

# JURNAL TEKNIK SIPIL

Jurnal Teoretis dan Terapan Bidang Rekayasa Sipil

## Hubungan Antara Variasi Tarif Tol dengan Pendapatan dan Tingkat Pelayanan

**Rudy Hermawan**

Kelompok Keahlian Transportasi, Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Teknologi Bandung,  
Jalan Ganesa 10 Bandung 40132, E-mail: ruherkar@yahoo.com

**Russ Bona Frazila**

Kelompok Keahlian Transportasi, Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Teknologi Bandung,  
Jalan Ganesa 10 Bandung 40132, Email: frazila@yahoo.com

**Aranda Awang**

Kelompok Keahlian Transportasi, Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Teknologi Bandung,  
Jalan Ganesa 10 Bandung 40132, Email: awankonsky@gmail.com

**Jongga Jihanny**

Kelompok Keahlian Transportasi, Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Teknologi Bandung,  
Jalan Ganesa 10 Bandung 40132, Email: joe\_ventoes@yahoo.co.uk

### Abstrak

*Tol dikenakan karena adanya penghematan biaya operasi kendaraan dan waktu, kenyamanan serta fasilitas yang lebih baik, sehingga penetapan besarnya tarif tol harus memenuhi asas keuntungan atau manfaat bagi pengguna. Meningkatnya jumlah pengguna jalan dan pertumbuhan ekonomi, menyebabkan terjadinya kemacetan di ruas-ruas jalan tol, terutama saat jam puncak. Untuk itu diperlukan pertimbangan penentuan variasi tarif tol terkait dengan waktu penggunaannya untuk memberikan insentif dan disinsentif pemakaian jalan tol agar bisa terdistribusi sehingga tidak membuat kemacetan pada saat atau waktu tertentu. Kajian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh variasi tarif tol apabila diberlakukan serta elastisitasnya. Sebagai studi kasus, kajian dilakukan di Jalan Tol Dalam Kota Jakarta (Jakarta Intra Urban Toll) dan Jalan Tol Lingkar Luar Jakarta (Jakarta Outer Ring Road). Pada kajian ini dilakukan survey Stated Preference, dan dilakukan beberapa simulasi arus lalu lintas serta pendapatan operator jalan tol dan jaringan jalan dengan software SATURN. Hasil kajian menunjukkan bahwa kenaikan tarif tol pada jam sibuk akan mengurangi volume lalu lintas jalan tol dan pendapatan. Namun, efek kenaikan harga tidak mengubah nilai Volume Capacity Ratio (VCR) dan Tingkat Pelayanan secara signifikan dikarenakan nilai waktu serta kebutuhan transportasi yang tinggi dan kapasitas jalan yang terbatas.*

**Kata-kata Kunci:** SATURN; simulasi; stated preference; tingkat pelayanan; variasi tarif tol.

### Abstract

*Toll is charged due to saving in vehicle operating costs and time, comfort and better facilities, hence the amount of toll rates must satisfy the principle of profit or benefit to users. The increasing numbers of road users and economy growth lead to congestion at toll road sections, especially during peak hours. Therefore toll rates variation associated with using time to provide incentives and disincentives in order to distribute toll road's use to prevent congestion occur at a specific time should be taken into consideration. This study was conducted to determine the effect of toll rates variation upon its application and its elasticity. Jakarta Intra Urban Toll (JIUT) and the Jakarta Outer Ring Road (JORR) were used as models. A Stated Preference survey, and some simulation of traffic flow and toll roads operator's income and road networks using SATURN software were undertaken. This study showed that the increase in toll rates during peak hours would reduce the volume of highway traffic. However, the effect of increasing toll rates did not significantly change the value of Volume to Capacity Ratio (VCR), hence the Level of Service (LOS), due to time value, high transportation needs and limited road capacity.*

**Keywords:** SATURN; simulation; stated preference; level of service; toll rates variation.

## 1. Pendahuluan

Jalan tol merupakan jalan alternatif bagi pengguna jalan. Bagi masyarakat yang memilih menggunakan jalan tol, biaya tol yang dikenakan akan memberikan nilai lebih berupa penghematan biaya operasi kendaraan dan waktu, kenyamanan serta fasilitas yang lebih baik. Oleh karena itu dalam perencanaan tarif tol, penetapan besarnya tarif tol juga harus memenuhi asas keuntungan atau manfaat bagi pengguna jalan.

Namun seiring dengan meningkatnya jumlah pengguna jalan dan pertumbuhan ekonomi yang terus meningkat, mulai terjadinya masalah kemacetan di ruas-ruas jalan tol. Sebagai contoh, sering terjadinya kemacetan yang parah di beberapa ruas jalan tol dalam kota di Jakarta pada saat jam puncak. Hal ini disebabkan tidak hanya karena bertambahnya pengguna jalan tol melainkan juga kebijakan tarif tol yang kurang tepat.

Untuk itu diperlukan adanya penentuan tarif tol yang bervariasi dikaitkan dengan waktu penggunaan jalan tol itu sendiri. Hal ini dimaksudkan untuk memberikan insentif dan disinsentif pemakaian jalan tol agar pemakaiannya bisa terdistribusi sedemikian rupa sehingga tidak membuat kemacetan pada saat atau waktu tertentu.

Sebagai contoh adalah membedakan tarif penggunaan jalan tol pada waktu sibuk dan tidak sibuk, misalnya pada waktu siang dan malam. Contoh lain adalah pemberlakuan tarif dinamis yang berubah sesuaikan dengan tingkat kepadatan lalu lintas yang menggunakan jalan

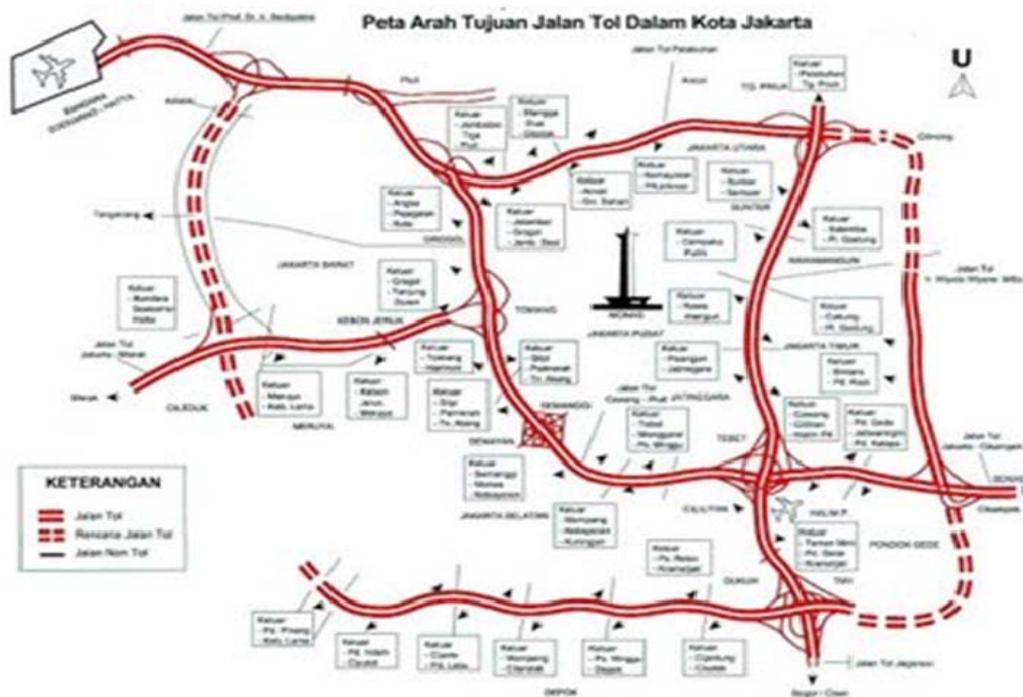
tol pada suatu waktu tertentu atau lebih dikenal dengan sebutan *Congestion Pricing*. Hal ini sebenarnya telah lazim digunakan di berbagai negara lain, misalnya Singapura yang memberlakukan *Congestion Pricing* atau lebih dikenal dengan *ERP/Electronic Road Pricing* (Keong, 2002).

Berdasarkan kondisi di atas maka dilakukan suatu kajian awal untuk mengetahui seberapa besar dampak akibat dari variasi tarif tol ini apabila diberlakukan. Selain itu kajian ini berguna juga untuk mengetahui elastisitas dari tarif tol dalam kerangka penetapan kebijakan tarif tol. Sehingga diharapkan pembangunan jalan tol yang dicanangkan pemerintah dapat terselenggara dengan sebaik-baiknya. Pada riset ini, sebagai suatu kasus kajian jalan dilakukan pada Jalan Tol Dalam Kota Jakarta (Jakarta Intra Urban Toll/JIUT) dan Jalan Tol Lingkar Luar Jakarta (Jakarta *Outer Ring Road*/JORR).

Sedangkan maksud dan tujuan dari dilaksanakannya kajian ini adalah:

1. Mengetahui elastisitas tarif tol atau pengaruh perubahan tarif terhadap volume lalu lintas.
2. Mengetahui dampak variasi tarif tol terhadap pendapatan/pendapatan yang akan diperoleh
3. Mengukur perubahan tingkat pelayanan dalam bentuk rasio volume lalu lintas dibandingkan kapasitas jalan ( $v/c$ ).

Berikut ini adalah gambar lokasi kajian studi yaitu JIUT dan JORR:



Gambar 1. Lokasi kajian

### 1.1 Elastisitas demand

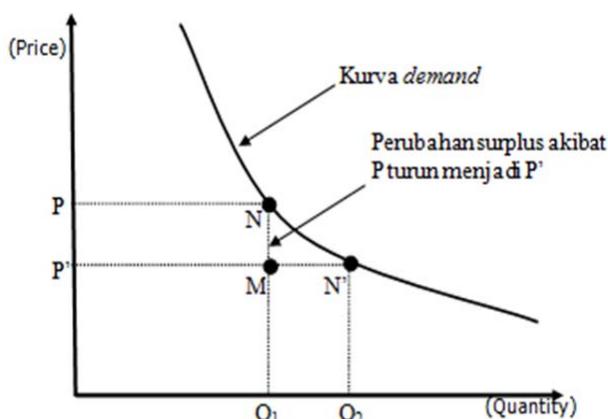
Kurva permintaan (*demand*) adalah kurva yang menerangkan antara hubungan antara harga suatu produk dengan permintaan konsumen. Metode untuk memprediksi manfaat suatu proyek transportasi dikenal sebagai metode *consumer-surplus*. Konsepnya berdasarkan akibat adanya pengurangan harga yang dikeluarkan oleh konsumen untuk memperoleh dan menggunakan produk tertentu. Selisih harga awal dengan harga baru yang harus dikeluarkan merupakan penghematan (*saving*) bagi konsumen. Sementara itu sesuai dengan fungsi kurva *demand* maka akan terdapat perubahan volume. Sehingga manfaat total adalah perkalian jumlah volume baru dengan selisih harga yang terjadi. Hal ini terlihat pada **Gambar 2**.

Dalam transportasi, harga (*price*) yang dimaksudkan dalam kurva demand adalah biaya total transportasi yang dikeluarkan oleh konsumen (pengguna jalan) yang terdiri atas biaya operasi kendaraan (BOK), nilai waktu dan biaya lainnya. Sedangkan volume (*quantity*) adalah volume konsumsi dari lalu lintas kendaraan, penumpang dan barang.

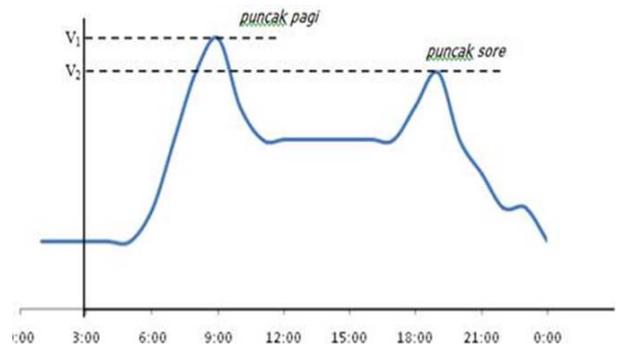
Dari kurva demand terlihat bahwa jika terjadi pengurangan tingkat biaya yang merupakan penghematan (*saving*) dari konsumen (pengguna jalan), didalam sistem akan terjadi perubahan berupa penambahan volume lalu lintas. Analogi tersebut juga dapat diterapkan sebaliknya dimana jika terjadi peningkatan biaya yang merupakan biaya tambahan (*additional cost*) dari konsumen, dalam sistem akan terjadi perubahan berupa pengurangan volume lalu lintas.

### 1.2 Variasi volume lalu lintas

Dalam kenyataan, volume lalu lintas pada suatu jaringan jalan di perkotaan berubah-ubah tiap jam dan memiliki kecenderungan perulangan pola di hari-hari dan jam-jam tertentu. Dari hasil kajian di berbagai negara besar, pada hari-hari kerja senin hingga jum'at,



**Gambar 2. Perubahan surplus konsumen**  
Sumber: LPM, 1997.



**Gambar 3. Fluktuasi arus lalu lintas tipikal di perkotaan (total dua arah) berdasarkan waktu**  
Sumber: NAASRA, 1988.

dalam grafik volume kendaraan ditiap jam dapat digambarkan pada **Gambar 3** di atas.

Dari volume terendah di malam hari kemudian meningkat hingga mencapai volume jam puncak (*peak hour*) pagi, lalu kembali menurun. Hal ini disebabkan kondisi pada pagi hari dimana kegiatan sekolah dan bekerja berada. Hal ini menyebabkan tingkat kebutuhan transportasi dari pusat-pusat pemukiman (*residential*) naik pada sekitar jam-jam tersebut. Disaat inilah potensi terjadinya kemacetan pada jaringan jalan akibat beban lalu lintas yang besar.

Pada jam-jam selanjutnya pada umumnya relatif memiliki volume lalu lintas lebih rendah dibanding saat jam puncak (*peak hour*). Volume lalu lintas mengalami jam puncak kedua (*second peak hour*) pada sore hari dimana terjadi pergerakan pulang dari pusat-pusat kegiatan menuju pusat-pusat pemukiman. Jam puncak kedua ini tidak sebesar jam puncak pertama disebabkan beberapa kegiatan seperti sekolah berakhir sebelum jam-jam tersebut.

Dibeberapa lokasi, mungkin terjadi jam puncak ketiga (*third peak hour*) sekitar pukul 12:00 hingga pukul 14:00. *Third peak hour* ini terjadi saat istirahat makan siang para pengguna jalan menggunakan sarana transportasi untuk menuju *restaurant* atau lokasi *fast food*.

### 1.3 Metode *stated preference*

Teknik *Stated Preference* dapat dideskripsikan sebuah bagian dari teknik yang menggunakan pernyataan dari para responden individu mengenai pilihan mereka terhadap sejumlah pilihan-pilihan angkutan guna memperkirakan fungsi-fungsi dari utilitas. Pilihan tersebut biasanya merupakan gambaran situasi atau keadaan transportasi yang dibangun oleh peneliti (Kroes and Sheldon, 1988).

Metode *Stated Preference* menawarkan sebuah metoda untuk menyediakan informasi tentang permintaan dan perilaku perjalanan dengan baik untuk

suatu pengeluaran tertentu dengan alasan tertentu. Metode *Stated Preference* mengacu pada suatu pendekatan yang menggunakan pernyataan mengenai bagaimana responden memberikan respon terhadap situasi yang berbeda atau berubah.

*Stated Preference* berbeda dengan *Revealed Preference* yang datanya diperoleh dari pengamatan terhadap perilaku aktual atau laporan-laporan pada masa lampau. *Revealed Preference* mencatat keputusan pilihan perjalanan yang aktual termasuk indikator-indikator dari semua komponen yang mendasari keputusan yang diambil.

**1.4 Pemodelan jaringan jalan**

Model adalah alat bantu/media untuk mencerminkan dan menyederhanakan suatu realita secara terukur. Pemodelan jaringan jalan digunakan untuk mencerminkan hubungan antara sistem tata guna lahan (kegiatan) dengan sistem sistem prasarana transportasi (jaringan) dengan menggunakan beberapa seri fungsi atau persamaan (model matematik)

Salah satu unsur dalam pendekatan secara sistem pada jaringan jalan suatu kota adalah meramalkan apa yang akan terjadi pada arus lalu lintas jika kota tersebut terus berkembang tanpa perubahan pada sistem prasarana transportasinya. Hal ini dikenal dengan sistem *do-nothing*. Kebijakan sistem tata guna lahan dan sistem prasarana transportasi dapat dilakukan menggunakan sistem *do-something* yaitu dengan cara melakukan beberapa perubahan pada sistem jaringan jalan. Hasil dari sistem *do-something*akan dibandingkan dengan sistem *do-nothing* sehingga diperoleh tingkat perubahan yang terjadi pada jaringan jalan.

Pemodelan jaringan jalan merupakan gabungan dari beberapa pencerminan sistem hubungan tata guna lahan dengan jaringan jalan yaitu daerah kajian, zona, ruas jalan, dan konsep pemilihan rute. Dalam pemodelan pemilihan rute diasumsikan bahwa setiap pengendara akan memilih rute yang meminimumkan kombinasi liner antara jarak dan waktu, yang dikenal dengan biaya gabungan. Konsep biaya gabungan menggabungkan ketiga komponen utama dalam proses pemilihan rute yaitu jarak, waktu, dan biaya menjadi satu nilai tertentu yang mempunyai unit satuan biaya atau waktu. Persamaan biaya gabungan untuk angkutan pribadi adalah :

$$G_{cp} = \psi D + vT_v + C \tag{1}$$

dimana:

$G_{cp}$  : biaya gabungan untuk pergerakan angkutan pribadi (dalam satuan rupiah)

D : jarak pergerakan (dalam satuan jarak)

$\Psi$  : biaya operasi kendaraan per satuan jarak (dalam satuan rupiah)

$T_v$  : waktu perjalanan (dalam satuan waktu)

v : nilai waktu per satuan jarak waktu (dalam satuan rupiah)

C : biaya tambahan (Tol atau parkir)

**1.5 Hubungan VCR dengan standar pelayanan jalan tol**

Dalam analisis kapasitas jalan, dikenal istilah VCR (*Volume to Capacity Ratio*) yang merupakan rasio arus terhadap kapasitas dengan persamaan :

$$VCR = Q/C \tag{2}$$

Dimana:

VCR = rasio volume-kapasitas atau derajat kejenuhan

Q = arus lalu lintas (smp/jam)

C = kapasitas (smp/jam)

Nilai VCR dapat dijadikan indikator dari tingkat pelayanan seperti contoh pada tabel berikut:

**Tabel 1. Hubungan VCR dengan tingkat pelayanan (kapasitas 2000 smp/jam)**

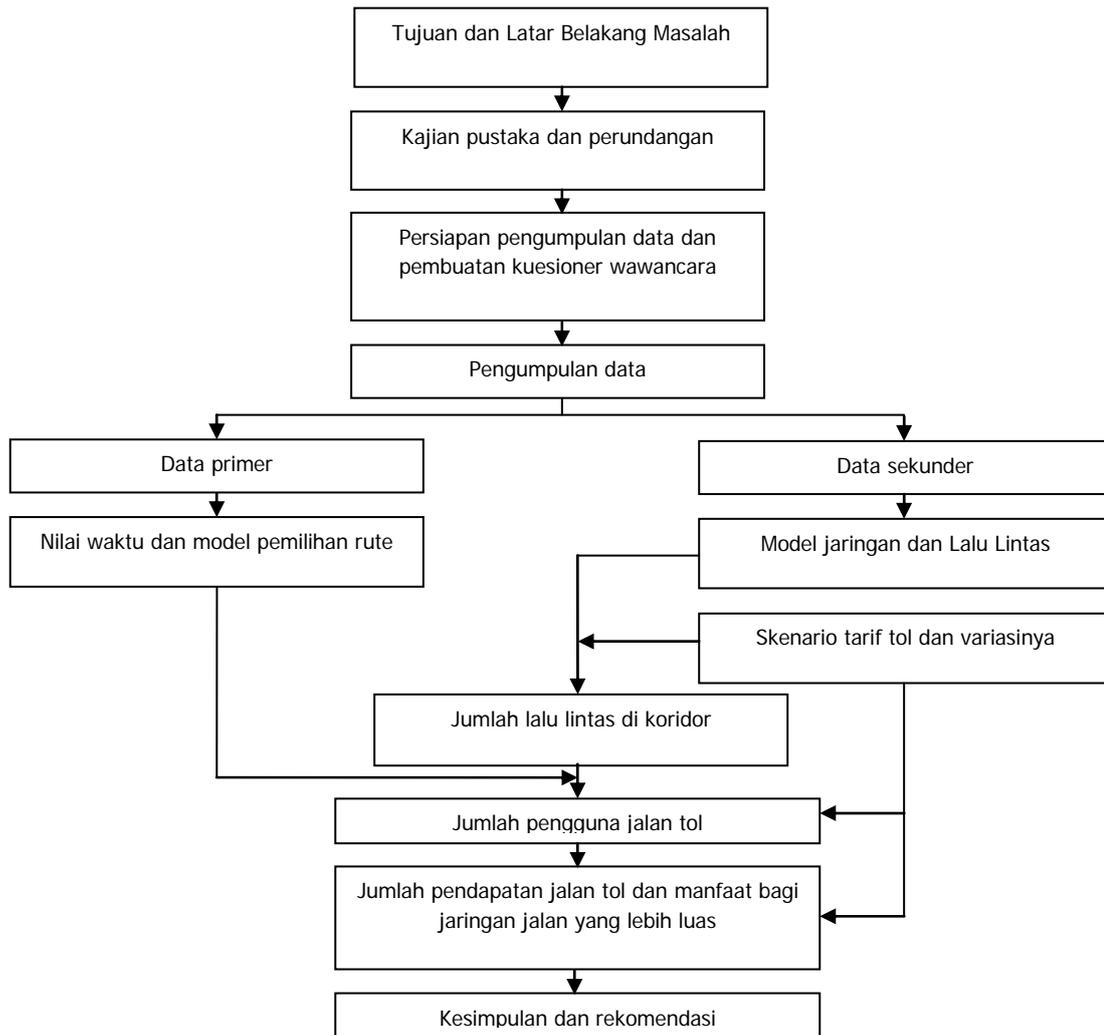
Level of service	Flow Condition	VCR = Q/C Limit	Service Volume (veh/hr)	Speed (miles/hr)	Density (veh/mile/lane)
A	Free	0.35	700	≥ 60	≤ 12
B	Stable	0.54	1100	≤ 57	≥ 20
C	Stable High	0.77	1550	≤ 54	≥ 30
D	Density Near	0.93	1650	≤ 46	≥ 40
E	Capacity	1	2000	≤ 30	≥ 67
F	Break-down			≤ 30	≥ 67

Sumber: Highway Capacity Manual (HCM), 2010.

VCR untuk jalan bebas hambatan yang optimum berada pada kisaran nilai 0,6 - 0,8 atau kisaran Level of Service B - C yaitu pada kondisi arus stabil. Oleh karena itu jika telah tercapainya derajat kejenuhan diatas 0,8 maka perlu dilakukan upaya pengurangan nilai derajat kejenuhan seperti menambah kapasitas jalan atau mengurangi arus lalu lintas pada ruas jalan tersebut.

**1.6 Langkah kerja**

Bagan alir dari riset ini disajikan dalam **Gambar 4**:



Gambar 4. Langkah kerja

### 1.7 Skenario

Untuk melakukan analisis dan mendapatkan hasil yang diinginkan maka disusun beberapa skenario yang akan disimulasi. Skenario secara umum terbagi menjadi dua yaitu :

1. *Do Nothing*

Merupakan skenario dimana tidak terjadi kenaikan tarif tol pada jam-jam sibuk atau bisa disebut dalam keadaan normal

1. *Do Something*

Merupakan skenario tertentu yang dimana terjadi kenaikan tarif tol pada jam-jam sibuk dengan besar tarif yang ditentukan ditentukan.

Skenario *Do Something* terbagi secara khusus menjadi empat skenario yaitu :

- a. *Do Something I* : Kenaikan tarif 10%
- b. *Do Something II* : Kenaikan tarif 25%
- c. *Do Something III* : Kenaikan tarif 50%
- d. *Do Something IV* : Kenaikan tarif 100%

### 1.8 Simulasi

Skenario-skenario yang ditetapkan disimulasikan untuk dapat dianalisis dari segi lalu lintas berupa perubahan arus Kendaraan di jalan tol yang juga dapat diindikasikan dari perubahan VCR dan segi finansial berupa tingkat pendapatan dari operator tol.

a. Simulasi arus lalu lintas

Untuk menganalisa arus kendaraan di jalan tol dasar yang digunakan adalah data primer dari hasil survey pada pengguna jalan tol untuk menghitung tingkat elastisitas keinginan menggunakan jalan tol jika terjadi skenario *do something I* hingga *IV*.

b. Simulasi pendapatan operator

Hasil dari analisa arus kendaraan selanjutnya digunakan untuk menganalisa pendapatan tol dengan menggabungkan persentase perubahan arus kendaraan akibat skenario yang diterapkan dengan data skunder berupa tarif tol dan jumlah kendaraan yang masuki jalan tol.

c. Simulasi SATURN

Untuk melihat tingkat perubahan VCR, dilakukan simulasi pembebanan *demand* perjalanan pada jaringan jalan di Jakarta dengan menggunakan bantuan software SATURN (Van Vliet, 2010). Hal ini ditujukan untuk dapat melihat kondisi pada model jaringan jalan di Jakarta dengan beban *demand* perjalanan yang sama untuk setiap skenario yang berbeda. Hasilnya berupa VCR dari tiap jaringan jalan dan khususnya pada jalan tol.

2. Data dan Analisis

2.1 Rekapitulasi data

Survei dilakukan dengan mengambil sampel random dari pengguna jalan tol di dua lokasi kajian. Tujuan utama dari survei ini adalah untuk mengetahui respon yang diberikan oleh pengguna jalan tol terhadap adanya variasi tarif tol yang diusulkan. Dari survey didapatkan sebanyak 265 responden dengan perincian 103 responden pengguna JIUT dan 162 responden pengguna JORR.

Survei di lokasi JIUT dilakukan dengan mengambil sampel random dari pengguna JIUT yang masuk melalui pintu tol Priuk II. Survey ini dilaksanakan bersamaan dengan uji emisi yang dilakukan oleh PT Astra dan PT CMNP. Berikut ini adalah hasil survey yang didapatkan di lokasi tol JIUT:

Tabel 2 Hasil Survey di Tol JIUT

Besar Kenaikan Tarif	A	B	C	D
10%	78%	14%	3%	5%
25%	44%	31%	8%	17%
50%	21%	10%	27%	41%
100%	17%	3%	10%	69%

Keterangan:

- A: Persentase Responden yang Pasti Lewat Jalan Tol
- B: Persentase Responden yang Mungkin Lewat Jalan Tol
- C: Persentase Responden yang Mungkin Tidak Lewat Jalan Tol
- D: Persentase Responden yang Pasti Tidak Lewat Jalan Tol

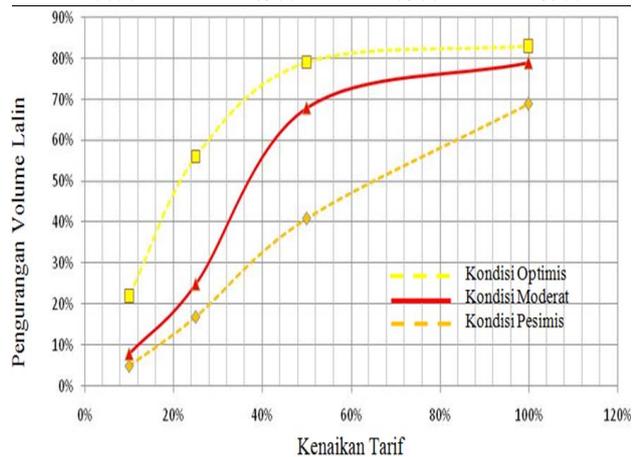
Dari pernyataan pengguna jalan tol mengenai kenaikan tarif tol dapat dibuat tiga kondisi untuk mendapatkan hubungan kenaikan tarif tol dengan pengurangan volume kendaraan yang melalui jalan tol tersebut.

- a. Kondisi pertama adalah kondisi pesimis dimana pengurangan volume lalu lintas didasari dari hasil pernyataan D saja
- b. Kondisi kedua adalah kondisi moderat atau sedang dimana pengurangan volume lalu lintas didasari dari hasil pernyataan D + C
- c. Kondisi ketiga adalah kondisi optimis dimana pengurangan volume lalu lintas didasari dari hasil pernyataan B + C + D

Berikut ini adalah hasil rekapitulasi survey untuk lokasi kajian JIUT, dimana untuk masing-masing kenaikan tarif akan didapatkan jumlah persentase dari responden untuk masing-masing kondisi yang mencerminkan pengurangan arus lalu lintas untuk kondisi pesimis, moderat, dan optimis.

Tabel 3. Persentase pengurangan arus lalu lintas Tol JIUT terhadap kenaikan tarif

Kenaikan Tarif	Pesimis	Moderat	Optimis
10%	5%	8%	22%
25%	17%	25%	56%
50%	41%	68%	79%
100%	69%	79%	83%



Gambar 5. Kenaikan tarif vs penurunan volume lalu lintas di JIUT

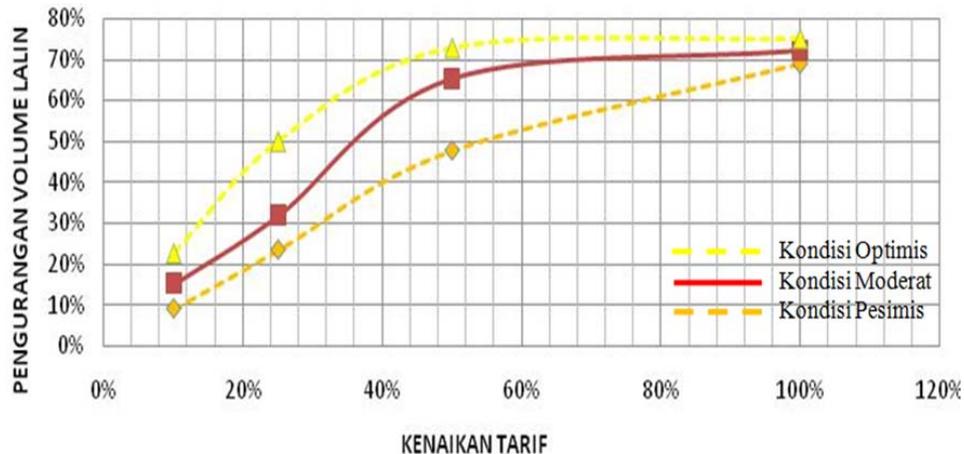
Sedangkan untuk hasil survei pada lokasi kajian kedua, ruas tol JORR dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 4. Hasil survey di Tol JORR

Besar Kenaikan Tarif	A	B	C	D
10%	77%	8%	6%	9%
25%	50%	18%	9%	23%
50%	27%	8%	17%	48%
100%	25%	3%	3%	69%

Tabel 5. Persentase pengurangan arus lalu lintas Tol JORR terhadap kenaikan tarif

Kenaikan Tarif	Pesimis	Moderat	Optimis
10%	9%	15%	23%
25%	23%	32%	50%
50%	48%	65%	73%
100%	69%	72%	75%



Gambar 6. Kenaikan tarif vs penurunan volume lalu lintas di JORR

## 2.2 Simulasi arus lalu lintas

Dari hasil pengumpulan data primer berupa *survey Stated Preference* bagi pengguna JIUT dan JORR mengenai perilaku mereka saat terjadi kenaikan harga pada jam-jam sibuk yang telah ditentukan didapatkan hasil sebagai berikut

Tabel 6. Hasil *stated preference* pengguna JIUT dan JORR kondisi moderat

Kenaikan Tarif	Pengurangan Volume Lalu Lintas	
	JIUT	JORR
10%	8%	15%
25%	25%	32%
50%	68%	65%
100%	79%	72%

Hasil survey primer tersebut selanjutnya dikombinasikan dengan data sekunder berupa data jumlah volume kendaraan yang memasuki ruas tol JIUT dan JORR. Volume kendaraan tersebut selanjutnya disimulasikan tingkat penurunannya sesuai dengan hasil SP.

## 2.3 Simulasi pendapatan operator

Simulasi dari pendapatan tarif tol menunjukkan jumlah pendapatan yang diterima operator tol pada skenario-skenario yang di berlakukan kemudian membandingkan nilai pendapatan pada kondisi *do-something* dengan kondisi *do-nothing* dalam bentuk rasio pendapatan. Dari simulasi volume lalu lintas tersebut dapat diperoleh proyeksi pendapatan operator tol akibat penerapan kebijakan tersebut. Pada kajian ini akan dilakukan simulasi pendapat operator Tol JIUT dengan memasukkan variable tarif tol JIUT sebesar Rp 6.500,00 untuk kendaraan gol I dan tarif sebesar Rp 8.000,00 untuk kendaraan gol II serta mengikut

sertakan tarif tol yang mengalami kenaikan pada simulasi tersebut.

Dari data masuknya kendaraan melalui ramp tertentu dapat dilakukan analisa pendapatan dari operator tol dengan memasukkan variable harga tiap golongan. Pada kondisi normal, dengan mengambil sampel empat pintu tol JIUT pada tanggal 01 Maret 2011. Pengambilan sampel pada empat pintu dilakukan untuk mewakili volume lalu lintas pada JIUT pada jam sibuk yang berbeda yaitu pada pagi hari dan sore hari.

Kemudian dari hasil survey SP khusus pengguna JIUT mengenai kenaikan tarif pada jam sibuk pukul 07:00-10:00 dan pukul 16:00-19:00 didapatkan hasil berupa pengurangan volume lalu lintas pada jam sibuk tersebut. Dengan data tersebut dapat disimulasikan pendapatan operator JIUT dari kenaikan tarif dan pengurangan volume lalu lintas yang melalui JIUT pada jam sibuk tersebut.

Untuk simulasi pendapatan operator JIUT digunakan beberapa asumsi yaitu :

1. Pengaruh kenaikan tarif dan penurunan volume berlaku sama untuk setiap golongan.
2. Penurunan tol pada jam non sibuk (22:00-04:00) sudah dimasukkan namun pengaruhnya pada perubahan volume tidak diperhitungkan atau volume tetap pada keadaan normal.
3. Penurunan volume lalu lintas seluruhnya terjadi akibat perpindahan pengguna dari jalan tol ke jalan non tol. Pengguna tol yang berpindah jam perjalanannya dengan tujuan menghindari perpindahan tarif tidak diperhitungkan.

Tabel 7. Perbandingan pendapatan untuk tiap-tiap kenaikan tarif

Kenaikan Tarif	Kebon Nanas		Pedati		Jatinegara		Rawamangun	
	Gol 1	Gol 2	Gol 1	Gol 2	Gol 1	Gol 2	Gol 1	Gol 2
				Pesimis				
10%	1.015	1.023	1.007	1.020	1.013	1.017	1.006	1.013
25%	1.005	1.019	0.989	1.014	1.004	1.011	0.986	1.001
50%	0.928	0.942	0.908	0.942	0.937	0.942	0.901	0.926
100%	0.777	0.791	0.757	0.800	0.809	0.806	0.743	0.782
				Moderat				
10%	1.001	1.006	0.995	1.004	1.000	1.003	0.993	0.999
25%	0.962	0.969	0.952	0.969	0.967	0.969	0.949	0.961
50%	0.750	0.738	0.760	0.757	0.787	0.770	0.751	0.763
100%	0.701	0.704	0.692	0.721	0.745	0.733	0.677	0.712
				Optimis				
10%	0.933	0.928	0.938	0.934	0.943	0.938	0.936	0.937
25%	0.792	0.773	0.810	0.792	0.823	0.804	0.805	0.805
50%	0.678	0.655	0.699	0.682	0.726	0.700	0.690	0.697
100%	0.714	0.719	0.703	0.736	0.758	0.748	0.687	0.724

Dari hasil simulasi tersebut didapatkan hasil perbandingan pendapatan pada empat pintu tol tersebut pada kondisi optimis, moderat dan pesimis.

Hasil rasio pendapatan yang lebih dari angka 1 menandakan operator memperoleh kenaikan pendapatan dari keadaan normal saat kebijakan tarif diberlakukan sedangkan ratio pendapatan yang kurang dari 1 menandakan operator memperoleh penurunan pendapatan dari keadaan normal.

Ada beberapa hal yang perlu diperhatikan sebagai dampak dari asumsi simulasi kebijakan kenaikan tarif pada jam sibuk ini, yaitu

1. Dampak yang ditimbulkan pada jalan non tol akibat perpindahan pengguna tol ke non tol. Dengan bertambahnya kemacetan di jalan non tol maka pengguna jalan tol yang pindah tersebut berpeluang kembali menggunakan jalan tol karena pertimbangan nilai waktu bagi pengguna menjadi naik (lebih dari semula). Hal ini dapat dianalisa dengan bantuan program simulasi jaringan jalan.
2. Dari hasil survey didapatkan bahwa beberapa pengguna memutuskan untuk memindahkan jam perjalanan menjadi sesudah atau sebelum jam sibuk tersebut. Hal ini akan mempengaruhi pendapatan operator tol menjadi berbeda dari kondisi simulasi di atas.
3. Survey dilakukan pada pengguna jalan tol dengan kendaraan golongan 1 sehingga dalam kasus kendaraan golongan 2 berpeluang besar hasil survey tidak sesuai dengan pengurangan volume kendaraan pada kondisi nyata karena sebagian besar kendaraan golongan 2 merupakan kendaraan niaga yang beroperasi untuk mengantarkan barang sehingga keputusan untuk melewati tol bergantung pada pihak pengusaha.

4. Dampak penurunan tarif pada jam non sibuk yaitu pada pukul 22:00-04:00 walaupun tidak signifikan dapat mempengaruhi pendapatan operator tol karena, di satu pihak terjadi penambahan volume kendaraan, namun di lain pihak besar pendapatan berkurang karena tarifnya lebih murah.

#### 2.4 Simulasi jaringan jalan

Untuk mengetahui pengaruh variasi tarif terhadap tingkat pelayanan jalan tol, hasil dari variasi lalu lintas yang terjadi dapat ditinjau dengan bantuan program SATURN. Program ini bertujuan untuk melihat pengaruh nilai waktu pengguna jalan serta hubungannya dengan kenaikan tarif yang mengakibatkan perubahan dalam memilih rute perjalanan. Hasil ini sangat dibutuhkan untuk melihat dampak yang ditimbulkan dari pengurangan volume kendaraan pada jaringan jalan tol.

Prinsip yang digunakan dalam simulasi jaringan jalan ini adalah kesetimbangan equilibrium sehingga tarif tol yang mempengaruhi biaya perjalanan akan menyebabkan perubahan pada keseimbangan tersebut.

Berikut adalah model jaringan jalan di Jakarta (tol dan non-tol) di SATURN (**Gambar 7** dan **Gambar 8**).

Kemudian dengan data-data sekunder lainnya dilakukan proses simulasi untuk mendapatkan arus kendaraan pada jaringan jalan model. Dalam simulasi, beberapa hal yang disiapkan adalah :

1. Database jaringan Jalan DKI Jakarta
2. Matriks Asal Tujuan dari zona-zona di DKI Jakarta

Database jaringan jalan berisi tentang informasi dari jaringan jalan tersebut baik kapasitas, panjangnya maupun *free flowspeed* pada jalan tersebut, sedang MAT berisi jumlah *demand* pergerakan dari suatu zona yang mewakili daerah pusat kegiatan menuju zona yang lain.



dalam satuan pence sehingga untuk simulasi kenaikan harga 10%, 25%, 50% dan 100% nilai pada database dapat disesuaikan.

Untuk mempermudah simulasi maka disusunlah 5 data base jaringan jalan dengan nilai tarif tol yang berbeda. Database jaringan jalan tersebut kemudian dibebankan dengan MAT DKI Jakarta lalu dilakukan analisis untuk mengetahui perubahan arus lalu lintas pada beberapa ruas jalan Tol JIUT dan JORR.

Perubahan arus lalu lintas pada jaringan jalan akan mempengaruhi nilai VCR pada jaringan jalan tersebut yang tentunya akan mempengaruhi kategori tingkat pelayanan pada jalan tersebut. Berikut beberapa ruas jalan pada JIUT dan JORR yang dianggap mewakili ruas-ruas jalan tol lainnya

Dapat dilihat bahwa untuk beberapa ruas jalan cenderung mengalami penurunan VCR namun ada pula yang mengalami peningkatan.

Jika dianalisa, MAT yang digunakan adalah MAT untuk jam puncak pada pagi hari dimana demand menuju pusat-pusat perkantoran dan pendidikan sangat besar. Berdasarkan hasil pembebanan dikarenakan kenaikan harga terjadi penurunan jumlah arus pada ruas jalan tol tersebut sebagai contoh pada simulasi ruas 1 JIUT untuk arah Jakarta Timur ke Jakarta pusat. Hasil simulasi menunjukkan penurunan VCR setiap kenaikan tarif namun diarah sebaliknya terjadi peningkatan yang berarti terjadi penambahan volume kendaraan yang masuk kedalam jalan tol.

Penambahan kendaraan kedalam jalan tol pada ruas tol yang berlawanan arah pada simulasi SATURN di sebabkan oleh meningkatnya volume kendaraan pada jalan non tol akibat perpindahan pengguna jalan tol menjadi pengguna jalan non tol pada simulasi yang ditandai penurunan VCR. Disisi lain penambahan volume kendaraan pada jalan non tol menyebabkan volume jalan menjadi meningkat dan secara langsung mengakibatkan bertambahnya volume kendaraan pada jalan non tol sehingga sesuai dengan hukum kesetimbangan, pengguna jalan biasa pada simulasi berpindah menggunakan jalan tol untuk memperkecil biaya perjalanan. Dalam kasus ini pengguna jalan dari arah Jakarta Pusat menuju Jakarta Timur menjadi meningkat.

Secara keseluruhan dapat dilihat bahwa terjadi penurunan volume kendaraan dari jalan tol pada suatu arah disertai kenaikan jumlah kendaraan pada arah sebaliknya. Hal ini dikarenakan asumsi yang digunakan adalah jumlah demand kendaraan penumpang pada MAT pada saat jam sibuk disaat diberlakukannya kenaikan tarif, sama dengan jumlah MAT kondisi normal. Asumsi ini tidak menyertakan berkurangnya demand MAT kendaraan penumpang akibat perubahan waktu berpergian dan perubahan jenis moda transportasi yang digunakan akibat kenaikan tarif. Sehingga hasil simulasi ini bisa menjadi perbandingan untuk kasus dimana tidak terjadi perubahan pada keinginan pengguna jalan tol untuk mengubah waktu berpergian mereka atau pun mengubah jenis moda transportasi yang digunakan

**Tabel 9. Hasil simulasi untuk ruas JIUT**

Ruas	Node A	Node B	Tarif Tol				
			normal	naik 10%	naik 25%	naik 50%	naik 100%
1	16391	16394	1.00	0.98	0.96	0.85	0.79
Pluit-Tj Priok	16399	16392	0.77	0.78	0.81	0.85	0.93
2	16248	16270	1.62	1.62	1.63	1.62	1.60
Pluit-Cawang	16201	16247	1.52	1.53	1.53	1.54	1.55
3	16208	16287	1.80	1.79	1.78	1.76	1.72
Cawang-Tol Jagorawi	16285	16207	1.24	1.24	1.24	1.24	1.24
4	16232	16311	1.54	1.54	1.55	1.55	1.54
Cawang-Cikampek	16039	16052	0.85	0.86	0.86	0.86	0.87
5	16299	16036	1.89	1.89	1.89	1.89	1.88
Cawang- Tj Priok	16037	16226	2.83	2.82	2.82	2.83	2.82

**Tabel 10. Hasil simulasi untuk ruas JORR**

Ruas	Node A	Node B	Tarif Tol				
			normal	naik 10%	naik 25%	naik 50%	naik 100%
A	16386	16121	1.18	1.19	1.20	1.23	1.23
Ulujami-Veteran	16114	16388	1.31	1.30	1.31	1.30	1.29
B	16141	16460	1.46	1.44	1.44	1.41	1.39
Veteran-Pondok Pinang	16461	16438	1.17	1.15	1.15	1.17	1.17
C	16064	16069	0.96	0.95	0.94	0.91	0.87
Pondok Pinang-TMII	16070	16390	1.16	1.17	1.20	1.23	1.23
D	16123	16381	0.97	0.97	0.95	0.93	0.92
TMII-Ceger	16380	16124	0.86	0.86	0.88	0.89	0.92
E	16118	16116	1.08	1.07	1.08	1.08	1.06
Cikunir- Cakung	16115	16110	1.24	1.26	1.28	1.35	1.39

### 3. Kesimpulan

Dari hasil analisis skenario serta simulasi yang dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa

1. Dari hasil survey pada responden pengguna jaringan jalan tol JJUT untuk skenario dengan kenaikan tarif 10% pada saat jam sibuk memberikan dampak berkurangnya minat penggunaan jalan tol sebesar 8% yang berarti volume kendaraan berpotensi turun sebesar 8% dari volume kendaraan pada kondisi normal, sedangkan untuk kenaikan tarif sebesar 25%, 50% dan 100% berturut-turut berpotensi menurunkan volume kendaraan sebesar 25%, 68% dan 79% dari volume kendaraan kondisi normal
2. Dari hasil survey pada responden pengguna jaringan jalan tol JJUT, 68% responden menyatakan tetap menggunakan jalan tol pada waktu sibuk apabila tarif tol dinaikan mulai 25% atau lebih sedangkan 32% responden yang lain menyatakan merubah waktu berpergian atau bepergian disaat jam murah.
3. Dari hasil survey pada responden jaringan jalan tol JORR untuk kondisi moderat dengan kenaikan tarif 10% pada saat jam sibuk memberikan dampak berkurangnya minat penggunaan jalan tol sebesar 15% yang berarti volume kendaraan berpotensi turun sebesar 15% dari volume kendaraan pada kondisi normal, sedangkan untuk kenaikan tarif sebesar 25%, 50% dan 100 % berturut-turut berpotensi menurunkan volume kendaraan sebesar 32%, 65% dan 72% dari volume kendaraan kondisi normal
4. Dari hasil survey pada responden pengguna jaringan jalan tol JORR, 83% responden menyatakan tetap menggunakan jalan tol pada waktu sibuk apabila tarif tol dinaikan mulai 25% atau lebih sedangkan 17% responden yang lain menyatakan merubah waktu berpergian atau bepergian disaat jam murah.
5. Dari hasil simulasi dampak penurunan volume kendaraan terhadap pendapatan operator jalan tol menunjukkan bahwa dengan kenaikan tarif 10% pada jam sibuk, pendapatan yang diperoleh hanya berbeda sedikit dibandingkan dengan keadaan normal.
6. Dari hasil analisa pada jaringan jalan, efek kenaikan harga tidak mengubah nilai VCR secara signifikan. Hal ini dikarenakan nilai waktu serta kebutuhan transportasi yang tinggi dan kapasitas jalan yang terbatas.

### 4. Ucapan Terimakasih

Kajian ini merupakan hasil riset inovasi Kelompok Keahlian (KK) Rekayasa Transportasi yang didanai oleh Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan (FTSL), untuk itu diucapkan terimakasih kepada semua pihak atas dukungannya.

### Daftar Pustaka

- Highway Capacity Manual (HCM), 2010, Washington DC: Transportation Research Board.
- Keong, C.K., 2002, *Road Pricing Singapore's Experience*, Singapore: Land Transport Authority.
- Kroes and Sheldon, 1988, Stated Preference Method: An Introduction, University of Bath: *Journal of Transport Economic and Policy*
- Lembaga Pengabdian Masyarakat (LPM), 1997, *Modul Pelatihan Studi Kelayakan Proyek Transportasi*. Bandung. Institut Teknologi Bandung
- National Association of Australian State Road Authorities (NASSRA), 1988, *Guide to Traffic Engineering Practice*, part 3, Sydney, Australia
- Van Vliet, Dirk., 2010, *SATURN Manual and Appendices*. ITS.

