

# PERENCANAAN TRANSPORTASI BERKELANJUTAN

## Pertemuan 4.

### Evaluasi dan Monitoring Perencanaan Transportasi Berkelanjutan

Prodi MSTT

MZI

1

## Apa perlunya Monitoring dan Evaluasi

---

### Memastikan Pencapaian Tujuan Kebijakan

- Keselarasan dengan Tujuan: Mengevaluasi apakah kebijakan sesuai dengan tujuan awal, seperti pengurangan emisi, peningkatan mobilitas, atau peningkatan aksesibilitas.
- Pengukuran Kemajuan: Menentukan seberapa efektif kebijakan dalam mencapai target yang telah ditetapkan, seperti penurunan penggunaan kendaraan pribadi atau peningkatan penggunaan transportasi umum.

### Efisiensi dan Optimalisasi Operasional

- Alokasi Sumber Daya: Memastikan sumber daya (keuangan, manusia, teknologi) digunakan dengan cara yang paling efisien.
- Identifikasi dan Solusi Masalah Operasional: Menemukan dan mengatasi hambatan operasional, seperti masalah keandalan layanan atau kepadatan di jam sibuk.

2

### **Peningkatan Berkelanjutan dan Inovasi:**

- Adaptasi dengan Perubahan Kebutuhan: Sistem transportasi harus terus beradaptasi dengan perubahan pola mobilitas dan kebutuhan pengguna.
- Penerapan Teknologi dan Inovasi: Mengidentifikasi peluang untuk mengintegrasikan teknologi baru atau praktek inovatif yang bisa meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan.

3

## Metode yang Digunakan

- **Pengumpulan Data dan Survei**
  - Pengumpulan data melalui survei terhadap pengguna transportasi, pengamat lalu lintas, dan studi khusus.
  - Membantu dalam memahami pola perjalanan, kebiasaan pengguna, dan efektivitas kebijakan yang ada.
- **Analisis Indikator Kinerja Utama (KPI – Key Performance Indicators)**
  - Menggunakan indikator kinerja seperti jumlah penumpang, tingkat emisi, efisiensi energi, dan waktu tempuh.
  - Membantu mengukur kemajuan dan efektivitas kebijakan transportasi.
- **Model Simulasi Transportasi:**
  - Untuk memahami dampak kebijakan transportasi pada aliran lalu lintas, polusi udara, dan faktor-faktor lain.
  - Membantu dalam meramalkan hasil kebijakan masa depan.

4

- **Studi Kasus dan Benchmarking**

- Membandingkan kinerja sistem transportasi dengan kota atau negara lain yang memiliki kebijakan serupa.
- Membantu dalam memahami praktik terbaik dan area untuk peningkatan.

- **Analisis Biaya Manfaat**

- Evaluasi biaya kebijakan (seperti investasi infrastruktur, biaya operasional) terhadap manfaatnya (seperti pengurangan kemacetan, peningkatan kualitas udara) untuk menilai efektivitas secara finansial.

- **Feedback dari Stakeholder**

- Melibatkan berbagai pihak yang terkait, seperti masyarakat, pengembang kebijakan, dan operator transportasi, dalam memberikan umpan balik mengenai kebijakan yang diterapkan.

5

- **Penggunaan Teknologi Pemantauan**

- Penggunaan teknologi seperti GPS, sensor lalu lintas, dan alat pemantauan kualitas udara untuk mengumpulkan data secara *realtime* mengenai kondisi transportasi.

- **Audit dan Review Berkala**

- Melakukan audit dan review berkala pada kebijakan yang ada untuk memastikan kebijakan tersebut tetap relevan dan efektif dalam mencapai tujuan berkelanjutan.

6

# 1. Pengumpulan Data dan Survei

Melibatkan mengumpulkan informasi terperinci tentang cara orang menggunakan sistem transportasi, antara lain:

- **Survei Pengguna:** Melakukan survei terhadap pengguna transportasi untuk memahami kebiasaan perjalanan, alasan pemilihan moda transportasi tertentu, dan tingkat kepuasan mereka terhadap layanan yang ada.
- **Pengamatan**
  - Mengamati dan merekam pola lalu lintas di jalanjalan utama, termasuk volume kendaraan, kecepatan, dan jenis kendaraan.
  - survei penghitungan penumpang di stasiun transit, survei *load factor*, dll.
  - survei efisiensi waktu perjalanan di rute tertentu.

7

## Contoh Kasus: Studi Kinerja LRT di Jakarta, Indonesia

- Konteks: Jakarta, ibukota Indonesia, memiliki masalah kemacetan lalu lintas yang parah dan telah mengimplementasikan berbagai kebijakan untuk mengembangkan sistem transportasi yang lebih berkelanjutan, termasuk pengembangan LRT
- Pengumpulan Data dan Survei:
  - **Survei Pengguna:** Dilakukan untuk mengumpulkan data tentang kepuasan penumpang, alasan penggunaan, dan masukan untuk perbaikan layanan. Survei ini membantu mengidentifikasi kebutuhan penumpang dan area yang memerlukan perbaikan.
  - **Survei Integrasi Angkutan Umum:** Menilai efektivitas integrasi antar berbagai moda transportasi umum, seperti antara LRT, kereta api, dan angkutan kota. Aspek yang Diteliti antara lain mengevaluasi kesinambungan layanan, kemudahan transfer antar moda, penandaan dan informasi untuk penumpang, serta integrasi tarif.

8

### Karakteristik Perjalanan di Wilayah Jabodetabek

#### 1. Frekuensi Perjalanan di Wilayah Jabodetabek

- Hampir tiap hari dalam seminggu ( 5 – 7 kali per minggu )
- Beberapa kali dalam seminggu ( 2 – 4 kali per minggu )
- Minimal satu kali dalam seminggu ( 1 kali per minggu )
- Beberapa kali dalam sebulan ( 1 – 3 kali per bulan )
- Beberapa kali dalam setahun ( 1 – 6 kali per tahun )

#### 2. Manakah jenis kendaraan yang anda gunakan saat perjalanan di wilayah jabodetabek (boleh pilih lebih dari satu)

<input type="checkbox"/> KRL	<input type="checkbox"/> MRT	<input type="checkbox"/> LRT	
<input type="checkbox"/> BRT/Transjakarta	<input type="checkbox"/> Microbus/Jaklingko	<input type="checkbox"/> Travel	
<input type="checkbox"/> Kereta Api	<input type="checkbox"/> Kereta Bandara	<input type="checkbox"/> Ojek Online	
<input type="checkbox"/> Sepeda Motor	<input type="checkbox"/> Mobil	<input type="checkbox"/> Lainnya, sebutkan: ....	

#### 3. Asal dan Tujuan Perjalanan (yang sering dilakukan)

Asal Kecamatan : \_\_\_\_\_ Tujuan : \_\_\_\_\_

#### 4. Maksud Perjalanan (yang sering dilakukan)

- Bekerja
- Sekolah
- Wisata
- Sosial
- Belanja
- Lainnya, sebutkan .....

9

### Preferensi Menggunakan LRT

5. Dengan keberadaan LRT saat ini, bagaimana peluang anda untuk menggunakan angkutan publik tersebut?

1. Pasti tidak menggunakan (jika pilih ini ke pertanyaan 5a)
2. Tidak menggunakan (jika pilih ini ke pertanyaan 5a)
3. Belum tahu (jika pilih ini ke pertanyaan 5b)
4. Menggunakan (jika pilih ini ke pertanyaan 5b)
5. Pasti menggunakan (jika pilih ini ke pertanyaan 5b)

5a. Jika jawaban anda pasti tidak menggunakan dan tidak menggunakan, apa alasan anda tidak mau menggunakan moda LRT (boleh pilih lebih dari satu)

1. Harga (jika memilih ini, maka lanjut ke pertanyaan 5a1)
2. Keselamatan (jika memilih ini, maka lanjut ke pertanyaan 5a2)
3. Aksesibilitas ke dan dari stasiun LRT (jika memilih ini, maka lanjut ke pertanyaan 5a3)
4. Rute yang tidak sesuai (jika memilih ini, maka lanjut ke pertanyaan 5a4)
5. Frekuensi (jika memilih ini, maka lanjut ke pertanyaan 5a5)
6. Kenyamanan (jika memilih ini, maka lanjut ke pertanyaan 5a6)

10

- 5b. Jika jawaban anda belum tahu, menggunakan, dan pasti menggunakan LRT nanti kemungkinan akan anda gunakan untuk
1. Kendaraan utama (didukung dengan mikrolet/ojek online/dll. Untuk menuju ke stasiun LRT)
  2. Kendaraan pelengkap (untuk mendukung kendaraan utama saya, seperti MRT, TransJakarta, dll)
- 5a1. Jika jawaban anda harga, berapa harga yang anda ingin keluarkan untuk membayar pelayanan LRT
- a. Kurang dari Rp. 5.000
  - b. Rp 5.000 – Rp. 10.000
  - c. Rp 10.001 – Rp. 15.000
  - d. Rp 15.001 – Rp. 20.000
  - e. Lebih dari 20.000
- 5a2. Jika jawaban anda keselamatan, menurut anda, aspek keselamatan yang perlu ditingkatkan adalah? (boleh pilih lebih dari 1)
- a. Keselamatan kereta
  - b. Keselamatan jalur rel
  - c. Keselamatan stasiun
  - d. Keselamatan pada fasilitas alih moda
- 5a3. Jika jawaban anda aksesibilitas ke dan dari stasiun LRT, menurut anda akses yang diperlukan adalah? (boleh pilih lebih dari 1)
- a. Fasilitas pejalan kaki (jika memilih ini, maka lanjut ke pertanyaan 5a3.1)
  - b. Fasilitas sepeda (jika memilih ini, maka lanjut ke pertanyaan 5a3.2)
  - c. Shuttle (jika memilih ini, maka lanjut ke pertanyaan 5a3.3)
  - d. Rute angkutan umum (angkot) (jika memilih ini, maka lanjut ke pertanyaan 5a3.4)

11

## 2. Analisis KPI

- KPI adalah metrik kuantitatif yang digunakan untuk menilai efektivitas dan efisiensi sistem transportasi dalam mencapai tujuan tertentu, seperti pengurangan emisi, peningkatan aksesibilitas, atau peningkatan kepuasan pengguna.
- KPI dipilih berdasarkan tujuan kebijakan transportasi yang berkelanjutan. Misalnya, jika tujuannya adalah mengurangi polusi, KPI bisa berupa penurunan emisi gas rumah kaca per kilometer.
- Aspek Kunci dalam Analisis KPI:
  - 1.Pengukuran:** Melibatkan pengumpulan data terkait KPI,
  - 2.Evaluasi:** Menganalisis data yang dikumpulkan untuk menilai kinerja saat ini dibandingkan dengan target atau benchmark yang telah ditetapkan.
  - 3.Benchmarking:** Membandingkan kinerja dengan sistem transportasi lain atau standar industri untuk mengidentifikasi area perbaikan.
  - 4.Identifikasi Tren:** Memahami tren jangka panjang dalam data KPI untuk membuat keputusan strategis.

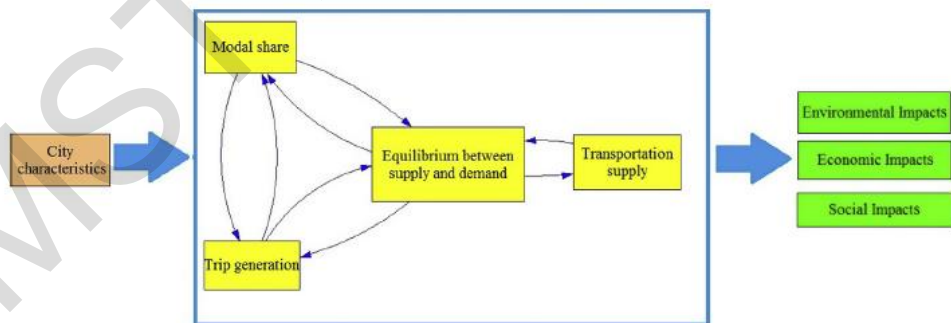
12

## Indicators were suggested by Haghshenas and Vaziri (2012)

**Table 1**  
Sustainable transportation indicators.

Symbol	Sustainable transportation component	Final indicator	Unit
<i>Transportation environmental impact indicators, TEII</i>			
P/P	Transportation pollution	Annual pollutions of local air pollutants (CO, VOC, NOx...) per capita	kg/person
E/P	Transportation energy consumption	Annual transportation energy use per capita	MJ/person
L/P	Transportation land consumption	Land consumption for private and public transportation infrastructure per capita	m/person
<i>Transportation economic impact indicators, TEII</i>			
GC/G/P	Transportation cost for government	Local government annual expenditures on transportation per GDP	%
UC/G/T	Direct trip cost for user	Average user cost of one urban trip over GDP per capita (% GDP per capita)	%
T/T	Indirect transportation cost for user	Average time spent of one trip in transportation	min
<i>Transportation social impact indicators, TSII</i>			
D/MP	Transportation safety	Annual fatality of transportation per capita	death/person
APK/P/A	Transportation accessibility	Sum of transportation systems for every citizen passenger-km per area	1/m
MS-EQ	Transportation variety	Deviation of modal shares from an ideal city with equal public, private and non-motorized modal shares	-

13



## Framework

14

## Variabel

### CiriCiri Kota (City characteristics):

Input awal yang mungkin mencakup demografi, ekonomi, infrastruktur, dan aspek sosial kota yang mempengaruhi generasi perjalanan dan variable yang lain

### Bangkitan Perjalanan (Trip generation):

Menggambarkan bagaimana perjalanan diciptakan dalam konteks kota berdasarkan ciri-ciri kota. Hal ini mencakup frekuensi, tujuan, dan volume perjalanan yang dilakukan oleh penduduk.

### Pilihan Moda (Modal share):

menggambarkan pilihan moda transportasi yang berbeda, seperti berjalan kaki, sepeda, kendaraan pribadi, atau transportasi umum.

### Keseimbangan antara Pasokan dan Permintaan (Equilibrium between supply and demand)

Membantu menentukan apakah sistem transportasi saat ini dapat memenuhi permintaan atau jika ada kelebihan/kurangnya pasokan.

### Pasokan Transportasi (Transportation supply):

Menunjukkan jumlah dan jenis layanan transportasi yang tersedia dalam sistem, termasuk jumlah kendaraan, kapasitas jalan, dan frekuensi layanan transportasi umum

15

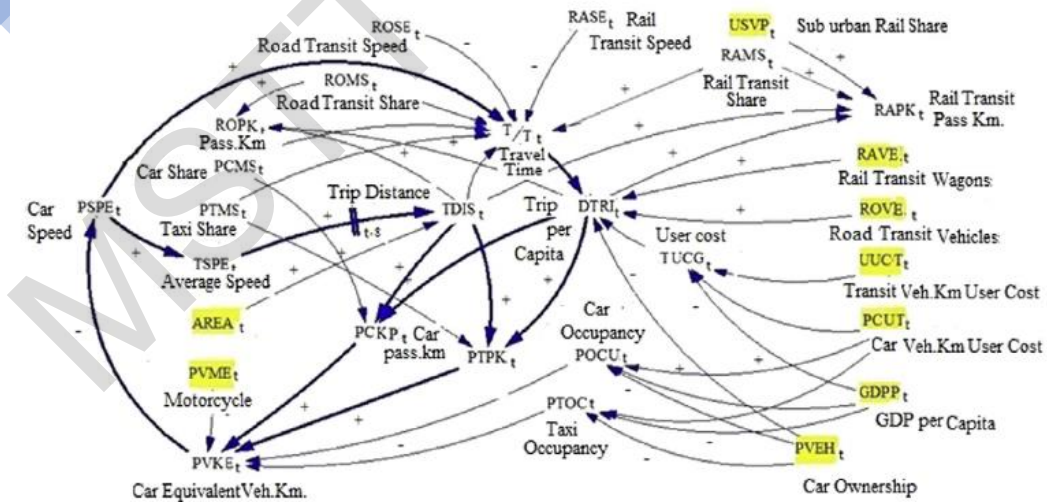


Fig. 2. Trip generation causal loops.

16



# Trip Generation Module Relations

Item	Equation
1	$DTRI_t = 2.75 + 2.4 (PVEH_t + 10 (UVEH_t)) - 17,920 TUCG_t - 0.036 T/T_t$
2	$T/T_t = PCMS_t (60 TDIS_t PCDS_t PSPE_t) + PTMS_t (2 + 60TDIS_t TTDTCDC_t/PSPE_t) + RAMS_t (5.3 + 60 TDIS_t RADS_t/RASE_t) + ROMS_t (2.5 + 60 TDIS_t RODS_t/ROSP_t) + 10 NDMS_t$
3	$PTDS_t = 1.27$
4	$PCDS_t = 2 - 0.54 PCMS_t - 0.04 TDIS_t$
5	$RADS_t = 0.98 + 1.15 USVP_t$
6	$RODS_t = 1$
7	$TDIS_t = 3.04 + 0.133 TSPE_{t-8} + 0.007 AREA_t^{0.5}$
8	$POCU_t = 1.33 + 0.028/PVEH_t + 423.88 (PUCT_t/GDPP_t)$
9	$PTOC_t = 1.23 + 1000 (PUCT_t/GDPP_t) + 0.3/PVEH_t$
10	$PVKE_t = (PCPK_t/PCOC_t + PTPK_t/PTOC_t) (1 - 0.5 PMVP_t)$
11	$PMVP_t = 0.522 (PMVE_t/PVEH_t)$
12	$PCPK_t = 365 PCMS_t TDIS_t DTRI_t PCDS_t$
13	$PTPK_t = 365 PTMS_t TDIS_t DTRI_t PTDS_t$
14	$RAPK_t = 365 RAMS_t TDIS_t DTRI_t RADS_t$
15	$ROPK_t = 365 ROMS_t TDIS_t DTRI_t RODS_t$

17

Item	Symbol	Description	Unit	Item	Symbol	Description	Unit
46	RASE	Average public transportation (rail modes) seats per wagon	seat/wagon	1	AREA	City area	ha
47	RASP	Average public transportation (rail modes) speed	km/h	2	OCUC	Average passenger car occupancy	person/vehicle
48	RAVK	Annual public transportation (rail modes) wagon kilometers per capita	v.km/person	3	CPKI	Annual car passenger kilometers per capita	p.km/person
49	RAVK	Public transportation (rail modes) wagons per capita	vehicle/person	4	CVKI	Annual car vehicle kilometers per capita	v.km/person
50	RODC	Length of road could be constructed per capita by one dollar investment	m/\$	5	DEAT	Annual transportation deaths per million capita	person death/million
51	RODE	Length of road per capita	m/person	6	DTRI	Daily trips per capita	trip/person
52	RODR	Growth rate of length of road per capita	m/person/year	7	FREE	Length of freeway per capita	m/person
53	RODS	Ratio of average distance of a public transportation (road modes) trip to overall average trip distance	-	8	GDPP	GDP per capita	\$/person
54	ROEK	Energy consumption per public transportation (road modes) vehicle.km	Mj/veh.km	9	KJOB	Proportion of jobs in CBD	%
55	ROEM	Pollution by one public transportation (road modes) vehicle.km	kg/veh.km	10	NDMS	Non-motorized mode split of all daily trips	%
56	ROHO	Average daily performance of a public transportation (road modes) vehicle	h	11	PCDS	Ratio of distance of a car trip to overall average trip distance	-
57	ROLH	Length of reserved public transportation road routes per area	m/ha	12	PDEN	Population density	person/ha
58	ROMS	Public transportation (road modes) split of all daily trips	%	13	POMS	Car mode split of all daily trips	%
59	ROOS	Annual public transportation (road modes) seat occupancy	person/seat	14	POMS	Private mode split of all daily trips (car and share taxi)	%
60	ROPK	Annual public transportation (road modes) passenger kilometers per capita	p.km/person	15	PEMK	Pollution by one car.km	kg/veh.km
61	ROSE	Average public transportation (road modes) seats per vehicle	seat/vehicle	16	PENK	Energy consumption by one car.km	Mj/veh.km
62	ROSP	Average public transportation (road modes) speed	km/h	17	PENP	Annual private passenger transportation energy use per capita	Mj/person
63	ROVE	Public transportation (road modes) vehicles per capita	vehicle/person	18	PGCP	Total private passenger transportation annual cost per capita	\$/person
64	ROVK	Annual public transportation (road modes) vehicle kilometers per capita	v.km/person	19	PKCP	Annual road investment cost per capita	\$/person
65	TDIS	Overall average trip distance	km	20	PRJC	Parking spaces per CBD jobs	space/job
66	TEMP	Annual transportation emissions per capita	kg/person	21	PMVP	Percentage of motor cycle in car vehicle kilometers	%
67	TENP	Annual transportation energy use per capita	Mj/person	22	POCP	Annual private transportation operating cost per capita	\$/person
68	TGCP	Total passenger transportation annual cost per capita	\$/person	23	POCU	Average private passenger vehicle occupancy	person/vehicle
69	TOCU	Average share taxi occupancy	person/vehicle	24	PSPE	Average road network speed	km/h
70	TRKI	Shared taxi passenger kilometers per capita	p.km/person	25	PTDS	Ratio of distance of a taxi trip to overall average trip distance	-
71	TSPE	Overall average trip speed	km/h	26	PTEX	Shared taxis existence in the city	min
72	TUCG	Overall user cost of one pass.km per GDP per capita	1/pass.km	27	PTIM	Average time of a private trip	min
73	TUCT	Overall user cost of one pass.km	\$/pass.km	28	PTMS	Share taxi mode split of all daily trips	%
74	TKVI	Shared taxi vehicle kilometers per capita	v.km/person	29	PTVE	Shared taxis vehicles per capita	vehicle/person
75	URLR	Length of reserved public transportation road routes per capita	m/ha	30	PUCC	Average user cost of a car pass.km per GDP per capita	1/pass.km
76	UDMS	Public transportation split of all daily trips	%	31	PUCT	Average user cost of a car pass.km	\$/pass.km
77	UENP	Annual public transportation energy use per capita	Mj/person	32	PVEH	Total private passenger vehicles per capita	vehicle/person
78	UGCP	Total public passenger transportation annual cost per capita	\$/person	33	PVKI	Total annual private passenger vehicle kilometers per capita	v.km/person
79	UCIP	Annual public transportation investment per capita	\$/person	34	PVME	Motor cycles per capita	motor/person
80	UNVP	Percentage of minibus in public transportation (road modes) vehicle kilometers	%	35	RADS	Ratio of distance of a public transportation (rail modes) trip to overall average trip distance	-
81	UOCP	Annual public transportation operating cost per capita	\$/person	36	RAEK	Energy consumption per public transportation (rail modes) wagon.km	Mj/wagon.km
82	USVP	Percentage of suburban in public transportation (rail modes) wagon kilometers	seat/vehicle	37	RAEX	Public transportation (rail mode) existence in the city	-
83	UTIM	Average time of a public transportation trip	min	38	RAHO	Average daily performance of a public transportation (rail modes) wagon	h
84	UTVP	Percentage of tramway in public transportation (rail modes) wagon kilometers	%	39	RAIL	Length of reserved public transportation rail routes per capita	m/person
85	UUCG	Average user cost of a public pass.km per GDP per capita	1/pass.km	40	RALC	Length of rail route could be constructed per capita by one dollar investment	m/\$
86	UUCT	Average user cost of a public pass.km	\$/pass.km	41	RALH	Length of reserved public transportation rail routes per area	m/ha
87	UVEH	Public transportation vehicles per capita	vehicle/person	42	RALR	Length of reserved public transportation rail routes per capita growth rate	m/person/year
				43	RAMS	Public transportation (rail modes) split of all daily trips	%
				44	RAPK	Annual public transportation (rail modes) passenger kilometers per capita	p.km/person
				45	RASE	Annual public transportation (rail modes) seat occupancy	person/seat

18

- **Permintaan Perjalanan:** Penyebab utama generasi perjalanan.
- **Faktor Generasi Perjalanan:** Dipengaruhi oleh jumlah kendaraan pribadi dan umum, biaya langsung perjalanan per pendapatan, dan biaya tidak langsung yang diukur oleh waktu tempuh.
- **Dampak Generasi Perjalanan:** Peningkatan generasi perjalanan meningkatkan kilometer penumpang pada setiap moda.
- **Kilometer Kendaraan:** Peningkatan kilometer penumpang mengakibatkan peningkatan kilometer kendaraan.
- **Kecepatan dan Kapasitas Rute:** Peningkatan kilometer kendaraan menurunkan kecepatan perjalanan akibat kapasitas rute yang terbatas.
- **Waktu Tempuh:** Peningkatan waktu tempuh mengurangi permintaan generasi perjalanan, menciptakan loop kausal negatif.
- **Ukuran Kota dan Jarak Perjalanan:** Kota yang lebih besar menghasilkan jarak perjalanan rata-rata yang lebih jauh, meningkatkan kilometer penumpang dan kendaraan.
- **Pilihan Rute dan Zona Asal Tujuan:** Kecepatan perjalanan yang lebih rendah mempengaruhi pilihan rute dan zona asal dan tujuan pengguna seiring waktu, menciptakan loop kausal negatif dengan penundaan.
- **Okupansi Mobil:** Menunjukkan hubungan antara kilometer kendaraan dan kilometer penumpang, berbanding terbalik dengan kepemilikan mobil dan berbanding lurus dengan biaya operasional kendaraan per pendapatan.
- **Kota Luas vs Kota Padat:** Kota luas dengan kepemilikan mobil yang tinggi dan kapasitas jalan yang lebih banyak cenderung menghasilkan lebih banyak perjalanan dengan mobil, sementara kota padat dengan transportasi umum yang efisien memiliki proporsi perjalanan dengan transportasi umum yang tinggi.

19

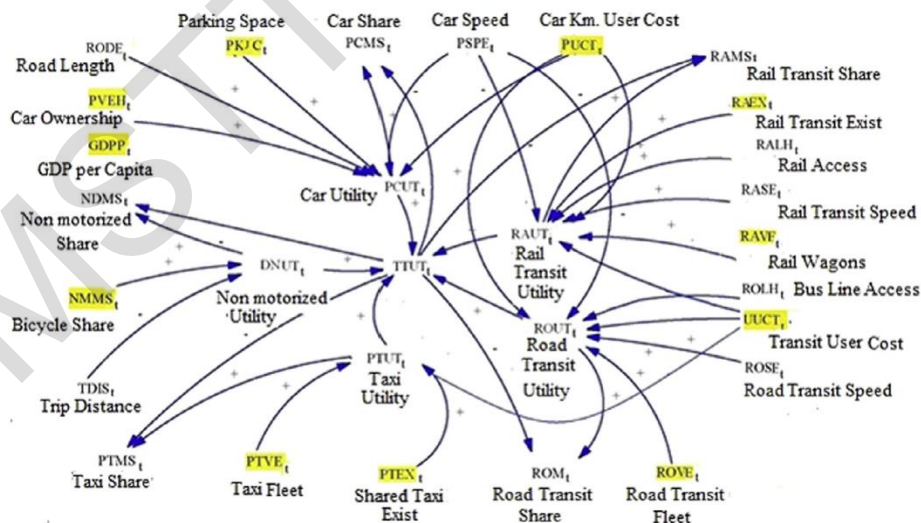


Fig. 3. Modal share conceptual framework.

20

## Modal Share Module Relations

Item	Equation
1	$DNUT_t = \text{EXP}(1.42 - 0.04 \text{TDIST} + 1.62 \text{NMMSt})$
2	$PCUT_t = \text{EXP}((-1322 \text{PUCT}_t/\text{GDPP}_t) + 0.02 \text{PSPE}_t + 2.08 \text{PVEH}_t + 0.84 \text{PKJC}_t + 0.05 \text{RODE}_t)$
3	$RAUT_t = \text{RAEX}_t (\text{EXP}(-1.82 (\text{PUCT}_t/\text{PUCT}_t) + 820.2 \text{RAVE} + 0.06 \text{RALH}_t))$
4	$ROUT_t = \text{EXP}((-1.65 (\text{PUCT}_t/\text{PUCT}_t) + 1.23 (\text{ROSP}_t/\text{PSPE}_t) + 150.7 \text{ROVE}_t + 0.03 \text{ROLH}_t))$
5	$PTUT_t = \text{PTEX}_t (\text{EXP}(26.96 (\text{PTVE}_t/\text{PVEH}_t) - 6.12 (\text{PUCT}_t/\text{PUCT}_t)))$
6	$TTUT_t = PCUT_t + ROUT_t + DNUT_t + RAUT_t + PTUT_t$
7	$NDMS_t = DNUT_t/TTUT_t$
8	$PCMS_t = PCUT_t/TTUT_t$
9	$PTMS_t = PTUT_t/TTUT_t$
10	$ROMS_t = ROUT_t/TTUT_t$
11	$RAMS_t = RAUT_t/TTUT_t$

21

- Menggunakan **Model Logit Multinomial agregat** dalam menganalisis lima jenis pemilihan moda transportasi perkotaan, yang meliputi kendaraan pribadi (mobil dan sepeda motor), ride-sharing/carpooling, transportasi umum (bus dan KA), dan transportasi non-motoris.
- Variabel penting yang mempengaruhi utilitas **kendaraan pribadi** adalah kepemilikan mobil, panjang jalan, tempat parkir, kecepatan kendaraan pribadi, dan biaya operasional kendaraan pengguna dibagi dengan pendapatan.
- Kecepatan kendaraan transportasi umum, ukuran armada, akses ke rute eksklusif, dan biaya perjalanan pengguna dibagi dengan pendapatan adalah variabel penting yang mempengaruhi utilitas **bus**
- Kecepatan KA, ukuran, akses ke rute eksklusif, dan biaya perjalanan pengguna dibagi pendapatan juga merupakan variabel penting untuk menentukan utilitas **KA**.
- ukuran armada dan biaya perjalanan pengguna per pendapatan digunakan dalam penghitungan utilitas **Ride-sharing**
- Keberadaan infrastruktur sepeda dan jarak perjalanan menjadi faktor utama. untuk **moda non-motoris**

22

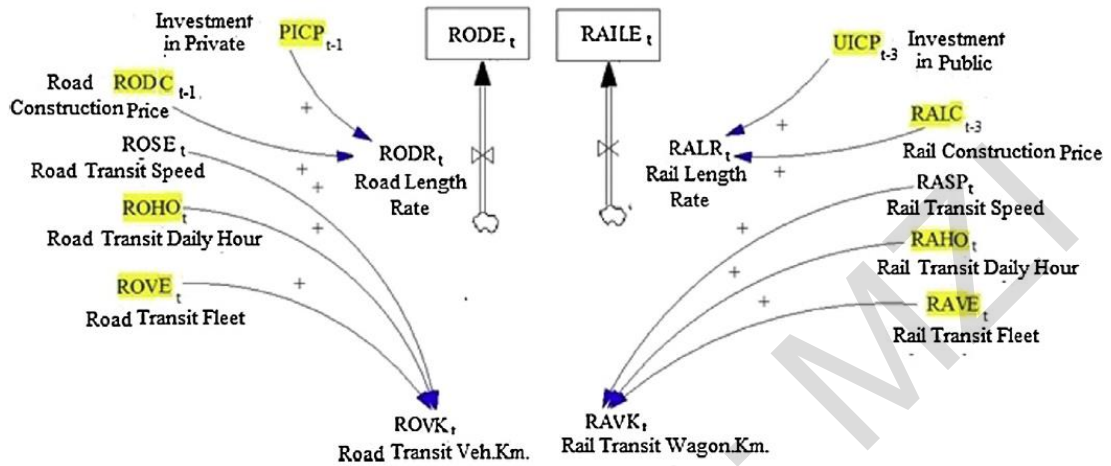


Fig. 4. Transportation supply framework.

23

## Transportation Module Relations

Item	Equation
1	$RODR_t = CROD_{t-1} PICP_{t-1}/1000$
2	$RODE_t = \int_0^t RODR_i di$
3	$RALR_t = CRAL_{t-3} UICP_{t-3}/1000$
4	$RALE_t = \int_0^t RALR_i di$
5	$ROVK_t = ROVE_t ROSE_t ROHO_t 365$
6	$RAVK_t = RAVE_t RASE_t RAHO_t 365$

24

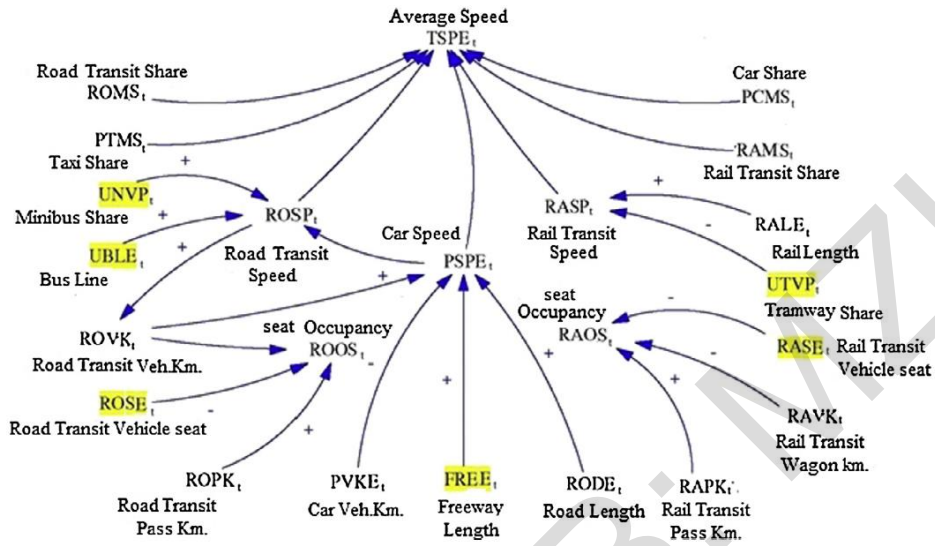


Fig. 5. Equilibrium between supply and demand.

25

### Equilibrium Module Relations

Item	Equation
1	$PSPE_t = 30 + 110 FREE_t - 0.002 ((PVKE_t + 5 ROVK_t)/RODE_t)$
2	$ROSP_t = 0.54 PSPE_t + 64.2 UBLE_t + 8.5 NUVP_t$
3	$RASE_t = 37 + 33 RALE_t - 29.3 UTVP_t$
4	$TSPE_t = (PCMS_t + PTMS_t) PSPE_t + RAMS_t RASE_t + ROMS_t ROSP_t + 10 (1 - PCMS_t + PTMS_t + RAMS_t + ROMS_t)$
5	$ROOS_t = ROPK_t / (ROVK ROES_t)$
6	$RAOS_t = RAPK_t / (RAVK RAES_t)$

26

**Table 7**  
Sustainable transportation indicator and composite index of 6 cities in 1995.

Indicator	Amsterdam	Chicago	Copenhagen	London	Singapore	Hong Kong
P/P	38.34	205.78	94.9	73.06	76.68	23.73
E/P	13634.41	45837.03	15828.49	14432.88	12097.77	6453.18
L/P	2.68	5.22	4.84	2.09	1	0.3
UC/G/T	5.46E-05	6.69E-05	5.48E-05	7.45E-05	9.33E-05	5.46E-05
T/T	15.28	17.47	15.83	20.8	21.28	16.98
GC/G/P	0.1	0.11	0.04	0.08	0.05	0.05
D/MP	60.13	116.17	86.23	35.68	78.69	38.35
APK/P/A	0.58	0.04	0.14	0.06	0.38	0.45
MS-EQ	0.24	0.64	0.28	0.24	0.22	0.2
$I_{TE}$	0.46	-1.1	-0.08	0.4	0.58	0.97
$I_{TC}$	0.57	0.32	0.89	0.34	0.44	0.74
$I_{TS}$	1.08	-0.92	0.03	0.15	0.64	0.97
$I_{OST}$	0.83	-0.61	0.35	0.36	0.65	1.05

27

## Sustainable Transportation Indicator relations

Item	Equation
1	$L/P_t = RODE_t + RALE_t + UBLE_t$
2	$E/P_t = RAVK_t + RAEK_t + ROEK_t + ROVK_t + PVKE_t + PENK_t$
3	$P/P_t = ROEM_t + ROVK_t + PVKE_t + PEMK_t$
4	$UC/G/T_t = TUCG_t + TDIS_t$
5	$POCP_t = 0.22 PVKE_t + 129.2 RODE_t$
6	$UOCP_t = 0.53 ROVK_t + 5.2 RAVK_t + 500 RALE_t + 50 ROLE_t$
7	$GC/G/P_t = (POCP_t + UOCP_t + PICP_t + UICP_t) / GDPP_t$
8	$EM-SQ_t = ((NDMS_t - 1.3)^2 + (PCMS_t + PTMS_t - 1.3)^2 + (RAMS_t + ROMS_t - 1.3)^2)^{0.5}$
9	$APK/A/P_t = (PCPK_t + PTPK_t + RAPK_t + ROPK_t + NDMS_t + DTRI_t + 365.2) / AREA_t$
10	$D/MP_t = 0.014 (PVKE_t + 5 ROVK_t) + 1.15 PSPE_t - 0.002 GDPP_t$

28

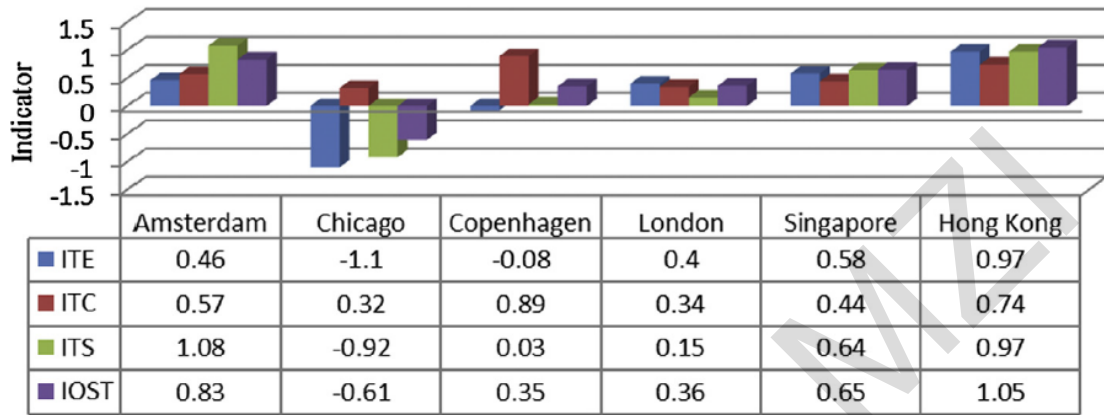


Fig. 6. Sustainable transportation indices of 6 selected cities in 1995.

29

- Indeks komposit untuk setiap grup dibuat dengan menambahkan indikator yang dinormalisasi
- Tanda negatif "-" digunakan untuk indikator di mana jumlah yang lebih kecil lebih diinginkan untuk transportasi berkelanjutan
- Tanda positif "+" digunakan untuk indikator di mana jumlah yang lebih besar lebih diinginkan, seperti aksesibilitas.

$$Z_i = (I - \text{Avg } I) / \text{St Dev } I$$

$$I_{TE} = (1/3)Z_{P-P} + (1/3)Z_{E-P} + (1/3)Z_{L-P}$$

$$I_{TC} = (1/3)Z_{CC-G-P} + (1/3)Z_{UC-G-T} + (1/3)Z_{T-T}$$

$$I_{TS} = (1/3)Z_{D-MP} + (1/3)Z_{APK-P-A} + (1/3)Z_{MS-EQ}$$

$$I_{OST} = (1/3)Z_{ITE} + (1/3)Z_{ITC} + (1/3)Z_{ITS}$$

- ITE, ITC, dan ITS adalah indeks komposit untuk aspek lingkungan, ekonomi, dan sosial
- Sedang IOST merupakan indeks keseluruhan transportasi yang berkelanjutan

30