis moda transportasi yang akan digunakan sesuai dengan karakteristik pelaku perjalanan, jenis perjalanan dan karakteristik moda tersebut.

Pemilihan moda merupakan salah satu model yang penting di dalam perencanaan transportasi baik bagi pemerintah selaku pembina dan penyedia sistem transportasi maupun bagi pengusaha jasa transportasi dalam mengambil keputusan untuk menanamkan investasi dalam panyediaan angkutan umum. Di samping itu pemilihan moda yang tepat juga dapat menjadi dasar pertimbangan bagi operator angkutan umum dalam merebut pasar dan meningkatkan daya saing (kompetisi) antar moda dengan meningkatkan utilitas atribut perjalanan.

Pemerintah Indonesia beserta dua negara ASEAN lainnya sepakat membentuk segitiga pertumbuhan SIJORI (Singapura, Johor dan Riau). Batam yang merupakan bagian dari provinsi Riau dikembangkan oleh pemerintah menjadi daerah industri, perdagangan

dan pariwisata menjadi daya tarik orang untuk datang ke Batam dengan berbagai macam keperluan seperti berbisnis, wisata atau mencari lapangan pekerjaan. Hal ini menjadi tarikan pergerakan penduduk Sumatera Selatan khususnya kota Palembang untuk melakukan perjalanan Palembang – Batam dan sebaliknya. Untuk memenuhi permintaan pergerakan tersebut tersedia dua jenis moda transportasi yang langsung menghubungkan kota tersebut tanpa berganti moda, yaitu: transportasi laut (kapal cepat) dan transportasi udara (pesawat terbang).

Pemilihan moda angkutan umum berupa kapal cepat dan pesawat terbang pada rute Palembang – Batam merupakan pilihan yang tepat mengingat moda ini menghantarkan pelaku perjalanan langsung dari kota asal ke kota tujuan tanpa harus berganti moda seperti angkutan bus yang membutuhkan moda kapal laut atau pesawat terbang agar sampai ke Batam disamping waktu tempuhnya yang relatif lebih cepat dibandingkan angkutan darat.

Transportasi darat dan laut saat ini menghadapi persaingan yang sangat ketat dengan pesawat terbang untuk beberapa kota besar di Indonesia. Sejak munculnya banyak maskapai penerbangan baru, persaingan antar perusahaan penerbangan semakin sengit menyebabkan tarif angkutan udara ditawarkan lebih murah dari sebelumnya untuk meraih pangsa pasar yang lebih besar. Selisih tarif pesawat terbang saat ini dengan tarif sebelumnya sangat signifikan,

sehingga menarik kalangan menengah ke bawah menjadi pengguna pesawat terbang yang selama ini tidak/jarang menggunakan pesawat terbang dalam melakukan pergerakan.

Sektor transportasi laut sempat kehilangan penumpang sejak keluarnya kebijakan pemerintah tentang tarif batas atas transportasi udara. Strategi meraih pasar yang lebih besar dengan menurunkan tarif serendah mungkin hingga mencapai batas minimum tarif dilakukan hampir semua perusahaan penerbangan menjadikan perang tarif semakin tajam. Dengan penurunan tarif angkutan udara yang sangat drastis menjadikan selisih tarif pesawat dengan moda transportasi lain, khususnya terhadap kapal laut menjadi sangat kecil. Demikian halnya yang terjadi dengan tarif kapal cepat rute Palembang – Batam yang terpaksa menyesuaikan besaran tarifnya berdasarkan perubahan tarif pesawat terbang agar dapat bersaing merebut pasar.

Pengembangan model dalam penelitian ini dilakukan dengan pendekatan model disagregat dan menggunakan data SP. SP adalah teknik pengumpulan data dengan menggunakan pendekatan ekspresi pernyataan responden terhadap variasi pertanyaan tentang atribut-atribut yang ingin diamati dengan beragam situasi hipotesa (*hypothetical situation*) yang disusun oleh peneliti. Alternatif situasi hipotesa yang dibangun kemudian disajikan kepada responden melalui kuesioner dan/atau wawancara. Selanjutnya responden akan menunjukkan tanggapannya terhadap situasi hipotesa yang dihadapi jika hipotesa tersebut menjadi kenyataan (responden menyatakan pilihannya terhadap pilihan yang ditawarkan).

Permasalahan yang diangkat pada tulisan ini adalah terjadinya persaingan antara moda pesawat terbang dengan moda kapal cepat dengan pangsa pasar pengguna pesawat terbang yang makin meningkat dan mendominasi angkutan kapal cepat, hal ini disebabkan beberapa faktor yang mempengaruhi pemilihan moda tersebut. Untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi pemilihan moda dan berapa besar pengaruhnya akan dikaji dengan data SP.

Model yang akan dikembangkan adalah model logit binomial selisih dan rasio yang dikalibrasi dengan metoda regresi linear. Dari kedua jenis model tersebut selanjutnya dipilih model yang terbaik yang akan digunakan dalam analisis elastisitas dan sensitivitas model terhadap atribut perjalanan yang dianggap signifikan mempengaruhi pemilihan moda.

Ruang lingkup penelitian mencakup hal-hal sebagai berikut:

1. Rute pergerakan yang diamati untuk masing-masing moda adalah satu arah perjalanan saja, yaitu rute Palembang – Batam.

2. Probabilitas pemilihan moda yang diamati dilakukan secara umum antara pelaku perjalanan pengguna moda pesawat terbang kelas ekonomi dan pelaku perjalanan pengguna moda kapal cepat kelas bisnis rute Palembang – Batam.
3. Model pemilihan moda yang digunakan adalah Model Logit Binomial.
4. Data preferensi yang digunakan dalam penelitian ini didapat dengan menggunakan teknik *Stated Preference* dengan skala *rating*.
5. Teori pemilihan moda yang digunakan adalah didasarkan pada pendekatan terhadap perilaku individu (*disaggregate*) berdasarkan teori pemilihan diskrit (*Discrete Choice Models*).
6. Estimasi parameter model menggunakan analisis *Multiple Linear Regression*.

2. Survei SP

2.1 Instrumen Penelitian SP

Dalam merancang kuisisioner yang akan digunakan dalam teknik *stated preference* perlu ditentukan terlebih dahulu variabel apa saja yang akan digunakan untuk membangun model pemilihan moda. Selain variabel sosio-ekonomi, untuk menjelaskan perilaku pemilihan moda terdapat juga beberapa atribut perjalanan yang mempengaruhi. Untuk penelitian ini dipilih 5 (lima) atribut perjalanan yang dianggap berpengaruh besar dalam perilaku pemilihan moda, yaitu:

1. Biaya perjalanan (*cost*)
2. Waktu tempuh perjalanan (*journey time*)
3. Aksesibilitas menuju Bandara/Pelabuhan (*accessibility*)
4. Frekuensi keberangkatan (*frequency*)
5. Tingkat Pelayanan/Fasilitas di dalam moda (*quality of services*)

Desain atribut-atribut yang terpilih berjumlah 5 buah, masing-masing atribut terdiri dari 2 level. Dengan demikian bila dikombinasikan semua atribut beserta levelnya akan diperoleh $2^5 = 32$ alternatif kombinasi. Kombinasi pilihan sebanyak ini tentu saja akan menyulitkan responden dalam menentukan pilihannya dalam memilih moda. Oleh karena itu dilakukan pembuatan sepertiga replikasi sebagian dari desain faktorial 2^5 melalui proses pembauran (*confounding*). Dengan mengikuti desain yang disarankan oleh Cochran dan Cox (1957), desain kuisisioner yang diterapkan adalah yang menggunakan suatu *plan* yang terdiri dari 8 set pertanyaan.

Perbedaan level atribut antara pesawat terbang dengan kapal cepat bervariasi pada dua level yaitu tinggi dan rendah. Perbedaan nilai level atribut kedua moda diperlihatkan pada **Tabel 1**.

Dalam kuesioner ini responden menyatakan pilihannya menggunakan teknik rating dengan 5 skala semantik, yaitu : 1). Pasti memilih pesawat terbang, 2). Mungkin memilih pesawat terbang, 3). Pilihan berimbang, 4). Mungkin memilih kapal cepat dan 5). Pasti memilih kapal cepat.

Data yang dianalisis diperoleh dari sampel penelitian terhadap 96 responden pengguna moda pesawat terbang dan kapal cepat. Dari 206 kuisisioner yang telah disebarkan kepada responden diperoleh 96 responden yang memenuhi syarat dan sisanya sebanyak 110 responden dinyatakan tidak memenuhi syarat. Dari sebanyak 96 responden yang memenuhi syarat, hanya terdapat sebanyak 57 responden yang pernah menggunakan kedua moda dimaksud. Sedangkan sisanya sebanyak 39 responden hanya pernah menggunakan salah satu moda saja (pesawat terbang saja atau kapal cepat saja). Dalam penelitian ini akan digunakan jawaban dari responden yang pernah menggunakan kedua moda dan gabungan antara pengguna 2 moda dan pengguna salah satu moda.

2.2 Karakteristik pengguna moda

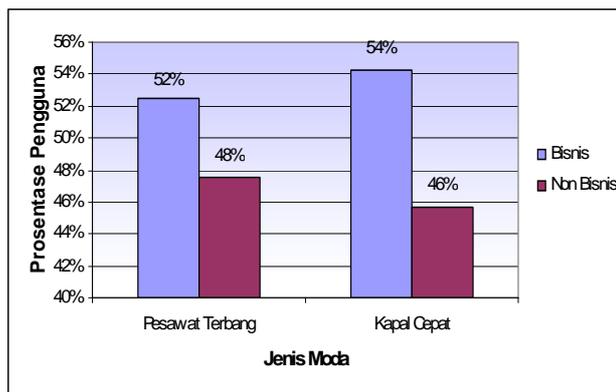
2.2.1 Tujuan perjalanan

Berdasarkan tujuan perjalanan yang dilakukan terlihat bahwa karakteristik pengguna pesawat terbang lebih banyak melakukan perjalanan dengan tujuan perjalanan bisnis dengan prosentase sebesar 52% dan selebihnya sebesar 48% untuk perjalanan non bisnis. Demikian juga dengan pengguna kapal cepat tujuan perjalanan terbanyak adalah untuk perjalanan bisnis dengan prosentase sebesar 54%, sedangkan perjalanan non bisnis hanya sebesar 46%. Pada **Gambar 1** berikut dapat dilihat distribusi tujuan perjalanan masing-masing moda.

2.2.2 Tingkat penghasilan

Distribusi tingkat penghasilan pengguna pesawat terbang secara umum dapat dikatakan lebih merata dibandingkan pengguna kapal cepat. Pada pengguna pesawat terbang tingkat penghasilan yang memiliki prosentase terbesar adalah tingkat penghasilan Rp. 2 juta s/d Rp. 4 juta dengan prosentase sebesar 31%, diikuti tingkat penghasilan < Rp. 1 juta dengan prosentase sebesar 30%, tingkat penghasilan Rp. 1 juta s/d Rp. 2 juta memiliki prosentase sebesar 21%, serta tingkat penghasilan > Rp. 4 juta dengan prosentase 18%.

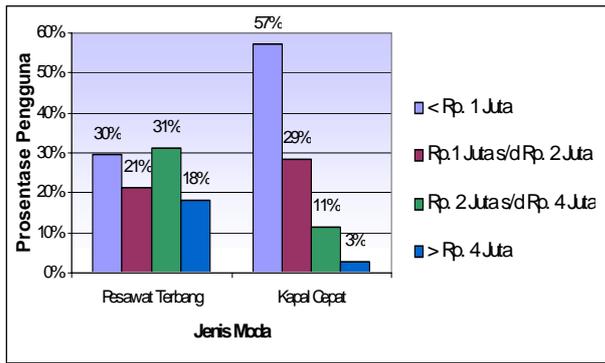
Sedangkan pengguna kapal cepat dengan tingkat penghasilan < Rp. 1 juta merupakan pengguna jasa terbesar dengan prosentase sebesar 57%. Pengguna kapal cepat yang memiliki tingkat penghasilan Rp. 1 juta s/d Rp. 2 juta memiliki prosentase sebesar 29%, tingkat penghasilan Rp. 2 juta s/d Rp. 4 juta memiliki prosentase sebesar 11%, dan hanya 3% pengguna kapal cepat yang memiliki penghasilan > Rp. 4 juta. Distribusi tingkat penghasilan pengguna jasa dapat dilihat pada **Gambar 2**.



Gambar 1. Grafik distribusi tujuan perjalanan pengguna pesawat terbang dan kapal cepat rute Palembang – Batam

Tabel 1. Perbedaan level atribut kedua moda

No	Atribut Perjalanan	Pesawat Terbang Vs Kapal Cepat			
		Pesawat Terbang		Kapal Cepat	
		(-)	(+)	(-)	(+)
1.	Biaya Perjalanan (<i>Cost</i>)	Rp. 565.000	Rp. 353.000	---	Rp. 230.000
2.	Waktu Tempuh Perjalanan (<i>Journey Time</i>)	2,5 Jam	5 Jam	11 Jam	9 Jam
3.	Aksesibilitas menuju bandara/pelabuhan (<i>Accessibility</i>)	60 Menit	30 Menit	45 Menit	20 Menit
4.	Frekuensi keberangkatan (<i>Frequency</i>)	1 x setiap hari	2 x setiap hari	1 x setiap 2 hari	1 x setiap hari
5.	Tingkat Pelayanan (<i>Quality of Services</i>)	Tetap	Naik 20%	Tetap	Naik 30%



Gambar 2. Grafik distribusi tingkat penghasilan pengguna pesawat terbang dan kapal cepat rute Palembang – Batam

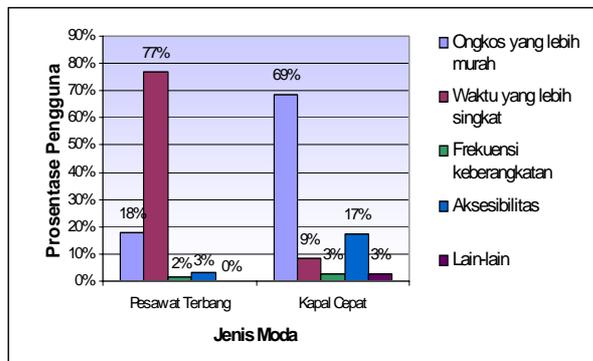
2.2.3 Alasan utama pemilihan moda

Alasan utama pengguna pesawat terbang dalam menggunakan moda ini adalah karena waktu tempuh perjalanan yang lebih singkat, hal ini terlihat dari prosentase sebesar 77%, diikuti dengan alasan ongkos yang relatif murah dengan prosentase sebesar 18% dan alasan kemudahan akses menuju bandara sebesar 3%.

Sedangkan alasan utama pengguna kapal cepat dalam memilih moda ini adalah karena ongkos yang lebih murah dengan prosentase sebesar 69%. Alasan terbanyak kedua adalah kemudahan akses menuju pelabuhan dengan prosentase 17%. Alasan utama pengguna jasa dalam memilih moda tertentu dapat dilihat pada Gambar 3 di bawah.

2.2.4 Alasan pendukung pemilihan moda

Alasan pendukung yang paling berpengaruh terhadap pengguna pesawat terbang dalam memilih moda ini adalah alasan ketepatan waktu berangkat/tiba dengan prosentase sebesar yaitu 49% dan alasan pendukung terbesar kedua adalah kualitas pelayanan (keamanan dan kenyamanan) dengan prosentase sebesar yaitu 43%.



Gambar 3. Grafik distribusi alasan utama pemilihan moda pengguna pesawat terbang dan kapal cepat rute Palembang – Batam

Sedangkan bagi pengguna kapal cepat alasan pendukung yang paling berpengaruh adalah kualitas pelayanan (keamanan dan kenyamanan) dengan prosentase sebesar 46% dan diikuti alasan kemudahan mendapatkan tiket sebesar 31%. Alasan pendukung pengguna jasa dalam memilih moda dapat dilihat pada Gambar 4 di bawah.

3. Perumusan Model

3.1 Model logit binomial selisih

Pada penelitian ini perilaku pemilihan moda angkutan penumpang yang akan diamati adalah antara moda pesawat terbang dan kapal cepat. Dengan dua alternatif moda maka dapat ditulis suatu persamaan yang didasarkan pada model logit (Ben Akiva dan Lerman, 1985, Ortuzar dan Willumsen, 2001) sebagai berikut :

$$P_{PT} = \frac{\exp^{U_{PT}}}{\exp^{U_{PT}} + \exp^{U_{KC}}} = \frac{\exp^{(U_{PT}-U_{KC})}}{1 + \exp^{(U_{PT}-U_{KC})}} \quad (1)$$

dan

$$P_{KC} = 1 - P_{PT}$$

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

dengan:

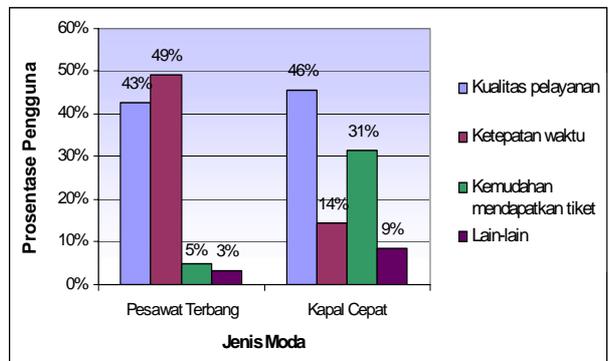
P_{PT} = Probabilitas pemilihan pesawat terbang

P_{KC} = Probabilitas pemilihan kapal cepat

U_{PT} = Utilitas moda pesawat terbang

U_{KC} = Utilitas moda kapal cepat

Dari Persamaan (1) dan (2) di atas dapat diperoleh hubungan $\ln[P_{PT}/P_{KC}] = U_{PT}-U_{KC}$ dan dapat dituliskan dalam bentuk linear, $\ln[P_{PT}/P_{KC}]$ sebagai peubah tidak bebas dan $DX = X_{in} - X_{jn}$ sebagai peubah bebas.



Gambar 4. Grafik distribusi alasan pendukung pemilihan moda pengguna pesawat terbang dan kapal cepat rute Palembang – Batam

Dengan menuliskan $Y_i = \text{Ln} \left[\frac{P_{PT}}{1 - P_{PT}} \right]$ dan $X_i = DX$,

persamaan tidak linear dapat ditulis menjadi persamaan linear sebagai berikut :

$$Y_i = A + B X_i \quad (3)$$

yang mana A sebagai intersepnya dan B sebagai koefisien regresi.

Probabilitas bahwa individu memilih pesawat terbang (P_{PT}) adalah fungsi perbedaan utilitas antara kedua moda. Dengan menganggap bahwa fungsi utilitas linier, maka perbedaan utilitas dapat dinyatakan dalam bentuk perbedaan dalam sejumlah n atribut yang relevan diantara kedua moda, dirumuskan sebagai berikut:

$$U_{PT} - U_{KC} = a_0 + a_1(X_{1PT} - X_{1KC}) + a_2(X_{2PT} - X_{2KC}) + \dots + a_n(X_{nPT} - X_{nKC}) \quad (4)$$

Analisis pengolahan data diperlukan guna mendapatkan hubungan kuantitatif antara atribut dan respon yang dinyatakan dalam skala semantik dengan rumusan model seperti pada **Persamaan (4)**, dimana $U_{PT} - U_{KC}$ menyatakan respon individu terhadap pernyataan pilihan, a_0 adalah konstanta yang menampung semua kesalahan dan atribut-atribut yang tidak diperhitungkan dan a_1, a_2 dan a_n adalah koefisien masing-masing atribut (X_1, X_2 , hingga X_n) yang sama-sama terdapat pada kedua moda yang ditentukan melalui metoda *least squares* dengan *multiple linear regression*.

Nilai utilitas sebagai respon individu dapat juga dinyatakan dalam bentuk probabilitas memilih moda tertentu, seperti diberikan pada persamaan berikut:

$$\text{Ln} \left[\frac{P_{PT}}{1 - P_{PT}} \right] = a_0 + a_1(X_{1PT} - X_{1KC}) + a_2(X_{2PT} - X_{2KC}) + \dots + a_n(X_{nPT} - X_{nKC}) \quad (5)$$

Sehingga dari **Persamaan (4)** dan **(5)** dapat dirumuskan bentuk persamaan transformasi sebagai berikut:

$$\text{Ln} \left[\frac{P_{PT}}{1 - P_{PT}} \right] = U_{PT} - U_{KC} \quad (6)$$

Persamaan (6) disebut sebagai transformasi linear model logit biner atau dikenal sebagai transformasi Berkson-Theil (Permain dan Kroes, 1990).

3.1 Model logit binomial rasio

Berdasarkan Model Logit Binomial, dengan dua alternatif moda dapat dituliskan persamaan sebagai berikut :

$$P_{KC} = \frac{1}{1 + \alpha \left(\frac{U_{KC}}{U_{PT}} \right)^\beta} \quad (7)$$

dan

$$P_{PT} = 1 - P_{KC} = \frac{\alpha \left(\frac{U_{KC}}{U_{PT}} \right)^\beta}{1 + \alpha \left(\frac{U_{KC}}{U_{PT}} \right)^\beta} \quad (8)$$

- P_{PT} = Probabilitas pemilihan pesawat terbang
- P_{KC} = Probabilitas pemilihan kapal cepat
- U_{PT} = Utilitas moda pesawat terbang
- U_{KC} = Utilitas moda kapal cepat
- a = Intersep persamaan
- b = Koefisien

Probabilitas bahwa individu memilih kapal cepat (P_{KC}) adalah fungsi perbandingan utilitas antara kedua moda, yaitu perbandingan antara utilitas kapal cepat terhadap utilitas pesawat terbang. Dengan menyederhanakan **Persamaan (7)**, maka persamaan tersebut dapat ditulis menjadi **Persamaan (9)** berikut:

$$\frac{1 - P_{KC}}{P_{KC}} = \alpha \left(\frac{U_{KC}}{U_{PT}} \right)^\beta$$

$$\log \left(\frac{1 - P_{KC}}{P_{KC}} \right) = \log \alpha + \beta \log \left(\frac{U_{KC}}{U_{PT}} \right) \quad (9)$$

Dari persamaan di atas diperoleh $\log[(1 - P_{KC}) / P_{KC}]$ sebagai peubah tidak bebas dan $\log(U_{KC} / P_{PT})$ sebagai peubah bebas dan $\log a$ sebagai intersepnya.

Dengan asumsi $Y_i = \log \left(\frac{1 - P_{KC}}{P_{KC}} \right)$ dan $X_i = \log \left(\frac{U_{KC}}{U_{PT}} \right)$

persamaan tidak linier **(9)** dapat ditulis kembali menjadi persamaan linier **(10)** sebagai berikut :

$$Y_i = A + B X_i$$

$$Y_i = \log \alpha + \beta_1 \log \left(\frac{X_{1KC}}{X_{1PT}} \right) + \beta_2 \log \left(\frac{X_{2KC}}{X_{2PT}} \right) + \dots + \beta_n \log \left(\frac{X_{nKC}}{X_{nPT}} \right) \quad (10)$$

Ukuran statistik digunakan untuk menentukan sifat penting yang menjadi dasar dalam memahami dan meramalkan perilaku, yaitu *significance test* yang memberikan ukuran tingkat keberartian dari faktor yang mempengaruhi atau tidak mempengaruhi dan *goodness of fit* yaitu ukuran kesesuaian model (R^2).

3.2 Elastisitas

Elastisitas dinyatakan sebagai besarnya prosentase perubahan dari variabel tidak bebas terhadap prosentase perubahan suatu variabel bebas. Elastisitas juga merupakan ukuran yang sering digunakan untuk menyatakan perubahan reaksi permintaan (*responsive of demand*) terhadap faktor-faktor yang mempengaruhi permintaan.

Elastisitas pemilihan moda yang diterapkan pada pendekatan model ini adalah berdasarkan perubahan nilai atribut perjalanan eksisting dan probabilitas pemilihan modanya berdasarkan selisih nilai atribut kedua moda (ΔX). Rumusan elastisitas langsung (*direct elasticity*) yaitu elastisitas pemilihan suatu moda terhadap perubahan nilai atribut ke- n dari moda tersebut adalah :

$$\frac{E_j}{X_{jni}} = \beta_{jni} X_{jni} (1 - P_{ji}) \quad (11)$$

Sedangkan elastisitas silang (*cross elasticity*) yaitu elastisitas pemilihan moda tertentu terhadap perubahan nilai atribut ke- n dari suatu moda alternatifnya dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\frac{E_j}{X_{kni}} = -\beta_{kni} X_{kni} P_{ki} \quad (12)$$

4. Hasil Kalibrasi Model

Dari hasil respon survey stated preference responden pengguna moda pesawat terbang dan kapal cepat, selanjutnya akan dikembangkan model logit binomial selisih dan rasio berdasarkan penggunaan moda tersebut. Berdasarkan penggunaan modanya diperoleh 4 (empat) jenis model logit binomial yaitu sebagai berikut:

- Model logit binomial selisih khusus pengguna 2 moda (2 moda).
- Model logit binomial selisih gabungan pengguna 2 moda dan pengguna salah satu moda (gabungan).
- Model logit binomial rasio khusus pengguna 2 moda (2 moda).
- Model logit binomial rasio gabungan pengguna 2 moda dan pengguna salah satu moda (gabungan).

Dari hasil kalibrasi ke-empat model diatas akan dipilih salah satu yang dianggap model yang terbaik, dimana model terpilih selanjutnya akan dianalisis lebih lanjut. Input data adalah nilai variabel bebas yang merupakan selisih dan perbandingan besaran atribut kedua moda dan variabel terikat yaitu respon pilihan berupa nilai

skala point rating, maka dengan bantuan perangkat lunak SPSS versi 12.0, dilakukan analisa regresi untuk mendapatkan koefisien dan parameter model serta nilai uji statistik.

Dari hasil analisis terhadap alternatif persamaan model diatas, maka berdasarkan interpretasi dan uji statistik yang dilakukan maka untuk model logit binomial selisih (2 moda) terpilih persamaan alternatif 18 dengan nilai R^2 tertinggi = 0,355, nilai konstanta yang tidak begitu banyak berbeda dengan alternatif lain dan memiliki peubah bebas terbanyak (3 atribut) dengan tanda koefisien sesuai dengan yang diharapkan. Untuk model logit binomial selisih (gabungan) terpilih persamaan alternatif 27 dengan nilai R^2 tertinggi = 0,273 dan nilai konstanta yang terkecil dibandingkan dengan alternatif lain dan memiliki peubah bebas terbanyak (4 atribut) dengan tanda koefisien sesuai dengan yang diharapkan.

Pada model logit binomial rasio (2 moda) persamaan alternatif yang terpilih adalah alternatif 18 dengan nilai R^2 tertinggi (0,355), sedangkan untuk model logit binomial rasio (gabungan) terpilih persamaan alternatif 18 dengan nilai R^2 tertinggi = 0,273. Selengkapannya hasil analisis model logit binomial selisih dan rasio terpilih dapat dilihat pada **Tabel 2**.

Setelah diperoleh persamaan model yang terpilih hasil kalibrasi diatas maka model logit binomial selisih dan rasio yang dihasilkan divalidasi dengan nilai atribut perjalanan moda yang ada saat ini. **Tabel 3** dan **Tabel 4** menggambarkan kemampuan model dalam menjelaskan probabilitas pemilihan moda.

Berdasarkan statistik penumpang pesawat terbang dan kapal cepat tahun 2001 hingga 2004 diketahui proporsi masing-masing moda. Pada model logit binomial selisih diperoleh deviasi antara hasil pemodelan model logit binomial selisih terhadap statistik penumpang berkisar antara 16% hingga 29%. Deviasi terkecil antara hasil pemodelan terhadap statistik penumpang diperoleh pada tahun 2004.

Sedangkan pada model logit binomial rasio diperoleh proporsi pemilihan moda pesawat terbang sebesar 97% dan kapal cepat sebesar 3% untuk tahun 2001 hingga 2004. Walaupun diperoleh nilai rasio utilitas yang beragam tetapi proporsi pemilihan moda tidak banyak berubah, hal ini dimungkinkan karena model logit binomial rasio lebih tepat digunakan untuk data yang sangat bervariasi. Deviasi hasil pemodelan model logit binomial rasio terhadap statistik penumpang yang ada berkisar antara 34% hingga 56%. Dari hasil analisis diatas terlihat bahwa model logit binomial selisih memberikan hasil pemodelan yang lebih baik dibandingkan model logit binomial rasio.

Persamaan model logit binomial hasil analisis penelitian ini yang akan dibahas lebih lanjut adalah model logit binomial selisih (2 moda) mengingat dari segi kriteria pemodelan dianggap yang paling baik diantara alternatif lain. Persamaan model logit binomial selisih (2 moda) dapat disusun sebagai berikut:

- Probabilitas pemilihan pesawat terbang adalah:

$$P_{PT} = \frac{\exp^{(U_{PT}-U_{KC})}}{1 + \exp^{(U_{PT}-U_{KC})}}$$

- Probabilitas pemilihan kapal cepat adalah:

$$P_{KC} = \frac{1}{1 + \exp^{(U_{PT}-U_{KC})}}$$

Dengan persamaan selisih utilitas pesawat terbang dengan kapal cepat adalah :

$$U_{PT} - U_{KC} = -6,727088 - 0,000010 X_1 - 1,502469 X_2 + 2,363855 X_5$$

yang mana

X₁ = Selisih biaya perjalanan pesawat terbang dan kapal cepat

X₂ = Selisih total waktu perjalanan pesawat terbang dan kapal cepat

X₅ = Selisih tingkat pelayanan pesawat terbang dan kapal cepat

Tabel 2. Nilai konstanta dan koefisien model logit binomial selisih dan model logit binomial rasio terpilih

Variabel Model	Parameter Model	Model Logit Binomial Selisih		Model Logit Binomial Rasio	
		2 Moda	Gabungan	2 Moda	Gabungan
		Alt-18	Alt-27	Alt-18	Alt-18
Konstanta	a	-6,727088	-6,253286	1,568899	1,502747
	t-stat	-4,718	-5,488	5,095	6,073
X1 (Cost)	a ₁	-0,000010	-0,000008	6,282297	5,260677
	t-stat	-14,131	-14,807	14,131	14,725
X2 (Journey Time)	a ₂	-1,502469	-1,376470	1,482959	1,358596
	t-stat	-6,671	-7,648	6,671	7,606
X3 (Accessibility)	a ₃	-	-0,108990	-	-
	t-stat	-	-3,087	-	-
X4 (Frequency)	a ₄	-	-	-	-
	t-stat	-	-	-	-
X5 (Services)	a ₅	2,363855	3,163479	-5,132807	-6,869089
	t-stat	2,099	3,515	-2,099	-3,496
R ²		0,355	0,282	0,355	0,273
F stat		82,863	74,906	82,865	95,634
F kritis		2,600	2,370	2,600	2,600

Tabel 3. Hasil validasi model logit binomial selisih (pengguna 2 moda)

Thn	Selisih Atribut Perjalanan			Selisih Utilitas	Probabilitas Pemilihan		Deviasi
	Biaya Perjalanan (Rp.)	Total Waktu Perjalanan (Jam)	Tingkat Pelayanan (%)		Pesawat Terbang	Kapal Cepat	
	2001	334.750	-7,5		-20	0,781	
2002	309.750	-7,5	-20	1,026	74%	26%	20%
2003	279.750	-7,5	-20	1,321	79%	21%	29%
2004	279.750	-7,5	-20	1,321	79%	21%	16%

Tabel 4. Hasil validasi model logit binomial rasio (pengguna 2 moda)

Thn	Rasio Atribut Perjalanan			Rasio Utilitas	Probabilitas Pemilihan		Deviasi
	Biaya Perjalanan Log(C _{KC} /C _{PT})	Total Waktu Perjalanan Log(T _{KC} /T _{PT})	Tingkat Pelayanan Log(S _{KC} /S _{PT})		Pesawat Terbang	Kapal Cepat	
	2001	-0,57	0,60		0,18	33,495	
2002	-0,49	0,60	0,18	33,993	97%	3%	44%
2003	-0,41	0,60	0,18	34,490	97%	3%	47%
2004	-0,41	0,60	0,18	34,490	97%	3%	34%

5. Nilai Elastisitas dan Sensitivitas Model

Untuk menentukan elastisitas sangat tergantung pada titik mana yang ditinjau (*point elasticity*). Dalam penelitian ini elastisitas yang digunakan adalah elastisitas titik karena setiap titik pada grafik fungsi probabilitas mempunyai elastisitas yang berbeda-beda tergantung nilai atribut yang dipilih.

Dengan menggunakan selisih utilitas atribut perjalanan eksisting, maka berdasarkan persamaan model yang diperoleh selanjutnya dapat dihitung nilai utilitas dan probabilitas pemilihan pesawat terbang dan kapal cepat. Untuk mengkaji elastisitas model, digunakan perubahan nilai atribut perjalanan eksisting dan bukan terhadap selisih nilai atribut kedua moda. Nilai elastisitas langsung maupun elastisitas silang dapat dilihat pada **Tabel 5** dan **Tabel 6**.

Sensitivitas model perlu dikaji untuk memahami perubahan nilai probabilitas pemilihan suatu moda jika dilakukan perubahan nilai atribut pelayanannya secara gradual. Untuk menggambarkan sensitivitas ini dilakukan beberapa perubahan atribut perjalanan berikut ini secara bertahap:

- Biaya perjalanan ditambah atau dikurangi.
- Total waktu perjalanan ditambah atau dikurangi.
- Tingkat pelayanan ditambah atau dikurangi.

Analisis sensitivitas dilakukan dengan melakukan perubahan salah satu atribut di atas, tapi tidak mengubah atribut lainnya. Hasil analisis sensitivitas dapat dilihat pada **Tabel 7** di bawah.

Tabel 5. Elastisitas langsung dan silang pemilihan moda pesawat terbang akibat perubahan atribut perjalanan pesawat terbang dan kapal cepat

Elastisitas Langsung			Elastisitas Silang		
Biaya Perjalanan	Waktu Perjalanan	Tingkat Pelayanan	Biaya Perjalanan	Waktu Perjalanan	Tingkat Pelayanan
-0,488	-0,527	0,133	2,986	3,229	-0,813

Tabel 6. Elastisitas langsung dan silang pemilihan moda kapal cepat akibat perubahan atribut perjalanan kapal cepat dan pesawat terbang

Elastisitas Langsung			Elastisitas Silang		
Biaya Perjalanan	Waktu Perjalanan	Tingkat Pelayanan	Biaya Perjalanan	Waktu Perjalanan	Tingkat Pelayanan
-1,942	-12,915	1,219	0,317	2,109	-0,199

Tabel 7. Hasil Analisis Sensitivitas terhadap perubahan masing-masing atribut perjalanan

Sensitivitas terhadap perubahan atribut:	Pengguna moda akan memilih pesawat terbang, jika selisih atribut pesawat terbang dan kapal cepat (PT - KC):
Biaya Perjalanan (Rp.)	< 230.000,-
Total Waktu Perjalanan (jam)	> 6,0
Tingkat Pelayanan (%)	< 30

6. Kesimpulan

Dari hasil analisis terhadap karakteristik umum pengguna jasa dan karakteristik pemilihan moda dalam penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut:

- Dari analisis karakteristik pengguna jasa dapat disimpulkan sebagai berikut:
 - Pengguna pesawat terbang lebih banyak melakukan perjalanan dengan tujuan perjalanan bisnis (bekerja, tugas, dinas atau berdagang) dengan prosentase sebesar 52% dan selebihnya sebesar 48% untuk perjalanan non bisnis (keperluan keluar, wisata, belajar dan lain-lain). Sedangkan pengguna kapal cepat tujuan perjalanan yang terbanyak adalah untuk perjalanan bisnis dengan prosentase sebesar 54%, sedangkan perjalanan non bisnis hanya sebesar 46%.
 - Tingkat penghasilan pengguna pesawat terbang yang terbanyak adalah tingkat penghasilan Rp. 2 juta s/d Rp. 4 juta dengan prosentase sebesar 31%. Sedangkan tingkat penghasilan pengguna kapal cepat terbesar adalah tingkat penghasilan < Rp. 1 juta dengan prosentase sebesar 57%.
 - Alasan utama pengguna pesawat terbang dalam memilih moda ini adalah karena waktu tempuh perjalanan yang lebih singkat dengan prosentase sebesar 77%, sedangkan alasan utama pengguna kapal cepat dalam memilih

moda ini adalah karena ongkos yang lebih murah dengan prosentase sebesar 69%.

- d. Alasan pendukung yang paling berpengaruh terhadap pengguna pesawat terbang dalam memilih moda ini adalah alasan ketepatan waktu berangkat/tiba dengan prosentase 49%, sedangkan bagi pengguna kapal cepat alasan pendukung yang paling berpengaruh adalah kualitas pelayanan (keamanan dan kenyamanan) dengan prosentase sebesar 46%.
2. Atribut perjalanan yang dipertimbangkan dalam penelitian ini adalah biaya perjalanan (*cost*), total waktu perjalanan (*journey time*), aksesibilitas menuju bandara/pelabuhan (*accessibility*), frekuensi keberangkatan (*frequency*) dan tingkat pelayanan (*quality of services*). Berdasarkan hasil analisis atribut perjalanan diperoleh bahwa aksesibilitas dan frekuensi tidak signifikan mempengaruhi pemilihan moda.
3. Berdasarkan estimasi parameter dengan *Multiple Linier Regression*, persamaan model logit binomial hasil analisis penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Probabilitas pemilihan pesawat terbang adalah:

$$P_{PT} = \frac{\exp^{(U_{PT} - U_{KC})}}{1 + \exp^{(U_{PT} - U_{KC})}}$$

- Probabilitas pemilihan kapal cepat adalah:

$$P_{KC} = \frac{1}{1 + \exp^{(U_{PT} - U_{KC})}}$$

Dengan persamaan selisih utilitas pesawat terbang dengan kapal cepat :

$$U_{PT} - U_{KC} = -6,727088 - 0,000010 X_1 - 1,502469 X_2 + 2,363855 X_5$$

Dimana

X_1 = Selisih biaya perjalanan pesawat terbang dan kapal cepat.

X_2 = Selisih total waktu perjalanan pesawat terbang dan kapal cepat.

X_5 = Selisih tingkat pelayanan pesawat terbang dan kapal cepat.

4. Dari hasil analisis elastisitas langsung dan elastisitas silang moda pesawat terbang, total waktu perjalanan merupakan atribut yang paling mempengaruhi probabilitas pemilihan moda tersebut dengan elastisitas sebesar -0,527 dan 3,229.

5. Pada moda kapal cepat, total waktu perjalanan merupakan atribut yang paling mempengaruhi probabilitas pemilihan moda tersebut baik pada elastisitas langsung maupun silang dengan elastisitas sebesar -12,915 dan 2,109.
6. Secara umum seluruh atribut yang dipertimbangkan dalam model lebih sensitif mempengaruhi pemilihan moda kapal cepat dibandingkan pemilihan pesawat terbang. Hal ini terlihat dari nilai elastisitas langsung pada semua atribut lebih besar dibandingkan nilai elastisitas moda pesawat terbang.

Daftar Pustaka

- Ben-Akiva, M.E., Lerman, S.R., 1985, "Discrete Choice Analysis: Theory and Application to Travel Demand", MIT Press, Combridge.
- Cochran, W.G., Cox, G.M., 1957, "Exprimental Design", John Wiley & Sons, New York.
- Kanafani, A., 1983, "Transportation Demand Analysis", Mc Graw-Hill Book Company.
- Ortuzar, J.D., Willumsen, L.G., 2001, "Modelling Transport", 3rd edition, John Wiley & Sons, UK.
- Permain, D., Kroes, E., 1990, "Stated Preference Techniques; A Guide to Practice", Steer Davies Gleave & Gleave Ltd, Hague Consultancy Group.
- Setiawan, B., 2005, "Kajian Model Pemilihan Moda Angkutan Penumpang antara Pesawat Terbang dan Kapal Cepat dengan Teknik Stated Preference (Studi Kasus: Rute Palembang - Batam)", Tesis Magister Teknik Sipil, ITB
- Setyono, J.K., 2002, "Sensitivitas Respon Individu dalam Memilih Moda Antara Angkutan Umum dan Kendaraan Pribadi untuk Maksud Kerja dengan Teknik Stated Preference", Tesis Magister Teknik Sipil, ITB.
- Tamin, O.Z., 2000, "Perencanaan dan Pemodelan Transportasi", ITB, Bandung.
- Wiyono, H.W., 1996, "Analisis Preferensi Pemilihan Moda Pesawat Terbang dan Kereta Api Rute Jakarta - Bandung dan Sebaliknya Menggunakan Model Logia", Tesis Magister Teknik Sipil, ITB.