

APLIKASI SEDERHANA: INTERAKSI TATA GUNA LAHAN DAN TRANSPORTASI

Pertemuan Minggu ke-2

Perencanaan Transportasi TST6707

Sri Atmaja P. Rosyidi, Ph.D., P.Eng.

Hukum Interaksi Tata Guna Lahan dan Transportasi #1

- Ekspresi hukum interaksi tata guna lahan dan transportasi dapat dinyatakan dengan analogi hukum Newton:

$$T_{od} = K \frac{L_o L_d}{t_{od}^\alpha}$$

Dengan, L_o = potensi pergerakan, L_d = aktivitas tata guna lahan pada daerah penarik, t_{od} = waktu tempat dari lokasi asal ke tujuan.

Jika $\alpha = 2$ → identik dengan hukum Newton mengenai gravitasi.

Hukum Interaksi Tata Guna Lahan dan Transportasi #2

- Hubungan antara waktu perjalanan dan arus lalu lintas, **Davidson (1966)**:

$$t = t^0 \left[\frac{1 - (1 - j)y}{1 - y} \right]$$

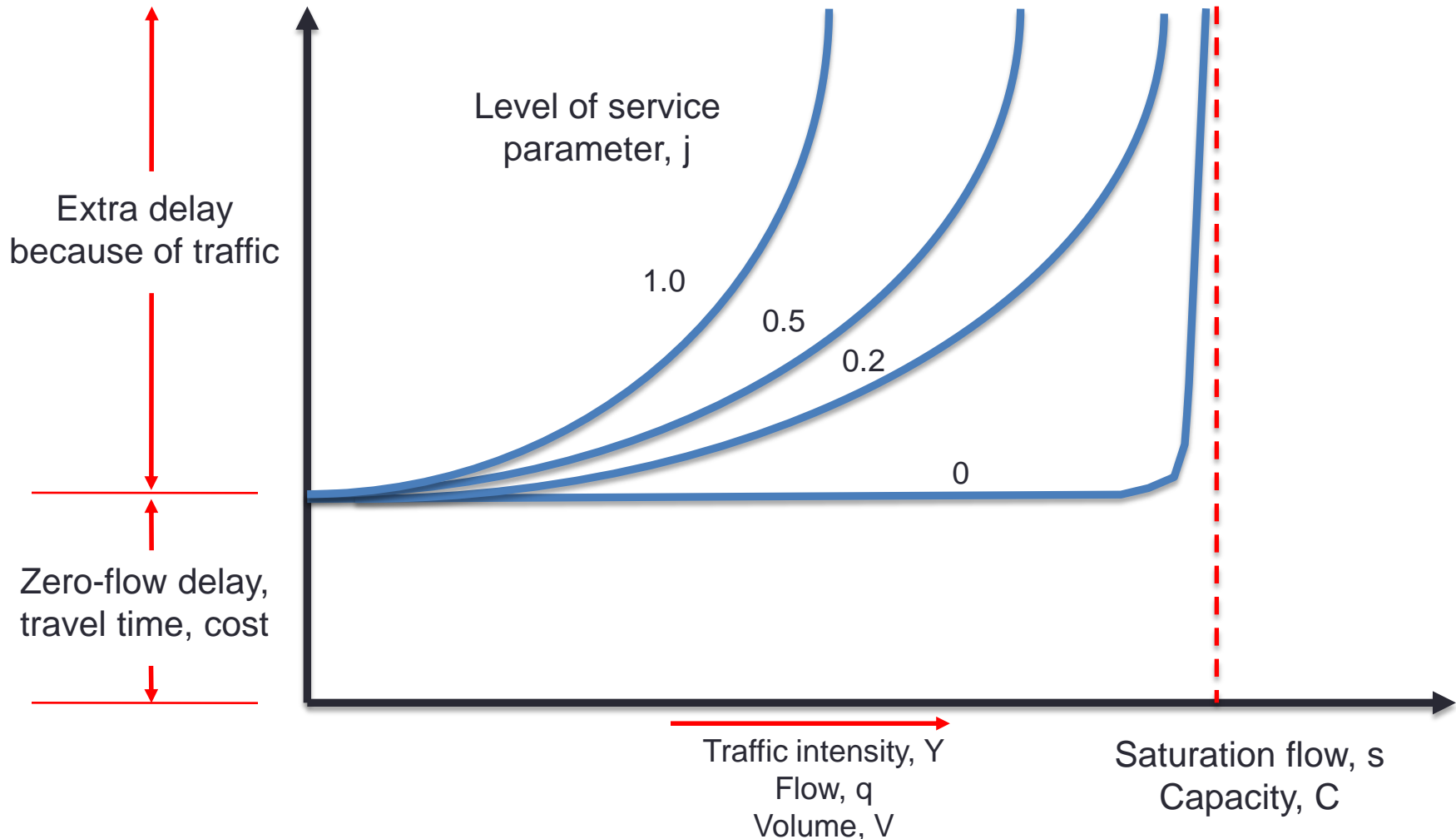
Dengan,

t = waktu perjalanan pada saat arus = 0 (*zero-flow*), atau kondisi arus bebas.

j = sebuah parameter yang menunjukkan variabilitas atau nilai keberagaman fungsi arus lalu lintas → faktor yang menyebabkan keberagaman dalam arus

y = intensitas arus lalu lintas yang ditentukan sebagai rasio arus lalu lintas yang diamati, Q , terhadap kapasitas arus jenuhnya, C .

Variabel waktu perjalanan terhadap fungsi impedance

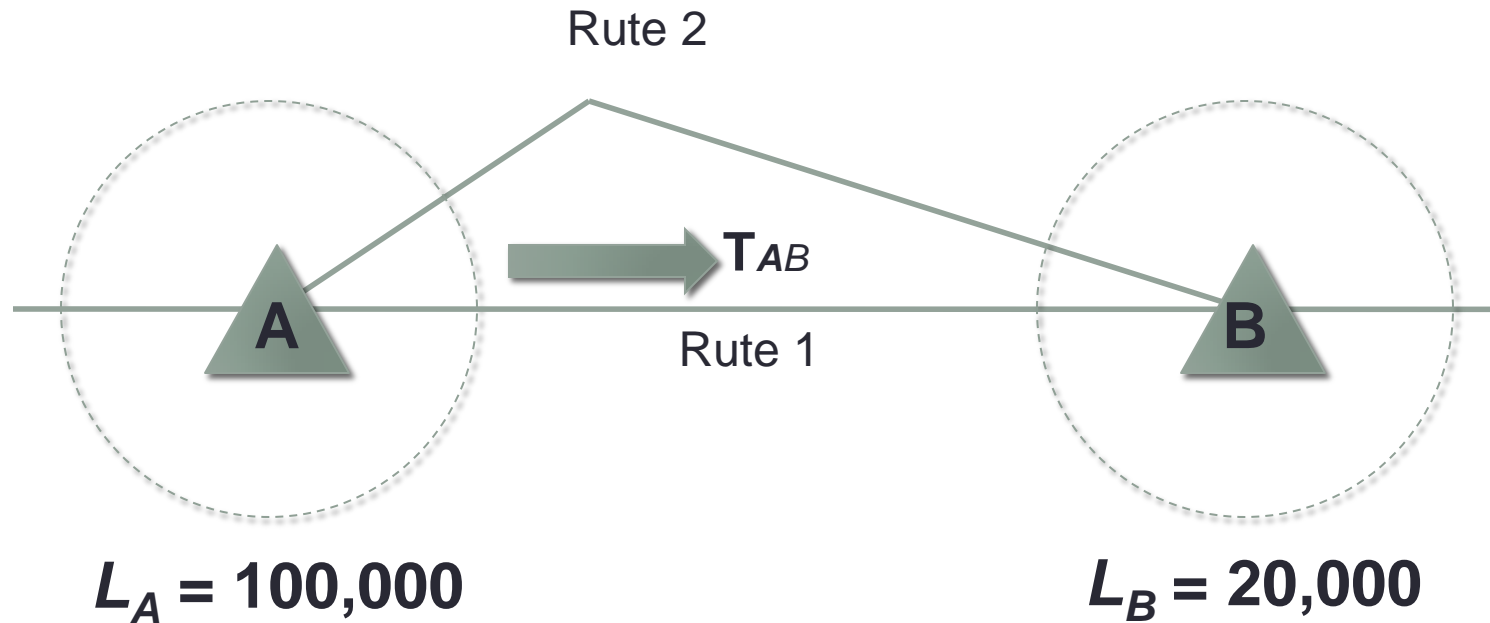


Hukum Interaksi Tata Guna Lahan dan Transportasi #3

- Bersanya pergerakan yang menggunakan rute tertentu akan menentukan besarnya waktu tempuh antar zona pada rute tersebut.
- Secara konsep, jika terdapat beberapa alternatif rute, kondisi keseimbangan seperti yang dinyatakan oleh **Wardrop (1952)**:

Arus lalu lintas akan mengatur dirinya sendiri sehingga besarnya waktu tempuh untuk semua alternatif yang tersedia mempunyai waktu tempuh yang sama dan minimal.

Contoh Kasus:



Rute	Kapasitas Arus Jenuh (kend/j)	Arus = 0, t^0 (min/km)	Indeks Tingkat Pelayanan, j	Panjang rute, d (km)
1	3000	1,5	0,6	16
2	2000	2,0	1,0	20

- Menentukan persamaan arus lalu lintas dari zona A ke zona B per 1000 unit residen/KK:

Asumsi: $K=60 \rightarrow$

$$T_{AB} = K \frac{L_A L_B}{t_{AB}} = 60 \frac{100 \times 20}{t_{AB}}$$

$$= 12 \times 10^4 / t_{AB} = 120 / t_{AB} \text{ per unit 1000}$$

- Menggunakan hukum kedua, :

$$t_{AB} = d_{AB} \times t^0 \left[\frac{1 - (1-j)y}{1-y} \right] \rightarrow y = \frac{q}{s}$$

- Untuk rute 1:

$$t_{AB}(\text{rute1}) = 16 \times 1,5 \left[\frac{1 - (1-0,6) \frac{q_1}{3000}}{1 - \frac{q_1}{3000}} \right]$$

$$= 24 \left[\frac{1 - (0,4) \frac{q_1}{3000}}{1 - \frac{q_1}{3000}} \right] = 24 \left[\frac{\frac{3}{3} - \left(\frac{0,4}{3} \right) q_1}{\frac{3}{3} - \frac{q_1}{3}} \right] \text{ per 1000 kend/j}$$

$$= 24 \frac{3 - 0,4q_1}{3 - q_1}$$

- Untuk rute 2:

$$t_{AB}(\text{rute 2}) = 20 \times 2,0 \left[\frac{1 - (1-1) \frac{q_2}{2000}}{1 - \frac{q_2}{2000}} \right]$$

$$= 40 \left[\frac{1}{1 - \frac{q_2}{2000}} \right] = 40 \left[\frac{1}{\frac{2}{2} - \frac{q_2}{2}} \right] \text{ per 1000 kend/j}$$

$$= 40 \frac{2}{2 - q_2} = \frac{80}{2 - q_2}$$

- Menerapkan hukum ketiga:

$$t_{AB}(\text{rute 1}) = t_{AB}(\text{rute 2})$$

$$24 \frac{(3 - 0,4q_1)}{3 - q_2} = \frac{80}{2 - q_2}$$

$$7,6q_1 - 9q_2 + 1,2q_1q_2 - 12 = 0$$

- Penyelesaian substitusi:

$$q_1 + q_2 = T_{AB} \Rightarrow T_{AB} = 120/t_{AB}$$

$$q_1 + q_2 = 120/t_{AB}$$



$$t_{AB} = \frac{80}{2 - q_2} \Rightarrow q_1 + q_2 = 120/t_{AB}$$

$$q_1 + q_2 = 120(2 - q_2)/80$$

$$2q_1 + 5q_2 - 6 = 0$$

$$2q_1 + 5q_2 - 6 = 0$$

$$q_1 = 3 - 2,5q_2 \Rightarrow 7,6q_1 - 9q_2 + 1,2q_1q_2 - 12 = 0$$

$$7,6(3 - 2,5q_2) - 9q_2 + 1,2(3 - 2,5q_2)q_2 - 12 = 0$$

$$22,8 - 19q_2 - 9q_2 + 3,6q_2 - 3q_2^2 - 12 = 0$$

$$3q_2^2 + 24,4q_2 - 10,8 = 0$$

$$q_{2,1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} = \frac{-24,4 \pm \sqrt{24,4^2 - 4(3)(-10,8)}}{2(3)}$$

$$q_{2,1,2} = \frac{-24,4 \pm 26,925}{6} \Rightarrow q_2 = 0,421 \text{ per } 1000 \text{ kend/j}$$

untuk $q_2 = 0,421$ per 1000 kend/j, maka :

$$q_2 = 0,421 \Rightarrow q_1 = 3 - 2,5q_2 = 3 - 2,5(0,421)$$

$$q_1 = 1,948 \text{ per } 1000 \text{ kend/j}$$

- Berdasarkan perhitungan tersebut dapat diperoleh:

$$\left. \begin{array}{l} q_1 = 1950 \text{ kend/j} \\ q_2 = 420 \text{ kend/j} \end{array} \right| \Rightarrow T_{AB} = q_1 + q_2 = 2370 \text{ kend/j}$$

- Waktu tempuh arus dari zona A ke zona B menggunakan kedua rute:

$$\left. \begin{array}{l} q_1 = 1950 \text{ kend/j} \\ q_2 = 420 \text{ kend/j} \end{array} \right| \Rightarrow t_{AB} = 120 / 2,37 = 50,6 \approx 51 \text{ menit}$$



**Ada yang
belum jelas ?**

Cara Grafis

Rute	Kapasitas Arus Jenuh (kend/j)	Arus = 0, t^0 (min/km)	Indeks Tingkat Pelayanan, j	Panjang rute, d (km)
1	3000	1,5	0,6	16
2	2000	2,0	1,0	20

Persamaan Dasar =

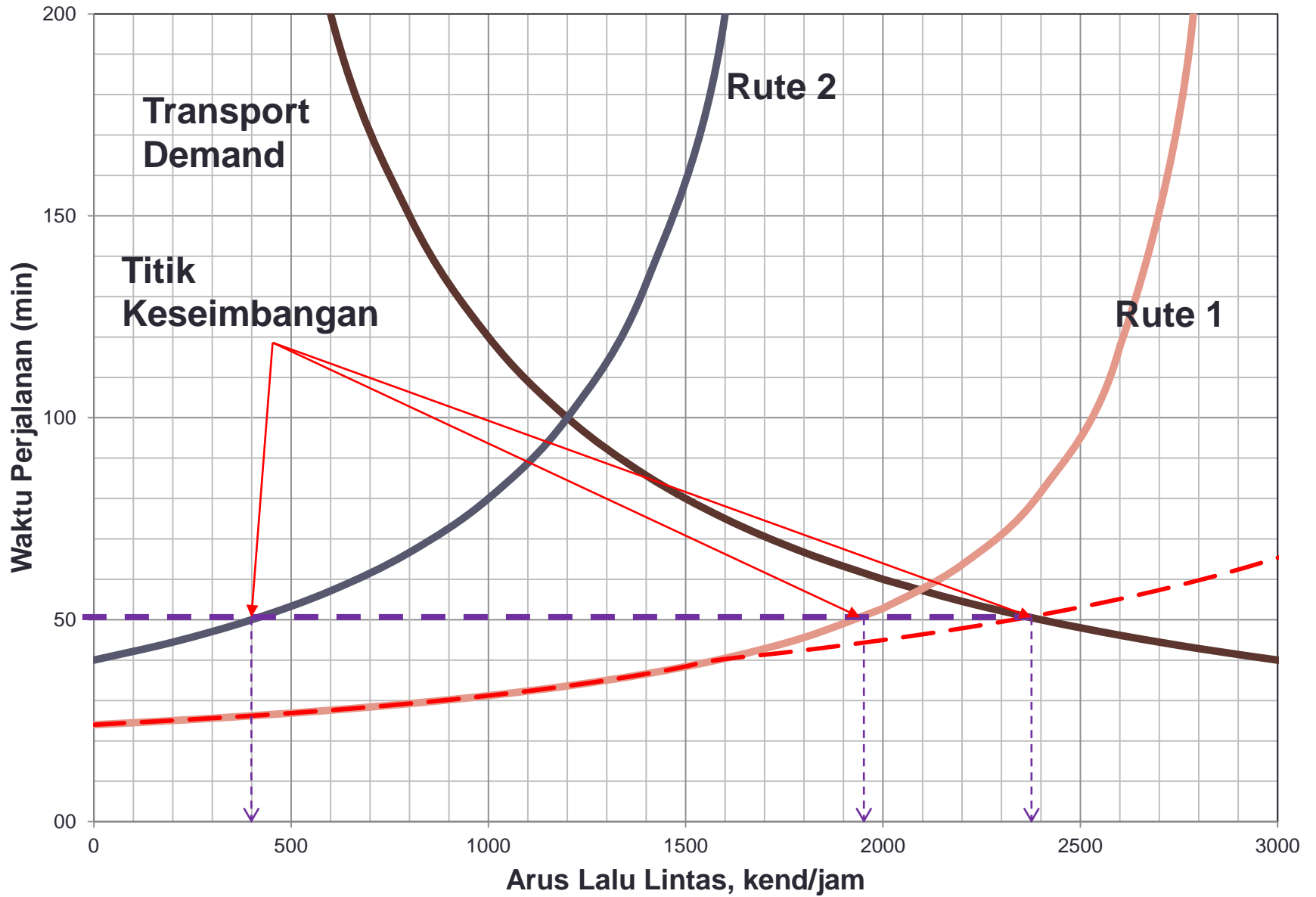
$$T_{AB} = 120 / t_{AB} \text{ per unit 1000} \Rightarrow t_{AB} = 120 / T_{AB}$$

$$t_{AB}(\text{rute 1}) = 24 \frac{(3 - 0,4q_1)}{3 - q_1}$$

$$t_{AB}(\text{rute 2}) = \frac{80}{2 - q_2}$$

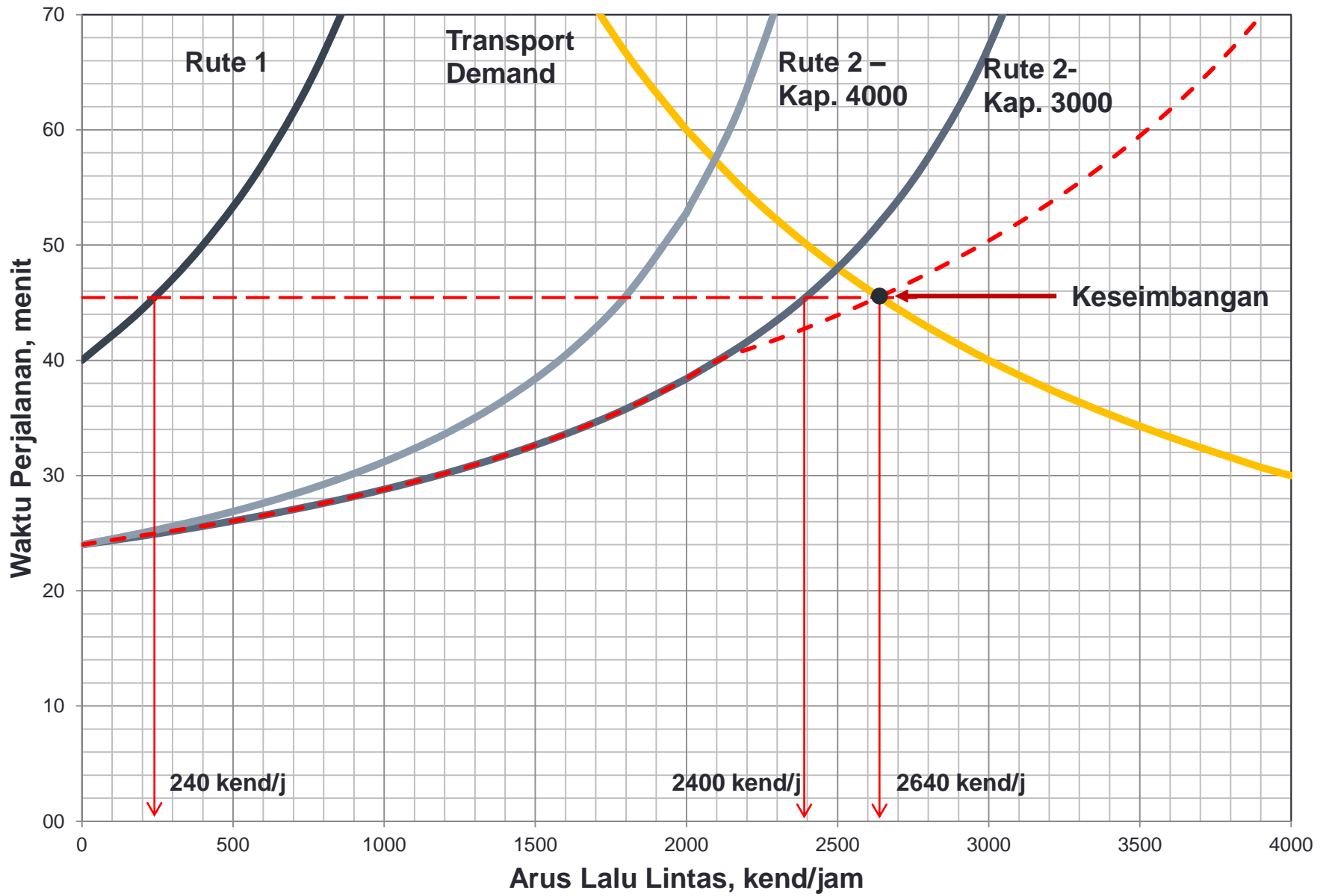
Tabel Perhitungan Grafis

Arus Lalu Lintas (kend/j)	t_{AB} menit	t_{AB} rute 1	t_{AB} rute 2
0		24.00	40.0
200	600.0	25.03	44.4
400	300.0	26.22	50.0
600	200.0	27.60	57.1
800	150.0	29.24	66.7
1000	120.0	31.20	80.0
1200	100.0	33.60	100.0
1400	85.7	36.60	133.3
1600	75.0	40.46	200.0
1800	66.7	45.60	400.0
1999	60.0	52.76	80000.0
2000	60.0	52.80	
2200	54.5	63.60	
2400	50.0	81.60	
2600	46.2	117.60	
2800	42.9	225.60	
2999	40.0	43209.60	
3000	40.0		
4000	30.0		
5000	24.0		
6000	20.0		



Bagaimana jika kapasitas jalan pada rute 1 dinaikkan menjadi 4000 kend/j ?

$$\begin{aligned}t_{AB}(\text{rute 1}) &= 16 \times 1,5 \left[\frac{1 - (1 - 0,6) \frac{q_1}{3000}}{1 - \frac{q_1}{4000}} \right] \\&= 24 \left[\frac{1 - (0,4) \frac{q_1}{4000}}{1 - \frac{q_1}{4000}} \right] = 24 \left[\frac{\frac{4}{4} - \left(\frac{0,4}{4} \right) q_1}{\frac{4}{4} - \frac{q_1}{4}} \right] \text{ per 1000 kend/j} \\&= 24 \frac{4 - 0,4q_1}{4 - q_1}\end{aligned}$$




Apa yang bisa Anda simpulkan ?

- Waktu perjalanan
- Pemilihan Rute
- Aksesibilitas
- Arus lalu lintas yang dibangkitkan
- Distribusi lalu lintas
- Volume kendaraan
- Kapasitas kendaraan
- Indeks tingkat pelayanan
- Skenario pergerakan

Referensi

- W.R. Blunden & J.A. Black. 1984. The land-use/transport system. 2nd edition. Sydney: Pergamon Press.
- Ofyar Z. Tamin. 2003. Perencanaan dan pemodelan transportasi, Bandung: Penerbit ITB.

A close-up photograph of a typewriter's carriage. The word "Questions?" is typed in a classic typewriter font on a light-colored sheet of paper. The paper is slightly wrinkled and has some small holes along the top edge, likely from a hole punch. The background is dark, and the lighting is soft, highlighting the texture of the paper and the metallic parts of the typewriter.

Questions?

Soal Latihan

- Terdapat dua zona, dimana masing-masing zona terdapat 30,000 orang (zona 1) yang merupakan zona tempat tinggal dan zona 2 merupakan zona bisnis dengan 10,000 pekerjaan. Kedua zona tersebut dilayani oleh dua jalan (rute) yaitu rute utama dan rute alternatif. Karakteristik arus seperti ditunjukkan dalam tabel berikut ini.

Rute	Kapasitas Arus Jenuh (kend/j)	Arus = 0, t^0 (min)	Indeks Tingkat Pelayanan, j
1	3000	24	0,3
2	2000	38	1,0

- Interaksi tata guna lahan dan transportasi dinyatakan menggunakan hubungan:

$$T_{12} = 0,001 (0,4 L_1) (1,0 L_2) / t_{12}$$

- a. Tentukan arus lalu lintas yang dihasilkan dari kedua zona tersebut,
 - b. Tentukan arus yang dibebankan pada kedua rute yang ada,
 - c. Tentukan waktu capaian (travel time) dari kedua zona tersebut,
 - d. Tentukan nilai keseimbangan baru jika:
 - Rute kedua ditutup
 - Terdapat perubahan nilai indeks tingkat pelayanan pada rute 1 menjadi 0,1
 - Terdapat perubahan kapasitas jalan pada rute 1 menjadi 4000 kend/jam.
- Kerjakan dalam pendekatan aritmatika atau grafis.