

# ANALISIS FAKTOR JAM SIBUK PADA JALAN LUAR KOTA (PEAK HOUR FACTOR ANALYSIS FOR INTER URBAN ROADS)

**Hikmat Iskandar**

Pusat Litbang Jalan dan Jembatan  
Jalan A.H. Nasution No. 264, Bandung, 40294  
e-mail: iskandar\_hikmat@yahoo.com

Diterima: 20 Mei 2015; direvisi: 10 Juni 2015; disetujui: 28 Juli 2015

## **ABSTRAK**

*Faktor Jam Sibuk ( $F_{JS}$ ) dipakai untuk mengkonversikan volume lalu lintas jam-jaman menjadi arus lalu lintas 15 menitan tertinggi dalam jam sibuk, dirumuskan sebagai perbandingan antara volume lalu lintas dalam satu jam (kend/jam) terhadap empat kali arus lalu lintas selama 15 menit tertinggi dalam jam sibuk.  $F_{JS}$  menjadi perhatian khusus perencana jalan dalam analisis kapasitas karena pada jam tersebut terjadi fluktuasi arus lalu lintas yang sampai pada ketinggian arus tersebut jalan masih dituntut untuk mampu mengalirkan arus lalu lintas dengan kualitas pelayanan yang diharapkan. Dalam beberapa manual perencanaan,  $F_{JS}$  menjadi salah satu faktor dalam menganalisis arus jam perencanaan dan tingkat pelayanan. Tipikal nilai  $F_{JS}$  berkisar antara 0,95 sampai dengan 0,80 yang berarti fluktuasi arus jam sibuk bisa lebih tinggi 5% sampai dengan 25% dari volume lalu lintas jam sibuknya. Di Indonesia, dokumen perencanaan yang sering menjadi acuan, misalnya Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997 (MKJI'97), belum memperhitungkan  $F_{JS}$ . Makalah ini bertujuan menyajikan hasil pengamatan variabilitas arus lalu lintas dalam jam sibuk di beberapa ruas jalan nasional luar kota melalui perekaman arus lalu lintas menggunakan video kamera, untuk menentukan nilai  $F_{JS}$ . Hasil pengamatan menunjukkan bahwa  $F_{JS}$  bervariasi antara 0,69-0,94 untuk tipe jalan 2/2TT dan 0,83-0,97 untuk tipe jalan 4/2T dengan nilai rata-rata masing-masing 0,89 dan 0,91. Nilai yang rendah diperoleh dari ruas dengan volume lalu lintas yang rendah, dan nilai yang tinggi diperoleh dari ruas dengan volume lalu lintas yang tinggi.*

**Kata kunci:** Perencanaan lalu lintas, volume lalu lintas jam perencanaan, arus lalu lintas, faktor jam sibuk, kapasitas

## **ABSTRACT**

*Peak hour factor (PHF) is usually used to converse an hourly volume (vehicles/hour) to 15 minutes flow rate in a peak hour, formulated as comparison of an hour volume to four times of the highest 15 minutes flow rate within peak hour. PHF becomes a special concern of planners in analyzing capacity, because within the peak hour, road has to be capable to serve all flows variation in a suitable level of service. Several planning manual apply PHF to become one of factors in analyzing design hourly volume and level of service (LOS). Typical values of PHF range within 0,80 to 0,95 and may give an interpretation that fluctuation of flow rates within peak hour increase by 5% to 25% than its peak hour volume. In Indonesia, planning document is usually used for practice, i.e. Indonesian Highway Capacity Manual 1997 (IHCM'97), has not included the PHF yet. This paper aims to discuss results of an investigation of traffic flows within peak hour on several inter urban roads which were recorded by video camera, for exploring the PHF values. Results show that PHF varies between 0,69-0,94 for road type 2/2TT and 0,83-0,97 for road type 4/2T with mean values 0,89 and 0,91 respectively. Low value comes from low hourly volume roads and high value is obtained from high hourly volume roads.*

**Keywords:** Traffic planning, design hourly volume, traffic flows, peak hour factor, capacity

## PENDAHULUAN

Penyelenggaraan jalan diamanatkan undang-undang untuk dilakukan berdasarkan azas kemanfaatan, efektif, dan efisien (Indonesia 2004; 2009) sehingga jalan yang dibangun memiliki manfaat yang sebesar-besarnya bagi kehidupan bangsa dan negara. Di dalam prakteknya, penyediaan jalan harus sesuai dengan tuntutan kebutuhan sehingga menghasilkan perjalanan lalu lintas kendaraan yang cepat, selamat, murah, dan nyaman. Tuntutan kebutuhan terhadap jalan tersebut pada tahap perencanaan dinyatakan oleh jumlah lalu lintas kendaraan per satuan waktu yang akan menggunakan jalan tersebut.

Sesuai dengan tujuan perencanaan, dibedakan dua entitas kebutuhan, yaitu: 1) kebutuhan untuk menetapkan dimensi (*geometric*) jalan sesuai dengan kapasitas yang dituntutnya, dan 2) kebutuhan untuk menetapkan kekuatan perkerasan jalan sesuai dengan beban lalu lintas yang harus dipikulnya. Bahasan dalam makalah ini terfokus pada entitas pertama.

Dalam perencanaan jalan, dibedakan dua proses analisis sesuai dengan tujuannya, yaitu:

1. Untuk memilih tipe jalan apakah dua lajur dua arah tak terbagi (2/2TT), atau empat lajur dua arah tak terbagi (4/2TT), atau empat lajur dua arah terbagi (4/2T), atau tipe jalan multi lajur yang lebih dari 4 lajur jalan
2. Untuk mengevaluasi kinerja lalu lintas suatu segmen jalan, apakah segmen jalan masih mampu melayani arus lalu lintas yang ada, atau jalan sudah harus ditingkatkan kapasitasnya.

Proses analisis ini didasarkan pada besarnya arus lalu lintas jam perencanaan ( $q_{JP}$ ) sebagai nilai yang merepresentasikan kebutuhan, yang penetapannya berdasarkan perhitungan lalu lintas eksisting atau prediksi volume lalu lintas yang akan menggunakan jalan tersebut selama usia perencanaannya.  $q_{JP}$  ditetapkan sedemikian sehingga tipe jalan hasil perencanaan adalah tipe jalan yang paling ekonomis atau yang dapat menunjukkan kinerja lalu lintas yang memadai.

Panduan-panduan perencanaan (lihat misalnya AASHTO 2001; TRB 1985, 1994, 2010; Indonesia 1997; Indonesia 1997a) menyebutkan tiga parameter perencanaan dalam menghitung  $q_{JP}$ , yaitu Volume Lalu lintas

Harian Rata-rata Tahunan (LHRT), faktor  $k$  dan  $F_{JS}$  (atau *PHF*).

LHRT secara ideal dapat diketahui, sesuai definisinya, dari jumlah total volume lalu lintas selama satu tahun dibagi dengan jumlah hari pada tahun tersebut. Faktor  $k$  ditetapkan dari kajian variasi volume lalu lintas jam-jaman selama satu tahun, dan  $F_{JS}$  ditetapkan dari kajian variasi arus lalu lintas dalam waktu jam sibuk.

Penetapan nilai LHRT membutuhkan kajian dengan waktu panjang yaitu paling tidak satu tahun, tetapi dapat juga diprediksi dengan menggunakan data yang singkat, misalnya dengan cara Bina Marga (Indonesia 1992), berdasarkan survey 7x24 jam secara menerus (Howe 1972; Iskandar 2007). Cara prediksi ini adalah cara yang paling umum dipakai sekalipun jarang diperhitungkan *error* yang mungkin terjadi.

Faktor  $k$  yang digunakan dalam perencanaan umumnya diadopsi dari literatur, hanya sedikit yang dikaji atau diukur langsung dari variasi volume lalu lintas jam-jaman. Iskandar (1999) melakukan pengkajian terhadap arus lalu lintas di jalur pantai utara Jawa, dan menyarankan nilai rata-rata  $F_{JS}$  sebesar 8,1% untuk variasi LHRT 6.000 - 19.000 kend/hari. MKJI'97 (Indonesia 1997a), manual yang umum digunakan di Indonesia, menggunakan nilai faktor  $k$  sebesar 11%.

Nilai  $F_{JS}$  dalam praktek perencanaan sangat sedikit dipublikasikan sehingga diperkirakan jarang digunakan. MKJI'97 yang selama ini sering menjadi acuan dalam perencanaan, juga belum memasukan  $F_{JS}$  ke dalam perhitungan baik untuk kapasitas maupun untuk kinerja lalu lintas. Dalam peraturan menteri pekerjaan umum nomor 19 tahun 2011 tentang persyaratan teknis jalan dan kriteria perencanaan teknik jalan (Indonesia 2011) yang merupakan acuan resmi yang terkini,  $F_{JS}$  juga termasuk yang belum diatur.

Mempertimbangkan faktor-faktor dalam penetapan  $q_{JP}$  sebagai dasar perencanaan tipe jalan, keakuratan parameter pendukungnya menjadi hal yang penting, baik LHRT, faktor  $k$ , maupun  $F_{JS}$ . Misalnya, Tarko and Cartagena (2005), menyebutkan bahwa nilai  $F_{JS}$  rata-rata di jalan-jalan luar kota di Amerika bervariasi antara 0,80 sampai dengan 0,99. HCM (TRB 1985) menyarankan nilai 0,88 untuk jalan luar kota (*rural road*). Memperhatikan dampaknya,

untuk nilai  $F_{JS}$  sebesar 0,80 dapat meningkatkan arus jam sibuk sampai 25% lebih besar dari volume lalu lintas sibuknya. Dampak dari tidak diperhitungkannya  $F_{JS}$  adalah  $q_{JP}$  menjadi terlalu rendah atau sebaliknya terlalu besar, sehingga pemilihan jumlah lajur jalan yang direncanakan dapat tidak sesuai dengan yang perkiraannya, atau dalam memperkirakan kinerja lalu lintas menjadi tidak tepat sehingga nilai tundaannya terlalu besar atau sebaliknya.

Makalah ini bertujuan membahas hasil penelitian terhadap arus lalu lintas dalam jam sibuk untuk mengetahui nilai  $F_{JS}$  bagi jalan-jalan luar kota di Indonesia. Penelitian  $F_{JS}$  ini didasarkan atas data arus lalu lintas di ruas-ruas jalan luar kota yang dipandang dapat mewakili kondisi variasi arus selama jam sibuk. Arus jam sibuk yang digunakan sebagai sampel adalah arus pada jam-jam sibuk siang pada hari-hari kerja biasa yang normal.

## KAJIAN PUSTAKA

$F_{JS}$  merupakan faktor yang penting di dalam perencanaan lalu lintas. Bagaimana posisi dan pengaruhnya di dalam perencanaan tersebut, serta berapa besar nilainya perlu dikaji, khususnya untuk melengkapi panduan perencanaan jalan.

### Perencanaan lalu lintas

Perencanaan lalu lintas terbagi menjadi dua, yaitu untuk merencanakan 1) geometrik jalan, dan 2) perkerasan jalan. Kedua-duanya sama menggunakan LHRT sebagai data dasarnya, tetapi berbeda dalam penggolongan jenis kendaraannya dan perhitungan lalu lintas sebagai beban jalan. Untuk perencanaan geometrik, beban lalu lintas menuntut dimensi jalan yang memadai agar banyaknya kendaraan dapat tersalurkan secara efisien, sedangkan untuk perkerasan, beban lalu lintas menentukan kekuatan jalan yang memadai agar arus lalu lintas dengan berat tertentu dapat disalurkan dengan baik. Volume lalu lintas untuk perencanaan geometrik dinyatakan oleh  $q_{JP}$  yang hanya mewakili volume lalu lintas selama satu jam, dinyatakan dengan satuan mobil penumpang per jam (smp/jam) dan dihitung menggunakan persamaan 1.

$$q_{JP} = LHRT \times (\text{Faktor-k}) \times F_{JS} \dots\dots\dots 1)$$

Volume lalu lintas untuk perencanaan perkerasan, dinyatakan sebagai *cumulative equivalent standar axle* (CESA) merupakan jumlah kumulatif kendaraan-kendaraan yang akan melintasi ruas jalan tersebut, dinyatakan dalam satuan lintasan kendaraan standar, selama waktu pelayanan yang direncanakan. Dapat dihitung menggunakan persamaan 2 (Iskandar 2007).

$$CESA = \sum_j LHRT_j \cdot VDF_j \cdot 365 \cdot (1 + i)^N \dots\dots 2)$$

keterangan:

- i = faktor pertumbuhan lalu lintas tahunan, misalnya i=0,07
- j = kategori jenis kendaraan, DJBM (Indonesia 1992) menggunakan 11 kelas
- N = umur rencana, tahun
- LHRT<sub>j</sub> = volume lalu lintas harian rata-rata tahunan untuk kategori jenis kendaraan j, kendaraan per hari
- VDF<sub>j</sub> = *vehicle damaging factor* untuk kategori jenis kendaraan j.

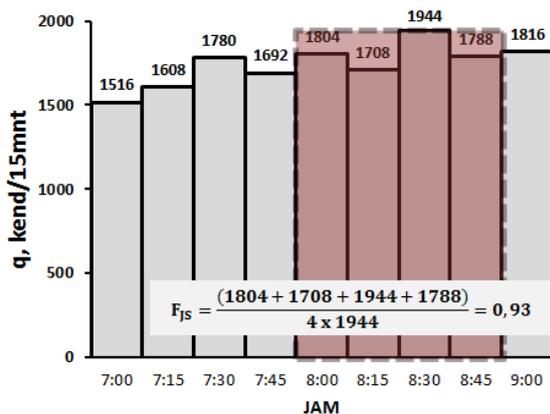
Kedua perhitungan beban lalu lintas terhadap jalan tersebut, yaitu untuk desain geometrik dan perkerasan jalan, berbeda total sekalipun kedua-duanya menggunakan data dasar yang sama yaitu LHRT.

### Faktor Jam Sibuk

Nilai  $F_{JS}$  adalah faktor yang merepresentasikan variasi arus lalu lintas per 5 menit atau 15 menit selama satu jam sibuk.  $F_{JS}$  menjadi perhatian khusus dalam analisis karena jam sibuk menjadi jam yang merepresentasikan kondisi volume lalu lintas kritis, dijadikan dasar bagi desain jalan, dan bagi para pengguna jalan yang berjalan dalam waktu sibuk baik pagi maupun sore, diketahui bahwa pada saat tersebut volume lalu lintas mencapai yang tertinggi. Dalam *Highway Capacity Manual* (TRB 1985, 1994, 2010),  $F_{JS}$  dipakai sebagai salah satu faktor dalam menganalisis kapasitas dan LOS, karena pada jam sibuk tersebut terjadi fluktuasi arus lalu lintas yang tidak bisa diabaikan.

Nilai  $F_{JS}$  biasanya ditetapkan sebagai perbandingan antara volume lalu lintas dalam

jam sibuk (kend/jam) dibagi oleh 12 kali arus lalu lintas selama lima menit yang tertinggi, atau empat kali arus lalu lintas selama 15 menit yang tertinggi (Gambar 1). Arus lalu lintas per lima menit biasanya dipakai untuk menetapkan  $F_{JS}$  bagi jalan bebas hambatan (JBH), dan arus per 15 menit biasa dipakai untuk menetapkan  $F_{JS}$  ruas jalan yang lain dan persimpangan. Formulasi matematik dan contohnya untuk arus per 15 menit seperti dalam persamaan 3 dan Gambar 1 (Hobb 1979; TRB 1985, 1994, 2010; Tarko and Cartagena 2005; Shiekhman R 2013, UoI 2013).



**Gambar 1.** Contoh menghitung  $F_{JS}$  pada ruas jalan 2/2TT Padalarang-Ciburuy, tahun 2010.

$$F_{JS} = \frac{q_{\text{jam sibuk}}}{4 \times q_{15\text{menit tertinggi}}} \dots\dots\dots 3)$$

keterangan:

- $q_{\text{jam sibuk}}$  = volume lalu lintas dalam jam sibuk, kend/jam.
- $q_{15\text{menit tertinggi}}$  = arus kendaraan tertinggi selama 15 menit dalam jam sibuk tersebut, kend/jam.

Tipikal nilai  $F_{JS}$  untuk ruas-ruas jalan luar kota seperti pada ruas-ruas arteri di pulau Jawa dengan tipe jalan 2/2TT (Iskandar 1999), berkisar di antara 0,90-0,92. Di Israel (Bassan 2013), untuk tipe jalan 2/2TT luar kota,  $F_{JS}$  berkisar antara 0,92-0,97. Di Rumania (Ciont *et all* 2015), berdasarkan pengukuran di satu ruas tipe jalan 4/2TT, nilai  $F_{JS}$  berkisar diantara 0,84-0,95. DJBM (Indonesia 1997b) mengadopsi nilai yang bervariasi berkaitan dengan LHRTnya, untuk nilai LHRT antara 30.000 sampai dengan 50.000 smp/ hari dipakai

nilai  $F_{JS}$  antara 0,80 sampai dengan 1,00. Nilai  $F_{JS}$  yang tinggi menunjukkan variabilitas yang kecil selama jam tersibuk atau arus per seperempat jam-jamannya relatif sama dan kondisi arus mendekati kapasitasnya.

Tipikal nilai  $F_{JS}$  untuk jalan-jalan dilingkungan perkotaan bervariasi antara 0,80 sampai dengan 0,98 (IoU 2013). Di persimpangan  $F_{JS}$  dapat bervariasi antara 0,58-0,99 dengan nilai rata-rata 0,86 (Tarko, Andrew and Cartagena 2005). Nilai yang rendah menggambarkan besarnya variasi arus dalam jam tersebut yang berkaitan dengan rendahnya volume lalu lintas dalam jam tersebut. Nilai yang tinggi menggambarkan arus yang *steady* selama jam sibuk. Nilai di atas 0,95 memberikan indikasi volume lalu lintas yang tinggi yang mendekati kapasitasnya.

Tipikal nilai  $F_{JS}$  untuk JBH adalah berkisar antara 0,8 sampai dengan 0,95 (UoI 2014; Shiekhman 2013). Bassan (2013) menyampaikan nilai antara 0,88-0,99. Nilai  $F_{JS}$  yang rendah adalah tipikal untuk JBH luar kota atau pada kondisi arus lalu lintas yang tidak sibuk (*off peak*). Nilai  $F_{JS}$  yang tinggi biasanya terjadi pada kondisi jam sibuk atau JBH di perkotaan.

Variabilitas dalam jam sibuk menjadi penting dalam desain, pada saat  $q_{JP}$  ditetapkan dan dijadikan dasar untuk menetapkan desain tipe jalan (misal 2/2TT, atau 4/2T, atau lebih besar lagi), karena arus kapasitas tipe jalan yang dipilih adalah arus pada kondisi yang kurang stabil, maka kenaikan arus lalu lintas dalam setiap segmen waktu (15 menitan atau 5 menitan) karena variabilitas arus selama jam sibuk, akan menyebabkan penurunan kinerja lalu lintas yang drastis, misalnya arus tersendat karena arus dalam segmen 15 menitnya lebih dari volume jam perencanaannya. Jika  $F_{JS}$  bervariasi antara 0,80 sampai dengan 0,95 berarti dalam 15 menit jam sibuk akan berpotensi meningkat sekitar 25% sampai dengan 5%. Apalagi untuk tipe jalan antar kota (*inter-urban highway*) yang memiliki variabilitas  $F_{JS}$  dari 0,7 sampai dengan 0,90 yang berarti terdapat potensi meningkatnya arus dalam segmen waktu yang kecil (15 menit) antara 33% sampai dengan 11%. Kenaikan ini cukup signifikan untuk menyebabkan kondisi kinerja lalu lintas menurun drastis. Oleh karena itu menjadi hal yang penting,  $F_{JS}$  diperhitungkan dalam perencanaan. TRB

(1985,1994, 2010) memasukkan nilai  $F_{JS}$  ke dalam analisis kapasitasnya, terutama dalam penilaian *service volume* suatu *LOS*. Sementara itu, MKJI'97 (Indonesia 1997a) yang tidak menggunakan konsep *LOS* tetapi menggunakan nilai derajat kejenuhan (*degree of saturation*) sebagai ukuran kinerjanya, tidak menggunakan  $F_{JS}$  dalam analisisnya baik untuk evaluasi kinerja operasional maupun untuk analisis perencanaan.

Mengevaluasi hasil pengukuran  $F_{JS}$  untuk jalan antar kota seperti yang didiskusikan dalam tulisan ini dan juga penelitian terdahulu (Iskandar 1999) yang menunjukkan nilai variasi  $F_{JS}$  yang dapat mempengaruhi volume lalu lintas perencanaan, maka dipandang perlu untuk menambahkannya di dalam analisis kapasitas dan kinerja lalu lintas pelayanan jalan.

### Volume lalu lintas Harian rata-rata Tahunan

LHRT didefinisikan sebagai jumlah kendaraan yang melalui satu ruas jalan selama satu tahun dibagi oleh jumlah hari dalam tahun yang bersangkutan, dinyatakan dalam satuan kendaraan per hari. LHRT merepresentasikan beban kendaraan yang harus ditampung jalan baik untuk dimensi jalannya (geometrik) maupun untuk kekuatan perkerasan jalannya. Nilai LHRT dapat diperoleh dari perhitungan lalu lintas langsung pada ruas-ruas jalan yang menjadi objek, atau dihasilkan dari suatu kajian transportasi (*Transport planning*).

Di dalam praktek perencanaan, LHRT yang dihitung dari arus lalu lintas selama satu tahun penuh praktis jarang dilakukan, kecuali untuk tujuan penelitian. LHRT pada umumnya diprediksi, misalnya berdasarkan perhitungan lalu lintas selama 40 jam setiap triwulan (Indonesia 1992) dan LHRT ditetapkan dari rata-rata empat nilai volume lalu lintas harian rata-rata (LHR) triwulannya. Cara lain, misalnya berdasarkan data perhitungan lalu lintas 7x24 jam menerus pada minggu normal. LHR seminggu tersebut digunakan sebagai prekursor nilai LHRT.

Dari proses tersebut terlihat bahwa prediksi LHRT akan memiliki *error*. Howe (1972) menyarankan nilai *error* ini dapat sampai 15% dari memprediksi LHRT berdasarkan data perhitungan lalu lintas 7x24 jam pada minggu normal.

Kendaraan-kendaraan dalam arus lalu lintas bermacam-macam jenisnya yang dalam hal perencanaan perlu dilakukan pengelompokan sesuai dengan maksud perencanaan dan karakter kendaraan. Undang-undang nomor 22 tahun 2009 tentang lalu lintas dan angkutan jalan (Indonesia 2009) mengelompokkan jalan berdasarkan daya dukung untuk menerima muatan sumbu terberat (MST) dan dimensi kendaraan bermotor (Tabel 1).

**Tabel 1.** Pengelompokan jenis-jenis kendaraan berdasarkan ukuran kendaraan dan kelas penggunaan jalan

Kelas jalan	Panjang (m)	Lebar (m)	Tinggi (m)	MST (Ton)
III	≤9,0	≤2,1	≤3,5	8
II	≤12,0	≤2,5	≤4,2	8
I	≤18,0	≤2,5	≤4,2	10
khusus	>18,0	>2,5	≤4,2	>10

Pengelompokan ini memberikan implikasi kepada pengelompokan jenis kendaraan yang diizinkan menggunakan jalan kelas I, kelas II, kelas III, dan kelas khusus. Konsekuensinya, perencanaan lalu lintas untuk perkerasan menjadi terkelompok berdasarkan kelas jalan dan dasarnya adalah jenis kendaraan yang diperhitungkan dalam setiap kelas tersebut.

Untuk perencanaan geometrik, pengelompokan didasarkan lebih kepada dimensi kendaraan, sedangkan untuk perencanaan perkerasan, pengelompokan lebih didasarkan atas MST kendaraan. Dewasa ini, terdapat beberapa pengelompokan kendaraan, DJBM menggunakan 11 kelas (Indonesia 1992). MKJI'97 menggunakan 5 kelas. Konsekuensinya, penyiapan data untuk perencanaan harus dilakukan sesuai dengan metoda perencanaan yang dianutnya beserta asumsi pengelompokan jenis kendaraannya, dan hal ini yang menjadi sebab upaya simplifikasi pengelompokan kendaraan yang berpotensi ketidak akuratan perencanaan lalu lintas.

Mengevaluasi arah pengelompokan, desain geometri mendasarkan pada jumlah kendaraan dengan dimensi-dimensi tertentu yang harus disalurkan dalam satu jam,

sedangkan desain perkerasan mendasarkan pada jumlah lintasan beban kendaraan selama usia perencanaannya, maka pengelompokan ini dapat lebih disederhanakan, misalnya untuk desain geometri, kendaraan-kendaraan yang dimensinya berdekatan dapat dikelompokkan. Untuk desain perkerasan, kendaraan-kendaraan dengan nilai VDF yang berdekatan dapat disatu kelompokkan.

Dari uraian tentang LHRT di atas, bahwa LHRT yang menjadi dasar desain pada umumnya diprediksi bukan dihitung dari pengamatan lalu lintas selama setahun, sehingga dari komponen LHRT saja,  $q_{JP}$  memiliki potensi *error* yang tidak dapat diabaikan. Disamping itu, simplifikasi pengelompokan jenis kendaraanpun berpotensi memperbesar *error*.

### **Faktor k**

Faktor k merepresentasikan arus lalu lintas jam-jaman tersibuk (*peak traffic*) dari suatu ruas jalan dalam satu tahun, didefinisikan sebagai perbandingan antara volume lalu lintas per jam yang terjadi dalam urutan tersibuk ke 30 (atau yang lain, misalnya urutan ke 50 atau ke 200) terhadap LHRTnya (AASHTO 2001). Karena nilainya ditetapkan dari arus tersibuk, maka pada umumnya menjadi patokan dalam mendesain dimensi jalan yang berkaitan dengan kapasitasnya dan faktor ini dalam desain jalan menjadi penting.

Berdasarkan data arus lalu lintas jam-jaman di jalur Pantura Jawa yang disurvei pada tahun 1997 sampai dengan 1999 (Iskandar 1999; 2007) diketahui bahwa di jalur tersebut arus jam tersibuk terjadi di sekitar bulan Februari dan bulan Juli. Pada umumnya di Indonesia dimana masyarakatnya banyak menganut agama Islam, jam tersibuk tersebut dapat bergeser kejadiannya, karena jam sibuk terpengaruh oleh kegiatan yang dapat meningkatkan arus lalu lintas, yaitu sekitar bulan suci Ramadhan yang penetapan siklusnya tidak berdasarkan perhitungan tahun Masehi, tetapi berdasarkan perhitungan tahun Hijriah. Hari raya Idul Fitri selalu maju sekitar 2 minggu dari tahun ketahun dalam tahun Masehi yang dianut sebagai kalender kegiatan ekonomi.

Secara ideal, jalan didesain harus mampu untuk menampung seluruh arus jam-jaman yang melaluinya sepanjang waktu pelayanannya, tetapi konsekuensinya, jalan akan berdimensi

besar karena penetapannya berdasarkan arus jam sibuk yang tertinggi. Tetapi, variasi arus jam sibuk ini terjadi hanya melingkupi waktu kejadian yang sedikit dan pada umumnya arus lalu lintas terjadi berada di bawah nilai arus tertentu, sehingga desain pun, yang berdasarkan azas efisien, tidak menetapkan arus jam sibuk tertinggi sebagai dasar perencanaan, tetapi dipilih nilai arus di bawah itu untuk tujuan ekonomis. Praktek desain di Amerika (AASHTO 2001; TRB 2010) menggunakan jam sibuk ke 30 sebagai patokan, yang maknanya bahwa jalan yang dibangun hanya mengizinkan 29 jam dalam satu tahun (0,33% atau rata-rata 4,8 menit per hari) menampung arus lalu lintas yang melampaui arus jam perencanaannya. Kondisi 29 jam ini dalam kenyataannya dapat berupa arus yang macet atau tersendat-sendat. Desain lain, ada yang menggunakan urutan jam tersibuk ke 80 (lihat misalnya Hobbs 1979). Di Indonesia, mengacu kepada Permen PU nomor 19 tahun 2011, pasal 54 ayat 2 (Indonesia 2011), menyebutkan :

“ ..... (2) Pada saat RVK suatu ruas jalan sudah mencapai batas tingkat pelayanan sampai dengan 100 jam dalam setahun (1,14% (satu koma empat belas persen) dari waktu pelayanan) atau rata-rata 16 (enam belas) menit dalam satu hari, maka kapasitas ruas jalan tersebut harus ditingkatkan .....”.

Sebagai catatan, istilah RVK dalam peraturan tersebut adalah singkatan dari Rasio Volume terhadap Kapasitas yang di dalam MKJI'97 (Indonesia 1997a) disebut derajat kejenuhan ( $D_s$ ). RVK dipakai sebagai kriteria batas pelayanan untuk menentukan apakah suatu jalur lalu lintas harus ditingkatkan atau tidak. Berbeda dengan faktor k, dipakai untuk menentukan  $q_{JP}$  sebagai dasar penentuan dimensi jalan yang diperlukan. Peraturan tersebut menunjukkan bahwa untuk menetapkan faktor k di Indonesia digunakan kriteria urutan jam tersibuk ke 100.

Nilai faktor k bervariasi antara 8% sampai dengan 30% (Thagensen 1996). Nilai yang rendah biasanya terjadi pada ruas-ruas jalan dengan kepadatan yang tinggi, kesibukan yang rutin tiap hari atau tiap minggu, seperti di wilayah perkotaan, dan nilai yang tinggi biasanya terjadi pada ruas-ruas jalan dimana jam sibuk terjadi musiman seperti ruas jalan pariwisata, ruas jalan yang melayani pertanian

dengan panen yang musiman. Pengukuran di ruas jalur Pantura Jawa pada tahun 1997-1999 menunjukkan nilai rata-rata sebesar 8,1% yang ditetapkan dari urutan volume lalu lintas jam tersibuk ke 30.

Secara ideal, faktor k ditetapkan untuk setiap ruas jalannya sesuai dengan besar dan karakter variasi arus lalu lintasnya seperti ditunjukkan dalam Tabel 2 (Iskandar 1999).

**Tabel 2.** Nilai LHRT dan faktor k yang diukur pada tahun 1998-1999

Nama Ruas	LHRT (kend/hari)	Faktor k
Cianjur-Ciawi	19,025	6,97
Selajambe-Cianjur	18,498	6,90
Pejagan-Brebes	17,718	8,53
Parung-Bogor	17,711	7,15
Padalarang-Purwakarta	16,711	7,29
Cilegon-Serang	16,112	6,87
Trengguli-Pati	16,665	7,38
Waleri-Kendal	16,112	6,67
Lohbener-Jatibarang	14,200	6,68
Pemalang-Pekalongan	14,676	8,24
Cileunyi-Sumedang	13,684	7,91
Lamongan-Gresik	13,491	7,34
Pringsurat-Bawen	12,880	10,26
Nagreg-Rajapolah	10,727	10,37
Nagreg-Garut	3,532	9,46
Temangkar-Babat	8,771	7,50
Rembang-Bulu	7,453	6,98
Wangon-Batas Jabar	6,109	11,87

Secara praktis, biasanya untuk menetapkan satu nilai yang berlaku umum, diambil dari nilai rata-rata untuk sekelompok ruas yang memiliki karakter yang serupa. Sebelumnya, tata cara perencanaan geometri jalan antar kota (Indonesia 1997b) menggunakan nilai umum faktor k yang dikaitkan dengan nilai LHRT dan  $F_{JS}$  dimana nilai-nilainya diadopsi dari literatur. Nilai-nilai faktor k pada Tabel 2 diperoleh dari pengukuran langsung yang dapat digunakan sebagai nilai usulan pemutakhiran. Yang perlu dipertimbangkan bahwa nilai yang berlaku umum ini memiliki deviasi terhadap nilai yang sesungguhnya, sehingga dalam desain perlu dipertimbangkan *error* dari parameter ini.

Memperhatikan ketentuan yang terkini tentang ketentuan batas tingkat pelayanan yang didasarkan tidak dari jam sibuk ke 30 tetapi dari jam sibuk ke 100 (Indonesia 2011), maka nilai faktor k dalam Tabel 2 akan lebih rendah dari yang ditetapkan berdasarkan urutan jam tersibuk ke 30. Hal ini bermakna bahwa jalan-jalan di Indonesia akan lebih lama mengalami kemacetan dibandingkan dengan jalan-jalan yang didesain dengan faktor k berdasarkan jam ke 30, sebelum dilakukan peningkatan kapasitas.

### Arus Jam Perencanaan

Volume  $q_{JP}$  seperti dirumuskan dalam persamaan 1, dihitung dari perkalian tiga parameter, LHRT, faktor k, dan  $F_{JP}$ . Dalam hitungan desain, jika perkiraan LHRT memiliki *error* sampai dengan 15%, faktor k memiliki *error* sampai 5%, dan  $F_{JP}$  memiliki *error* sampai dengan 20%, dan jika *error* tersebut tidak diperhitungkan dalam desain, maka  $q_{JP}$  akan berpotensi *error* sampai dengan  $\pm 45\%$ . Nilai ini akan sangat berdampak kepada hasil desain, dapat *under-estimate* atau sebaliknya, yang menghasilkan masalah setelah jalan dibangun. Jalan dapat mengalami kemacetan-kemacetan lebih awal dari perkiraan, atau tidak mengalami masalah kemacetan sampai sekian waktu dari usia perkiraannya.

Uraian dimuka dapat menunjukkan pentingnya akurasi nilai-nilai parameter perencanaan, yang dalam hal ini  $F_{JS}$  yang menjadi penting untuk dimasukkan dalam perhitungan perencanaan sehingga perlu ditetapkan nilainya, berdasarkan variasi arus lalu lintas dalam jam tersibuk untuk kondisi di Indonesia. Nilai  $F_{JS}$  yang menjadi fokus dari makalah ini berkisar antara 0,80 sampai mendekati 1,00.

### HIPOTESIS

1. Fluktuasi arus lalu lintas yang signifikan dalam arus lalu lintas jam sibuk perlu diperhitungkan dalam perencanaan volume lalu lintas.
2. Nilai  $F_{JS}$  pada jalan luar kota di Indonesia dipengaruhi oleh fluktuasi arus lalu lintas.

## METODOLOGI

### Cara menghitung Faktor Jam Sibuk

$F_{JS}$  dihitung menggunakan persamaan 3 (Hobbs 1979; TRB 1985, 1994, 2010; Tarko, Andrew and Cartagena 2005; Shiekhman R. 2013, UoI 2013), sehingga untuk memperolehnya diperlukan data volume lalu lintas dalam jam sibuk. Volume kendaraan yang dihitung dikelompokkan menjadi dua, yaitu pertama kelompok lalu lintas Mobil yang terdiri dari semua kendaraan bermotor roda empat dan lebih, dan yang kedua adalah kelompok Mobil ditambah sepeda motor (SM). Kendaraan fisik diabaikan.  $F_{JS}$  yang akan ditetapkan adalah yang didasarkan atas lalu lintas kendaraan bermotor termasuk SM. Perhitungan  $F_{JS}$  Mobil, akan dipakai sebagai pembanding.

Jam sibuk yang biasanya dipakai untuk perencanaan, ditetapkan dari jam tersibuk urutan ke 30, yaitu urutan ke 30 dari volume lalu lintas jam-jaman tertinggi (AASHTO 2001). Peraturan Menteri Pekerjaan Umum nomor 19/PRT/M/2011 tentang persyaratan teknis jalan dan kriteria perencanaan teknis jalan menetapkan urutan jam tersibuk yang ke 100.

Adalah hal yang sulit untuk memperoleh data distribusi volume lalu lintas jam-jaman selama satu tahun penuh untuk mengetahui kapan terjadinya jam sibuk yang dijadikan dasar untuk menetapkan  $q_{JP}$ , atau jam ke 30, atau jam ke 100. Untuk mendekati kondisi tersibuk tersebut, diambil volume lalu lintas jam-jaman pada siang hari pada hari-hari normal. Jam tersibuknya diperkirakan akan terjadi pada hari kerja yang normal antara Senin sampai dengan Kamis di mana kegiatan perekonomian yang membangkitkan lalu lintas memiliki pola waktu yang relative sama. Hari Jumat memiliki pola kegiatan berbeda karena ada kegiatan umat Islam yang melakukan shalat Jumat. Demikian juga Sabtu di mana sebagian ada yang bekerja dan sebagian lagi tidak. Minggu merupakan hari libur. Pengumpulan data dilakukan selama beberapa jam di antara jam 06.00 sampai dengan jam 17.00. Arus lalu lintas dihitung setiap 15 menit. Pengambilan data dilakukan pada jalan nasional tipe 2/2TT dan 4/2T dengan kondisi geometrik yang ideal. Lebar jalur lalu lintas 7,0 m dengan bahu minimal 1,0 m pada tipe jalan 2/2TT dan lebar lajur 3,5 m dengan bahu minimal 1,0 m pada tipe jalan 4/2T.

Pengumpulan data dilakukan menggunakan *video recorder* yang merekam arus lalu lintas selama jam pengamatan tersebut. Perhitungan arus lalu lintas dilakukan di laboratorium teknik lalu lintas dengan menghitung arus per jenis per seperempat jam dari memutar ulang rekaman video tersebut.

Dari setiap ruas yang diamati, dipilih jam yang tertinggi dan pada jam tersebut dihitung  $F_{JS}$  menggunakan persamaan 3. Dari seluruh ruas yang diamati, fluktuasi nilai  $F_{JS}$  dianalisis variabilitasnya dan ditetapkan nilai  $F_{JS}$  yang representatif.

## HASIL DAN ANALISIS

### Lokasi pengamatan

Pengamatan dilakukan di 18 ruas jalan nasional (Tabel 3) pada tahun 2010, terdiri dari 13 ruas tipe jalan 2/2TT dan 4 ruas tipe jalan 4/2T. Pada tipe jalan 2/2TT, pengamatan dilakukan sekaligus dua arah sehingga  $F_{JS}$  yang akan diperoleh adalah  $F_{JS}$  dua arah. Pada tipe jalan 4/2T, pengamatan dilakukan per arah sehingga  $F_{JS}$  yang diperoleh adalah  $F_{JS}$  per arah.

Dalam kenyataannya, lebar lajur ideal yang diukur dari sisi dalam marka tepi ke sisi dalam marka tepi di sisi lain selebar 7,0 meter umumnya tidak dipenuhi, tetapi rata-rata terpenuhi jika diukur dari sisi perkerasan ke sisi perkerasan. Fungsi jalan luar kota terpenuhi oleh lokasi yang memang berada di luar kota dan sebagai jalan arteri antar kota dengan katagori hambatan samping rendah (Indonesia 1997a). Arus lalu lintas yang dilayani diperkirakan terdiri dari umumnya perjalanan antar kota.

**Tabel 3.** Lokasi pengamatan arus lalu lintas

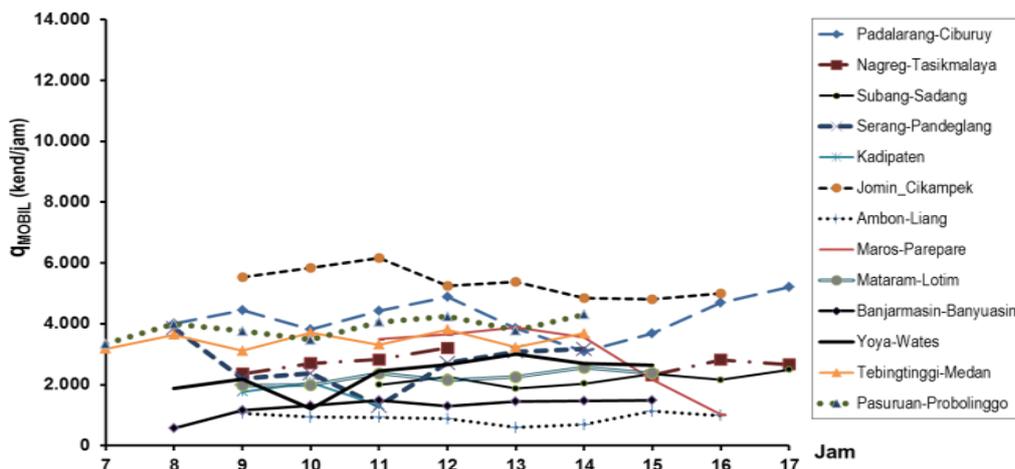
No	Nama Ruas (jalan Nasional)	Tipe Jalan	Provinsi
1	Ambon-Liang	2/2TT	Maluku
2	Banjarmasin-Banyuasin	2/2TT	Kalimantan Selatan
3	Jomin-Cikampek	2/2TT	Jawa Barat
4	Kadipaten AM	2/2TT	Jawa Barat
5	Maros-Parepare	2/2TT	Sulawesi Selatan
6	Mataram-Lotim	2/2TT	Nusa Tenggara Barat
7	Nagreg-Tasikmalaya	2/2TT	Jawa Barat
8	Padalarang-Ciburuy	2/2TT	Jawa Barat
9	Pasuruan-Probolinggo	2/2TT	Jawa Barat
10	Serang-Tangerang	2/2TT	Banten
11	Subang-Sadang	2/2TT	Jawa Timur
12	Tebingtinggi-Medan	2/2TT	Banten
13	Yogyakarta-Wates	2/2TT	Jawa Barat
14	Bandung-Nagreg	4/2T	Sumatera Utara
15	Cirebon-Brebes	4/2T	D.I. Yogyakarta
16	Cikampek-Pamanukan	4/2T	Jawa Barat
17	Lamongan-Tuban	4/2T	Jawa Timur
18	Tegal-Pemalang	4/2T	Jawa Tengah

diperoleh data volume lalu lintas jam-jaman dan data arus lalu lintas per 15 menit. Perhitungan ini dibedakan untuk arus tanpa sepeda motor (SM) dan arus dengan SM. Hal ini dilakukan karena porsi SM cukup besar untuk arus lalu lintas antar kota, yaitu sebesar rata-rata 54% dengan variasi yang berkisar antara 33%-81%.

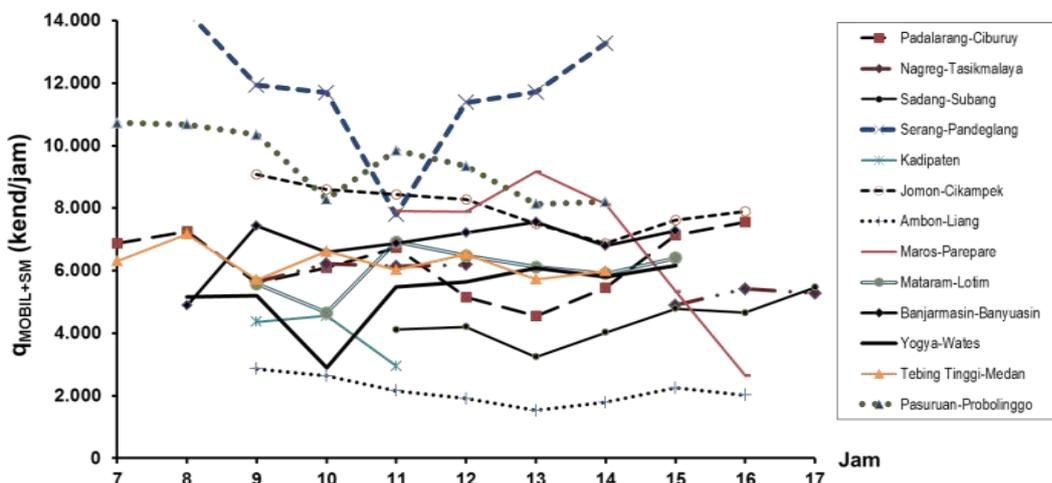
Fluktuasi volume lalu lintas jam-jaman dalam satu hari siang menunjukkan bahwa pada jalan antar kota dari 18 ruas yang diamati, sulit untuk ditemukan pola variasi yang sama, terutama untuk terjadinya jam tersibuk baik untuk tipe jalan 2/2TT maupun untuk tipe jalan 4/2T (lihat Gambar 2 sampai dengan Gambar 5), baik untuk arus Mobil (kendaraan roda 4 atau lebih), maupun untuk arus yang memperhitungkan SMnya.

**Fluktuasi arus lalu lintas jam-jaman**

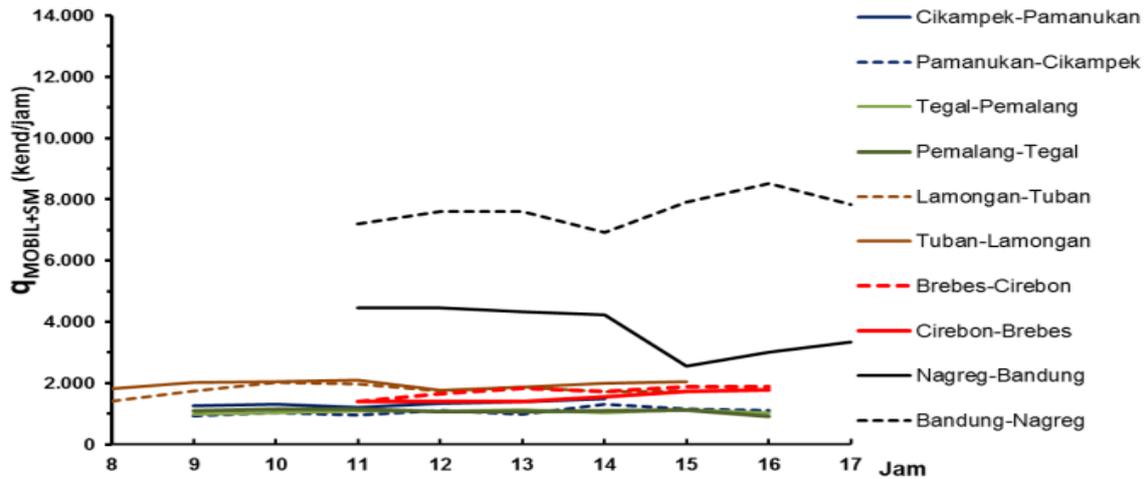
Video dari 18 ruas jalan diamati untuk menghitung arus lalu lintasnya dan hasilnya



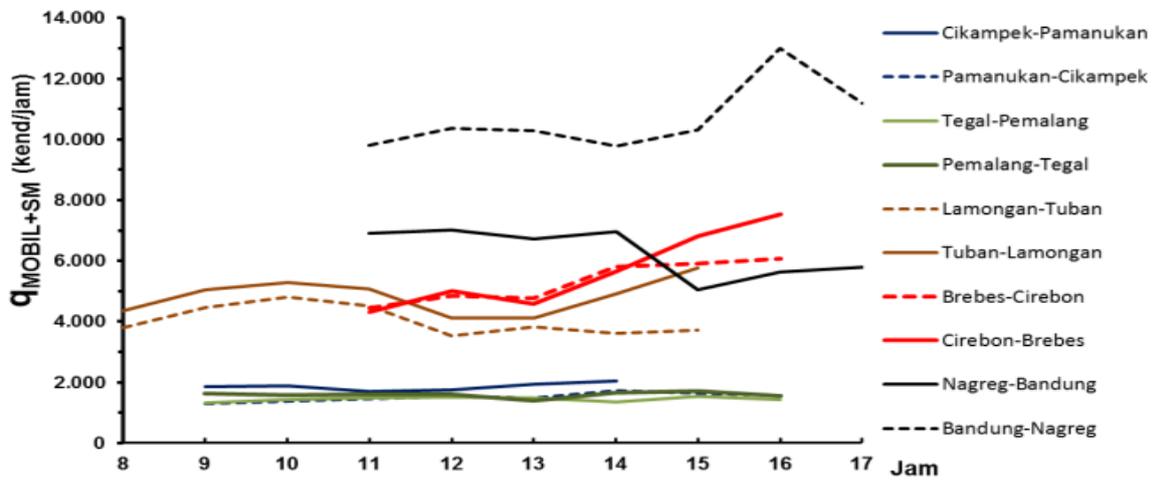
**Gambar 2.** Fluktuasi volume lalu lintas Mobil (tanpa SM) jam-jaman pada tipe jalan 2/2TT



**Gambar 3.** Fluktuasi volume lalu lintas Mobil+SM jam-jaman pada tipe jalan 2/2TT



Gambar 4. Fluktuasi volume lalu lintas Mobil (tanpa SM) jam-jaman pada tipe jalan 4/2T



Gambar 5. Fluktuasi volume lalu lintas Mobil+SM jam-jaman pada tipe jalan 4/2T

### Faktor Jam Sibuk

Hasil perhitungan dari data arus per 15 menitan di ruas-ruas jalan yang menjadi sampel, menunjukkan praktis tidak ada pola waktu kejadian arus lalu lintas jam-jaman tertinggi. Ada ruas yang arus tersibuknya terjadi pada pagi hari, ada yang siang, maupun yang sore.

Dari data arus jam-jaman, untuk setiap ruas diambil arus lalu lintas satu jam dengan arus yang tertinggi, kemudian dihitung beberapa parameter, yaitu nilai  $F_{JS}$ -nya menggunakan persamaan 3, nilai  $F_{JS}$  rata-rata, nilai  $F_{JS}$  maksimum, dan nilai  $F_{JS}$  minimum. Hasilnya ditunjukkan dalam Tabel 4.

Tabel 4. Nilai  $F_{JS}$  hasil pengamatan

Tipe jalan	$F_{JS}$			
	$q_{Mobil}$		$q_{Mobil+SM}$	
	Rata-rata	Minimum-maksimum	Rata-rata	Minimum-maksimum
2/2TT	0,88	0,77-0,97	0,89	0,69-0,94
4/2T	0,90	0,77-0,98	0,91	0,83-0,97

### PEMBAHASAN

Kajian literatur menunjukkan bahwa  $F_{JS}$  perlu diperhitungkan di dalam menghitung  $q_{JP}$  untuk dijadikan dasar baik dalam mendesain geometrik jalan maupun untuk penilaian kinerja lalu lintas. Nilainya yang bervariasi antara 0,69-0,94 untuk tipe jalan 2/2TT dan 0,83-0,97 untuk

tipe jalan 4/2TT menunjukkan bahwa perhitungan volume lalu lintas dalam satu jam memiliki variasi tingkat arus per seperempat jam yang tidak dapat diabaikan.

Kejadian jam sibuk di ruas-ruas jalan luar kota yang menjadi sampel tidak memiliki pola yang sama. Hal ini menunjukkan bahwa atribut ruas jalan luar kota atau antar kota pada sampel tersebut melayani variasi kegiatan yang tidak memiliki pola yang sama. Diperkirakan tidak seluruhnya melayani angkutan antar kota dengan jarak yang jauh, tetapi bercampur dengan jarak menengah dan jarak dekat. Hal ini dapat terjadi dengan indikasi tingginya porsi SM pada semua ruas-ruas jalan yang menjadi sampel (rata-rata 54% dengan kisaran antara 33%-81%). SM tidak diharapkan berfungsi sebagai moda transport jarak jauh yang rutin, diperkirakan dipergunakan pada umumnya sebagai moda transport jarak dekat sampai dengan sedang dengan sifat yang fleksibel (tidak terjadwal). Mempertimbangkan hal ini, perjalanan dengan SM memiliki tujuan perjalanan yang bervariasi yang menyebabkan rendahnya kemungkinan akan terakumulasinya arus SM pada jam yang sama. Hal ini yang diperkirakan menjelaskan bahwa arus jam sibuk pada masing-masing ruas berlainan dengan ruas yang lain atau tidak berpola yang sama.

Nilai  $F_{JS}$  yang didapat ditetapkan dari kejadian volume jam-jaman yang tertinggi dalam kejadian sehari yang rata-rata diamati dari arus selama 7-8 jam di siang hari. Secara ideal seyogianya, arus lalu lintas yang dipilih untuk menetapkan  $F_{JS}$  adalah jam yang dipakai sebagai dasar perencanaan, yaitu jam tertinggi ke 30 (ASSHTO 2001) atau jam ke 100 (Indonesia 2011) dari distribusi volume lalu lintas jam-jaman selama satu tahun penuh. Perwakilan volume jam-jaman oleh data dalam sehari tersebut akan menghasilkan volume lalu lintas per jam yang belum mewakili jam ke 30 atau jam ke 100. Perkiraannya, bahwa arus yang terpilih masih di bawah volume jam tersibuk tersebut, sehingga nilai  $F_{JS}$  yang didapat cenderung lebih rendah. Sekalipun demikian, volume arus lalu lintas jam-jaman yang diperoleh sudah mendekati nilai kapasitas jalannya karena ditetapkan dari volume tertinggi dalam sehari pengamatan tersebut, sehingga volume yang diperkirakan akan menjadi volume lalu lintas perencanaan, mempunyai nilai yang tidak terlalu jauh.

Hasil perhitungan  $F_{JS}$  menunjukkan bahwa nilai rata-ratanya relatif tidak berbeda antara volume lalu lintas Mobil tanpa SM dengan volume lalu lintas Mobil ditambah SM, yaitu sebesar masing-masing 0,88 dan 0,89 untuk tipe jalan 2/2TT dan 0,90 dan 0,91 untuk tipe jalan 4/2T. Nilai ini menunjukkan bahwa fluktuasi arus per seperempat jaman untuk arus Mobil saja dan arus Mobil ditambah SM relatif sama, sekalipun rentang variasinya ada perbedaan. Secara praktis, penggunaan  $F_{JS}$  dalam perencanaan hanya mempertimbangkan nilai arus per seperempat jam tertingginya dan bukan melihat terjadinya pada seperempat jam yang pertama, kedua, ketiga, atau keempat, sehingga detail fluktuasi ini tidak menjadi penting.

Di dalam perhitungan lalu lintas untuk perencanaan geometri, SM sebaiknya diperhitungkan sehingga keberadaannya, terutama jika porsinya besar seperti pada sampel arus yang diambil (sampai 54%), dapat diakomodasi di dalam desain, sehingga nilai  $F_{JS}$  yang dipakai sebagai acuan, pun harus yang memperhitungkan SM. Dengan demikian, nilai  $F_{JS}$  untuk tipe jalan 2/2TT luar kota adalah 0,89 dan untuk tipe jalan 4/2T luar kota adalah 0,91.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Dari uraian di muka, dapat diambil kesimpulan bahwa pada ruas jalan luar kota, terdapat fluktuasi arus lalu lintas per seperempat jam jaman yang penting, bernilai antara 0,69-0,94 untuk tipe jalan 2/2TT dan 0,83-0,97 untuk tipe jalan 4/2T.

Evaluasi terhadap fluktuasi tersebut memberikan nilai  $F_{JS}$  untuk tipe jalan 2/2TT luar kota adalah 0,89 dan untuk tipe jalan 4/2TT luar kota adalah 0,91. Dengan demikian,  $F_{JS}$  perlu diperhitungkan dalam menetapkan  $q_{JP}$  baik untuk perencanaan geometri jalan maupun untuk penilaian kinerja kapasitas jalan.

### Saran

Nilai  $F_{JS}$  sebesar 0,89 untuk tipe jalan 2/2TT dan 0,91 untuk tipe jalan 4/2T dari hasil di atas, disarankan untuk digunakan dalam perhitungan  $q_{JP}$  seperti dirumuskan dalam persamaan 1, kecuali ada nilai  $F_{JS}$  lain yang

ditetapkan dari perhitungan lalu lintas yang dapat dipertanggung jawabkan.

Untuk mendapatkan nilai faktor  $k$  dan  $F_{JS}$  yang ideal, disarankan untuk dilakukan perhitungan lalu lintas per seperempat jam jaman menerus selama paling tidak satu tahun penuh (8760 jam), pada ruas-ruas jalan yang representatif.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih diucapkan kepada, Kepala Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan dan Jembatan, serta Kepala Balai Teknik Lalu Lintas dan Lingkungan Jalan yang telah mendukung penelitian kapasitas jalan sehingga dapat terwujudnya makalah ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO). 2001. *Policy on Geometric Design of Highway and Intersections*. Washington, D.C.: AASHTO.
- Bassan S. 2013. Modelling of Peak Hour Faktor on Highways and Arterials. *KSCE Journal of Civil Engineering*. Volume 17 no.1, pages 224 -232. <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs12205-013-1551-y#page-1> (accessed 17 Juni 2015).
- Ciont N., R.D. Cadar, M. Iliescu, D.A. Laslau. 2015. Interactive application for the evaluation of the peak hour faktor using weigh-in-motion traffic data. *U.P.B. Scientific Bulletin, Series C*. Volume 77, Iss. I. [http://www.scientificbulletin.upb.ro/rev\\_docs\\_arhiva/rezfe8\\_115894.pdf](http://www.scientificbulletin.upb.ro/rev_docs_arhiva/rezfe8_115894.pdf) (accessed 18<sup>th</sup> June 2015).
- Hobbs, FD. 1979. *Traffic Planning & Engineering*. 2nd edition. England: Pergamon Press. Ltd.
- Howe, JDGF. 1972. *A review of rural traffic counting methods in developing countries*. RRL Report LR 427. Crowthorne: TRL.
- Indonesia. Direktorat Jenderal Bina Marga (DJBM). 1992. *Panduan Survei Perhitungan Lalu lintas (cara manual)*. Jakarta: DJBM.
- \_\_\_\_\_. DJBM, Direktorat Bina Jalan Kota. 1997a. *Manual Kapasitas Jalan Indonesia*. Final Report IHCM, Sweroad bekerja sama dengan PT Bina Karya (persero). Jakarta: DJBM.
- \_\_\_\_\_. DJBM. 1997b. *Tatacara Perencanaan Geometrik Jalan antar Kota*. Jakarta: DJBM.
- \_\_\_\_\_. 2004. *Undang undang Republik Indonesia nomor 38 Tahun 2004 tentang Jalan*. Jakarta: Pemerintah Republik Indonesia.
- \_\_\_\_\_. 2009. *Undang undang Republik Indonesia nomor 22 Tahun 2009 tentang Lalu lintas dan Angkutan Jalan*. Jakarta: Pemerintah Republik Indonesia.
- \_\_\_\_\_. Kementerian Pekerjaan Umum. 2011. *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum nomor 19/PRT/M/ 2011 tentang Persyaratan Teknis Jalan dan Kriteria Perencanaan Teknis Jalan*. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum.
- Iskandar, H. 1999. *Karakteristik volume lalu lintas perkotaan*. Laporan Penelitian. Bandung: Puslitbang Teknologi Prasarana Jalan.
- \_\_\_\_\_. 2007. Volume lalu lintas rencana untuk geometrik dan perkerasan jalan. *Jurnal Jalan-Jembatan*. volume 24, No.3: 268-286.
- Shiekman, R. 2013. *Definition of Peak Hour Faktor in Traffic Engineering*. [www. Answer.com](http://www.answer.com) (accessed 1<sup>st</sup> April 2015).
- Tarko, Andrew P. and Rafael Cartagena I.P. 2005. Variability of a peak hour faktor at intersections. *The 84<sup>th</sup> Annual Meeting of the Transportation Research Board* . Washington D.C.: TRB.
- Thagensen B., 1996. *Highway and Traffic Engineering in Developing Countries*. London: E & FN Spon.
- Transportation Research Board. 1985. *Highway Capacity Manual (HCM)*. 3<sup>rd</sup> edition. Washington, D.C.: National Research Council.
- \_\_\_\_\_. 1994. *Highway Capacity Manual (HCM)*, Washington, D.C.: Updated to the HCM 3<sup>rd</sup> edition. Washington DC: National Research Council.
- \_\_\_\_\_. 2010. *HCM 2010, Highway Capacity Manual*. 5<sup>th</sup> edition. Washington, D.C.: National Research Council.
- University of Idaho. 2013. *Capacity & LOS Analisis, theory and concept*. Idaho: UOI. [www.webpage.uidaho/theory/concept/.../PeakHourFaktor.htm](http://www.webpage.uidaho/theory/concept/.../PeakHourFaktor.htm) (accessed 1st April 2015).