

PENKINIAN FAKTOR PENYESUAIAN KAPASITAS JALAN PERKOTAAN TIPE 22-TT AKIBAT LEBAR LAJUR (UPDATING ROAD CAPACITY ADJUSTMENT FACTORS ON 22-UD URBAN ROADS DUE TO LANE WIDTH)

Greece Maria Lawalata¹⁾, Anjang Nugraha²⁾, Verra Gardenia³⁾, Faisal Rahman⁴⁾, Sri Amelia⁵⁾

^{1),2),3),4),5)}Balai Perkerasan dan Lingkungan Jalan, Direktorat Bina Teknik Jalan dan Jembatan

^{1),2),3),4),5)}Jl. A. H. Nasution 264 Bandung 40294

e-mail: ^{1),2),3),4),5)}greece.maria@pusjatan.pu.go.id

Diterima: 15 Mei 2020; direvisi: 17 Desember 2020; disetujui: 23 Desember 2020

ABSTRAK

Kapasitas dasar adalah arus lalu lintas maksimum yang dapat melalui suatu ruas jalan dalam satu jam pada kondisi jalan dan lalu lintas yang ideal. Pada kondisi jalan yang tidak ideal, kapasitas dapat berkurang diantaranya karena berkurangnya lebar lajur, keberadaan truk dan bus dalam arus, perilaku pengemudi, jumlah lajur dari setiap arah. MKJI'97 telah merumuskan kapasitas jalan di Indonesia berdasarkan kondisi jalan dan lalu lintas pada tahun-tahun penelitian awal 1990an dan diperkirakan dewasa ini mengalami perubahan yang akan mempengaruhi perhitungan menggunakan manual tersebut. Makalah ini bertujuan membahas hasil penelitian tersebut yang mengidentifikasi perubahan nilai faktor penyesuaian kapasitas jalan 22-TT di jalan perkotaan akibat ketidakbakuan lebar lajur lalu lintas. Eksperimen dilakukan di Bandung dan Medan, masing-masing mewakili karakter lalu lintas Jawa dan Sumatera, dengan cara membuat variasi lebar lajur lalu lintas untuk mendapatkan variasi lebar lajur lalu lintas 11m, 8m, 7m, dan 5m. Arus kendaraan yang melalui ruas eksperimen tersebut direkam menggunakan video dan perhitungan lalu lintas serta analisisnya dilakukan di laboratorium. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat perubahan data arus lalu lintas pada tahun 1990an dibandingkan dengan data tahun 2019 dan terdapat perbedaan faktor penyesuaian lebar lajur kapasitas jalan, yaitu: 45% untuk lebar lajur 5m; 25% untuk lebar lajur 6m; 18% untuk lebar lajur 8m; 35% untuk lebar lajur 9m; 57% untuk lebar lajur 10m; dan 75% untuk lebar lajur 11m.

Kata kunci: kapasitas dasar, jalan perkotaan, tipe jalan 22-TT, faktor penyesuaian kapasitas, lebar lajur lalu lintas.

ABSTRACT

The basic capacity is the maximum traffic flow that can pass through a road in one hour under ideal road and traffic conditions. In non-ideal road conditions, the capacity can be reduced due to reduced lane widths, the presence of trucks and buses in the flow, driver behavior, the number of lanes from each direction. IHCM'97 has formulated road capacity in Indonesia based on road and traffic conditions in the research years of the early 1990s and it is estimated that at present there will be changes that will affect the calculation using the manual. This paper aims to discuss the results of this study which identify changes in the value of the 22-TT road capacity correction factor on urban roads due to unconventional traffic lane widths. Experiments were carried out in Bandung and Medan, each representing the traffic characteristics of Java and Sumatra, by varying the width of the traffic lanes to obtain variations of the traffic lane widths of 11m, 8m, 7m, and 5m. The flow of vehicles passing through the experimental section is recorded using video and traffic calculations and analysis are carried out in the laboratory. The results show that there is a change in traffic flow data in the 1990s compared to 2019 data and there are differences in the correction factor for road capacity due to lane widths, i.e. 45% for the 5m lane widths; 25% for the 6m lane width; 18% for the 8m lane width; 35% for the 9m lane width; 57% for the 10m lane width; and 75% for the 11m lane width.

Keywords: basic capacity, urban roads, 22-UD road type, capacity correction factors, traffic lane width.

PENDAHULUAN

Kapasitas jalan menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997, MKJI'97 atau IHCM'97 (Ditjen BM 1997), adalah arus lalu lintas maksimum yang dapat dipertahankan pada suatu bagian jalan dalam kondisi tertentu (geometrik, lalu lintas dan lingkungan). Garber dan Hoel (1988) menyebutkan bahwa kondisi tertentu yang dapat mempengaruhi kapasitas adalah kondisi jalan, lalu lintas, dan manajemen lalu lintas. Kondisi jalan adalah geometrik jalan seperti lebar lajur, lebar bahu, alinemen horizontal, alinemen vertikal, dan koordinasi alinemennya. Kondisi lalu lintas adalah karakter pengemudi, komposisi kendaraan, dan distribusi arah arus lalu lintas. Manajemen lalu lintas adalah pengaturan lalu lintas.

MKJI'97 disusun menggunakan data lalu lintas di Indonesia dari tahun 1991 sampai dengan 1993 dan MKJI'97 diterbitkan dan mulai diaplikasikan sejak 1997. Data dasar yang dikumpulkan untuk merumuskannya meliputi geometrik jalan, arus lalu lintas, kecepatan, tipe kendaraan (komposisi), dan waktu antara untuk setiap tipe jalan. Data tersebut dikumpulkan tidak kurang dari 147 ruas jalan perkotaan di 11 kota besar di Indonesia. Sampai sekarang MKJI'97 satu-satunya dokumen yang menyediakan perhitungan dan analisis kapasitas untuk jalan-jalan di Indonesia yang ada dan berlaku.

Mengacu pada definisi kapasitas jalan yang dipengaruhi oleh karakter lalu lintas, maka data lalu lintas 25 tahun yang lalu diperkirakan telah berubah (BPS 2019) terutama komposisi kendaraan. Perubahan lainnya adalah perkembangan teknologi kendaraan yang berpengaruh terhadap kendaraan dalam melakukan manuver.

Komposisi kendaraan yang digunakan dalam MKJI'97 adalah komposisi kendaraan ringan, kendaraan berat, dan sepeda motor berdasarkan ukuran kota. Komposisi sepeda motor adalah 24% s.d. 45%. Pada kota yang berukuran 1-3 juta penduduk, komposisi sepeda motor sebesar 32%. Hal ini bertolak belakang dengan komposisi lalu lintas pada saat ini. Sebagai contoh di kota Bandung tahun 2012 sepeda motor mencapai 81 s.d. 90% (Susanto, Studyana dan Astor 2016). Hal ini menunjukkan bahwa MKJI'97 pada bab jalan perkotaan memiliki proporsi sepeda motor yang

sudah tidak sesuai dengan karakter lalu lintas yang diasumsikan di awal MKJI'97.

Penentuan nilai kapasitas jalan perkotaan dalam MKJI'97, dilakukan dengan cara mengalikan kapasitas dasar dengan beberapa faktor penyesuaian. Kapasitas dasar untuk jalan 2 lajur 2 arah tak terbagi (22-TT) adalah kapasitas pada kondisi geometrik jalan dengan lebar jalur lalu lintas 7m (atau lebar lajur 3,5m). Pada lebar lajur yang tidak sama dengan lebar tersebut, kapasitas jalan didapatkan dengan cara mengalikan nilai kapasitas dasar dengan faktor penyesuaian lebar lajur. Gambaran kapasitas jalan sesuai lebar lajur adalah semakin lebar lajur mendorong kendaraan bergerak lebih cepat (Chandra dan Kumar 2003). Semakin sempit lebar jalur menyebabkan kendaraan menurunkan kecepatannya, sehingga kapasitas jalan turut menurun.

Makalah ini bermaksud untuk mengidentifikasi perubahan faktor penyesuaian kapasitas jalan akibat perbedaan lebar lajur lalu lintas pada jalan 22-TT di perkotaan yang disebabkan oleh perubahan karakteristik arus lalu lintas. Selanjutnya faktor penyesuaian kapasitas jalan tersebut dibandingkan dengan faktor penyesuaian yang ada dalam MKJI'97.

KAJIAN PUSTAKA

Kapasitas Jalan

Kapasitas jalan adalah arus lalu lintas maksimum yang dapat dilalukan di suatu ruas jalan dengan kondisi ideal. Arus pada kondisi ideal adalah arus kendaraan yang tidak ada truk dan bus atau hanya mobil penumpang, lebar lajur 3,65m, penghalang yang minimal sejauh dari sisi perkerasan 1,28m (Garber dan Hoel 1988). MKJI'97 menempatkan lebar lajur pada kondisi ideal 3,5m, yaitu lebih kecil 15cm. Dengan demikian arus kendaraan menjadi berkurang, jika tidak pada kondisi tersebut.

Pengurangan arus maksimum tersebut dilakukan dengan mengalikan faktor-faktor untuk setiap kondisi. Penyesuaian lebar lajur, penyesuaian pengaruh truk, bus, penyesuaian populasi pengemudi, dan jumlah dari lajur untuk setiap arah arus (Garber dan Hoel, 1988).

Pengaruh lebar lajur diberikan jika lebar lajur tidak 3,6m dan kebebasan samping 1,8m (Garber dan Hoel, 1988). Sedangkan MKJI'97 hanya memberikan

pengaruh jika terdapat variasi lebar lajur. Sedangkan variasi kebebasan samping tidak termasuk di dalamnya. Hal ini menunjukkan bahwa kapasitas jalan di Indonesia tidak menggunakan pengaruh kebebasan samping untuk mempengaruhi kapasitas jalan. Diperkirakan karena di jalan perkotaan sulit menyediakan kebebasan samping.

MKJI'97

MKJI'97 adalah sebuah manual atau acuan standar yang digunakan dalam kegiatan perencanaan, perancangan, dan operasi fasilitas lalu lintas jalan di Indonesia. MKJI diterbitkan tahun 1997 dan masih dianggap relevan digunakan untuk menganalisis, mengevaluasi, atau merencanakan kinerja jalan atau lalu lintas di Indonesia.

Kapasitas satu ruas jalan dalam satu sistem jalan raya adalah jumlah kendaraan maksimum yang memiliki kemungkinan yang cukup untuk melewati jalan tersebut (dalam satu maupun kedua arah) dalam periode waktu tertentu dan di bawah kondisi jalan dan lalu lintas yang umum. Besarnya kapasitas dipengaruhi oleh kapasitas dasar, faktor penyesuaian lebar jalur lalu lintas, faktor penyesuaian pemisah arah, faktor penyesuaian hambatan samping dan faktor penyesuaian ukuran kota (DJBM 1997). Rumus yang digunakan:

$$C = C_0 \times FC_W \times FC_{SP} \times FC_{SF} \times FC_{CS} \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan:

- C = kapasitas (smp/jam)
- C₀ = kapasitas dasar (smp/jam)
- FC_W = faktor penyesuaian lebar jalur lalu lintas
- FC_{SP} = faktor penyesuaian pemisahan arah
- FC_{SF} = faktor penyesuaian hambatan samping
- FC_{CS} = faktor penyesuaian ukuran kota

MKJI'97 menggunakan analisa kapasitas jalan dilakukan untuk periode satu jam puncak; arus dan kecepatan rata-rata ditentukan untuk periode tersebut. Arus dinyatakan dalam satuan smp/jam.

Analisa kapasitas untuk jalan tak terbagi dilakukan pada kedua arah lalu lintas. Besar

kapasitas dasar (C₀) untuk tipe jalan 22-TT adalah 2900 smp/jam.

Kapasitas dasar untuk jalan 22-TT adalah kapasitas pada kondisi geometrik jalan dengan lebar jalur 7m (2x3,5m), lebar bahu efektif paling sedikit 2m pada setiap sisi, tidak ada median, pemisahan arah lalu lintas adalah 50%-50%, hambatan samping rendah, ukuran kota 1 s.d 3 juta jiwa, dan tipe alinemen jalan adalah datar.

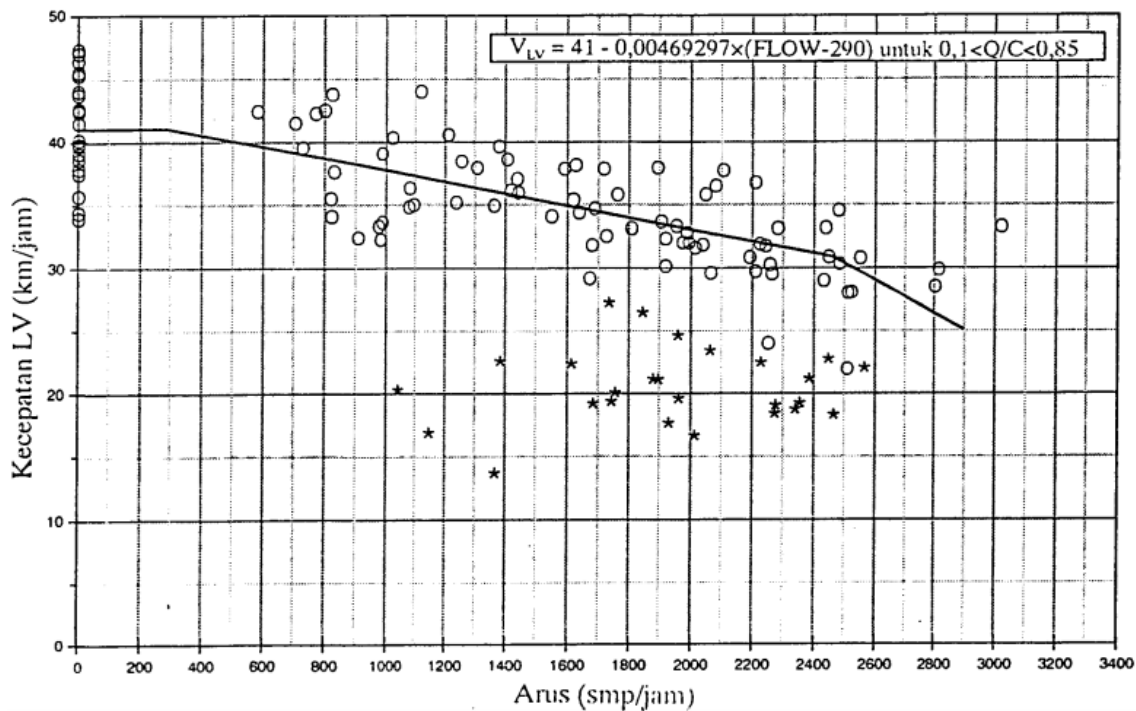
Tabel 1. Faktor Penyesuaian Kapasitas untuk Pengaruh Lebar Jalur Lalu Lintas untuk Jalan Perkotaan Tipe 22-TT (FC_w)

Lebar Jalur lalu lintas Efektif (W _c) (m) Total 2 arah	FC _w
5	0,56
6	0,87
7	1,00
8	1,14
9	1,25
10	1,29
11	1,34

Sumber: Ditjen BM (1997)

MKJI'97 menyebutkan bahwa kapasitas jalan 22-TT adalah 2900 smp/jam untuk total kedua arah. Angka tersebut terlihat pada ujung garis persamaan yang ada pada Gambar 1. Garis yang merupakan hubungan antara arus lalu lintas dan kecepatan kendaraan ringan.

Grafik ini merupakan gambar hubungan arus dan kecepatan kendaraan di lokasi-lokasi yang diambil dari kondisi normal. Data-data yang digunakan adalah data tahun 1990an. Data ini diperkirakan berubah karena adanya peningkatan jumlah kendaraan dan jenis kendaraan. Data dalam grafik ini selanjutnya diperkirakan secara visual untuk dijadikan data perbandingan dengan data yang didapat dari survei tahun 2019. Perbandingan ditunjukkan pada bagian pembahasan.



Sumber: Ditjen BM (1997)

Gambar 1. Hubungan Kecepatan-Arus pada Jalan 22-TT, LV (*light vehicle*) istilah yang digunakan untuk mobil penumpang (MP)

MKJI'97 merupakan hasil penelitian empiris di beberapa tempat yang dianggap mewakili karakteristik lalu lintas di Indonesia pada masa itu. Kota yang digunakan sebagai lokasi pengambilan data untuk jalan 22-TT adalah kota Bandung, Jakarta, Sukabumi, Yogyakarta, Surabaya, Denpasar, Ambon, Ujungpandang, Palembang, Medan, dan Pontianak (11 kota). Diharapkan bahwa kota-kota tersebut cukup memiliki karakter lalu lintas yang dapat merepresentasikan kota-kota di pulau-pulau di Indonesia.

Pada Bab Jalan Perkotaan, nilai normal untuk beberapa variasi komposisi lalu lintas adalah kendaraan ringan, kendaraan berat, dan sepeda motor sesuai dengan ukuran kota. Pada umumnya kendaraan sepeda motor memiliki komposisi lebih kecil dan persentasenya sekitar 45%. Komposisi tersebut berbeda dibandingkan dengan kondisi lalu lintas saat ini, ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai Normal untuk Komposisi Kendaraan

Ukuran Kota (juta jiwa)	Kendaraan Ringan (%)	Kendaraan Berat (%)	Sepeda Motor (%)
<0,1	45	10	45
0,1-0,5	45	10	45
0,5-1,0	53	9	38
1,0-3,0	60	8	32
>3,0	69	7	24

Sumber: DJBM (1997)

Beberapa data di jalan provinsi di Jakarta Pusat dan Bandung menunjukkan tingginya proporsi sepeda motor. Tahun 2012 proporsi sepeda motor di jalan Buah Batu Bandung mencapai 81% s.d. 90% (Susanto, Studyana dan Astor 2016). Tahun 2018, proporsi sepeda motor mencapai 45% s.d. 61% di jalan Medan Merdeka Barat Jakarta Pusat (Septiyansyah dan Wulansari 2018). Dengan demikian terlihat tendensi perubahan lalu lintas pada saat ini di area perkotaan.

Tabel 3. Proporsi kendaraan tahun 2012 di kota Bandung

Jam	Total	Prosentase (%)		
		KR	KB	SM
1	10727	11	1	88
2	11519	9	1	90
3	11917	9	1	90
4	11586	10	1	89
5	11408	14	1	85
6	10505	17	1	81

Keterangan: KR=Kendaraan Ringan, KB=kendaraan Berat, SM=Sepeda Motor

Sumber: Susanto, Studyana, dan Astor (2016)

Tabel 4. Proporsi Kendaraan Tahun 2018 di Jakarta Pusat

Hari kerja	Total	Prosentase (%)		
		KR	KB	SM
1	6202	41	0	59
2	2941	48	1	51
3	4957	51	1	48
4	2486	55	1	45
5	6065	38	1	61
6	2679	44	0	55

Sumber: Septiyansyah dan Wulansari (2018)

Dari segi populasi penduduk di kedua kota Bandung dan Medan terdapat perubahan. Populasi di kota Medan pada tahun 1995 adalah 1,895 juta jiwa, dan saat ini naik menjadi 2,264 juta jiwa. Sedangkan populasi di kota Bandung tahun 2007 sebanyak 2,329 juta jiwa dan menjadi 2,507 juta jiwa di tahun 2019 (Tabel 5).

Tabel 5. Perbedaan Jumlah Penduduk Kota Medan dan Bandung

Kota	Jumlah Penduduk (juta jiwa) dan Tahun	
Medan	1,895 (Tahun 1995)	2,264 (Tahun 2018)
Bandung	2,329 (Tahun 2007)	2,507 (Tahun 2019)

Sumber: BPS Kota Medan dan Kota Bandung

HIPOTESIS

Adanya perubahan nilai faktor penyesuaian kapasitas jalan terkait lebar lajur lalu lintas dalam MKJI'97 akibat perubahan karakteristik lalu lintas berdasarkan data 2019.

METODOLOGI

Pendekatan yang digunakan untuk mendapat faktor penyesuaian kapasitas adalah dengan melakukan perbandingan arus lalu lintas pada saat ini dengan arus lalu lintas tahun

1990an. Lokasi yang dipilih adalah lokasi yang sama dengan lokasi pada kota yang tahun 1990an menjadi lokasi pengambilan data. Lokasi ruas jalan yang dipilih merupakan lokasi dengan hambatan samping rendah, memiliki bahu jalan, dan lebar lajur minimal 3,5m.

Analisa arus maksimum dilakukan untuk periode satu jam puncak. Arus dinyatakan dalam satuan smp/jam (DJBM, 1997). Arus maksimum yang dihitung adalah untuk setiap variasi lebar lajur dibandingkan dengan arus maksimum pada lebar lajur yang ideal, yaitu lebar lajur 3,5m. Arus pada kondisi ini dianggap sebagai arus ideal, sehingga lebar jalur yang berkurang atau berlebih memiliki kapasitas lebih sedikit atau lebih besar dari kapasitas dengan lebar lajur 3,5m.

Arus maksimum yang diambil adalah arus maksimum 5 menit yang dianggap seragam sebagai perwakilan arus 1 jam. Arus yang seragam ini merupakan arus yang tidak terganggu oleh kendaraan balik arah, parkir, memperlambat kendaraan karena ada kendaraan lain yang pindah lajur ataupun memperlambat, karena ada kegiatan di bahu jalan.

Tahapan kegiatan ditunjukkan berikut ini:

1. Pemilihan lokasi

Lokasi yang ditinjau adalah kota yang dahulu digunakan menjadi lokasi penelitian MKJI'97. Lokasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah kota Bandung dan kota Medan. Kota Bandung sebagai perwakilan kota di pulau Jawa. Kota Medan sebagai perwakilan kota di pulau Sumatera.

Lokasi ruas jalan yang terpilih harus memiliki beberapa kriteria. Kriteria tersebut adalah bahu jalan yang cukup sehingga menggambarkan lebar ideal jalan (lalu lintas sedapat mungkin tidak terganggu) dengan anggapan bahwa lebih mudah memvariasikan lebar lajur (7,4m; 7,0m; 5m; dan 4m).

Lokasi ruas jalan yang dipilih adalah: jalan di Bandung, yaitu jalan Martadinata dan jalan Pahlawan. Jalan di kota Medan, yaitu jalan Wahid Hasyim.

Potongan melintang ketiga jalan tersebut digambarkan berikut ini. Segmen jalan Martadinata yang ditinjau, terdiri lebar bahu 3,1m; sisa perkerasan 0,8m; marka; lajur lalu lintas 5,5m; marka; lajur lalu lintas

5,5m; marka; sisa perkerasam 0,6m; trotoar 2,8m. Segmen jalan Pahlawan yang ditinjau terdiri atas: lebar trotoar 3,5m; marka; sisa perkerasam 0,6m; lajur lalu lintas 5,1m; lajur lalu lintas 4,1m; marka; sisa perkerasam 0,6m; trotoar 4,2m. Segmen jalan Wahid Hasyim yang ditinjau terdiri atas: trotoar kiri dan kanan 1m dan 2,1m. Lebar perkerasam jalan 8,4 tanpa ada marka jalan.

Arus lalu lintas menggambarkan kendaraan perkotaan (kendaraan penumpang dan bukan kendaraan jarak jauh seperti bus antar kota atau bahkan truk besar). Jarak antar persimpangan minimal 150 meter. Hambatan samping yang rendah dan sedapat mungkin datar.

2. Pengkondisian lokasi

Pengkondisian lokasi dilakukan untuk mendapat variasi lebar lajur jalan dan arus kendaraan yang diasumsikan hampir sama yang melewati ruas jalan ini. Dengan demikian arus yang melewatinyapun diharapkan seragam.

Pengkondisian lebar lajur jalan dilakukan dengan membuat marka sementara terbuat dari cat tembok putih (Gambar 1). Marka eksisting ditutup dengan lakban hitam agar tidak membingungkan pengguna jalan.

Di bagian depan area pengkondisian dipasang rambu dari papan berisi informasi: “Uji Coba Kawasan Tertib Lalu Lintas”, “Patuhilah Rambu dan marka Lalu Lintas”. Pengkondisian ini dimaksudkan untuk mendorong para pengemudi untuk tertib berlalu lintas.



Gambar 2. Pengcatan Cat Tembok dengan Cetakan Marka



Gambar 3. Rambu Informasi di Jalan K.H Wahid Hasyim Kota Medan

3. Perekaman dengan Video Kamera

Perekaman dilakukan setelah pengguna jalan beradaptasi dengan pengkondisian yang dilakukan.

Perekaman video dilakukan menggunakan kamera video yang dipasang pada tiang/pohon tinggi. Hasil perekaman video dapat memberikan identifikasi waktu kendaraan melewati jarak yang telah ditentukan di lapangan (garis-garis pendek di tepi jalan) (Lihat Gambar 4 s.d. Gambar 11) dan perlambatan yang dilakukan pengguna kendaraan.

Arus kendaraan yang direkam adalah arus yang menggambarkan lengang sampai dengan padat. Arus ini diharapkan dapat membantu membentuk grafik hubungan arus dan kecepatan. Arus ini didapat pada pagi hari pukul 06.00 sampai dengan siang hari pukul 11.00 pada hari kerja dan cuaca baik. Berikut ini ditunjukkan beberapa contoh rekaman pengkondisian lebar lajur.



Gambar 4. Jalan Martadinata-Lebar 8m



Gambar 5. Jalan Martadinata-Lebar 11m



Gambar 10. Jalan Wahid Hasyim- Lebar 7m



Gambar 6. Jalan Pahlawan – Lebar 8m



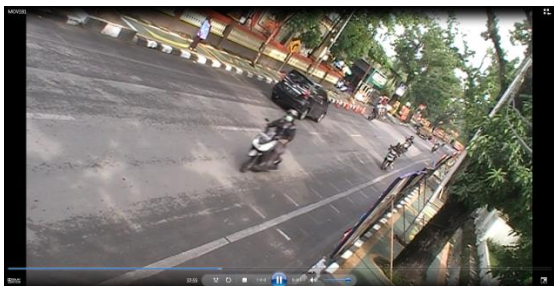
Gambar 11. Jalan Wahid Hasyim- Lebar 8m



Gambar 7. Jalan Pahlawan – Lebar 2,8m



Gambar 8. Jalan Pahlawan – Lebar 7m



Gambar 9. Jalan Wahid Hasyim- Lebar 6m

4. Pencatatan data

Pencatatan kendaraan dilakukan setiap 5 menit pengamatan. Data 5 menit ini dianggap dapat memberi informasi yang seragam (Garber dan Hoel, 1988).

Pencatatan waktu dengan *stopwatch* untuk melewati tanda dengan jarak 16 s.d. 20meter yang telah ditandai di lapangan berupa garis-garis. Tayangan di monitor selanjutnya diberi bantuan benang untuk mempermudah menentukan waktu untuk kendaraan melewati jarak yang ditandai 2 garis.

Pencatatan kendaraan meliputi: kendaraan ringan, kendaraan berat, dan sepeda motor sesuai dengan kriteria pada MKJI'97. Kendaraan ringan (KR) meliputi kendaraan bermotor ber as dua dengan 4 roda dan jarak as 2-3m: mobil penumpang, angkot, mikrobis, pick-up, truk kecil. Kendaraan berat (KB) meliputi bis, truk 2 as, truk 3 as, dan truk kombinasi. Sepeda motor (SM) meliputi sepeda motor dan kendaraan roda 3.

5. Penyaringan data

Data yang digunakan untuk pengolahan data adalah data pergerakan kendaraan yang tidak terganggu. Sebagai contoh kendaraan yang berhenti di bahu jalan dan kendaraan yang pindah lajur, menyebabkan kendaraan lain melambat. Kondisi tersebut adalah contoh arus lalu

lintas yang terganggu. Dengan demikian data yang dicatat pada makalah ini hanya menit-menit yang data lalu lintas yang tidak terganggu.

6. Pengolahan data

- a. Menghitung arus kendaraan per lima menit (Q_{5m}). Arus tersebut didapat dengan mengalikan jumlah kendaraan dengan nilai ekivalensi mobil penumpang (emp) dari MKJI'97. Emp SM = 0,5, emp KR = 1, emp KS = 1,2, emp KB = 1,3

$$Q_{5m} = \text{emp SM} \times \text{jumlah SM} + \text{emp KR} \times \text{jumlah KR} + \text{emp KS} \times \text{jumlah KS} + \text{emp KB} \times \text{jumlah KB}$$

Kendaraan Tidak Bermotor (KTB) tidak dimasukkan dalam hitungan, karena dianggap sebagai hambatan samping.

- b. Menentukan arus lalu lintas dalam jam dengan cara mengalikan arus 5 menit dengan 12. Hal ini dilakukan agar dalam satu jam terdapat arus yang seragam.

$$Q_{\text{jam}} = Q_{5\text{men}} \times 12 \text{ (supaya menjadi 60 menit atau 1 jam)}$$

- c. Menghitung kecepatan kendaraan dengan membagi jarak perjalanan dibagi dengan waktu perjalanan setiap jenis kendaraan
- d. Menentukan kerapatan (K) diperoleh dari:

$$K = \frac{Q}{V}$$

Keterangan:

Q adalah arus (smp/jam),

V adalah kecepatan (m/jam).

- e. Membuat grafik data Q dan K
- f. Olahan data dilakukan dengan perangkat lunak yang dikembangkan oleh Pusjatan (2019). Keluaran dari perangkat lunak tersebut adalah grafik yang selanjutnya adalah untuk mendapatkan arus maksimum. Perangkat lunak tersebut mencari data kecepatan kendaraan dan data kecepatan ruang kendaraan.

7. Pengolahan data sekunder

Untuk mengetahui perubahan karakter lalu lintas saat ini terhadap karakter lalu lintas 25 tahun yang lalu di dalam MKJI'97, maka dilakukan perbandingan data lalu lintas pada kondisi dasar ($l=3,5m$). Data lalu lintas 25 tahun yang lalu diwakili oleh data kondisi ideal (Gambar 1).

8. Penentuan faktor penyesuaian kapasitas

- a. Dari setiap variasi lebar untuk setiap lokasi dibuatkan grafik arus maksimum untuk setiap variasi lebar jalan.
- b. Faktor penyesuaian lebar pada kapasitas didapatkan dengan membandingkan arus-arus maksimum pada beberapa variasi lebar terhadap arus maksimum pada lebar jalan 7m. Lebar jalan tersebut diasumsikan sebagai kondisi ideal.
- c. Membandingkan faktor penyesuaian lebar kapasitas yang didapat terhadap faktor penyesuaian lebar yang ada pada MKJI'97.

9. Identifikasi perubahan karakter lalu lintas

Untuk mengetahui perubahan karakter arus lalu lintas saat ini, dibandingkan dengan arus yang terdapat pada MKJI'97, maka dilakukan identifikasi perubahan karakter lalu lintas. Perbandingan tersebut adalah perbandingan arus lalu lintas kendaraan ringan pada saat MKJI'97 disusun (Gambar 1) dengan arus lalu lintas kendaraan ringan pada ruas jalan yang ditinjau. Data yang dibandingkan adalah data arus vs kecepatan pada lebar jalan 7m.

Data arus lalu lintas vs kecepatan kendaraan ringan yang ada dalam Gambar 1 grafik arus vs kecepatan MKJI'97 didapatkan dengan cara mencatat setiap titik dalam grafik secara manual. Data tersebut dikumpulkan dan selanjutnya disandingkan dengan data-data lapangan yang menggambarkan kondisi saat ini.

Data saat ini yang dimaksud adalah data kecepatan dan arus dari jalan Pahlawan dan jalan Wahidin. Data tersebut sebagai perwakilan kota Bandung dan kota Medan.

HASIL DAN ANALISIS

Karakter Guna Lahan

Guna lahan di ruas jalan sangat mempengaruhi karakter lalu lintas. Pada tata guna lahan yang perkantornya luar akan lebih sedikit pengguna pejalan kaki dan kendaraan yang keluar masuk kantor tersebut. Berbeda dengan daerah yang dalam satu segmen terdapat café, supermarket, sekolah, yang berdekatan akan banyak kendaraan yang masuk dan keluar yang menyebabkan data arus lalu lintas terganggu tidak digunakan.

Ruas jalan Martadinata memiliki guna lahan kafe, rumah makan, Indomaret, hotel, kantor, dan mess kantor. Umumnya kendaraan yang masuk-keluar adalah di area ini adalah pada waktu di atas jam 10. Sedangkan sebelum jam 10, jumlah kendaraan yang masuk keluar tidak banyak.

Ruas jalan Pahlawan memiliki guna lahan masjid yang sedang direnovasi, mess TNI AD yang cenderung sepi, dan tempat cuci mobil dan motor yang baru buka di atas jam 9 pagi. Namun, di ujung segmen jalan yang ditinjau adalah SMP PGRI yang menunjukkan adanya banyak aktivitas pada waktu sekitar pukul 7 dan supermarket 3 lantai yang aktif pada waktu pukul 10. Masih di ruas jalan tersebut, 500m dari segmen yang ditinjau terdapat pula SMA Nasional. Hal ini menunjukkan bahwa pengamatan arus kendaraan yang tidak terganggu hanya sedikit.

Ruas jalan Wahid Hasyim merupakan kawasan TNI AD. Markas TNI AD dari ujung segmen ke segmen lainnya. Di seberang markas

ini terdapat kantor yang buka pagi hari dan beberapa kendaraan diparkir di bahu jalan. Hal ini menyebabkan gangguan terhadap arus lalu lintas yang diamati.

Karakter Lalu Lintas

Karakter lalu lintas yang direkam adalah arus lalu lintas yang tidak terganggu atau seragam. Arus tersebut adalah arus lalu lintas 5 menit. Dari jumlah rekaman data yang dilakukan, arus yang tidak terdapat gangguan tidaklah banyak (Tabel 6).

Jumlah data arus 5 menit yang digunakan untuk penelitian ini tidak sama banyak di tiga lokasi. Hal ini disebabkan karena jumlah gangguan terhadap arus lalu lintas berbeda di setiap lokasi. Data karakter arus lalu lintas yang telah diperoleh dari berbagai variasi lebar jalan di 3 lokasi ditunjukkan dalam bentuk Tabel 6.

Komposisi kendaraan pada tiga ruas jalan menunjukkan dominasi sepeda motor, yang terlihat dari proporsinya di atas 70%.

Tabel 6. Proporsi kendaraan dalam arus lalu lintas

No	Jalan	Jumlah data 5 menit	Statistika Deskriptif	Jumlah Kendaraan	Proporsi (%)		
					Sepeda Motor	Kendaraan Ringan	Kendaraan Sedang
1	Jl. Martadinata	58	Mean	299	71	29	0
			Median	301	71	29	-
			Std Dev	65	5	5	0
			Min	152	61	18	-
			Max	532	82	39	1
2	Jl. Pahlawan	79	Mean	219	74	25	1
			Median	235	75	25	1
			Std Dev	86	5	5	1
			Min	35	55	11	-
			Max	380	86	43	3
3	Jl. Wahid Hasyim	44	Mean	166	78	22	0
			Median	175	78	22	-
			Std Dev	63	6	6	0
			Min	27	69	9	-
			Max	274	91	31	2

Karakter lalu lintas lainnya adalah komposisi arah arus lalu lintas. Komposisi arus lalu lintas mempengaruhi besarnya kapasitas jalan. Komposisi arah bervariasi dari 40% s.d 64%. Pada lebar jalan 7 m, terlihat bahwa komposisi lalu adalah 40% dan 60%. Pada kondisi normal, komposisi kendaraan berdasarkan arah adalah 50%-50%.

Perbandingan Arus v.s. Kecepatan untuk Kendaraan Ringan

Pada Gambar 12 terlihat bahwa plot data 2019 (kuning) berada di atas data tahun 1991-1993. Data yang berasal dari 2 lokasi perwakilan kota di pulau Jawa dan pulau Sumatera menjadi indikator adanya perubahan karakter lalu lintas dibanding dengan 25 tahun yang lalu.

Kendaraan-kendaraan yang tercatat pada kondisi ideal, menunjukkan bahwa ada kenaikan kecepatan kendaraan dan peningkatan kapasitas jalan.

Tabel 7. Komposisi Per Arah Lalu Lintas

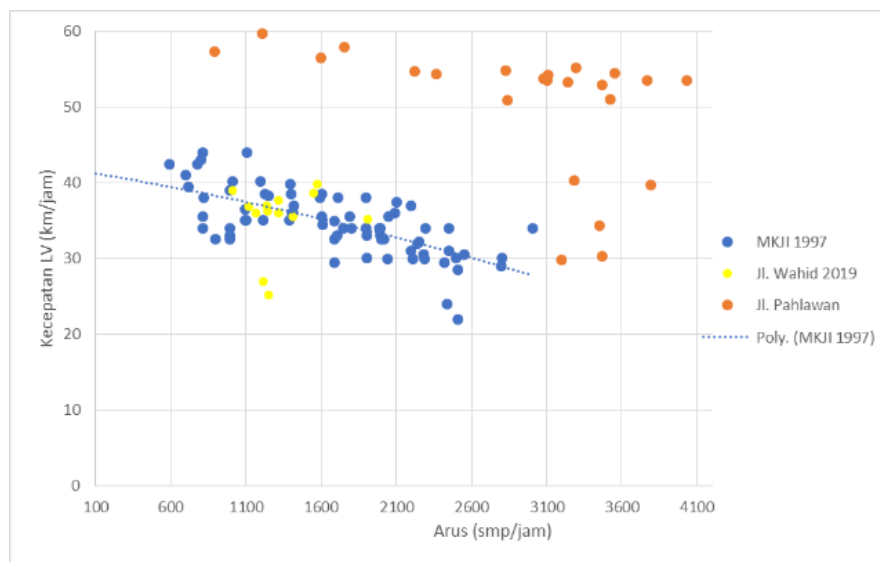
Jalan	Lebar Jalan (m)	Komposisi Per Arah (%)	
		Arah 1	Arah 2
Pahlawan	8	64	36
	7	40	60
	5,7	43	57
Wahid Hasyim	7	61	39
	8	64	36
Martadinata	11	56	44
	8	56	44

Penentuan Faktor Penyesuaian Kapasitas

Hasil perhitungan waktu yang dilalui oleh kendaraan sampai dengan arus maksimum (smp/jam) ditunjukkan pada Tabel 8. Penentuan faktor penyesuaian kapasitas yang didasarkan pada data arus maksimum-kecepatan untuk setiap variasi lebar lajur.

Data yang terkumpul hanya variasi pada lebar 7m, 8m, dan 11m. Data arus maksimum pada lebar 5,6m tidak dapat digunakan karena arus yang didapat sangat tinggi dan dianggap sebagai pencilan data.

Data arus maksimum pada lebar 5,6m merupakan data-data kendaraan sepeda motor dengan kecepatan tinggi, yaitu pada jam 7.00 pagi. Hal ini memungkinkan, karena segmen jalan tersebut cukup lebar dan lurus.



Gambar 12. Hubungan arus-kecepatan 22-TT tidak terbagi pada lebar 7m

Tabel 8. Arus Maksimum Variasi Lebar Lajur Jalan 22-TT

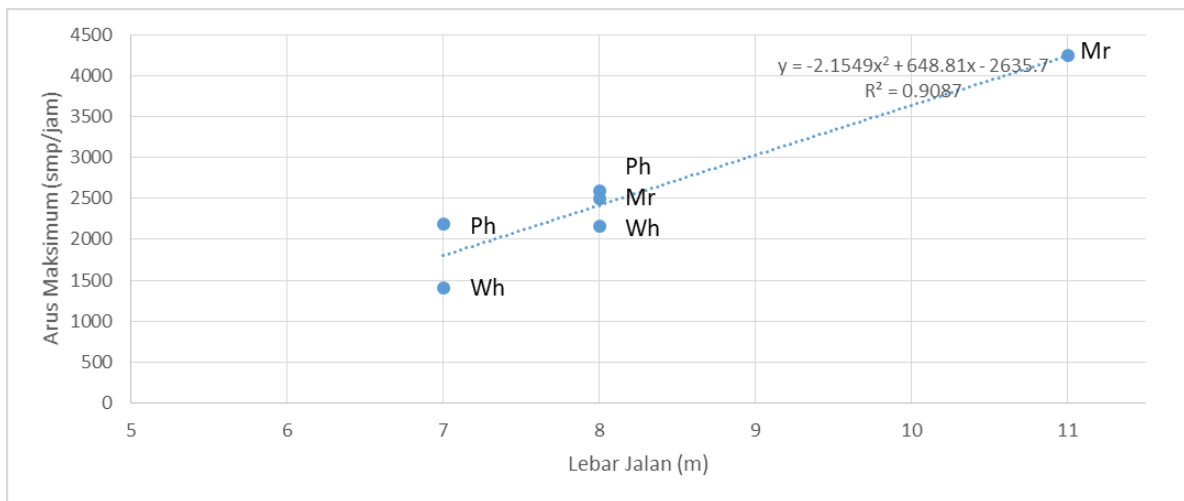
Jalan	Variasi lebar lajur jalan 22-TT(m)	Arus Maks (smp/jam)
Martadinata	11	4240
	8,0	2497
Pahlawan	8	2587
	7	2191
Wahid Hasyim	5,6	6527
	8,0	2166
	7	1409

Data pada Tabel 6 menunjukkan bahwa hanya terdapat data arus maksimum pada lebar 7m (kondisi ideal) dan lebar di atas 7m. Sedangkan lebar yang kurang dari 7m tidak

didapatkan. Hal ini disebabkan sulitnya kondisi jalan yang ideal yang dibuat sempit, namun dilalui secara teratur oleh pengguna jalan. Sebagai contoh, lebar yang dipersempit mendorong pengguna jalan menggunakan bahu jalan, sehingga arus yang dihitung dalam lajur 22-TT menjadi tidak sama dengan arus yang biasa lewat di dalam lajur.

Data arus maksimum yang dapat digunakan, selanjutnya diplot pada Grafik arus maksimum v.s. lebar lajur jalan (Gambar 13). Dari data-data yang ada selanjutnya dibuat korelasi persamaannya. Dari persamaan tersebut tersebut terlihat bahwa semakin lebar

lajur jalan semakin tinggi pula arus maksimum yang melewatinya.



Keterangan: Data Ph=Jl. Pahlawan, Wh=Jl. Wahid Hasyim, Mr=Jl. Martadinata

Gambar 13. Hubungan arus maksimum variasi lebar lajur jalan tipe jalan 22-TT

Persamaan yang telah didapat dari Gambar 13 selanjutnya digunakan untuk mendapat arus maksimum untuk setiap lebar jalan 5-11m. Dengan memasukkan nilai lebar jalan sebagai x pada persamaan, maka didapatkan harga arus maksimum setiap lebar jalan.

Data arus lalu lintas maksimum setiap lebar jalan selanjutnya dibagi dengan arus lalu lintas maksimum pada lebar 7m. Hasil pembagian arus lalu lintas tersebut itulah yang merupakan faktor penyesuaian kapasitas (Tabel 9).

Tabel 9. Faktor penyesuaian Kapasitas Jalan akibat perbedaan lebar lajur pada Jalan 22-TT

Lebar Jalan (m)	Arus Lalu Lintas (smp/jam)	Faktor Penyesuaian Kapasitas
5	554	0,308
6	1.180	0,655
7	1.800	1,000
8	2.417	1,342
9	3.029	1,682
10	3.637	2,020
11	4.226	2,347

Perbandingan faktor penyesuaian kapasitas hasil perhitungan yang dibandingkan dengan di MKJI'97 ditunjukkan pada Tabel 10. Perbandingan menunjukkan bahwa perbedaan berkisar 18 sampai dengan 75. Semakin besar

lebar lajur, semakin besar perbedaannya. Perbedaan faktor kapasitas tersebut menunjukkan bahwa terlihat perubahan lalu lintas kendaraan bermotor pada saat ini.

Tabel 10. Perbandingan Faktor Penyesuaian Kapasitas 2019 dan MKJI'97

Lebar Jalan (m)	Faktor Kapasitas 2019	Faktor Kapasitas MKJI'97	Perbedaan (%)
5	0,308	0.560	45
6	0,655	0.870	25
7	1,000	1.000	0.0
8	1,342	1.140	18
9	1,682	1.250	35
10	2,020	1.290	57
11	2,347	1.340	75

PEMBAHASAN

Pengondisian Lebar Lajur

Upaya pengondisian variasi lebar lajur dengan cat tembok berwarna putih terlihat mendukung tujuan penelitian ini. Dari pengamatan terlihat para pengguna jalan melakukan perjalanan di dalam area yang dibatasi marka jalan. Namun, pada saat volume semakin tinggi atau terjadi antrian kendaraan, banyak kendaraan yang bergerak di luar garis atau menggunakan bahu jalan.

Pelanggaran penggunaan bahu jalan terjadi di jalan Martadinata yang memiliki lebar jalur 11 meter yang selanjutnya dipersempit menjadi 5,7 m dan bahu jalan menjadi 2,6 m di kiri dan kanan jalan. Dengan demikian kondisi tersebut dianggap tidak sesuai dengan kondisi ideal dan tidak dimasukkan dalam pengolahan dan analisis data.

Lebar bahu jalan yang cukup untuk digunakan parkir mobil, menyebabkan bahu pada segmen jalan berpotensi terhadap kondisi kendaraan berhenti/parkir. Hal ini terjadi pada ketiga lokasi yang telah dilakukan pengkondisian penyempitan lebar lajur. Namun, kondisi tersebut segera diantisipasi dengan menghubungi pengguna agar memindahkan mobilnya. Sedangkan pada kondisi yang tidak sempat diminta agar pengguna jalan memindahkan kendaraannya, maka waktu tersebut tidak digunakan dalam pengolahan data dan analisis.

Pengkondisian lebar lajur yang dilakukan dengan mempersempit lebar lajur tidak serta merta membuat pengguna jalan bergerak pada area yang disediakan. Secara umum pada volume rendah, kendaraan bergerak tetap di dalam marka jalan. Namun pada saat jumlah kendaraan meningkat, kendaraan ada yang berupaya untuk bergerak di bahu jalan. Kendaraan-kendaraan yang bergerak di luar marka jalan tidak dijadikan sebagai data penelitian. Upaya mendorong ketertiban pengguna jalan telah dilakukan dengan memasang rambu pemberitahuan untuk tertib lalu lintas.

Merujuk pada hal-hal tersebut di atas, maka pengkondisian variasi lebar lajur dengan marka sementara cat tembok putih dapat digunakan. Data lalu lintas yang digunakan untuk data penelitian adalah lengang sampai dengan lancar, namun tidak sampai macet.

Perbandingan Arus Lalu Lintas MKJI'97 dan Terkini

Arus lalu lintas pada tahun 1990an pada saat penyusunan MKJI'97 menunjukkan bahwa data kecepatan adalah 20 s.d. 40 km/jam. Arus lalu lintas berkisar di 600 s.d. 3000 smp/jam.

Dibandingkan dengan data saat ini (lebar jalur 7m), data arus v.s. kecepatan pada jalan Wahid Hasyim di kota Medan masih dalam rentang data tahun 1990an. Namun, berbeda dengan data arus lalu lintas di Jl. Pahlawan, data

arus v.s. kecepatan berada di atas data-data yang ada pada tahun 1990an. Data arus lalu lintas v.s. kecepatan kendaraan pada jalan Pahlawan di kota Bandung diperkirakan memiliki karakter lalu lintas yang berbeda dengan karakter lalu lintas di kota Medan.

Diperkirakan pengguna jalan Pahlawan terbiasa melakukan perjalanan dengan cepat. Atau dapat pula karena hanya sedikit pengguna jalan yang melintas jalan Wahid Hasyim.

Untuk mengetahui gambaran karakter lalu lintas saat ini maka diperlukan tambahan-tambahan sampel-sampel lokasi penghitungan kendaraan selain lokasi jalan Wahid Hasyim dan jalan Pahlawan.

Pengkajian Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Lebar Lajur

Perbandingan faktor penyesuaian lebar lajur terhadap kapasitas jalan 22-TT hasil survei tahun 2019 terhadap faktor penyesuaian lebar MKJI'97 ditunjukkan pada Tabel 11 berikut ini. Perbandingan faktor penyesuaian lebar lajur terhadap kapasitas jalan tahun 2019 dan 1997 menunjukkan bahwa terdapat perbedaan berkisar 18% sampai dengan 75%. Semakin besar lebar lajur, semakin besar perbedaannya.

Tabel 11. Perbandingan Faktor Penyesuaian Kapasitas 2019 dan MKJI'97

Lebar Jalan (m)	Faktor kapasitas		Perbedaan (%)
	Data 2019	MKJI'97	
5	0,308	0,560	45
6	0,655	0,870	25
7	1,000	1,000	0,0
8	1,342	1,140	18
9	1,682	1,250	35
10	2,020	1,290	57
11	2,347	1,340	75

Perbedaan faktor penyesuaian lebar lajur terhadap kapasitas tersebut menunjukkan bahwa terlihat ada perubahan lalu lintas kendaraan bermotor pada saat ini. Hal ini seiring pula dengan adanya kumpulan data di luar kelompok data hubungan arus v.s. kecepatan 22-TT pada lebar 7m.

Perbedaan faktor penyesuaian dan karakter data arus v.s. kecepatan pada kondisi ideal menunjukkan adanya potensi perubahan karakter lalu lintas. Namun demikian, data yang

dijadikan pembandingan tersebut merupakan data dari 3 lokasi dari 2 kota dengan populasi 2-3 juta jiwa. Untuk itu untuk menentukan pembaharuan faktor penyesuaian perubahan lebar lajur memerlukan jumlah sampel pada lokasi-lokasi yang mewakili perkotaan.

Mengacu pada Gambar 11, terlihat bahwa data hasil survei menunjukkan masih berada di kumpulan data MKJI'97. Hal ini menunjukkan bahwa data MKJI'97 masih dapat digunakan. Hanya saja, beberapa data dari kedua lokasi yang dibandingkan berada di luar kumpulan data MKJI'97. Untuk itu diperkirakan kumpulan data pada tahun ini lebih lebar dari pada data-data yang ada dalam MKJI'97.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Karakter lalu lintas pada tahun 2019 telah berubah dibandingkan dengan karakteristik lalu lintas pada tahun 1990an. Perubahan ini ditunjukkan oleh variasi data arus lalu lintas vs kecepatan pada jalan 22-TT dengan lebar jalur 7m untuk tahun 2019 dengan untuk tahun 1990an (Gambar 13).

Beberapa data berada pada rentang data 1990an dan beberapa data arus lalu lintas vs kecepatan berada di atas dan di bawah rentang data 1990. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat tendensi perubahan karakter lalu lintas pada saat ini dibanding dengan data tahun 1990an. Salah satu faktor yang menyebabkan hal ini adalah komposisi sepeda motor yang di atas 20% (yaitu 70%) yang dijadikan kondisi ideal lalu lintas tahun 1990.

Faktor penyesuaian kapasitas jalan akibat perbedaan lebar lajur pada jalan 22-TT pun berubah. Perubahan tersebut adalah 45% pada jalan dengan lebar jalur lalu lintas 5m; 25% untuk lebar jalur lalu lintas 6m; 18% untuk lebar jalur lalu lintas 8m; 35% untuk lebar jalur lalu lintas 9m; 57% untuk lebar jalur lalu lintas 10m; dan 75% untuk lebar jalur lalu lintas 11m.

SARAN

Hasil penelitian berupa nilai penyesuaian kapasitas jalan terkait lebar lajur lalu lintas dapat dipertimbangkan untuk digunakan sebagai dasar pemutakhiran nilai-nilai penyesuaian kapasitas terkait lebar lajur jalan yang ada dalam MKJI'97.

Untuk tujuan pemutakhiran nilai-nilai faktor penyesuaian kapasitas terkait lebar lajur lalu lintas pada jalan perkotaan yang berlaku lebih luas (bukan hanya Bandung dan Medan), memerlukan lebih banyak sample lokasi yang dapat mewakili pulau-pulau lain seperti Kalimantan, Sulawesi, dan Irian.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis berterimakasih kepada Bapak Direktur Bina Teknik Jalan, Ibu Kepala Balai Perkerasan dan Lingkungan Jalan, Bapak Hikmat Iskandar, Ph.D., teman-teman tim Studi Geometrik dan Kapasitas Jalan 2019, serta seluruh pihak yang telah membantu penelitian sehingga terwujudnya penulisan makalah ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik (BPS). 2019. Jumlah Kendaraan Bermotor Menurut Jenis. 1949-2017, (online), <https://www.bps.go.id/linkTableDinamis/view/id/1133> diakses 10 November 2019.
- Badan Pusat Statistik Kota Bandung. 2011. Kota Bandung dalam Angka 2011, https://ppid.bandung.go.id/?media_dl=25167
- Badan Pusat Statistik Kota Medan. 2020. Penduduk, Laju Pertumbuhan Penduduk, Distribusi Per-sentase Penduduk, Kepadatan Penduduk, Rasio Jenis Kelamin Penduduk Kota Bandung, 2010 dan 2019, <https://bandungkota.bps.go.id/statictable/2020/09/18/1118/penduduk-laju-pertumbuhan-penduduk-distribusi-persentase-penduduk-kepadatan-penduduk-rasio-jenis-kelamin-penduduk-kota-bandung-2010-dan-2019.html>
- Badan Pusat Statistik Kota Medan, 2020, Luas Wilayah, Jumlah Penduduk dan Kepadatan Penduduk Menurut Kecamatan, 2018. <https://medankota.bps.go.id/statictable/2019/11/13/119/luas-wilayah-jumlah-penduduk-dan-kepadatan-penduduk-menurut-kecamatan-tahun-2018.html>
- Chandra, S. and Kumar U. 2003. Effect of Lane Width on Capacity under Mixed Traffic Condition in India. *Journal of Transportation Engineering* 129: 155-160. DOI: 10.1061/(ASCE)0733-947X(2003)129:2(155)
- Garber N.J. and Hoel L.A. 1988. *Traffic and Highway Engineering*. Cengage Learning: Boston.

- Susanto, I., Studyana M.D., dan Astor Y., 2016. Analisis Kapasitas Jalan menggunakan Pendekatan Geospasial (Wilayah Studi: Bandung Tengah). *Jurnal Sipil Politeknik* 18(1). <https://jurnal.polban.ac.id/potensi/issue/view/36>
- Septiansyah M.V.M. dan Wulansari D.N. 2018. Analisa Kinerja Ruas Jalan Medan Merdeka Barat, DKI Jakarta. *Jurnal Kajian Teknik Sipil* 3(2). <http://journal.uta45jakarta.ac.id/index.php/jkts/article/view/1354>
- Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997, Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, Jalan No. 038/TBM/11997, Departemen Pekerjaan Umum.
- Pusat Litbang Jalan dan Jembatan. 2019. Laporan Teknologi Terapan Bidang Lalu Lintas, Teknologi Perencanaan Geometrik Dan Kapasitas Jalan, tidak dipublikasi, Pusat Litbang Jalan dan Jembatan, Kementerian PUPR. https://pemkomedan.go.id/file/h_1215072162.pdf