

VI. PEMILIHAN MODA

(Modal Split/Choice)

6.1. UMUM

Tujuan: Mengetahui proporsi pengalokasian perjalanan ke berbagai moda transportasi.

Ada dua kemungkinan situasi yang dihadapi dalam meramal pemilihan moda:

a. Moda yang ditinjau telah beroperasi (*revealed preference method*, RP).

Dalam kasus ini survei dilakukan berdasarkan perilaku pangsa pasar, misalnya atas dasar zona-zona asal/tujuan yang ada, dan menghubungkannya dengan besaran-besaran yang menerangkan tentang atribut masing-masing moda.

b. Moda yang ditinjau tidak harus ada (*Stated preference method*, SP).

Dalam kasus ini survei dilakukan berdasarkan pertanyaan andaian (hipotesis) yang dihubungkan dengan atribut-atribut moda yang baru. Metoda ini banyak digunakan dalam riset pasar.

6.2. FAKTOR YANG MEMPENGARUHI PEMILIHAN MODA

Faktor yang dapat mempengaruhi pemilihan moda dapat dikelompokkan menjadi tiga:

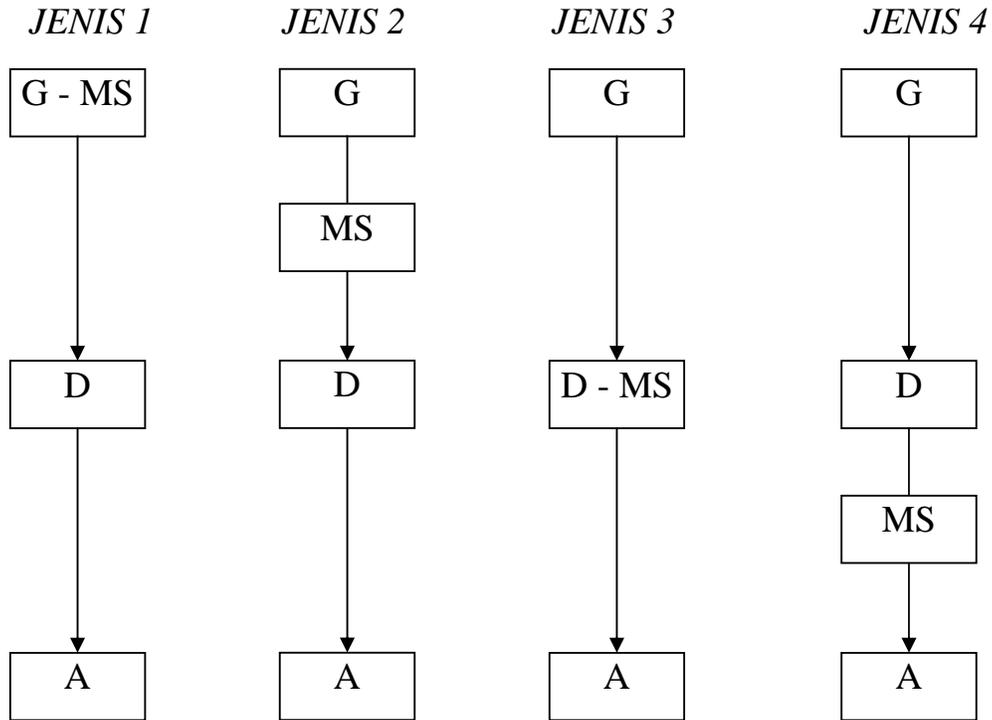
a. Ciri pengguna jalan:

❖ Pemilikan kendaraan, semakin tinggi pemilikan kendaraan pribadi semakin kecil pula ketergantungan pada angkutan umum.

❖ Pemilikan SIM

- ❖ Struktur rumah tangga (pasangan muda, keluarga dengan anak, pensiun, bujangan, dan lain-lain).
 - ❖ Pendapatan; semakin tinggi pendapatan semakin besar peluang menggunakan kendaraan pribadi.
 - ❖ Faktor lain: keharusan menggunakan kendaraan pribadi ke tempat bekerja, keperluan mengantar anak sekolah.
- b. Ciri pergerakan:
- ❖ Tujuan pergerakan: di negara maju, pergerakan ke tempat bekerja biasanya lebih mudah menggunakan angkutan umum (karena murah dan tepat waktu, nyaman, aman). Tetapi di negara berkembang, orang lebih cenderung menggunakan kendaraan pribadi karena angkutan umum tidak tepat waktu dan tidak nyaman.
 - ❖ Waktu terjadinya pergerakan.
 - ❖ Jarak perjalanan: semakin jauh perjalanan semakin cenderung menggunakan angkutan umum.
- c. Ciri fasilitas moda transportasi:
- ❖ Kuantitatif: Waktu tempuh, ongkos, ketersediaan ruang dan tarif parkir.
 - ❖ Kualitatif: Kenyamanan, keamanan, keandalan.
- d. Ciri kota atau zona: jarak dari pusat kota dan kepadatan penduduk.

6.3. MODEL PEMILIHAN MODA DAN KAITANNY DENGAN MODEL LAIN



G : bangkitan pergerakan

MS : Pemilihan moda

A : Pemilihan rute

D : Sebaran pergerakan

Masa lalu banyak digunakan model jenis 1 dan 2 yaitu menempatkan pemilihan moda bersama keputusan sama dan setelah bangkitan pergerakan. Model ini menunjukkan variabel pemilihan moda dapat dijelaskan oleh karakteristik unit bangkitan, misal ukuran rumah tangga atau karakteristik perorangan.

Namun, **model jenis 1 dan 2** diatas mengakibatkan sukarnya penyertaan atribut perjalanan dan moda di dalam model karena asumsi perilakunya dalam hal ini menganggap bahwa tarikan zona tujuan tidak memiliki

pengaruh apapun terhadap pemilihan moda. Sehingga meningkatkan pelayanan angkutan umum, membatasi parkir di pusat kota tidak akan berpengaruh terhadap pemilihan moda. Model jenis 2 disebut juga sebagai *Trip-end Modal Split*.

Karakteristik umum *Trip-end Modal Split* adalah:

- ❖ Banyak menggunakan variabel zona atau rumah tangga, misal: pemilihan kendaraan, kepadatan pemukiman
- ❖ Ukuran karakteristik sistem transportasi dinyatakan dengan indeks daya hubung
- ❖ Pre-distribusi.

Model jenis 3, pemilihan moda dilakukan bersamaan dengan distribusi perjalanan dan merupakan cara yang sering digunakan dalam praktek peramalan angkutan perkotaan. Model ini termasuk dalam kategori *model sintesis* karena tidak langsung kepada data eksisting yang diperoleh dari unit yang dikaji. Black (1981) menjelaskan sebagai berikut:

$$\frac{\hat{Q}_{id}(1)}{\sum_{m=1}^2 \hat{Q}_{id}(m)} = \frac{1}{1 + \exp(-\beta\{t_{id}(2) - t_{id}(1)\})}$$

$\hat{Q}_{id}(1)$ = pergerakan dari i ke d dengan moda 1

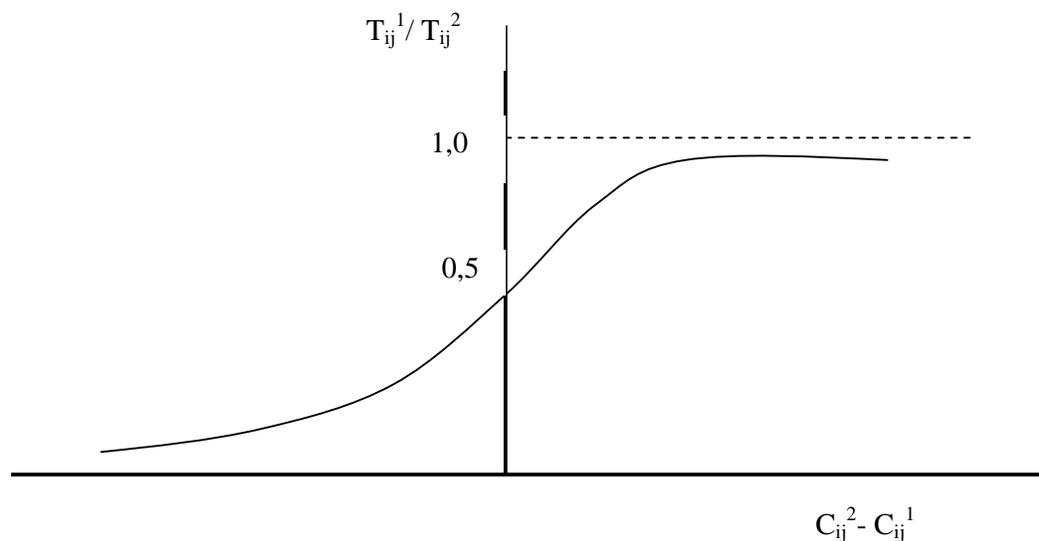
$\hat{Q}_{id}(m)$ = pergerakan dari i ke d dengan moda m

$t_{id}(1)$ = hambatan pergerakan dari i ke d dengan moda 1

$t_{id}(m)$ = hambatan pergerakan dari i ke d dengan moda m

β = parameter model gravity

Model jenis 4 disebut juga *Trip Interchange Modal Split (post distribution)*. Pemilihan moda dilakukan setelah distribusi, hal ini menguntungkan karena dapat menyertakan karakteristik perjalanan dan modanya kedalam model. Salah satu kelemahan yang terdapat dalam model ini adalah modelnya hanya dapat digunakan bagi mereka yang memiliki pilihan, dalam hal ini hanya choice rider (bagi mereka yang memiliki mobil). Pada kenyataannya pemilihan moda bisa merupakan pemilihan beberapa moda angkutan umum yang tersedia. Umumnya model ini dinyatakan dalam kurva pembagian (diversion curve) yang berbentuk kurva S



Contoh model jenis IV:

$$MS_t = \frac{1}{1 + \left(\frac{I_t}{I_a}\right)^b}$$

MS_t = persentase yang menggunakan angkutan umum

I_t = hambatan transportasi dari i ke d dengan angkutan umum

I_a = hambatan transportasi dari i ke d dengan mobil pribadi

b = faktor yang dikalibrasi dari data survei.

6.4. TINGKAT PENYEDERHANAAN

Dalam pemilihan moda, informasi yang dimodelkan dapat didasarkan atas:

- ❖ Zona (model agregat)

Data agregat zona tidak dapat menggambarkan karakteristik rumah tangga secara teliti. Dalam *Trip Interchange model split* (jenis 4), pemilihan moda dipaksa harus dalam bentuk agregat karena karakteristik rumah tangga telah terlanjur dimasukkan dalam pre-distribusi.

- ❖ Data rumah tangga dan atau individu (model disagregat)

Model disagregat lebih mendekati ke sumber pengambil keputusan (individu), namun lebih rumit dan sukar untuk dikalibrasi.

6.5. MODEL SINTESIS

Kedua model yang diuraikan sebelumnya (trip-end dan trip-interchange), penurunan modelnya langsung didasarkan dari unit yang dikaji (model empiris). Saat ini dikembangkan model buatan, yaitu:

- ❖ Model kombinasi sebaran pergerakan dan pemilihan moda
- ❖ Model trip-interchange berperilaku
- ❖ Model multimoda

6.5.1 Model kombinasi sebaran pergerakan dan pemilihan moda

Pendekatan entropi-maksimum dapat digunakan untuk mendapatkan model kombinasi sebaran pergerakan dan pemilihan moda secara simultan.

$$\text{Memaksimumkan } \log W \{T_{ij}^k\} = - \sum_i \sum_j \sum_k (T_{ij}^k \log_e T_{ij}^k - T_{ij}^k)$$

$$\text{Dengan batasan } \sum_j \sum_k T_{ij}^k - O_i = 0$$

$$\sum_i \sum_k T_{ij}^k - D_d = 0$$

$$\sum_i \sum_j \sum_k T_{ij}^k C_{ij}^k - C = 0$$

Permasalahan tersebut mempunyai solusi:

$$T_{ij}^k = A_i O_i B_j D_j \exp(-\beta C_{ij}^k)$$

$$P_{ij}^1 = \frac{T_{ij}^1}{T_{ij}} = \frac{\exp(-\beta C_{ij}^1)}{\exp(-\beta C_{ij}^1) + \exp(-\beta C_{ij}^2)}$$

dimana:

P_{ij}^1 = proporsi yang menggunakan moda 1 dari ke i ke j

T_{ij} = total perjalanan dari i ke j

T_{ij}^1 = jumlah perjalanan dari i ke j dengan menggunakan moda 1

C_{ij}^1 = ongkos dari i ke j menggunakan moda 1

β = parameter kalibrasi, penentu penyebaran pemilihan

Persamaan diatas dikenal dengan **fungsi logit**. Beberapa sifat persamaan ini adalah:

- ❖ Kurvanya berbentuk huruf – S, seperti kurva pembagian empiris.
- ❖ Bila $C_1 = C_2$; maka $P_1 = P_2 = 0,5$
- ❖ Bila $C_2 \gg C_1$; P_1 mendekati 1.

Model persamaan diatas dapat dikembangkan untuk beberapa moda:

$$P_{ij}^1 = \frac{T_{ij}^1}{T_{ij}} = \frac{\exp(-\beta C_{ij}^1)}{\sum_k \exp(-\beta C_{ij}^k)}$$

6.5.2 Model trip interchange berperilaku

Kalau dalam model trip interchange sebelumnya penurunan persamaan maupun kurva pembagian didasarkan langsung semata-mata kepada data

survei zona, dalam model berperilaku dilakukan modifikasi dengan menggunakan fungsi logit sebagai bentuk dasar dalam pembagian proporsi pemakai moda.

Fungsi logit \rightarrow distribusi gumbel

Bila menggunakan distribusi normal \rightarrow fungsi probit.

Contoh:

Ada dua moda, mobil dan angkutan umum, ongkos perjalanan:

- mobil $= C_1$

- angkutan umum $= C_2 + \delta$

δ = model penalty (ketidaknyamanan, kurang aman, dll).

Dengan menggunakan fungsi logit, dapat diturunkan sbb:

$$P_1 = \frac{1}{1 + \exp(-\beta(C_2 + \delta - C_1))}$$

$$P_2 = 1 - P_1 = \frac{\exp(-\beta(C_2 + \delta - C_1))}{1 + \exp(-\beta(C_2 + \delta - C_1))}$$

P_1 = proporsi pemakai mobil

$$\frac{P_1}{1 - P_1} = \frac{1}{\exp(-\beta(C_2 + \delta - C_1))} = \exp(\beta(C_2 + \delta - C_1))$$

Dengan logaritmik natural dapat disederhanakan menjadi:

$$\ln \frac{P_1}{1 - P_1} = \beta(C_2 - C_1) + \beta\delta$$

Persamaan tersebut mirip dengan persamaan linier.

$$Y = aX + b$$

dimana:

$$\ln \frac{P_1}{1 - P_1} = \beta(C_2 - C_1) + \beta\delta \quad X = (C_2 - C_1)$$

$$a = \beta \quad b = \beta\delta$$

Y dan X diperoleh dari informasi survei.

CONTOH: Dari hasil survey agregasi pemilihan moda diantara 5 pasang zona diperoleh data sbb:

Zona	P ₁ (%)	P ₂ (%)	C ₁	C ₂
1	51	49	21,0	18,0
2	57	43	15,8	13,1
3	80	20	15,9	14,7
4	71	29	18,2	16,4
5	63	37	11,0	8,5

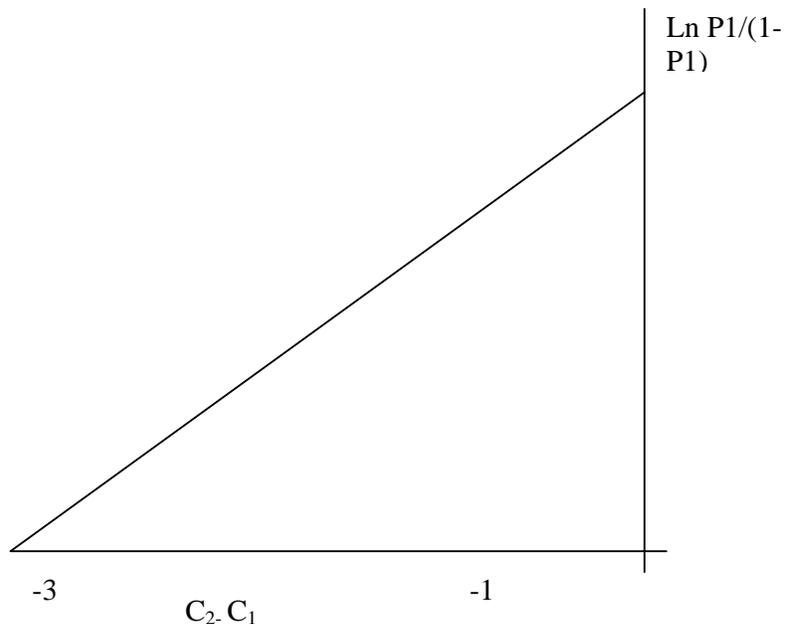
- P₁ : proporsi pengguna kendaraan pribadi
- P₂ : proporsi pengguna kendaraan angkutan umum
- C₁ : biaya menggunakan kendaraan pribadi
- C₂ : biaya menggunakan kendaraan angkutan umum

Bila model pemilihan moda yang digunakan adalah model logit, dimana:

$$P_1 = \frac{1}{1 + \exp(-\beta(C_2 + \delta - C_1))}$$

Tentukan nilai parameter β dan δ

Solusi:



Dari grafik diperoleh nilai parameter $\beta = 0,72$ dan $\delta = 3,15$

Hari hasil survey agregasi pemilihan moda diantara 6 pasang zona diperoleh data sbb:

Zona	P ₁ (%)	P ₂ (%)	C ₁	C ₂
1	53	47	24.2	21.2
2	62	38	24.0	21.6
3	66	34	23.8	22.1
4	68	32	23.4	21.9
5	70	30	23.0	22.0
6	72	28	22.5	22.1

- P₁ : proporsi pengguna kendaraan pribadi
P₂ : proporsi pengguna kendaraan angkutan umum
C₁ : biaya menggunakan kendaraan pribadi
C₂ : biaya menggunakan kendaraan angkutan umum

Bila model pemilihan moda yang digunakan adalah model logit, dimana:

$$P_1 = \frac{1}{1 + \exp(-\beta(C_2 + \delta - C_1))}$$

Tentukan nilai parameter β dan δ