

# EFEKTIVITAS JALUR SEPEDA MOTOR PADA JALAN PERKOTAAN MENGUNAKAN MODEL SIMULASI-MIKRO

## **Febri Zukhruf**

Fakultas Teknik Sipil dan  
Lingkungan  
Institut Teknologi Bandung  
Jl. Ganesha 10 Bandung 40132  
Telp: +62-22-2502350  
Fax: +62-22-2512395  
zukhruf@students.itb.ac.id

## **Russ Bona Frazila**

Fakultas Teknik Sipil dan  
Lingkungan  
Institut Teknologi Bandung  
Jl. Ganesha 10 Bandung 40132  
Telp: +62-22-2502350  
Fax: +62-22-2512395  
frazila@si.itb.ac.id

## **Sony S Wibowo**

Fakultas Teknik Sipil dan  
Lingkungan  
Institut Teknologi Bandung  
Jl. Ganesha 10 Bandung 40132  
Telp: +62-22-2502350  
Fax: +62-22-2512395  
sonyssh@si.itb.ac.id

## **Abstract**

The Growth of motorcycles in Indonesia creates high proportion of motorcycles on traffic flow. This high proportion, which is very dominant, creates some traffic problems, including traffic jam dan traffic accidents. There are several methods available to solve the problems; for example providing motorcycle lane and slow lane for the movement of motorcycles. The purpose of this study is to determine the effectiveness of motorcycle lane and slow lane using microsimulation model. The results show that the microsimulation model can only be used for road sections with the average motor cycle speed less than 40 km per hour.

**Keywords:** high proportion of motorcycle, microsimulation, motorcycle lane, slow lane

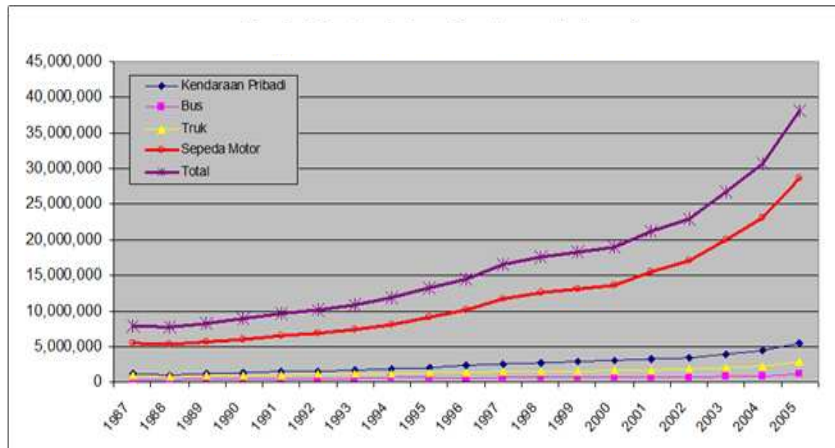
## **Abstrak**

Pertumbuhan sepeda motor menyebabkan tingginya proporsi sepeda motor dalam arus lalu lintas. Proporsi sepeda motor yang tinggi ini, yang sangat dominan, menyebabkan beberapa persoalan lalu lintas, termasuk kemacetan dan kecelakaan lalu lintas. Terdapat beberapa metode yang dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah-masalah ini; misalnya menyediakan lajur khusus sepeda motor dan lajur lambat bagi pergerakan sepeda motor. Tujuan studi ini adalah menentukan efektivitas lajur khusus sepeda motor dan lajur lambat yang menampung pergerakan sepeda motor dengan menggunakan model simulasi-mikro. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa model simulasi-mikro hanya dapat digunakan pada ruas-ruas jalan dengan kecepatan rata-rata sepeda motor kurang dari 40 km/jam.

**Kata-kata kunci:** proporsi tinggi sepeda motor, simulasi-mikro, lajur khusus sepeda motor, lajur lambat

## **PENDAHULUAN**

Sepeda motor telah menjadi moda transportasi alternatif bagi masyarakat di negara-negara berkembang, termasuk di Indonesia. Kinerja angkutan massal yang belum begitu baik telah mendorong masyarakat untuk mencari moda alternatif yang bisa memenuhi kebutuhannya. Mobilitas yang cukup tinggi menjadi salah satu alasan dipilihnya sepeda motor sebagai moda transportasi, selain harga sepeda motor yang relatif terjangkau untuk masyarakat di negara-negara berkembang. Fenomena ini terlihat pada data yang diberikan oleh pihak kepolisian tahun 2006, yang menunjukkan adanya tingkat pertumbuhan kepemilikan yang signifikan dalam kurun waktu sepuluh tahun terakhir ini, seperti diperlihatkan pada Gambar 1.



**Gambar 1** Tingkat Pertumbuhan Kendaraan Indonesia

Dari fenomena tersebut dapat disimpulkan bahwa arus lalu lintas di jaringan jalan Indonesia akan semakin didominasi oleh sepeda motor. Kondisi tersebut tentu saja membutuhkan penanganan yang berbeda dengan apa yang sering dilakukan saat ini. Bahkan metode kajian pun perlu ditinjau ulang, mengingat perilaku lalu lintas sepeda motor saat ini yang berbeda jauh dengan waktu metode kajian tersebut dibuat.

Makalah ini bertujuan untuk memodelkan arus lalu lintas dengan proporsi sepeda motor yang tinggi dengan menggunakan model simulasi-mikro. Perangkat lunak *Cube Dynasim* digunakan untuk membantu proses pemodelan tersebut. Pada perangkat lunak ini sepeda motor akan dimodelkan dengan sepeda yang mampu mencapai kecepatan 40 km/jam. Setelah dilakukan pemodelan, penelitian dilanjutkan dengan menggunakan model simulasi-mikro untuk menganalisis alternatif penanganan ruas dengan proporsi sepeda motor yang tinggi tersebut. Alternatif penanganan ruas yang akan dianalisis berupa lajur khusus sepeda motor dan lajur lambat. Pemilihan dua alternatif ini terkait penerapannya yang telah dimulai di Indonesia.

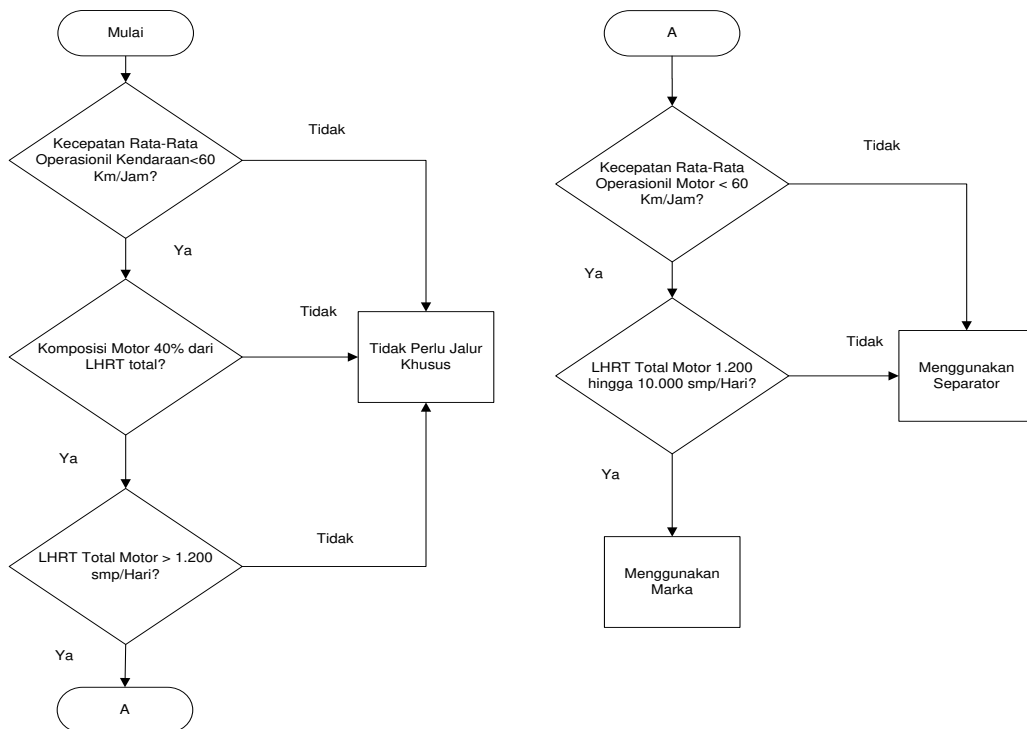
Sebagai studi kasus, pemodelan ruas dilakukan pada ruas Jalan BKR di Kota Bandung dengan menggunakan data lalu lintas pada jam puncak. Analisis difokuskan pada pembahasan kinerja ruas jalan tersebut, dengan menggunakan besaran derajat kejenuhan, kecepatan, dan waktu tempuh.

Penetapan Kebutuhan Lajur Sepeda Motor telah dimulai di Indonesia. Untuk melakukan desain lajur khusus sepeda motor tersebut digunakan suatu alur kerja, seperti yang terlihat pada Gambar 2 dan Tabel 1.

**Tabel 1** Pemilihan Tipe Lajur Khusus Sepeda Motor

Tipe	LHRT Motor (smp/hari)		Kecepatan
	1.200-10.000	>10.000	
Dengan Marka	Ya	-	<40 km/jam
Dengan Separator	Ya	Ya	>40 km/jam

Catatan: Jalur Khusus Sepeda Motor dapat digunakan apabila persentase motor > 40 % dari jumlah kendaraan  
 Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga (2004)



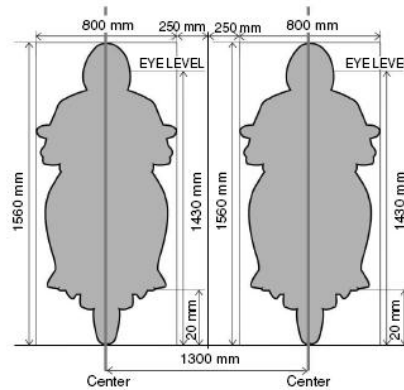
Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga (2004)

**Gambar 2** Diagram Alir Desain Lajur Khusus Sepeda Motor Departemen Pekerjaan Umum

Dimensi lajur sepeda motor dapat dirangkum sebagai berikut:

1. Dalam keadaan statis, sepeda motor rencana memiliki lebar yang diukur dari 2 kaca spion yang ada, yaitu sebesar 0,8 m, dan memiliki panjang 2 m, sehingga area yang dibutuhkan oleh satu sepeda motor adalah 1,6 m<sup>2</sup> (0,8 m x 2 m). Selain itu sepeda motor rencana memiliki level penglihatan setinggi 1,4 m diukur dari muka tanah.
2. Dalam keadaan beroperasi lebar total yang dibutuhkan oleh sepeda motor adalah 1,3 m, seperti ditunjukkan pada Gambar 3.
3. Dalam keadaan beroperasi pada lajur dengan lebar lajur lebih besar dari 1,7 m, pengendara sepeda motor cenderung untuk membentuk lebih dari 1 garis “khayal” pada lajurnya, baik dalam keadaan arus lalu lintas rendah maupun arus lalu lintas tinggi.

Alat bantu model simulasi yang digunakan adalah perangkat lunak *Cube Dynasim*. Perangkat lunak *Cube Dynasim* ini merupakan suatu perangkat lunak aplikasi yang digunakan untuk melakukan pemodelan dan pensimulasian operasi infrastruktur transportasi. *Cube Dynasim* mengkombinasikan *graphic editor*, mesin pensimulasi, serta alat untuk menganalisis dan melihat hasil dari simulasi. Mesin simulator menghitung pergerakan setiap kendaraan yang disimulasikan, yang mencakup posisi, kecepatan, percepatan, dan interaksi dengan kendaraan lain, serta pengatur lalu lintas dan berbagai elemen dalam jaringan.



Sumber: Road Safety Research Center (2004)

**Gambar 3** Jarak Antar Sepeda Motor

## METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian dimulai dengan melakukan survei lapangan, yang dilakukan pada ruas Jalan BKR di Kota Bandung pada jam puncak. Terdapat tiga data utama yang diambil dalam survei ini, yaitu data umum (hari, tanggal, dan bulan), data geometrik jalan, data volume kendaraan, dan data kecepatan kendaraan.

Pemodelan simulasi hasil survei lapangan menjadi tahapan kedua dalam penelitian ini. Keadaan lapangan yang dimodelkan mencakup jumlah dan jenis kendaraan, kecepatan kendaraan, serta perilaku lalu lintas sepeda motor.

Setelah model simulasi dianggap valid, hasil model simulasi digunakan untuk menganalisis alternatif penanganan ruas berupa lajur khusus dan lajur lambat. Selain melakukan analisis dengan model simulasi-mikro, studi ini juga melakukan analisis dengan model makro menggunakan Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997. Proses validasi menggunakan uji statistik t terhadap distribusi arus dan kecepatan yang diperoleh dari model serta diperoleh dari lapangan, dengan menggunakan tingkat keterandalan  $\alpha$  yang bernilai 5%.

## PROSES PEMODELAN DAN ANALISIS

### Penentuan Jumlah Lajur

Dengan mengambil jarak antar as sepeda motor sebesar 1,3 m (Umar et al., 1995), diperoleh jumlah maksimum sepeda motor yang dapat lewat pada ruas Jalan BKR secara bersamaan adalah 5 kendaraan. Gambar 4 menunjukkan foto hasil observasi di ruas Jalan BKR, yang menunjukkan bahwa jumlah maksimum sepeda motor yang dapat bergerak secara bersamaan pada satu penampang melintang (titik) di ruas tersebut adalah 5 sepeda motor.

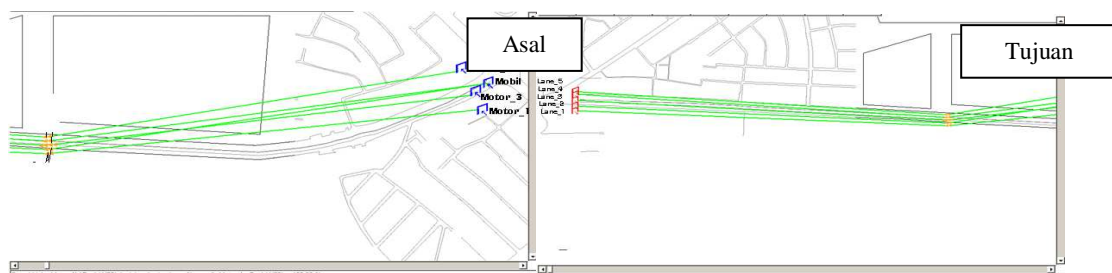
Karena ruas BKR memiliki lebar 6 m, desain jarak antar as sepeda motor akan dibebankan di *Cube Dynasim* adalah 1,2 m. Pengambilan 5 lajur ini diharapkan mampu untuk mendekati keadaan yang ada di lapangan, karena pergerakan dalam *Cube Dynasim* didasarkan pada lajunya.



**Gambar 4** Pola Pergerakan Sepeda Motor

### Penentuan Asal dan Tujuan

Untuk memudahkan pemodelan menyiapkan dan pindah lajur, dilakukan pembagian asal dan tujuan menjadi beberapa asal dan tujuan. Hal ini ditunjukkan pada Gambar 5.



Sumber: *Cube Dynasim* (2009)

**Gambar 5** Penentuan Asal dan Tujuan dalam *Cube Dynasim*

### Pemodelan Kecepatan

Pemodelan kecepatan di ruas harus didasarkan pada realita kecepatan yang ada. Tabel 2 memperlihatkan karakteristik kendaraan dan kecepatan rencananya. Karakteristik ini penting untuk diperhatikan karena pemodelan kecepatan pada *Cube Dynasim* dilakukan pada lajur dan bukan pada kendaraannya.

**Tabel 2** Kecepatan Model Rencana dalam *Cube Dynasim*

Kendaraan	Panjang	Kecepatan (km/h)		
		Minimum	Rata-rata	Maksimum
Pejalan Kaki	0,5 m	3	5	7
Sepeda	1,8 m	30	35	40
Mobil Penumpang	4,1 m	80	100	115
Truk berat	12,0 m	70	80	90
Bis Standar	12,0 m	75	80	85

Sumber: *Cube Dynasim* (2009)

Untuk mendekati realita yang ada, 5 lajur dalam model *Cube Dynasim* dibebankan dengan menggunakan 95% kecepatan maksimum sepeda (yaitu 38 km/jam) pada 4 lajur dan 75% kecepatan sepeda pada lajur sisanya. Dengan memperhatikan jumlah lajur dan rentang kecepatan pada setiap kendaraan, pemodelan arus lintas dilakukan seperti ditunjukkan pada Gambar 6.

Tahap selanjutnya adalah tahap pemodelan mekanisme pindah lajur. Pada pemodelan mekanisme pindah lajur digunakan aplikasi *weaving section* yang memungkinkan untuk mengatur jarak maksimum kendaraan untuk berpindah lajur. Gambar 7 menunjukkan penggunaan aplikasi *weaving section*. Jumlah *weaving points* menunjukkan jumlah *section* yang digunakan dalam aplikasi ini, *distances end of lane* menunjukkan jarak maksimum kendaraan untuk berpindah lajur, dan *weighthing* merepresentasikan batasan distribusi jumlah kendaraan yang akan berpindah pada *section* tersebut.

Berdasarkan ketentuan tersebut dapat disimpulkan bahwa dengan meningkatkan jumlah *section* pada *lane* dengan distribusi yang homogen pada setiap *section*, model mekanisme pindah lajur dapat mendekati kenyataan yang terjadi di lapangan. Akan tetapi berdasarkan pada asumsi bahwa tidak setiap meter kendaraan berpindah lajur, maka jarak yang ditetapkan untuk setiap *section* adalah 44 m. Nilai 44 m ditetapkan atas dasar pengamatan pada jarak 40 m, yang merupakan jarak yang tertangkap oleh *video recorder*, bahwa pada jarak tersebut sepeda motor mampu berpindah hingga 3 atau 4 lajur.

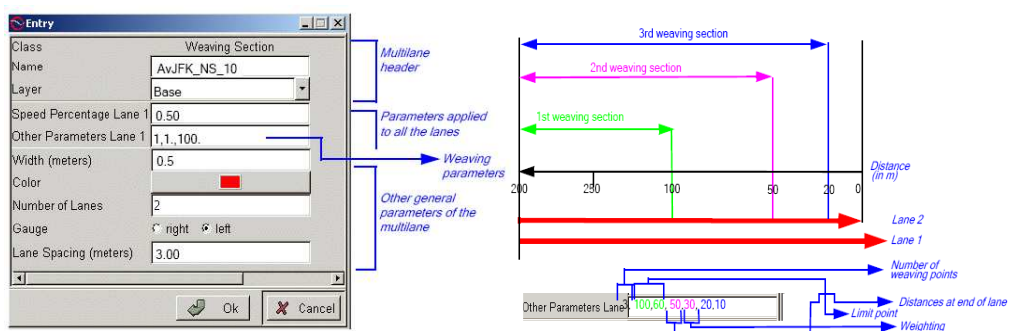
	Lane_1	Lane_2	Lane_3	Lane_4	Lane_5	
Mobil	0	0	0	0	0	0
Motor_1	279	72	279	72	279	981
Motor_3	279	72	279	72	279	981
Motor_5	279	74	279	72	279	983
	837	218	837	216	837	2945

	Lane_1	Lane_2	Lane_3	Lane_4	Lane_5	
Mobil	0	446	0	446	0	892
Motor_1	0	0	0	0	0	0
Motor_3	0	0	0	0	0	0
Motor_5	0	0	0	0	0	0
	0	446	0	446	0	892

Sumber: *Cube Dynasim* (2009)

**Gambar 6** Pembebanan Arus Lalulintas pada *Cube Dynasim*

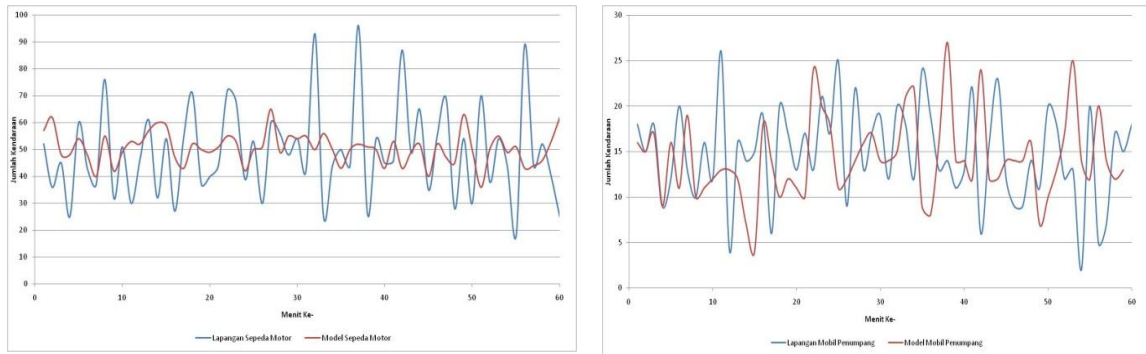


Sumber: *Cube Dynasim* (2009)

**Gambar 7** Pemodelan Mekanisme Pindah Lajur di *Cube Dynasim*

## Hasil Pemodelan Simulasi-Mikro

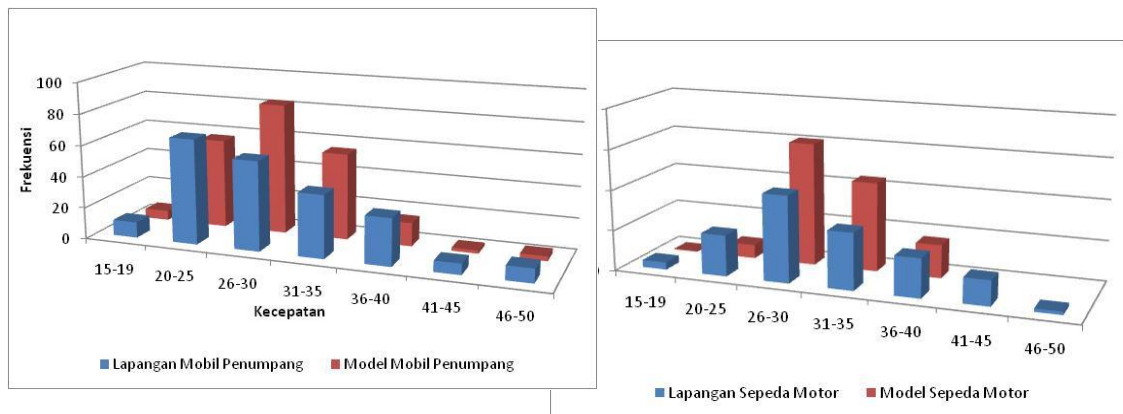
Setelah melakukan pengujian terhadap kesalahan (*error*), dilakukan pengambilan data hasil simulasi-mikro. Jenis data yang diambil adalah arus lalu lintas dan *running speed* dari model simulasi. Jumlah minimum data yang harus diambil dari model mengikuti jumlah data di lapangan. Data model kemudian dibandingkan dengan data yang diperoleh dari survei lapangan. Gambar 8 merepresentasikan perbandingan arus hasil simulasi-mikro dengan hasil survei lapangan.



**Gambar 8** Perbandingan Arus Lalu lintas Hasil Simulasi-Mikro dan Data Lapangan

Hasil uji signifikansi menggunakan uji-t menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara arus hasil simulasi-mikro dengan arus yang ada di lapangan. Proses validasi juga dilakukan pula pada parameter kecepatan lalu lintas.

Gambar 9 memperlihatkan perbandingan kecepatan jalan hasil simulasi dan hasil survei lapangan. Uji-t menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan antara distribusi kecepatan hasil simulasi-mikro dengan kecepatan jalan survei lapangan.



**Gambar 9** Perbandingan Kecepatan Jalan Hasil Simulasi-Mikro dan Data Lapangan

Setelah model dianggap valid, tahap selanjutnya adalah menggunakan model tersebut untuk menganalisis alternatif penanganan ruas berupa lajur khusus sepeda motor dan lajur lambat. Lajur khusus sepeda motor merupakan lajur yang hanya dilalui oleh sepeda motor, sementara lajur lambat adalah lajur di luar lajur utama yang dapat dilalui oleh sepeda motor dan mobil penumpang.

## **PENANGANAN RUAS DENGAN LAJUR KHUSUS DAN LAJUR LAMBAT**

### **Model Simulasi-Mikro**

Dari pemodelan alternatif penanganan ruas didapatkan suatu kesimpulan bahwa tidak maksimalnya kecepatan mobil penumpang pada ruas disebabkan oleh dominasi sepeda motor di ruas yang memiliki kecepatan maksimum yang lebih rendah. Kesimpulan ini didasarkan oleh adanya peningkatan kecepatan mobil penumpang ketika semua sepeda motor dipisahkan dari lajur utama.

Jika semua sepeda motor dipisahkan dari lajur utama, kecepatan rata-rata mobil penumpang naik menjadi 48 km/jam. Hasil ini diperkuat pula oleh hasil pembebanan lajur utama dengan 10 % sepeda motor, yang menyebabkan kecepatan rata-rata mobil penumpang pada lajur utama kembali turun menjadi 40,35 km/jam.

Pada studi ini dilakukan alternatif penanganan ruas, yaitu lajur khusus dan lajur lambat. Namun keterbatasan kecepatan maksimum sepeda pada *Cube Dynasim* membuat analisis efek lajur khusus dan lajur lambat pada sepeda motor tidak bisa dilakukan secara komprehensif. Selain itu, pemodelan akses mobil penumpang dan angkutan kota yang belum baik menyebabkan perbandingan lajur khusus dan lajur lambat tidak bisa dilakukan dengan baik pula. Sepeda motor yang diprediksi akan terganggu oleh hadirnya mobil penumpang di lajur lambat, ternyata tidak terlihat menerima pengaruh gangguan pada model ini.

### **Perbandingan Dengan Model Makro**

Dari perhitungan menggunakan model makro, berdasarkan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997, didapatkan hasil bahwa kecepatan rata-rata ruang di ruas Jalan BKR adalah 49 km/jam. Hal ini sangat menarik, karena kecepatan yang diperoleh dari data lapangan maupun dari data model hanya berkisar (28-29) km/jam. Dengan demikian, dengan memperhatikan perilaku model simulasi-mikro, dapat diambil suatu kesimpulan bahwa kecepatan mobil penumpang yang hanya berkisar (28-29) km/jam terjadi karena dominasi volume sepeda motor di ruas yang memiliki kecepatan rata-rata (30-31) km/jam. Hal ini berarti bahwa sepeda motor merupakan suatu hambatan bagi mobil penumpang untuk mencapai kecepatan maksimumnya dan ternyata MKJI 1997 belum mampu mengakomodasi dengan baik pengaruh jumlah sepeda motor yang begitu besar di jalan. Hal ini terkait dengan volume sepeda motor pada tahun pembuatan MKJI 1997 itu yang masih sangat kecil. Selain itu, dari perhitungan kecepatan menggunakan MKJI 1997, diperoleh kecepatan rata-rata akibat pemisahan sepeda motor. Tabel 3 memperlihatkan perbandingan antara hasil MKJI 1997 dan hasil simulasi-mikro. Pola peningkatan kecepatan diperlihatkan oleh MKJI 1997 dan model simulasi-mikro ketika sepeda motor dipisahkan dari lajur utama, dan keduanya memperlihatkan penurunan kecepatan ketika 10% sepeda motor dimasukkan kembali ke lajur utama.

Hal yang menarik adalah lebih sensitifnya model simulasi-mikro terhadap pengaruh sepeda motor dibandingkan dengan MKJI 1997. Perubahan jumlah sepeda motor berpengaruh secara signifikan terhadap kecepatan mobil penumpang pada model simulasi-mikro. Hal ini berbeda dengan MKJI 1997, karena kecepatan lalu lintas sangat dipengaruhi oleh derajat kejenuhan ruas, sehingga jumlah sepeda motor (dalam smp) yang memiliki pengaruh tidak besar pada derajat kejenuhan membuat kecepatan lalu lintas tidak sensitif terhadap perubahan proporsi arus sepeda motor.



**Tabel 3** Kecepatan Mobil Penumpang Menurut MKJI 1997 dan Simulasi-Mikro Akibat Pemisahan Lajur Sepeda Motor

No.	Skenario	Kecepatan Rata-rata Lajur Utama		
		MKJI km/Jam	Simulasi-Mikro km/Jam	Lapangan km/Jam
1.	Eksisting Lajur Khusus/Lajur Lambat	48,00	28,61	29,39
2.	0% Sepeda Motor	52,00	48,88	-
	10% Sepeda Motor	51,00	40,35	-

## KESIMPULAN

Dalam kajian kinerja ruas dengan tingginya proporsi arus sepeda motor, pemodelan dengan simulasi-mikro mampu mendekati keadaan di lapangan dengan beberapa batasan. Dari proses pemodelan diperoleh kecepatan rata-rata mobil penumpang adalah 28,61 km/jam, yang mendekati kecepatan jalan rata-rata di ruas Jalan BKR, yaitu 29,99 km/jam. Hal ini terlihat pula pada kecepatan rata-rata sepeda motor model simulasi-mikro, yang mencapai 30,67 km/jam, yang tidak jauh berbeda dengan kecepatan sepeda motor di ruas Jalan BKR, yang mencapai 31,11 km/jam. Jika dibandingkan dengan MKJI 1997, yang memberikan angka 48 km/jam untuk kecepatan mobil penumpang pada ruas tersebut, model simulasi-mikro menghasilkan nilai kecepatan yang lebih mendekati kenyataan.

Perangkat lunak simulasi-mikro *Cube Dynasim* memiliki beberapa batasan, yang meliputi pemodelan kecepatan sepeda motor dan hambatan samping. Model simulasi-mikro dengan *Cube Dynasim* hanya bisa digunakan untuk ruas dengan kecepatan rata-rata sepeda motor kurang dari 40 km/jam. Tingginya proporsi sepeda motor di ruas jalan menyebabkan penurunan kecepatan rata-rata mobil penumpang, yaitu dari 48,88 km/jam menjadi 40,35 km/jam ketika lajur utama dibebani oleh 10% sepeda motor.

Penerapan alternatif penanganan ruas berupa lajur khusus dan lajur lambat mampu meningkatkan kecepatan rata-rata mobil penumpang. Hal ini terlihat dari kecepatan mobil penumpang yang naik, dari 28,88 km/jam ke 48,88 km/jam, ketika sepeda motor dipisahkan dari lajur utama.

## DAFTAR PUSTAKA

- Direktorat Jenderal Bina Marga. 1997. *Manual Kapasitas Jalan Indonesia*. Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. 2004. *Perencanaan Jalur Khusus*. Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.
- Kepolisian Republik Indonesia. 2006. *Tingkat Pertumbuhan Kendaraan Indonesia*. Jakarta.
- Umar, R. S., Radin, G., Mackay, Murray L., and Hills, B. 1995. *Preliminary Analysis of Exclusive Motorcycle Lanes along the Federal Highway F02*. Washington, DC: Transport Research Laboratory.

