

Pengaruh Pembatasan Jenis Kendaraan Terhadap Kinerja Ruas Jalan

Tri Sudibyo^{1*}

¹ Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan, IPB University, 16620, Bogor, Indonesia
* penulis koresponden: tri.sudibyo@apps.ipb.ac.id

Abstrak: Kemacetan adalah gangguan lalu lintas yang jamak terjadi di kota-kota besar maupun kota berkembang di Indonesia. Terdapat berbagai macam skenario manajemen lalu lintas yang diterapkan untuk mengurangi masalah ini. Salah satu contoh manajemen lalu lintas yang banyak dipakai adalah pembatasan jenis kendaraan tertentu di wilayah, ruas jalan, atau jam tertentu, yang diharapkan dapat mengurangi potensi gangguan lalu lintas. Mengacu pada Manual Kapasitas Jalan Indonesia tahun 1997, kendaraan motor di Indonesia terbagi atas kendaraan berat (HV), ringan (mobil penumpang, LV) dan sepeda motor (MC). Di antara jenis kendaraan ini, kendaraan berat seperti truk dan bus sering menjadi sasaran dalam skenario pembatasan masuk di ruas jalan tertentu. Studi ini mencoba menggali keefektifan skenario ini dengan membandingkan kinerja ruas jalan tertentu melalui perubahan jenis kendaraan yang melintas melalui suatu konversi kendaraan. Konversi jenis kendaraan dilakukan dengan faktor *smp* atau *pcu* (*passenger car unit*). Analisis di studi ini dilakukan melalui pendekatan simulasi mikro, di mana variasi kendaraan dilakukan berdasarkan ekuivalensi mobil penumpang. Penilaian kinerja jalan dilakukan berdasarkan parameter kecepatan sesuai Peraturan Menteri Perhubungan RI no 96 Tahun 2015. Studi ini dibangun dengan 3 buah model: Model 1: kondisi asli, Model 2: transformasi HV ke LV, Model 3: transformasi HV ke MC, Model 4: penghilangan HV. Hasil penelitian menunjukkan penggantian HV ke LV maupun MC pada tingkat V/C yang sama dapat meningkatkan kecepatan lalu lintas. Lebih lanjut, penghapusan HV tanpa konversi ke kendaraan lain meningkatkan kinerja jalan secara keseluruhan.

Kata kunci: tingkat pelayanan jalan, simulasi mikro, ekuivalensi mobil penumpang

Diterima: 05 Oktober 2023
Disetujui: 22 Desember 2023

Sitasi:
Sudibyo, T. Pengaruh Pembatasan Jenis Kendaraan Terhadap Kinerja Ruas Jalan. *J. Teknik Sipil dan Lingkungan*. 2023; 08(03): 177-182, <https://doi.org/10.29244/jsil.8.3.177-182>

1. Pendahuluan

Transportasi dipercaya menjadi kekuatan pendorong utama kemajuan peradaban saat ini dan dalam beberapa dekade ke depan, di mana memerlukan energi yang besar dalam penyelenggaraannya [1]. Di Indonesia sendiri, dalam transportasi darat kepemilikan dan penggunaan kendaraan pribadi yang terus meningkat menyebabkan peningkatan kebutuhan ruang gerak operasionalnya dalam bentuk ruas jalan. Sementara itu, pertumbuhan jumlah ruas jalan tidak akan pernah bisa mengimbangi pertumbuhan kendaraan sehingga menyebabkan kemacetan yang sangat umum terjadi di jam puncak harian baik pagi, siang atau sore. Terdapat berbagai upaya penanganan lalu lintas yang umumnya dilakukan, salah satunya adalah pembatasan jenis kendaraan tertentu, di ruas jalan tertentu dan/atau pada waktu tertentu. Skenario ini dilakukan untuk mengontrol permintaan perjalanan, sehingga arus lalu lintas diharapkan lebih terkendali dan meminimalkan gangguan lalu lintas.

Dalam manajemen lalu lintas yang berupa pembatasan jenis kendaraan, kendaraan berat sering menjadi bagian dari skenario ini. Pertimbangan ukuran kendaraan, keterbatasan manuver, dan kecepatan yang umumnya rendah, menjadi pertimbangan logis upaya ini. Aspek keselamatan juga sering menjadi pertimbangan di mana kendaraan berat khususnya truk dengan berbagai macam barang yang diangkut, keterbatasan kecepatan dan manuvernya, dapat memicu atau meningkatkan risiko kecelakaan di suatu ruas jalan khususnya pada titik dan jam puncak tertentu. Walaupun demikian, aspek keselamatan ini tidak menjadi fokus dalam studi ini.

Variasi jenis kendaraan memberikan dampak yang signifikan terhadap kinerja lalu lintas di suatu ruas jalan [2]. Di samping variasi kendaraan, faktor seperti perubahan kapasitas jalan dan simpang [3–5], alinyemen jalan [6], transportasi umum [7] juga memberikan dampak terhadap kinerja jaringan jalan secara keseluruhan. Dalam analisis transportasi sering digunakan ekuivalensi mobil penumpang untuk mengonversi berbagai jenis kendaraan yang melintas ke dalam jenis kendaraan tunggal, yaitu mobil penumpang, sehingga didapatkan penyederhanaan perhitungan. Dalam studi ini dilakukan konversi jenis kendaraan berat ke bentuk kendaraan lain sesuai kaidah ekuivalensi dalam Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2015. Analisa dilakukan melalui pendekatan simulasi mikro lalu lintas dengan perangkat lunak TSS Aimsun [8]. Skenario ini dilakukan untuk mengontrol permintaan perjalanan, sehingga arus lalu lintas diharapkan lebih terkendali dan meminimalkan gangguan lalu lintas. Penelitian bertujuan memahami dampak skenario pembatasan kendaraan berat (HV) terdapat suatu ruas jalan tertentu melalui pendekatan pemodelan mikro lalu lintas. Penilaian kinerja lalu lintas dilakukan mengacu kepada PM 96 Tahun 2015 [9], yaitu berdasarkan kecepatan.

2. Metode

2.1. Pemodelan lalu lintas

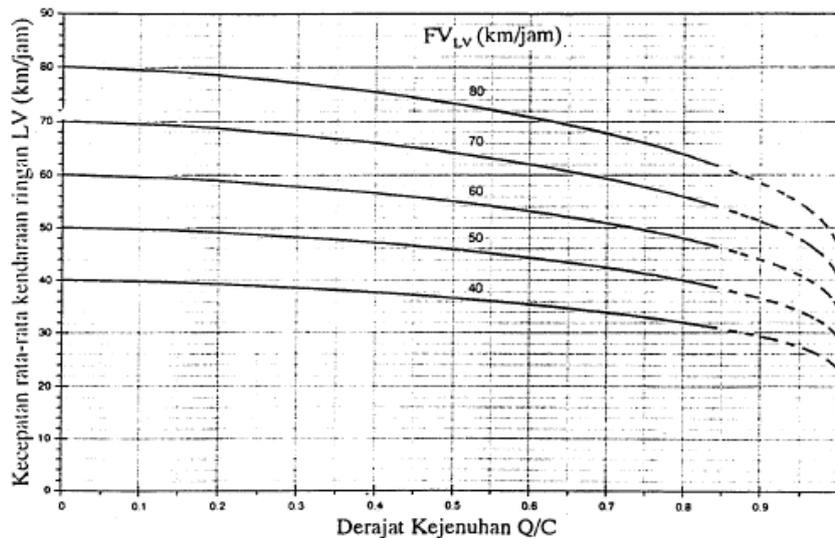
Perangkat lunak TSS Aimsun digunakan sebagai alat bantu pemodelan lalu lintas. Model lalu lintas dari studi terdahulu oleh [2] digunakan sebagai model lanjutan pada studi ini. Pemodelan lalu lintas dengan mikro simulasi adalah sebuah upaya yang memerlukan sumber daya waktu dan tenaga yang besar untuk mendapatkan detail lalu lintas. Dalam simulasi mikro, tidak semua aspek dapat dicakup sehingga menyederhanakan pemodelan untuk fokus kepada hal yang penting saja demi efisiensi waktu dan sumber daya sangat penting untuk dilakukan [10].

2.2. Hubungan kapasitas jalan, volume lalu lintas dan kecepatan

Sesuai dengan definisi pada Manual Kapasitas Jalan Indonesia [11], C adalah kapasitas jalan, C_0 adalah kapasitas dasar jalan, FCW adalah faktor koreksi lebar lajur, $FCSP$ adalah faktor koreksi pemisah arah, $FCSF$ adalah faktor koreksi hambatan samping, dan $FCCS$ adalah faktor koreksi ukuran kota. Rasio arus terhadap kapasitas jalan atau simpang didefinisi sebagai V/C atau DS (*Degree of Saturation*). Kecepatan sebagai parameter terpenting dalam kinerja ruas jalan memiliki hubungan dengan kapasitas dan volume sebagaimana pada **Gambar 1**. Mengacu kepada MKJI 1997, kapasitas jalan, arus lalu lintas V atau Q , dan V/C atau 'VC rasio' didefinisikan dalam Persamaan 1 dan 2.

$$C = C_0 \times FCW \times FCSP \times FCSF \times FCCS \quad (1)$$

$$DS(\text{atau } V/C) = Q/C \quad (2)$$



Gambar 1 Hubungan kecepatan rata-rata kendaraan ringan dengan DS (MKJI, 1997)

Model dibangun dari studi terdahulu [2] yang diperoleh dari data lapangan di ruas jalan Soleh Iskandar, kota Bogor. Pada studi ini, diambil $V/C=0,7$ dan pada kondisi lancar (kecepatan >30 km/jam) sebagai dasar permodelan dan dinamai sebagai Model 1. Variasi Model 2 adalah penggantian seluruh HV menjadi LV, Model 3 adalah penggantian HV ke MC dan Model 4 adalah penghapusan HV tanpa penggantian kendaraan lain. Model 2 adalah skenario yang banyak dijumpai di ruas pusat perkotaan di mana kendaraan berat dibatasi atau dilarang melintas. Dengan pembatasan ini kendaraan ringan mengisi lalu lintas sampai batas V/C yang sama. Model 3 dan 4 serupa dengan Model 2, dengan pengalihan jenis kendaraan yang berbeda. **Tabel 1** menunjukkan variasi model yang dibangun pada *layout* jalan 3 lajur.

Tabel 1 Arus lalu lintas sesuai $V/C=0,7$ pada ruas jalan 3 lajur

	Model 1	Model 2	Model 3	Model 4
MC (unit/jam)	5198	5474	5198	5198
LV (unit/jam)	1594	1594	1732	1594
HV (unit/jam)	69	0	0	0

Pada studi ini model jalan dan arus didapatkan dari studi terdahulu, sehingga tidak terdapat penyesuaian (kalibrasi) maupun validasi ulangan. Kalibrasi telah dilakukan pada parameter geometri jalan, volume lalu lintas terklasifikasi, kecepatan dan panjang antrian. Validasi lanjutan pada studi ini dilakukan untuk memastikan simulasi model berjalan seperti pada kondisi model sebelumnya sehingga perubahan volume lalu lintas dapat dilakukan. **Tabel 2** menunjukkan hasil validasi lanjutan pada Model 1 sehingga dapat digunakan untuk pembangunan skenario berikutnya yaitu Model 2, 3 dan 4.

Model yang diterima tersebut kemudian dibebani dengan volume lalu lintas modifikasi seperti disajikan di **Tabel 1** pada Model 2, 3 dan 4. Model 2 diperoleh dari penggantian HV dengan MC melalui konversi emp mengacu kepada MKJI 1997, di mana 1 HV ekuivalen dengan 2 LV dan 1 LV ekuivalen dengan 2 MC. Model 2 memiliki total LV tetap, HV menjadi nol, dan MC menjadi 5474 unit/jam. Metode yang sama diterapkan untuk Model 3 di mana arus HV dikonversi menjadi LV, sehingga total LV meningkat menjadi 1732 unit/jam sedangkan MC tetap. Model 4 menerapkan penghapusan HV tanpa konversi ke jenis kendaraan lain untuk mengetahui besarnya peningkatan kinerja lalu lintas.

Tabel 2. Hasil validasi lanjutan

Aspek yang diperiksa	Kondisi Model 1
Jumlah lajur efektif	v (sesuai)
Jenis kendaraan melintas: Motor (MC), Bus/Truk (HV), Kendaraan ringan (LV)	v (sesuai) ¹⁾
Perilaku belokan dan antrian penyempitan	v (sesuai)
Kecepatan rata-rata (km/jam)	42
Panjang antrian (kendaraan)	0 ²⁾
Simpulan	Model diterima

¹⁾ Arus yang digunakan pada saat $V/C=0,7$

²⁾ Tidak teramati adanya antrian

3. Hasil dan Pembahasan

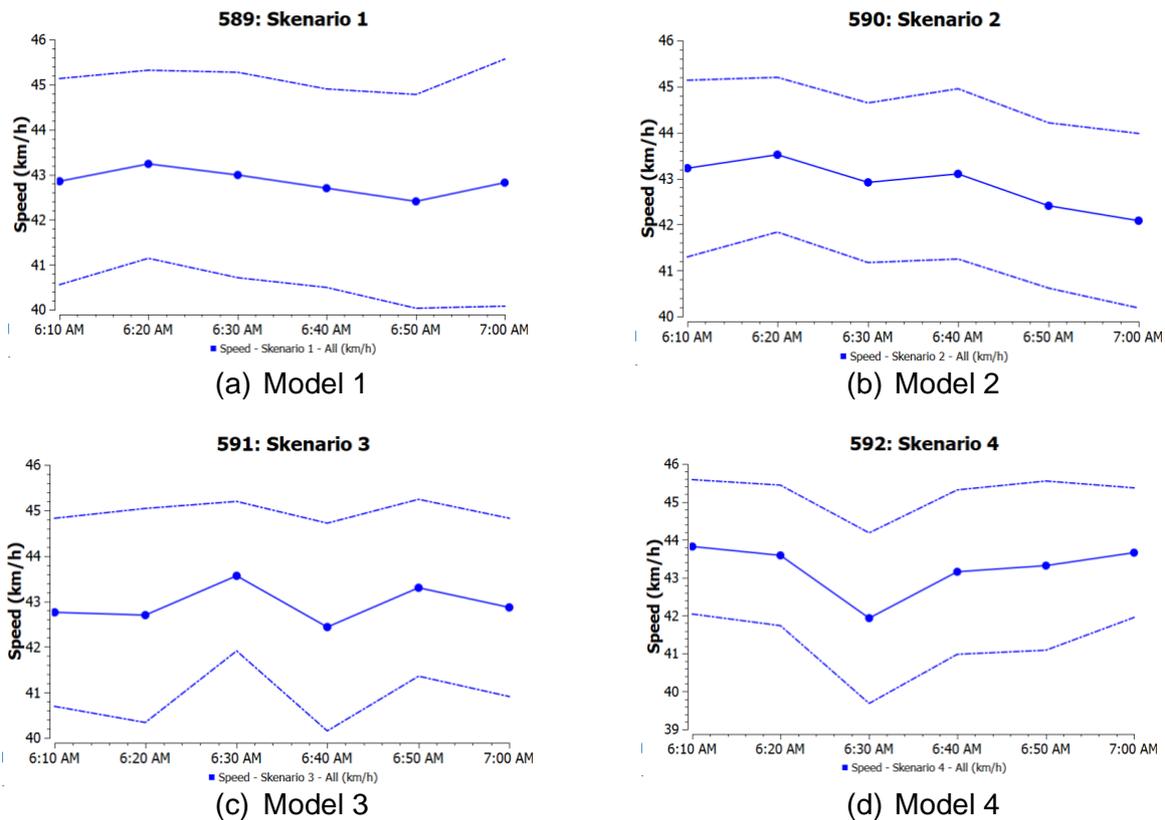
Hasil pembebanan lalu lintas dengan arus baru menghasilkan keluaran sebagai berikut. Model 1 adalah kondisi awal di mana arus total terdiri atas kendaraan ringan (LV) berupa mobil pribadi dan angkutan kota, kendaraan berat (HV) berupa truk dan bus, dan sepeda motor (MC) sebagai jenis kendaraan dengan unit terbesar. Model 1 memiliki kecepatan rata-rata 42,83 km/jam pada kondisi ramai lancar pada $V/C=0,7$. **Gambar 2** menyajikan nilai-nilai batas bawah, batas atas, dan kecepatan rata-rata dari seluruh jenis kendaraan per 10 menit pemodelan.

Pada Model 2, kecepatan rata-rata seluruh kendaraan mengalami sedikit peningkatan. Di Model atau skenario 2 ini total kendaraan yang melintas merupakan yang tertinggi dengan total 7091 unit/jam akibat konversi dari HV ke MC. Nilai emp dalam MKJI 1997 digunakan untuk mengonversi unit HV ke MC sehingga jumlah total unit kendaraan meningkat. Walaupun demikian, kecepatan rata-rata total yang justru sedikit meningkat ini dimungkinkan terjadi karena peningkatan jumlah unit MC masih dapat ditampung dengan baik oleh kapasitas jalan. Di samping itu, MC memiliki karakteristik manuver yang jauh lebih lincah dibanding jenis kendaraan lain sehingga memungkinkan kinerja jalan terjaga. Hal ini sesuai dengan pengaruh variasi kendaraan di mana MC memiliki kecenderungan menjaga *Level of Service (LOS)* tetap tinggi dibanding jenis kendaraan lain pada tingkat V/C yang sama (Sudibyo et al., 2021).

Pada Model 3 di mana konversi dilakukan ke jenis kendaraan LV, kinerja lalu lintas ternyata menjadi lebih baik dibandingkan dengan Model 1 atau 2. Hal ini diprediksi karena penambahan LV relatif tidak signifikan dibanding dampak HV pada skenario (model) 1. Kondisi penambahan LV ini juga lebih baik dibanding MC pada Model 2.

Model 4 adalah skenario di mana HV ditiadakan tanpa konversi ke jenis kendaraan lain. Sesuai prediksi skenario ini merupakan kondisi terbaik dibanding Model 1, 2 dan 3 di mana kecepatan rata-rata kendaraan merupakan yang tertinggi. Hal ini merupakan fenomena yang diharapkan karena total kendaraan yang melintas adalah yang terkecil dibanding semua Model yang lain. Walaupun demikian, dari keluaran seluruh model khususnya parameter kecepatan, dapat disimpulkan bahwa konversi yang dilakukan relatif tidak signifikan menaikkan kinerja ruas jalan (kecepatan). Hal ini disebabkan antara lain oleh:

1. Kendaraan berat yang dikonversi sangat sedikit bila dibandingkan dengan total arus. 69 unit/jam HV relatif tidak signifikan terhadap 1594 unit/jam LV dan 5198 unit/jam MC.
2. Lama simulasi yang hanya 60 menit dan tidak mencakup penurunan arus di luar jam tersebut menyebabkan dampak lanjutan dari arus tidak terlihat pada jam berikutnya.
3. Kondisi kendaraan melintas di ruas jalan tanpa gangguan memungkinkan seluruh kendaraan melintas dalam kondisi bebas (*free flow*) sehingga gangguan lalu lintas relatif minimal



Gambar 2 Kecepatan hasil simulasi Model 1 – 4

Tabel 3 Total arus, kecepatan dan tingkat pelayanan hasil simulasi

	Model 1	Model 2	Model 3	Model 4
Total arus (unit/jam)	6835	7091	6935	6740
Kecepatan (km/jam)	42.83	42.86	42.94	43.22
Tingkat Pelayanan PM 96/2015	E	E	E	E

Keseluruhan hasil simulasi model disajikan dalam Tabel 3. Dengan kecepatan <math>< 50\text{ km/jam}</math> (syarat minimal tingkat pelayanan D), maka mengacu kepada PM 96 tahun 2015, tingkat pelayanan ruas jalan ini tergolong E. Kondisi ini berarti kinerja lalu lintas belum bisa ditingkatkan walaupun kendaraan berat dikurangi dan batas kecepatan 50 km/jam tergolong tinggi untuk ruas jalan dengan lalu lintas tersebut. Dengan perubahan ini kecepatan lalu lintas bisa ditingkatkan, namun tidak terdapat perubahan dalam tingkat pelayanan jalan menurut PM 96 tahun 2015.

4. Kesimpulan

Dari penelitian ini didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Konversi HV ke MC dan LV dapat meningkatkan kecepatan lalu lintas ruas jalan atau meningkatkan kinerja jalan
2. Kecilnya peningkatan kecepatan setelah konversi HV disebabkan relatif kecilnya arus HV dibanding total arus lalu lintas
3. Dengan konversi HV sesuai MKJI 1997, MC dan LV terbukti memiliki dampak yang lebih rendah terhadap penurunan kinerja jalan dibandingkan dengan HV dalam V/C yang sama
4. MC memiliki dampak terendah terhadap penurunan kinerja jalan dibanding LV dan HV
5. Simulasi pada penelitian ini dilakukan hanya dalam satu jam pemodelan. Bila arus jam puncak terjadi lebih lama atau lebih pendek akan menghasilkan keluaran yang berbeda.

Daftar Pustaka

- [1] Cf O. Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development. United Nations: New York, NY, USA 2015.
 - [2] Sudibyo T, Erizal, Fauzan M. The vehicle type effect to the mixed traffic flow performance (case of study: Soleh Iskandar road, Bogor, Indonesia). IOP Conf Ser Earth Environ Sci, vol. 622, IOP Publishing Ltd; 2021. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/622/1/012018>.
 - [3] Novitasari N, Sudibyo T. Analisis Perkiraan Tingkat Pelayanan Jalan (Studi Kasus Rencana Tol Dalam Kota Jakarta Ruas Bekasi Raya). Jurnal Teknik Sipil Dan Lingkungan 2020;5:1–16. <https://doi.org/10.29244/jsil.5.1.1-16>.
 - [4] Sudibyo T, Mahardi P, Fauzan M, Putra H. ANALISIS KINERJA RENCANA BUNDARAN DENGAN PENDEKATAN SIMULASI MIKRO (A Performance Analysis of Roundabout by Using Micro Simulation). vol. 04. 2019.
 - [5] Prakoso DB, Sutoyo S, Sudibyo T. Evaluasi Kinerja Simpang Bersinyal Jalan Pahlawan – Raden Saleh Sarif Bustaman di Bogor Jawa Barat. Jurnal Teknik Sipil Dan Lingkungan 2019;4:135–48. <https://doi.org/10.29244/jsil.4.2.135-148>.
 - [6] Syifaurrahman D, Fauzan M, Sudibyo T. Evaluasi Geometri dan Perlengkapan Jalan Lingkar Leuwiliang Bogor (Geometry and Equipment Review of Jalan Lingkar Leuwiliang Bogor). vol. 04. 2018.
 - [7] Mahardi P, Sudibyo T, Widayanti FR. Analisis Kualitas Pelayanan Bus Kota Surabaya Berdasarkan Persepsi Pengguna Dengan Metode Importance Performance Analysis (IPA). n.d.
 - [8] TSS-Transport Simulation Systems. Aimsun 7 Dynamic Simulators User's Manual. 2013.
 - [9] Menteri Perhubungan Republik Indonesia. Peraturan Menteri Perhubungan RI Nomor 96 Tahun 2015 2015.
 - [10] Federal Highway Administration. Traffic Analysis Toolbox Volume III: Guidelines for Applying Traffic Microsimulation Modeling Software. 2004.
 - [11] Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia. Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997. Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997;7802112:564.
-