

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Karakteristik Angkutan Umum Kereta Api

Definisi mengenai perkeretaapian disebutkan pada pasal 1 UU No.23/2007 dimana perkeretaapian adalah satu kesatuan sistem yang terdiri atas prasarana, sarana dan sumber daya manusia, serta norma, kriteria, persyaratan dan prosedur untuk penyelenggaraan transportasi kereta api. Maksud diselenggarakannya perkeretaapian adalah selain untuk memperlancar perpindahan orang dan/atau barang secara massal dengan selamat, aman, nyaman, cepat dan lancar, tepat, tertib dan teratur, efisien, juga menunjang pemerataan, pertumbuhan, stabilitas, pendorong dan penggerak pembangunan nasional. Azas yang digunakan dalam penyelenggaraan perkeretaapian tersebut adalah asas manfaat, asas keadilan, asas keseimbangan, asas kepentingan umum, dan asas berkelanjutan.

Berdasarkan dokumen “*Blueprint Perkeretaapian Indonesia, Ditjen KA, Dephub, 2007*” berikut disajikan beberapa keunggulan moda Kereta api disbanding moda lain. Pada dokumen tersebut disebutkan beberapa keunggulan komparatif kereta api dibandingkan moda lain, sebagai berikut:

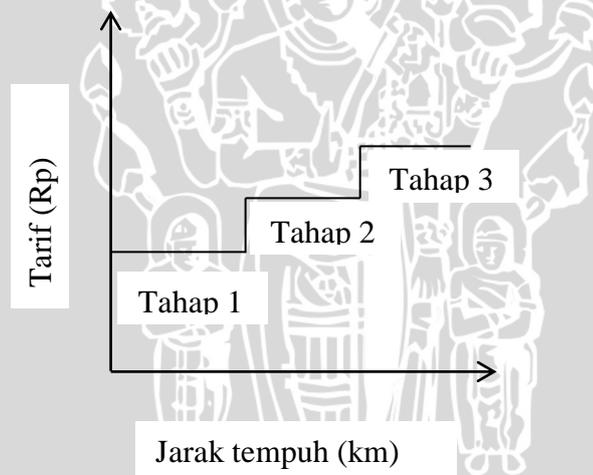
1. Mampu mengangkut dalam jumlah besar dan massal dalam satuan waktu.
2. Hemat energi dan ramah lingkungan.
3. Hemat penggunaan lahan.
4. Tingkat keselamatan tinggi.
5. Adaptif terhadap perkembangan teknologi.
6. Mampu menembus jantung kota.

Kemampuan mengangkut dalam jumlah besar disampaikan pada Tabel 2.1. Dapat dilihat bahwa moda kereta api memiliki kapasitas angkut terbesar yaitu, 1.500 penumpang, dimana moda yang menyamai jumlah ini hanya moda kapal laut. Aspek hemat energi juga dapat dilihat pada tabel 2.1 dimana kereta api memiliki nilai konsumsi bahan bakar per km per orang yang paling kecil yaitu sebesar 0,002 lt/km/org. Sehingga turut berpengaruh dalam gerakan ramah lingkungan, karena semakin sedikit penggunaan bahan bakar, semakin sedikit juga polusi yang dihasilkan oleh moda tersebut.

Tabel 2.1 Konsumsi Bahan Bakar Masing-Masing Moda Transportasi

Moda transportasi	Kapasitas angkut (orang)	Konsumsi bbm/km (liter/km)	Konsumsi bbm/km/orang (lt/km/org)
Kereta api	1500	3	0,002
Bus	40	0,5	0,0125
Pesawat terbang	500	40	0,05
Kapal laut	1500	10	0,006
Sepeda motor	2	0,08	0,04

Tarif kereta api biasanya menggunakan sistem *distance-based fare* atau tarif berdasarkan jarak. Kereta api menggunakan tarif bertahap yaitu berdasarkan pada jarak yang ditempuh oleh penumpang yang dibagi per satuan tahapan. Tahapan merupakan suatu penggalan dari rute yang jaraknya antara satu atau lebih tempat pemberhentian (stasiun) sebagai dasar perhitungan tarif. Gambar struktur tarif kereta api dapat ditunjukkan seperti gambar dibawah ini:



Gambar 2.1 Struktur Tarif Kereta Api

Kereta api terdiri dari lokomotif dan gerbong. Lokomotif merupakan sarana perkeretaapian yang memiliki penggerak yang digunakan untuk mendorong atau menarik rangkaian kereta yang mengangkut penumpang atau barang. Sedangkan kereta merupakan sarana perkeretaapian yang ditarik lokomotif atau mempunyai penggerak sendiri yang digunakan untuk mengangkut penumpang, contohnya Kereta Rel Listrik (KRL), Kereta Rel Diesel (KRD), kereta makan, bagasi dan kereta pembangkit. Sedangkan gerbong merupakan

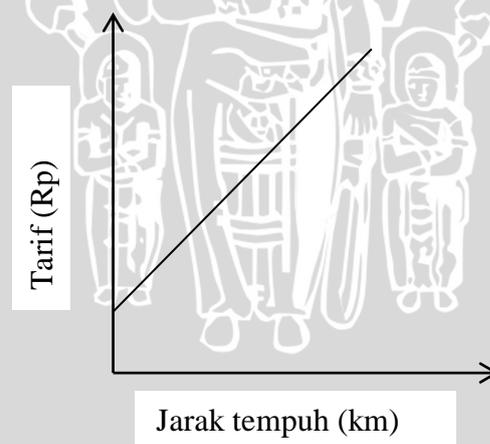
sarana perkeretaapian yang ditarik lokomotif untuk mengangkut barang, contohnya gerbong datar, gerbong tertutup, gerbong terbuka, dan gerbong tangki.

Dengan adanya kereta api, sangat membantu mengatasi kemacetan dan beban lalu lintas di jalan raya. Kereta api dapat mengangkut penumpang atau barang dalam jumlah yang banyak dalam satu waktu, dalam satu gerbong kereta dapat menampung ± 110 orang. Namun kereta api hanya dapat beroperasi pada jam-jam tertentu sehingga memiliki frekuensi keberangkatan yang lebih terbatas dibanding bus.

2.2 Karakteristik Angkutan Umum Bus

Bus merupakan salah satu moda transportasi yang diminati dan digunakan untuk melakukan perjalanan antar kota. Hal ini disebabkan tarif bus yang relatif lebih murah dibanding pesawat terbang. Selain itu frekuensi keberangkatan bus yang cukup sering dibandingkan moda transportasi umum yang lainnya.

Pada umumnya, penentuan tarif bus menggunakan *distance-based fare* yaitu tarif yang berdasarkan jarak tempuh. Besarnya tarif yang digunakan berdasarkan perkalian ongkos tetap per kilometer dengan jarak perjalanan, dimana jarak minimum dan tarif minimum telah ditentukan lebih dahulu oleh pemegang kebijakan dalam penentuan tarif angkutan umum (Organda). Sehingga dapat disimpulkan bahwa semakin jauh jarak tempuh, maka semakin besar tarif yang ditentukan. Gambar tarif dapat ditunjukkan pada gambar 2.2 berikut:



Gambar 2.2 Struktur tarif berdasarkan kilometer

Terdapat beberapa faktor yang berpengaruh dalam menarik penumpang yaitu biaya, frekuensi keberangkatan, dan waktu tempuh perjalanan. Dalam angkutan bus ini, frekuensi keberangkatan yang cukup banyak tentu dapat menjadi faktor yang menarik penumpang, namun dengan biaya yang relatif lebih murah dibandingkan kereta api, dapat menjadi faktor pertimbangan yang berpengaruh terhadap daya tarik penumpang.

2.3 Pemilihan Moda Transportasi

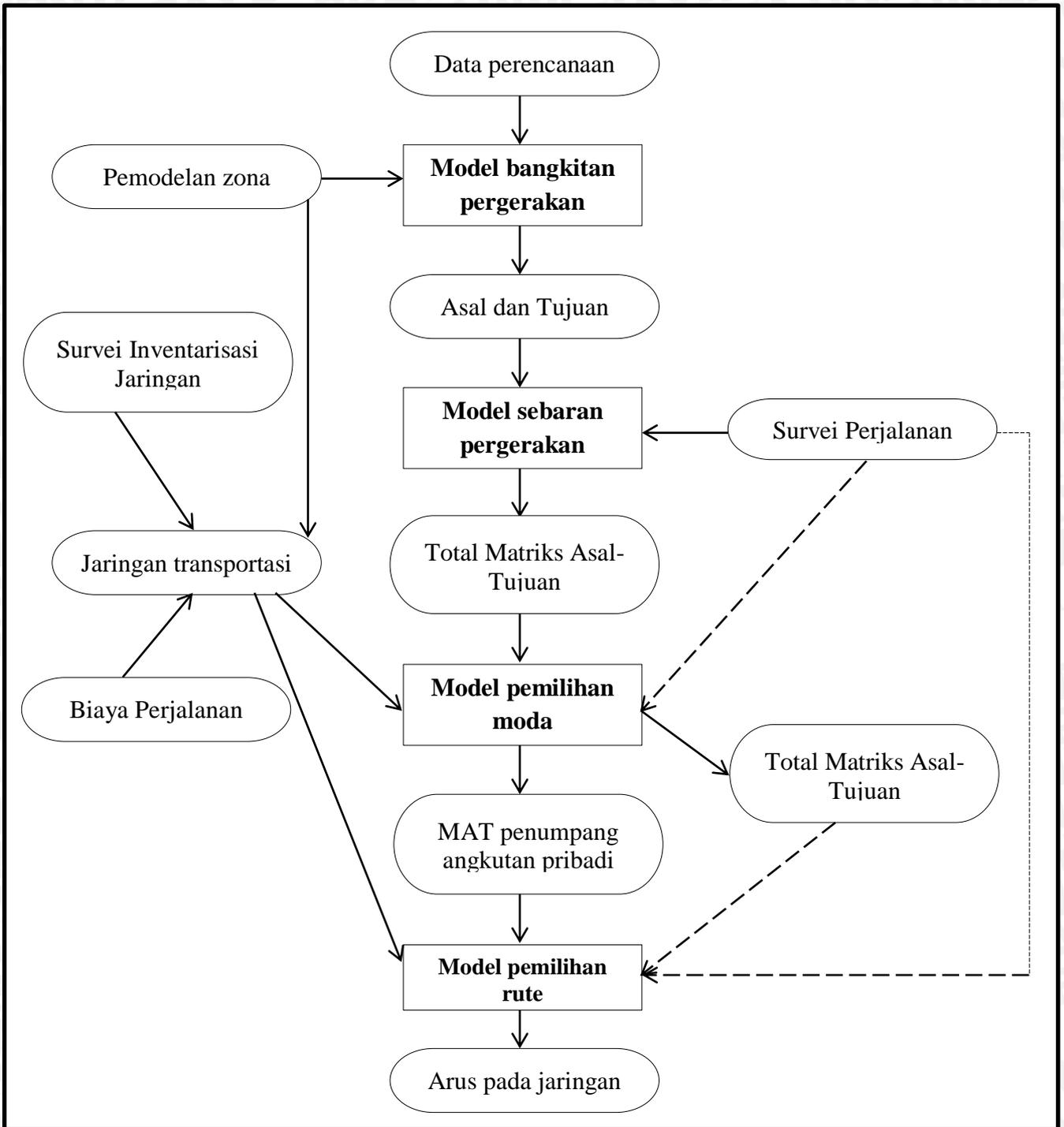
Ada beberapa model perencanaan transportasi yang berkembang sejauh ini, yang paling populer adalah “Model Perencanaan Transportasi Empat Tahap”. Model ini merupakan gabungan dari beberapa submodel yang terpisah dan berurutan. Submodel itu antara lain:

1. Bangkitan dan tarikan pergerakan.
2. Sebaran pergerakan.
3. Pemilihan moda.
4. Pemilihan rute.

Menurut Tamin (2000), ada beberapa faktor yang menjadi peubah penentu bangkitan lalu lintas dan semuanya sangat mempengaruhi volume lalu lintas serta penggunaan sarana pengangkutan yang tersedia. Faktor-faktor tersebut antara lain:

- a. Maksud perjalanan, merupakan ciri khas sosial suatu perjalanan. Maksud perjalanan merupakan peubah yang tidak sama rata dalam sebuah kelompok perjalanan.
- b. Penghasilan keluarga, merupakan ciri khas yang memiliki hubungan dengan perjalanan seseorang. Peubah ini bersifat kontinyu meskipun terdapat beberapa golongan penghasilan.
- c. Kepemilikan kendaraan, umumnya berkaitan dengan perjalanan seseorang atau sebuah keluarga (per unit rumah), kepadatan penduduk, penghasilan keluarga dan jarak dari pusat kegiatan.
- d. Guna lahan tempat asal, merupakan ciri khas fisik. Karena guna lahan di tempat asal tidak saman maka peubah ini tidak kontinyu meskipun kepadatan pengguna lahan bersifat kontinyu.
- e. Moda perjalanan, merupakan sisi lain dari maksud perjalanan. Peubah ini merupakan ciri khas fisik, tidak kontinyu, dan merupakan fungsi dari peubah yang lain.

Pemilihan moda transportasi terjadi karena adanya interaksi antara dua tata guna lahan di suatu kota, sehingga seseorang memutuskan bagaimana interaksi tersebut dilakukan. Pemilihan moda didefinisikan sebagai pembagian atau proporsi jumlah perjalanan ke dalam cara atau moda perjalanan yang berbeda-beda. Konsep model perencanaan transportasi empat tahap dapat dilihat dalam Gambar 2.3



Gambar 2.3 Konsep Model Perencanaan Transportasi Empat Tahap (Tamin, 2000)

Pemilihan moda juga mempertimbangkan pergerakan yang menggunakan lebih dari satu moda dalam perjalanan (multimoda). Jenis pergerakan inilah yang sangat umum banyak dijumpai di Indonesia karena geografi Indonesia yang terdiri dari banyak pulau sehingga presentase pergerakan multimoda cukup tinggi. Jadi dapat dikatakan bahwa pemodelan pemilihan moda merupakan bagian yang tersulit dimodelkan dari keempat tahapan model perencanaan transportasi. (Tamin, 2000)

Faktor yang dapat mempengaruhi pemilihan moda dapat dikelompokkan menjadi empat, sebagaimana dijelaskan berikut ini: (Tamin, 2000)

1. Ciri Pengguna Jalan

- a. Ketersediaan atau kepemilikan kendaraan pribadi. Semakin tinggi kepemilikan kendaraan pribadi akan semakin kecil pula ketergantungan pada angkutan umum.
- b. Kepemilikan Surat Izin Mengemudi (SIM).
- c. Struktur rumah tangga (pasangan muda, keluarga dengan anak, pensiunan, bujangan).
- d. Pendapatan. Semakin tinggi pendapatan maka akan semakin besar peluang menggunakan kendaraan pribadi.
- e. Faktor lain, misalnya keharusan menggunakan mobil pribadi ke tempat kerja.

2. Ciri Pergerakan

- a. Tujuan pergerakan.
- b. Waktu terjadi pergerakan.
- c. Jarak perjalanan.

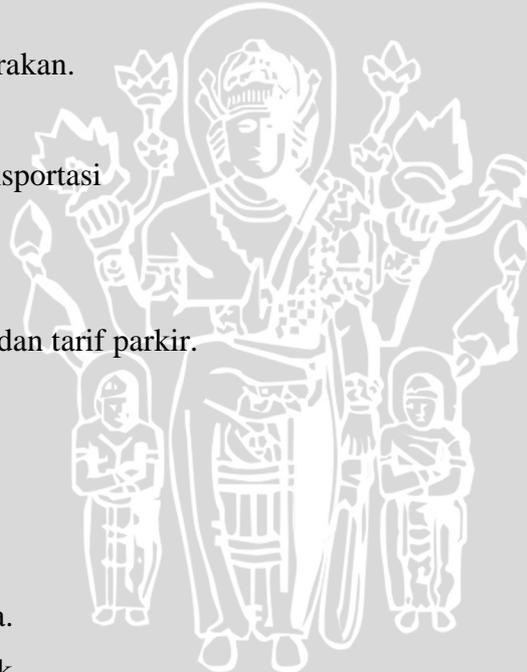
3. Ciri fasilitas Moda Transportasi

- a. Waktu perjalanan.
- b. Biaya transportasi.
- c. Ketersediaan ruang dan tarif parkir.
- d. Kenyamanan.
- e. Keamanan.
- f. Keteraturan.

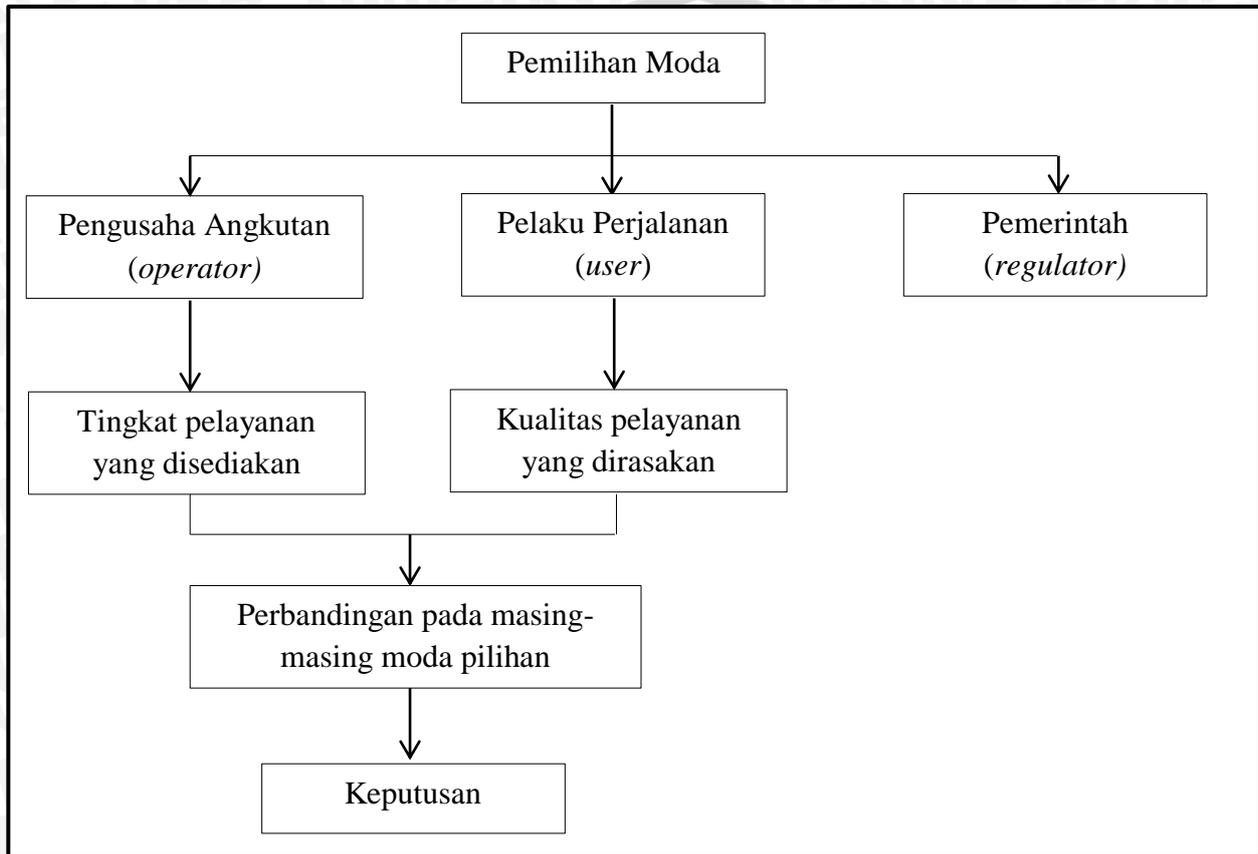
4. Ciri Kota atau Zona

- a. Jarak dari pusat kota.
- b. Kepadatan penduduk.

Dalam membahas pemilihan moda, ada dua kelompok konsumen jasa angkutan, yaitu paksawan dan pilihwan. Kelompok paksawan adalah orang-orang yang tidak mampu memiliki kendaraan sendiri maupun menyewa secara pribadi. Kelompok ini cenderung reaktif dalam memilih moda karena mereka tidak memiliki terlalu banyak pilihan. Sedangkan pilihwan merupakan kelompok orang-orang yang mampu sehingga umumnya tidak bergantung pada pelayanan jasa angkutan umum. Terdapat tiga komponen utama yang mempengaruhi keberadaan angkutan umum yaitu:



1. Pelaku perjalanan (*user*) yang merupakan komponen pembangkit perjalanan.
2. Pengusaha angkutan (*operator*) yang sesuai kemampuan dan keinginannya menyediakan jenis dan fungsi pelayanan yang akan diberikan.
3. Pemerintah (*regulator*) yang berperan sebagai komponen penyesuai atau perantara antara kepentingan pengguna jasa dan penyedia jasa angkutan umum.



Gambar 2.4 Hubungan Pemilihan Moda dengan Tingkat Pelayanan dan Kualitas Pelayanan

2.3.1 Tujuan Model Pemilihan Moda

Menurut Tamin (2000), tujuan dari pemodelan pemilihan moda transportasi adalah untuk mengetahui proporsi yang akan menggunakan setiap moda transportasi. Proses ini dilakukan dengan maksud untuk mengkalibrasi model pemilihan moda pada tahun dasar dengan mengetahui peubah bebas (atribut) yang mempengaruhi pemilihan moda tersebut. Setelah dilakukan proses kalibrasi, model dapat digunakan untuk meramalkan pemilihan moda dengan menggunakan nilai peubah bebas (atribut) untuk masa mendatang.

Model pemilihan moda bertujuan untuk mengetahui proporsi orang atau penumpang yang akan menggunakan setiap moda. Proses ini dilakukan untuk mengetahui atribut dan variabel-variabel yang mempengaruhi *preference* pelaku perjalanan untuk pemilihan moda.

Pemilihan moda juga sangat dipengaruhi oleh variabel *demand* yaitu berkaitan dengan kondisi sosial ekonomi pelaku perjalanan, dan *supply* berkaitan dengan tingkat pelayanan yang diberikan untuk moda transportasi tersebut.

2.3.2 Model Pemilihan Moda

Menurut Ortuzar & Willumsen (1997), ada beberapa model transportasi yang relevan dengan pemilihan moda sehingga dapat digunakan untuk mendesain pemilihan moda transportasi ke dalam suatu model pemilihan moda, yaitu:

1. Model umum (*General Modelling Issues*)
 - a. Teori dan data.
 - b. Spesifikasi model.
 - c. Kalibrasi.
2. Model Agregat dan Disagregat (*Aggregate and Disaggregate Modelling*)
3. *Cross Section* dan *Time Series*.
4. *Revealed Preference* dan *Stated Preference*.

Dalam laporan penelitian ini hanya akan dibahas model teknik *Stated Preference*.

Pada pertengahan 1980-an, pemodelan permintaan transportasi berdasarkan informasi tentang pilihan-pilihan yang diamati, misalnya pada model *Revealed Preference*. Data diperoleh dari pengamatan langsung terhadap perilaku perjalanan para responden. Perbandingan alternatif-alternatif perjalanan yang terpilih dan yang tertolak memperlihatkan kecenderungan orang yang mengadakan perjalanan. Kelemahan pada model *Revealed Preference* ini adalah dalam hal biaya survei dan kesulitannya dalam membedakan pengaruh dari atribut-atribut yang tidak mudah untuk ditinjau, misal yang berhubungan dengan persepsi mengenai kualitas dan kenyamanan. Hal lain yang mempersulit adalah perlunya meramalkan penggunaan fasilitas yang akan digunakan di masa mendatang, yang mungkin secara radikal berbeda dengan fasilitas yang ada saat ini.

Metode *Stated Preference* mulai dikembangkan pada akhir tahun 1970-an yang memberikan cara eksperimen tentang pemilihan moda. Teknik *Stated Preference* berdasarkan pada analisis dan hipotesa. Teknik ini digunakan dalam merancang eksperimen berbentuk serangkaian alternatif situasi tersebut. Cara ini tentu dapat mencakup atribut yang lebih luas. Namun teknik ini tidak dapat dipercaya karena tidak dapat memperhitungkan tingkat antusias dari pemilihan moda oleh responden tertentu. Pada akhir tahun 1980-an, metode *Stated Preference* dianggap dapat mengatasi kekurangan *Revealed Preference*.

Untuk kondisi Indonesia, dianjurkan sebaiknya penggunaan metode *Stated Preference* ini tidak menggunakan jumlah variabel yang terlalu banyak. Metode *Stated Preference* sering dikiritik karena tidak berdasar pada perilaku pasar yang sesungguhnya sehingga bisa jadi tidak mencerminkan distribusi pilihan-pilihan perjalanan saat ini.

2.4 Metode *Stated Preference*

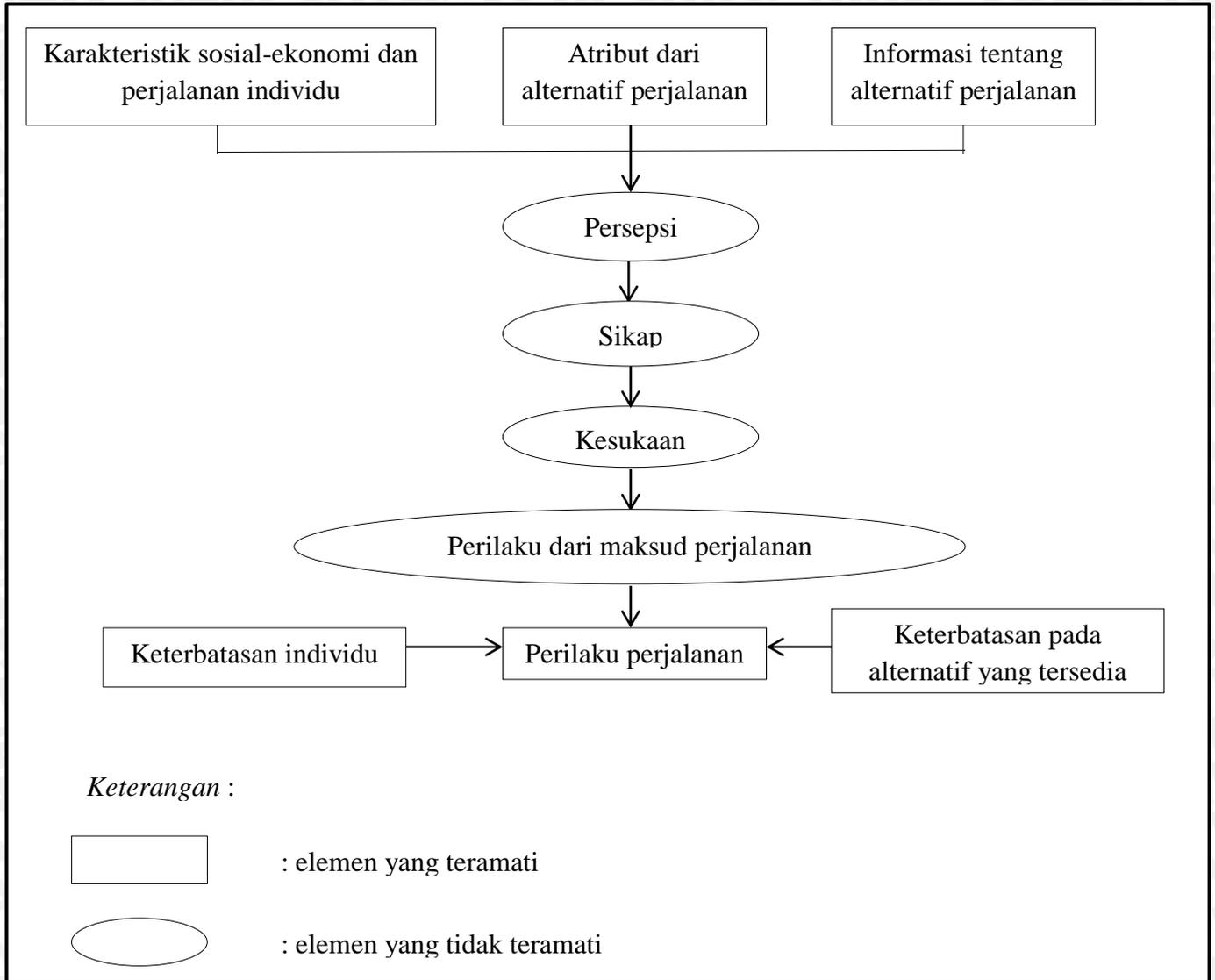
Metode *Stated Preference* merupakan pendekatan untuk mengetahui bagaimana preferensi dari responden jika dihadapkan pada berbagai situasi hipotesis. Pada metode *Stated Preference* ini peneliti dapat mengontrol secara penuh faktor-faktor yang ada pada suatu hipotesa. Masing-masing situasi yang diberikan dalam keadaan yang sebenarnya dan bagaimana preferensinya terhadap pilihan yang ditawarkan. Dalam penyajian desain kuisioner, responden dapat menyatakan preferensinya dengan cara meranking alternatif berdasarkan tingkat kepentingannya, merating berdasarkan skala yang menunjukkan preferensi atau melakukan pilihan sederhana terhadap alternatif.

Untuk membuat alternatif hipotesis yang akan disampaikan pada responden, penggunaan *Stated Preference* disarankan menggunakan desain eksperimen yang harus memastikan bahwa kombinasi atribut yang disampaikan kepada responden bervariasi namun tidak terkait satu dan yang lain. Hal ini agar setiap level atribut dari berbagai tanggapan lebih mudah dipisahkan. Desain pilihan dan penyampaian harus berisi tiga tahap:

1. Penyelesaian level atribut dan kombinasi susunan tiap alternatif.
2. Desain eksperimen yang akan disampaikan mengenai alternatif.
3. Persyaratan responden yang akan didapat dari jawaban responden.

2.4.1 Perilaku Perjalanan dengan Metode *Stated Preference*

Menurut Armijaya, 2001, metode *Stated Preference* menyediakan informasi dengan prioritas utama pada atribut-atribut yang menentukan perilaku orang. Proses yang mendasari perilaku perjalanan ditampilkan pada gambar 2.5 sebagai berikut:



Gambar 2.5 Komponen-komponen Perilaku Konsumen (Armijaya, 2001)

2.4.2 Metode Survei Metode *Stated Preference*

Metode survei ini adalah pengumpulan informasi mengenai keinginan orang terhadap berbagai pilihan. Metode ini digunakan untuk memperkirakan tingkat kebutuhan penumpang terhadap sebuah angkutan baru. Prinsip dasar metode *Stated Preference* ini adalah mengumpulkan informasi dari responden dengan berbagai pilihan alternatif dan situasi hipotesa. Yang dimaksud dengan situasi adalah atribut utilitas yang dijadikan variabel pengamatan.

Menurut Ortuzar & Willumsen, 1994, keutamaan survei metode *Stated Preference* antara lain sebagai berikut:

1. Survei berdasarkan pada pernyataan responden tentang bagaimana mereka merespon alternatif-alternatif hipotesa yang berbeda.

2. Masing-masing pilihan menunjukkan suatu “paket” atribut yang berbeda-beda seperti waktu tempuh, biaya perjalanan, frekuensi keberangkatan, dan lain-lain.
3. Surveyor mendesain alternatif-alternatif hipotesa tersebut, sehingga pengaruh dari setiap atribut dapat diperkirakan.
4. Surveyor harus memastikan bahwa alternatif-alternatif hipotesa yang diberikan dapat dimengerti dengan baik oleh responden, masuk akal dan realistis, dan berhubungan dengan pengalaman responden sehingga pengaruh dari setiap atribut dapat diperkirakan.
5. Responden menyatakan pilihannya terhadap setiap pilihan dengan cara merangking pilihan-pilihan tersebut (*ranking*), memberi nilai terhadap masing-masing pilihan (*rating*), atau langsung hanya dengan memilih pilihan yang dianggap lebih disukai (*choice*).
6. Respon yang diberikan oleh masing-masing individu dapat dianalisis dengan model pemilihan moda.
7. Kelebihan metode *Stated Preference* dari metode lain terletak pada kemampuan kebebasan membuat desain percobaan dalam upaya menemukan variasi yang luas bagi keperluan penelitian. Kemampuan ini harus diimbangi dengan keperluan untuk memastikan bahwa respon yang diberikan cukup masuk akal.

Untuk membangun keseimbangan dalam penggunaan teknik *Stated Preference* dibuat tahap-tahap sebagai berikut:

1. Identifikasi atribut kunci dari setiap alternatif dan paket yang mengandung pilihan. Seluruh atribut penting harus diwakilkan dan pilihan harus dapat diterima dan realistis.
2. Cara dalam memilih akan disampaikan pada responden dan responden diperkenankan untuk mengekspresikan apa yang lebih disukai. Bentuk penyampaian alternatif harus mudah dimengerti, dalam konteks pengalaman responden dan dibatasi.
3. Strategi sampel harus dilakukan untuk menjamin perolehan data yang representatif.

2.4.3 Pengolahan Data Metode *Stated Preference*

Metode *Stated Preference* merupakan pendekatan untuk mengetahui bagaimana reaksi preferensi responden jika dihadapkan pada berbagai situasi hipotesis. Preferensi respon dapat dikuantifikasikan dengan cara sebagai berikut (*Ortuzar & Willumsen, 1997*):

1. Responden Berdasarkan *Ranking*

Pendekatan ini menyatakan semua pilihan sekaligus kepada responden kemudian mereka diminta untuk mengurutkan sesuai dengan pilihannya yang menunjukkan tingkatan *preference* dari pilihan tersebut. Pada pendekatan ini semua pilihan dijelaskan secara bersamaan. Namun pemberian jumlah alternatif yang terlalu banyak juga harus dipertimbangkan karena dapat membuat responden lelah dan asal jawab.

2. Responden Berdasarkan *Rating*

Pada pendekatan ini, responden diminta menunjukkan tingkat kesukaannya (*degree of preference*) terhadap pilihan yang ada dengan menggunakan skala numeric tertentu. Misalnya untuk dua pilihan A atau B respon dapat diekspresikan dalam bentuk pilihan 1 – 5, dimana:

- 1 – Pasti memilih A
- 2 – Mungkin memilih A
- 3 – Pilihan berimbang
- 4 – Mungkin memilih B
- 5 – Pasti memilih B

Kelima pilihan tersebut kemudian ditransformasikan ke dalam bentuk probabilitas (*Berkson-Theil Transformation*) seperti berikut:

- 1 – 0,1
- 2 – 0,3
- 3 – 0,5
- 4 – 0,7
- 5 – 1

Kemudian kelima skala probabilitas tersebut ditransformasikan ke dalam skala simetrik (*symmetric scale*) yang nantinya akan menjadi nilai utilitas yang bersesuaian dengan skala probabilitas tersebut. Proses transformasi ini menggunakan persamaan *Logit Binomial*.

3. Respon Berupa Pilihan

Pada pendekatan ini responden diminta untuk menentukan pilihan terhadap beberapa alternatif yang tersedia. Pilihan ini dapat diperluas dalam bentuk skala *rating*. Agar lebih

sesuai dengan kenyataan, biasanya ditambahkan opsi “tidak satupun pilihan diatas” untuk menghindari pemaksaan pilihan.

2.4.4 Analisa Data Metode *Stated Preference*

Menurut Ortuzar & Willumsen, 1997, dalam metode *Stated Preference* ini ada empat cara yang secara keseluruhan dapat menentukan komponen utilitas antara lain:

1. Naive atau Metode Grafik

Cara ini merupakan pendekatan yang didasarkan pada prinsip bahwa tiap level dari atribut sering muncul bersamaan dalam desain eksperimen tertentu, oleh karena beberapa ciri utilitas dari pasangan level atribut tersebut dapat ditentukan dengan menghitung rata-rata (*mean*) nilai *ranking*, *rating* atau *choice* setiap pilihan yang telah dimasukkan dalam level tersebut dan membandingkannya dengan rata-rata (*mean*) yang sama untuk level atribut yang lain.

Plotting nilai rata-rata (*mean*) ini pada grafik sering memberikan ciri yang sangat berguna tentang penting (relatif) dari berbagai atribut yang termasuk dalam eksperimen. Model ini tidak menggunakan teori statistik, oleh karena itu selalu gagal dalam memberikan indikasi hasil statistik yang signifikan.

2. *Non-metric scaling*

Metode ini menggunakan analisis *Monotonic Variance* (MONANOVA), yaitu pendekatan yang digunakan untuk skala non-metrik dengan menggunakan teknik penyusunan statistik yang secara khusus dikembangkan untuk menganalisis seluruh urutan *ranking* pilihan yang diperoleh dalam eksperimen teknik *Stated Preference*. Metode ini memperkirakan komponen utilitas menyesuaikan pada setiap alternatif. Komponen utilitas pertama yang dihasilkan menggunakan *naive*, jika komponen utilitas *naive* mampu menghasilkan urutan *ranking* secara pasti maka proses iterasi selesai.

Jika metode *naive* menghasilkan *ranking* yang tidak sama dengan yang diberikan responden maka komponen utilitas secara sistematis divariasikan dalam suatu urutan untuk diperbaiki, yaitu dengan menyesuaikan antara ramalan dan urutan *ranking* yang diobservasi sampai diperoleh nilai optimum. Metode diaplikasikan kepada setiap responden secara terpisah dan tidak memberikan secara keseluruhan *goodness of fit* statistik mengenai ketetapan model. Oleh karena itu, teknik ini menjadi kurang populer dalam studi pengembangan transportasi.

3. Metode Regresi

Metode regresi secara luas digunakan dalam pemodelan transportasi. Dalam penggunaan analisis metode *Stated Preference*, teknik regresi digunakan pada pilihan *rating*. Pengolahan data dilakukan untuk mendapatkan hubungan kuantitatif antara sekumpulan atribut dan respon individu. Hubungan tersebut dinyatakan dalam bentuk persamaan linier:

$$Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + \dots + b_nX_n \dots\dots\dots (2-1)$$

Keterangan:

- Y = respon individu
- X₁, X₂, X₃, ..., X_n = atribut
- b₀ = konstanta
- b₁, b₂, b₃, ..., b_n = koefisien parameter model

4. Analisis Logit

Untuk estimasi pilihan diskrit seperti logit diperlukan teknik statistik yang lebih maju dalam analisi data metode *Stated Preference*, meskipun pada mulanya dimaksudkan untuk menganalisis *choice* data diskrit, tipe lain dalam mengukur pilihan seperti *rating* dan *ranking* dapat juga dianalisis sebagai *choice* data.

2.5 Model Analisis Logit

Model analisis logit merupakan suatu bentuk pendekatan matematis untuk mengetahui presentasi pengguna masing-masing moda pada sistem transportasi dengan manipulasi proporsi dari utilitas yang terdapat pada setiap moda. Model ini adalah pemodelan diskrit yang sering digunakan. Untuk memilih dua alternatif moda, digunakan *model logit binomial*. Pada *logit binomial*, pengambilan keputusan diharapkan pada sepasang alternatif diskrit, dimana alternatif yang akan dipilih adalah mempunyai utilitas besar. Utilitas dalam hal ini dipandang sebagai variabel acak (*random*).

Pendekatan dasar model analisis logit adalah untuk menemukan bentuk transportasi probabilitas sehingga dasar bernilai $-\infty$ sampai $+\infty$, walaupun probabilitas itu sendiri terbatas dalam nilai antara 0 dan 1.

Misalkan seseorang mempunyai pilihan antara menggunakan moda kereta api atau menggunakan bus antar kota. Jika probabilitas kereta api adalah P_{KA}, maka probabilitas menggunakan bus adalah 1 – P_{KA}. Jika P_{KA} dinyatakan sebagai kombinasi linear antara peubah bebas (atribut pemilihan moda), maka dapat ditulis sebagai berikut:

$$P_{KA} = b_0 + b_1(\Delta X_1) + b_2(\Delta X_2) + b_3(\Delta X_3) + \dots + b_n(\Delta X_n) \dots\dots\dots (2-2)$$

Keterangan:

- b_0 = konstanta.
- $b_1, b_2, b_3, \dots, b_n$ = koefisien parameter model.
- $\Delta X_1, \Delta X_2, \Delta X_3, \dots, \Delta X_n$ = perbedaan atribut antara kereta api dan bus antar kota.

Perbedaan ini belum dapat diterima kaena dapat menghasilkan probabilitas prediksi yang tak terbatas apabila harga peubahnya besar (*Watson, 1974*). Sekarang pertimbangkan rasio logaritma natural antara P_{KA} dengan $1 - P_{KA}$. Jika P_{KA} meningkat dari nol ke satu, maka $\ln \frac{P_{KA}}{1-P_{KA}}$ meningkat dari negatif (-) ke arah positif (+) tak hingga. Karena P_{KA} dan $\ln \frac{P_{KA}}{1-P_{KA}}$ tersebut merupakan kombinasi tak linier dari peubah bebas, maka selanjutnya dapat ditulis sebagai Persamaan Utilitas Pemilihan Moda:

$$\ln \frac{P_{KA}}{1-P_{KA}} = U_{KA} - U_{BAK} \dots\dots\dots (2-3)$$

Dimana:

$(U_{KA} - U_{BAK})$ = perbedaan utilitas antara kereta api dan bus antar kota.

Sehingga persamaan (2-1) dapat ditulis sebagai berikut:

$$(U_{KA} - U_{BAK}) = b_0 + b_1(\Delta X_1) + b_2(\Delta X_2) + b_3(\Delta X_3) + \dots + b_n(\Delta X_n) \dots\dots\dots (2-4)$$

$$\ln \frac{P_{KA}}{1-P_{KA}} = b_0 + b_1(\Delta X_1) + b_2(\Delta X_2) + b_3(\Delta X_3) + \dots + b_n(\Delta X_n) \dots\dots\dots (2-5)$$

Pada penelitian ini perilaku pemilihan moda angkutan penumpang yang diminati adalah antara kereta api dan bus antar kota, maka persamaan (2-4) dan (2-5) dapat ditulis menjadi:

$$P_{BAK} = \frac{e^{U_{BAK}}}{e^{U_{BAK}} + e^{U_{KA}}} = \frac{e^{(U_{KA}-U_{BAK})}}{1 + e^{(U_{KA}-U_{BAK})}} \dots\dots\dots (2-6)$$

$$P_{KA} = 1 - P_{BAK} = \frac{1}{1 + e^{(U_{KA}-U_{BAK})}} \dots\dots\dots (2-7)$$

Keterangan:

- P_{BAK} = Probabilitas penggunaan bus antar kota.
- P_{KA} = Probabilitas penggunaan kereta api.
- U_{BAK} = fungsi utilitas moda bus antar kota.
- U_{KA} = fungsi utilitas moda kereta api.

Pada survei metode *Stated Preference* ini respon dari responden dinyatakan dalam skala pilihan antara 1 – 5, seperti yang sudah dijelaskan pada subbab 2.4.4, skala tersebut dapat ditransformasikan ke dalam bentuk probabilitas (*Berkson-Theil Transformation*).

Dengan menggunakan persamaan 2.3 skala probabilitas tersebut ditransformasikan ke dalam skala simetrik (*symmetric scale*) yang nantinya akan menjadi nilai utilitas yang bersesuaian dengan skala probabilitas tersebut. Transformasi ini dapat dilihat pada tabel 2.2 di bawah ini:

Tabel 2.2 Transformasi skala simetrik

Skala	Respon	Skala Probabilitas (P)	Utilitas $\ln \frac{P_{KA}}{1 - P_{KA}}$
1	Pasti memilih kereta api	0,9	2,1972
2	Mungkin memilih kereta api	0,7	0,8473
3	Pilihan berimbang	0,5	0,0000
4	Mungkin memilih bus antar kota	0,3	-0,8473
5	Pasti memilih bus antar kota	0,1	-2,1972

2.6 Hasil Penelitian Terdahulu

Dari adanya penelitian terdahulu yang dapat dijadikan referensi yang dapat digunakan dalam studi ini, yaitu:

1. Model Pemilihan Moda antara Bus dan Kereta Api dengan menggunakan Metode Stated Preference Studi Kasus perjalanan antara Kota Blitar – Malang (Bagus Wiyono, 2007) menyimpulkan bahwa faktor yang mempengaruhi dalam pemilihan moda adalah jumlah pendapatan dan waktu tunggu. Selain itu hasil analisis diketahui bahwa faktor yang paling berpengaruh dalam menurunkan probabilitas adalah atribut waktu tempuh. Hal ini dikarenakan terdapat perbedaan yang mencolok antara waktu tunggu antara bus dan kereta api yang akan menambah waktu tempuh perjalanan.
2. Pemodelan Pemilihan Moda antara KA dan Bus dengan Metode Stated Preference Rute Malang-Jogyakarta (Sabrina dan Widya, 2012) menyimpulkan bahwa hal-hal yang dapat mempengaruhi dan menyebabkan terjadinya perpindahan moda dari bus ke kereta api rute Malang – Yogyakarta PP antara lain, selisih biaya perjalanan, selisih waktu tempuh perjalanan, dan frekuensi keberangkatan moda.
3. Kajian Potensi Penumpang Angkutan Antar Kota Dalam Propinsi (AKDP) Trayek Batu – Surabaya Dengan Menggunakan Metode *Stated Preference* Siska Erliana (2009) menyimpulkan bahwa dari analisis gabungan antara atribut biaya perjalanan dan waktu tempuh perjalanan dapat diketahui bahwa waktu perjalanan lebih berpengaruh daripada

faktor harga tiket bagi responden dalam menentukan pilihan moda transportasi yang akan digunakan.



Tabel 2.3 Studi Penelitian Terdahulu

Peneliti	Judul Penelitian	Hasil	Metode Analisis	Metode yang Akan Digunakan
<p>Bagus Wiyono 2007</p>	<p>Model Pemilihan Moda Antara Bus dan Kereta Api dengan Menggunakan Metode <i>Statetd Preference</i> (Studi kasus perjalanan antara Kota Blitar dan Malang)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Atribut biaya perjalanan ($U_{BS}-U_{KA} = 2,771 - 0,001 \Delta X_1$) • Atribut waktu tempuh perjalanan ($U_{BS}-U_{KA} = -0,370 - 0,056 \Delta X_2$) • Atribut frekuensi keberangkatan ($U_{BS}-U_{KA} = -39,340 + 0,254 \Delta X_3$) • Faktor yang paling berpengaruh dalam menurunkan probablitas adalah atribut waktu tempuh (ΔX_2). • Atribut yang digunakan adalah harga tiket, waktu tempuh perjalanan, dan frekuensi keberangkatan. 	<ul style="list-style-type: none"> • Analisis Binomial Logit Model • Analisis Regresi • Kuisisioner survei menggunakan metode <i>Stated Preference</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Metode <i>Stated Preference</i> • Analisis regresi dan binomial logit model • Atribut biaya perjalanan (ΔX_1), waktu tempuh perjalanan (ΔX_2), frekuensi keberangkatan (ΔX_3)
<p>Sabrina Rizqi & Widya Ardiani 2012</p>	<p>Pemodelan Pemilihan Moda Antara Kereta Api dan Bus dengan Menggunakan Metode <i>Stated Preference</i> Rute Malang - Yogyakarta</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Atribut biaya perjalanan <ul style="list-style-type: none"> • Penumpang Bus ($U_{KA}-U_{BS} = -0,362 - 0,00002969 \Delta X_1$) • Penumpang Kereta Api ($U_{KA}-U_{BS} = -0,902 - 0,00003308 \Delta X_1$) • Gabungan ($U_{KA}-U_{BS} = 0,235 - 0,000009054 \Delta X_1$) 2. Atribut waktu tempuh perjalanan <ul style="list-style-type: none"> • Penumpang Bus ($U_{KA}-U_{BS} = -0,546 - 0,356 \Delta X_2$) • Penumpang Kereta Api ($U_{KA}-U_{BS} = 0,547 + 0,549 \Delta X_2$) 	<ul style="list-style-type: none"> • Analisis Binomial Logit Model • Analisi Regresi • Kuisisioner survei menggunakan metode <i>Stated Preference</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Metode <i>Stated Preference</i> • Analisis regresi dan binomial logit model • Atribut biaya perjalanan (ΔX_1), waktu tempuh perjalanan (ΔX_2),

		<ul style="list-style-type: none"> • Gabungan ($U_{KA}-U_{BS} = 0,280 - 0,403 \Delta X_2$) <p>3. Atribut frekuensi keberangkatan</p> <ul style="list-style-type: none"> • Penumpang Bus ($U_{KA}-U_{BS} = -1,251 + 0,353 \Delta X_3$) • Penumpang Kereta Api ($U_{KA}-U_{BS} = -0,288 + 0,475 \Delta X_3$) • Gabungan ($U_{KA}-U_{BS} = -1,017 + 0,382 \Delta X_3$) 		<p>frekuensi keberangkatan (ΔX_3)</p>
<p>Siska Erliana 2009</p>	<p>Kajian Potensi Penumpang Angkutan Antar Kota Dalam Propinsi (AKDP) Trayek Batu – Surabaya (Dengan Menggunakan Metode <i>Stated Preference</i>)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Atribut harga tiket ($U_{BAK}-U_{AU} = 0,767 - 0,0009097 \Delta X_1$) • Atribut waktu tempuh perjalanan ($U_{BAK}-U_{AU} = 0,334 - 0,08230 \Delta X_2$) • Atribut gabungan harga tiket dan lama perjalanan ($U_{BAK}-U_{AU} = 0,456 - 0,0001870 \Delta X_1 - 0,002031 \Delta X_2$) • Dari analisis dapat diketahui bahwa lama waktu perjalanan lebih berpengaruh daripada faktor harga tiket. • Trayek Batu – Surayaba dianggap layak diadakan karena memenuhi beberapa kriteria yang tercantum pada Peraturan Menteri Perhubungan No. 35 Tahun 2003. 	<ul style="list-style-type: none"> • Analisis Binomial Logit Model • Analisi Regresi • Kuisisioner survei menggunakan metode <i>Stated Preference</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Metode <i>Stated Preference</i> • Analisis regresi dan binomial logit model • Atribut biaya perjalanan (ΔX_1), waktu tempuh perjalanan (ΔX_2), frekuensi keberangkatan (ΔX_3)