

ANALISIS PENGARUH AKTIVITAS U-TURN TERHADAP KINERJA LALU LINTAS JALAN RAYA BOGOR KM.19 KOTA JAKARTA TIMUR

Studi Kasus Jalan Raya Bogor Km.19 Kota Jakarta Timur

(Analysis Effect of U-Turn Activities on Traffic Flow Performance Study Case Bogor Road Km. 19, East Jakarta City)

Ahmad Syahril¹, Imam Hagni Puspito^{1A}

¹Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila, Jakarta
E-mail: syahrilahmad111@gmail.com

Diterima 20 Agustus 2022, Disetujui 13 November 2022

ABSTRAK

Seiring bertambahnya jumlah penduduk serta volume kendaraan tidak sesuai dengan peningkatan ruas jalan di kota Jakarta Timur menyebabkan jalan rentan dengan kemacetan, pada kasus ini jalan Raya Bogor. Ditambah adanya beberapa fasilitas putaran balik (u-turn) disepanjang jalan Raya Bogor Km.19, tepatnya di depan akses masuk Mall Lippo Plaza Kramat Jati. Penelitian menggunakan data survey geometrik ruas jalan Raya Bogor Km.19, volume kendaraan yang melintas pada jam sibuk dihari Rabu tanggal 08 Juni 2022 pukul 06.00 – 09.00 dan pukul 16.00 - 19.00. Data jumlah penduduk didapat dari BPS kota Jakarta Timur. Analisis kinerja ruas jalan Raya Bogor berdasarkan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997. Hasil analisis menunjukkan pada jam sibuk nilai arus lalulintas (Q) Yang melalui Jalan Raya Bogor Km.19 Arah ke Cililitan sebesar 2516 smp/jam Dan arah Ke Bogor Sebesar 2584 smp/jam, Kecepatan arus bebas (FV) arah Ke Cililitan Maupun arah ke Bogor sebesar 47,59 km/jam, kapasitas (C) arah Ke Cililitan Maupun ke Bogor Sebesar 2767,56 smp/jam, derajat kejenuhan (DS) arah ke Cililitan sebesar 0,91 dan Arah ke Bogor sebesar 0,93, untuk Nilai DS Sesuai syarat HCM 1994 > 0,85 Masuk klasifikasi Tingkat pelayanan/ LoS E, hal Ini menunjukkan Ruas Jalan Raya Bogor Km.19 mempunyai kinerja yang belum optimal, maka diperlukan evaluasi. Berdasarkan hasil uji coba analisis solusi dilakukan dengan rekayasa lalu-lintas penerapan ganjil genap, didapatkan hasil nilai derajat kejenuhan ruas jalan arah ke Cililitan sebesar 0,74 dan arah ke Bogor sebesar 0,75.

Kata kunci: Kinerja Jalan, Kapasitas Jalan, U-Turn, MKJI, Kota Bogor

ABSTRACT

As the population increases and the volume of vehicles does not match the increase in roads in the city of East Jakarta, the roads are prone to congestion, in this case Bogor Road. In addition, there are several u-turn facilities along Bogor Road Km.19, precisely in front of the entrance to Lippo Plaza Kramat Jati Mall. The study uses geometric survey data for the Bogor road Km.19, the volume of vehicles passing during rush hour on Wednesday, June 8, 2022 at 06.00 - 09.00 and 16.00 - 19.00. Population data obtained from the BPS for the city of East Jakarta. Analysis of the performance of the Bogor Road segment based on the 1997 Indonesian Road Capacity Manual (MKJI). The results of the analysis show that during peak hours the value of traffic flow (Q) that passes through the Bogor Road Km.19 direction to Cililitan is 2516 smp/hour and the direction to Bogor of 2584 pcu/hour, free flow velocity (FV) towards Cililitan and direction to Bogor is 47.59 km/hour, capacity (C) for direction to Cililitan and to Bogor is 2767.56 pcu/hour, degree of saturation (DS) the direction to Cililitan is 0.91 and the direction to Bogor is 0.93, for the DS value according to the 1994 HCM requirements > 0.85 is classified as service level / LoS E, this shows the Bogor road Km.19 segment has not optimal performance, it is necessary to evaluate. Based on the results of the trial analysis of solutions carried out with traffic engineering applying odd-even, the results obtained are the degree of saturation of the road to Cililitan is 0.74 and the direction to Bogor is 0.75.

Keywords: Road Performance, Road Capacity, U-TURN, MKJI, Bogor City.

PENDAHULUAN

Dalam perencanaan median disediakan pula bukaan median yang memungkinkan kendaraan merubah arah perjalanan berupa gerakan putar balik arah atau diistilahkan sebagai gerakan u-turn. Gerakan u-turn jauh lebih rumit dengan gerakan belok kanan atau belok kiri, karena kemampuan manuver kendaraan umumnya dibatasi oleh lebar badan jalur, lebar median dan bukaan median, serta arus lalu lintas yang ada pada jalur yang searah maupun jalur berlawanan arah yang menjadi tujuan dari kendaraan melakukan gerakan u-turn. Salah satu pengaruh ketika melakukan gerakan u-turn yaitu terhadap kecepatan kendaraan dimana kendaraan akan melambat atau berhenti. Perlambatan ini akan mempengaruhi arus lalu lintas.

Desain dan perencanaan u-turn membutuhkan aspek perencanaan geometrik dan lalu lintas di area sekitarnya. Di Indonesia, sistem regulasi belum banyak dibicarakan tentang fasilitas u-turn, sama persis dengan Pedoman Kapasitas Jalan dari Badan Litbang Perhubungan, sebenarnya belum ada regulasi dan manual untuk mengetahui karakteristik U-turn yang sesuai standar^[1].

Definisi dari U-turn adalah fasilitas memutar untuk manuver gerak kendaraan yang diarahkan dengan cara mengemudi berbentuk U yang bertujuan untuk melakukan perjalanan ke jalur berlawanan.

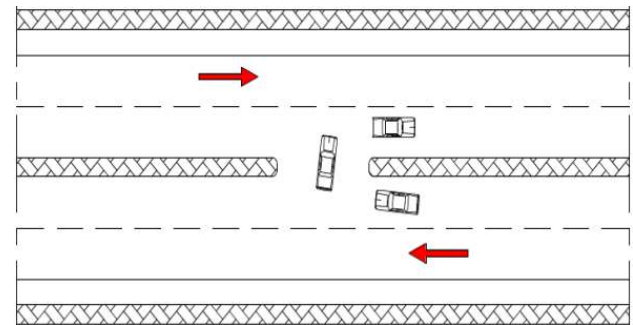
Di Indonesia, bukaan median dapat digunakan sebagai u-turn. Berikut adalah daftar peraturan tentang fasilitas jalan dan jalan raya di Indonesia dikeluarkan oleh Kementerian Pekerjaan Umum terkait peraturan fasilitas u-turn yang hanya ditemukan di:

- Peraturan Tata Cara Perencanaan Pemisah No. 014/T/BNTK/1990
- Spesifikasi Bukaan Pemisah Jalur, SKSNIS-04-1990-F
- Modul Perencanaan Putar Balik (Pedoman Perencanaan Putaran Balik), No. 06/BM/2005

Adapun beberapa pengaruh u-turn terhadap arus lalu lintas^[2], antara lain: 1. Kendaraan akan melakukan pendekatan secara normal dari lajur cepat saat melakukan putar balik arah, sehingga kecepatan kendaraan akan melambat atau bahkan berhenti. Perlambatan tersebut akan mengganggu arus lalu lintas pada arah yang sama. 2. Kendaraan akan menunggu gap saat melakukan putaran balik arah pada lalu lintas yang berlawanan arah. Kendaraan yang melakukan putar balik arah pada median yang sempit akan menyebabkan kendaraan yang berada pada arus yang sama berhenti dan membentuk antrian pada lajur cepat. 3. Fasilitas u-turn sering ditemukan pada daerah sibuk dengan kondisi lalu lintas mendekati kapasitas. Dalam kondisi tersebut lalu lintas yang terhambat disebabkan oleh u-turn, relatif mempunyai dampak yang besar dalam bentuk tundaan. 4. Kendaraan yang melakukan putar balik arah dipengaruhi oleh karakteristik kendaraan, kemampuan pengemudi dan dan ukuran fasilitas u-turn.

Median yang sempit atau bahkan bukaan median yang sempit memaksa pengemudi melakukan putaran

balik arah sehingga menghambat lebih dari dua lajur dalam dan dari jalan dua arah dengan melakukan putar balik arah dari lajur luar atau melakukan putar balik arah masuk ke lajur luar.



Gambar 1 Ilustrasi U-Turn^[3]

Dalam gerakan putaran balik terdapat beberapa tahapan yang mempengaruhi kondisi lalu lintas. Berikut adalah tahapan pergerakan u-turn^[3].

1. Tahap pertama, kendaraan yang melakukan gerakan balik arah akan mengurangi kecepatan dan akan berada pada jalur paling kanan. Perlambatan arus lalu lintas yang terjadi mengakibatkan terjadinya antrian yang ditandai dengan panjang antrian, waktu tundaan dan gelombang kejut.
2. Tahap kedua, saat kendaraan melakukan gerakan berputar menuju ke jalur berlawanan, akan dipengaruhi oleh jenis kendaraan (kemampuan manuver, dan radius putar). Manuver kendaraan berpengaruh terhadap lebar median dan gangguannya kepada kedua arah (searah dan berlawanan arah). Lebar lajur berpengaruh terhadap pengurangan kapasitas jalan untuk kedua arah. Apabila jumlah kendaraan berputar cukup besar, lajur penumpang perlu disediakan untuk mengurangi dampak terhadap aktivitas kendaraan dibelakangnya.
3. Tahap ketiga, adalah gerakan balik arah kendaraan, sehingga perlu diperhatikan kondisi arus lalu lintas arah berlawanan. Terjadi interaksi antara kendaraan balik arah dan kendaraan gerakan lurus pada arah yang berlawanan, dan penyatuan dengan arus lawan arah untuk memasuki jalur yang sama. Pada kondisi ini yang terpenting adalah penetapan pengemudi sehingga gerakan menyatu dengan arus utama tersedia. Artinya, pengemudi harus dapat mempertimbangkan adanya senjang jarak antara dua kendaraan pada arah arus utama sehingga kendaraan dapat dengan aman menyatu dengan arus utama. Pergerakan u-turn dapat dilakukan oleh kendaraan jika terdapat celah atau justru memaksa untuk berjalan pada bukaan median tersebut. Hal ini tentunya menimbulkan gangguan pada arus lalu lintas dan mempengaruhi kecepatan kendaraan lain yang melewati ruas jalan yang sama. Akibatnya terjadi tundaan waktu tundaan perjalanan karena secara periodik lalu lintas berhenti atau

menurunkan kecepatan pada atau dekat dengan fasilitas u-turn serta saat menggunakan fasilitas u-turn tersebut

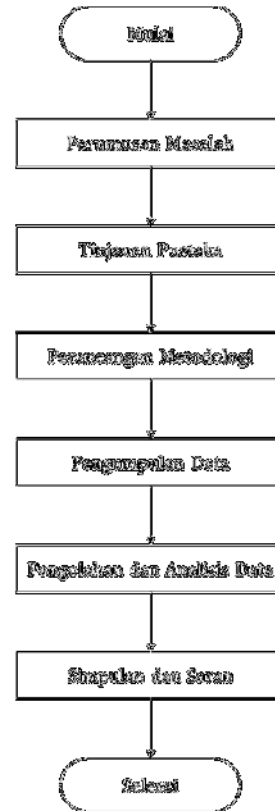
Perencanaan ruas jalan termasuk u-turn sendiri harus berdasarkan analisa yang tepat sehingga jalan tersebut layak dan laik pakai. Salah satu perlengkapan jalan adalah median; bagian tengah jalan yang secara fisik memisahkan arus lalu lintas yang berlawanan arah^[4].

Ruas Jalan Raya Bogor Km.19 di Kota Jakarta Timur Provinsi DKI Jakarta, merupakan jalan arteri primer dengan volume lalu lintas yang relatif tinggi. Dari masing – masing ruas jalan tersebut telah dilengkapi dengan median beserta bukaan median untuk mengakomodir gerakan u-turn. Berdasarkan observasi awal pada lokasi studi, dampak dari banyaknya kendaraan yang ingin melakukan gerakan u-turn mengakibatkan terjadinya gangguan kemacetan pada kendaraan yang ingin melaju lurus dari lajur yang sama maupun dari lajur yang berbeda. Sehingga perlu dilakukan analisa kembali pada ruas jalan tersebut.

Sebab pada ruas jalan ini sering terjadi kemacetan yang disebabkan oleh arus yang tinggi, dan dipengaruhi oleh beberapa aktifitas pertokoan, pasar dan mall. Berdasar uraian diatas maka penelitian ini bertujuan untuk menganalisa kecepatan arus bebas, kapasitas, derajat kejenuhan dan tingkat pelayanan jalan Raya Bogor Km.19 akibat aktivitas u-turn yang diamati pada ruas jalan tersebut serta mengevaluasi dan mencari alternatif solusi guna meningkatkan kinerja jalan Raya Bogor Km.19 akibat adanya aktivitas u-turn.

METODE

Penelitian dilakukan dengan pendekatan secara hipotesis dengan menggunakan data eksisting. Sehingga direncanakan beberapa metode dalam alir penelitian ini. Hasil (output) penelitian berupa data primer dan sekunder akan menjadi masukan (input) evaluasi data, kemudian menghasilkan kesimpulan yang memberikan timbal balik (feedback) dengan solusi atau rekomendasi.



Gambar 2 Diagram Alir (flowchart)

Penelitian ini dilakukan di Jalan Raya Bogor KM.19, Kec.Kramat Jati, Kota Jakarta Timur, tepatnya pada bukaan median U-turn di depan akses masuk Mall Lippo Plaza Kramat Jati. Dengan rentang waktu penelitian sekitar bulan April – Juni tahun 2022.



Gambar 3 Lokasi Penelitian

Data Jumlah Penduduk

Data jumlah penduduk kota Jakarta Timur tahun 2021 bersumber dari Badan Pusat Statistik berjumlah 3.056.300 jiwa.

Alat Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian disesuaikan dengan kebutuhan, diantaranya formulir survey kendaraan, alat pengukur (meteran), stop watch, kamera (handphone), tripod alat tulis dan komputer.

Waktu Penelitian

Survey penelitian diambil pada saat jam puncak (peak hour). Waktu penelitian dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1 Waktu Penelitian

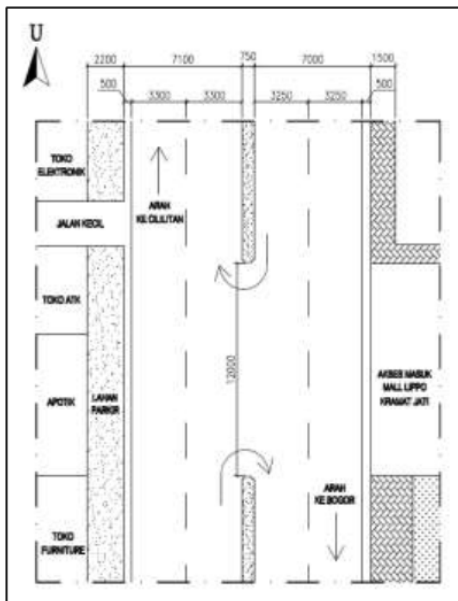
Hari/ Tanggal	Pagi	Sore
Rabu/ 8 Juni 2022	06.00-09.00	16.00-19.00
Jumat/ 10 Juni 2022	06.00-09.00	16.00-19.00
Sabtu/ 11 Juni 2022	06.00-09.00	16.00-19.00

HASIL DAN PEMBAHASAN

Prosedur perhitungan menggunakan MKJI 1997 BAB Jalan Perkotaan. Data yang terkait antara lain kondisi geometrik, kondisi lalu lintas dan kondisi lingkungan digunakan sebagai faktor-faktor penyesuaian untuk perhitungan kapasitas, kecepatan arus bebas, derajat kejenuhan dan level of service (LoS).

Kondisi Geometrik

Berikut adalah kondisi geometrik U-Turn.



Gambar 4 Sketsa Geometrik

Tabel 2 Dimensi Bagian Jalan

Bagian Jalan	Meter
Bukaan Median	12,00
Median	0,75
Trotoar	1,50
Bahu Jalan	0,50
Ruas Jalan Raya Bogor arah Bogor	6,50
Ruas Jalan Raya Bogor arah Cililitan	6,60
Lahan Parkir Pertokoan	2,20
Jalan Kecil	2,40

Kondisi Lalu Lintas

Berdasarkan hasil survey, volume lalu lintas tersibuk terjadi di hari rabu pagi jam 07.30-07.45 WIB dan rabu sore jam 17.30-17.45 WIB.

Tabel 3 Arus Lalu Lintas Jam Sibuk Harian (smp/ jam)

Jam pengamatan	MC	LV	HV	Smp/ min	Smp/ jam
Arah Cililitan					
07.30-07.45	376	237	17	629	2516
Arah Bogor					
17.30-17.45	382	251	13	646	2584

Kondisi Hambatan Samping

Menentukan kelas hambatan samping yang berdasarkan pada tabel UR-2 sesuai MKJI 1997 dengan hasil pengamatan di lapangan seperti pada tabel 4.

Tabel 4 Penentuan Frekuensi Kejadian

Tipe Hambatan Samping	Frek. Arah Cililitan	Frek. Arah bogor
Pejalan kaki	31	37
Parkir, Kendaraan berhenti	48	50
Kendaraan masuk-keluar	1046	1164
Kendaraan lambat	3	10
Total	1128	1261
Klasifikasi	Sangat tinggi	Sangat tinggi

Penentuan Kecepatan Arus Bebas

Kecepatan arus bebas dapat ditulis dengan rumus berikut ini:

$$FV = (FV0 + FVW) \times FFVSF \times FFVCS$$

Dimana:

- FV = Kecepatan arus bebas kendaraan ringan (km/jam)
- FV0 = Kecepatan arus bebas dasar kendaraan ringan pada jalan yang diamati
- FVW = Penyesuaian kecepatan untuk lebar jalan (km/jam)
- FFVSF = Faktor penyesuaian untuk hambatan samping dan lebar bahu atau jarak kereb penghalang
- FFVCS = Faktor penyesuaian kecepatan untuk ukuran kota

Tabel 5 Penentuan Kecepatan Arus Bebas.

Arah Bogor dan Cililitan	Nilai	Satuan
FV0	57	Km/ jam
FVW	-2	Km/ jam
FV0+ FVW	55	Km/ jam
FFVSF	0,84	
FFVCS	1,03	
FV	47,59	Km/ jam

Penentuan Kapasitas

Menurut MKJI 1997 kapasitas jalan perkotaan dihitung dari kapasitas dasar. Kapasitas dasar adalah jumlah kendaraan maksimum yang dapat melintasi suatu penampang pada suatu jalur atau jalan selama 1 (satu) jam, dalam keadaan jalan dan lalu lintas yang mendekati ideal dapat dicapai.

Besarnya kapasitas jalan dihitung berdasarkan MKJI 1997 [1] Analisa Kapasitas hal. 5-50 dan dapat dijabarkan seperti pada Persamaan sebagai berikut:

$$C = Co \times FCW \times FCSP \times FCSF \times FCCS$$

Dimana:

C = Kapasitas ruas jalan (smp/jam).

Co = Kapasitas dasar (smp/jam).
 FCW = Faktor penyesuaian kapasitas untuk lebar jalur lalu lintas.
 FCSP = Faktor penyesuaian kapasitas untuk pemisahan arah (khusus untuk jalan tak terbagi).
 FCSF = Faktor penyesuaian kapasitas untuk hambatan samping dan bahu jalan (kreb).
 FCCS = Faktor penyesuaian kapasitas untuk ukuran kota.

Tabel 6 Penentuan Kapasitas

Arah Bogor dan Cililitan	Nilai	Satuan
Co	3.300	Smp/ jam
FCW	0,96	
FCSP	1	
FCSF	0,84	
FCCS	1,04	
C	2.767,56	Smp/ jam

Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan adalah hasil bagi dari jumlah arus total (Q) dengan nilai kapasitas (C), dimana karena ini jalan terbagi maka perhitungan dilakukan masing-masing terhadap jalur yang berbeda. Derajat kejenuhan dirumuskan seperti pada persamaan sebagai berikut:
 $DS = Q \div C$

Dimana:

- DS = Derajat kejenuhan.
- Q = Volume arus total (smp/jam).
- C = Kapasitas ruas jalan (smp/jam).

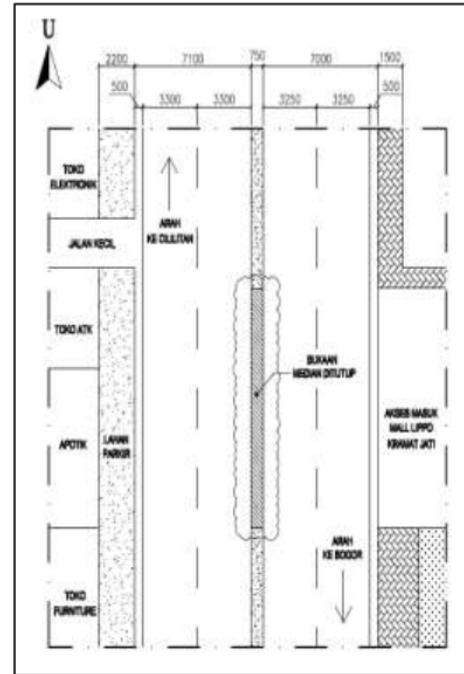
Tabel 7 Derajat Kejenuhan (DS).

Arah Jalan	Q	C	DS	LoS
Arah Cililitan	2.516	2.767,56	0,91	E
Arah Bogor	2.584	2.767,56	0,93	E

Solusi Penanganan

1. Solusi 1.

Perencanaan Penutupan Fasilitas Uturn Menurut Pedoman Perencanaan Putaran Balik (U-Turn) Departemen PU Tahun 2005 jarak antar bukaan median sebesar 400 sampai 800 meter dianggap cukup untuk beberapa kasus. Sehingga kondisi idealnya dalam 1 km ruas jalan dianggap cukup jika memiliki 2 (dua) Fasilitas U-turn. Sedangkan kondisi eksisting pada Jalan Raya Bogor Km.19 sendiri memiliki 4 (empat) fasilitas U-turn sehingga menjadi kurang efisien.



Gambar 5 Sketsa Geometrik Rencana Penutupan U-Turn

2. Solusi 2.

Rekayasa Lalu Lintas Penerapan Ganjil Genap. Untuk rencana kedua dalam upaya meningkatkan kinerja ruas jalan Raya Bogor Km.19 menjadi lebih baik disini penyusun mencoba melakukan rekayasa lalu-lintas penerapan ganjil genap khusus kendaraan mobil pribadi dengan mengikuti peraturan yang sudah ada yaitu Peraturan Gubernur Provinsi DKI Jakarta Nomor 155 Tahun 2018 dimana ganjil genap berlaku pada hari kerja Senin – Jum’at (kecuali hari libur nasional) pada pukul 06.00 – 10.00 dan pukul 16.00 – 21.00. Dengan diterapkannya ganjil genap ini maka asumsi penyusun volume kendaraan ringan (LV) akan berkurang 50% dari volume yang ada.

Tabel 8 Prediksi Arus Lalu-Lintas Jam Sibuk Harian

Jam pengamatan	MC	LV	HV	Smp/ min	Smp/ jam
Arah Cililitan					
07.30-07.45	376	119	17	511	2044
Arah Bogor					
17.30-17.45	382	126	13	521	2084

Setelah dilakukan perhitungan pada masing-masing solusi penanganan pada kinerja jalan raya Bogor km.19, maka didapatkan hasil yang dapat dilihat pada tabel 8. Berikut ini:

Tabel 9 Hasil Analisis Solusi

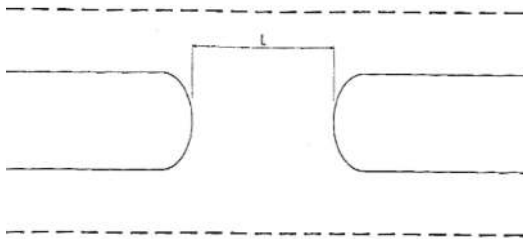
Arah Jalan	Hasil	Eksisting	Solusi 1	Solusi 2
Arah Cililitan	Ds	0,91	0,81	0,74
	LoS	E	D	C
Arah Bogor	Ds	0,93	0,83	0,75
	LoS	E	D	D

Pemilihan Jenis U-Turn

Pemilihan jenis U-Turn serta persyaratannya disesuaikan dengan pedoman perencanaan putaran balik No. 06/BM/2005. Tata guna lahan daerah perkotaan dengan aktivitas umum (Rumah sakit, perkantoran, perdagangan, sekolah, jalan akses, pemukiman) memiliki kriteria lokasi dengan lebar median memenuhi kriteria lebar median dengan gerakan putaran balik dari lajur dalam ke lajur kedua jalur lawan.

Bukaan Median

Persyaratan bukaan median untuk perencanaan u-turn sesuai dengan pedoman perencanaan putaran balik No. 06/BM/2005 disajikan pada Gambar berikut.



Gambar 6 Bukaan Median U-Turn

Tabel 10 Persyaratan Bukaan Median

Kendaraan Rencana	L (m)
Kendaraan kecil	4,5
Kendaraan sedang	5,5
Kendaraan berat	12,0

KESIMPULAN

Segmen jalan Raya Bogor Km.19 pada bulan Juli 2022 mempunyai nilai Derajat Kejenuhan (DS) sebesar 0.91 untuk arah menuju Cililitan dan sebesar 0.93 untuk arah menuju Bogor, dengan tingkat pelayanan/Level of Services (LoS) kategori “E” dimana “Arus tidak stabil, kecepatan terkadang terhenti, permintaan sudah mendekati kapasitas” pada saat jam sibuk (peak hour).

Penyebab dari kemacetan yang terjadi antara lain adalah tingginya arus lalu-lintas (Q), tingginya bobot hambatan samping dan kapasitas (C) yang kurang memadai. Sehingga perlu adanya evaluasi perbaikan kinerja ruas jalan.

Dari 2 (dua) solusi yang direncanakan solusi rekayasa penerapan ganjil genap menunjukkan hasil yang paling baik dampaknya untuk meningkatkan kinerja ruas jalan Raya Bogor Km.19 Kota Jakarta Timur. Dimana untuk arah ke cililitan didapatkan hasil yang sebelumnya DS = 0,91 Los = E menjadi DS = 0,74 Los = C. Sedangkan untuk arah ke Bogor didapatkan hasil yang sebelumnya DS = 0,93 Los = E menjadi DS = 0,75 Los = D.

UCAPAN TERIMA KASIH

Keberhasilan dalam menyelesaikan dan pelaksanaan penelitian ini tidak lepas dari bantuan dan dukungan berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini peneliti ingin menyampaikan rasa terima kasih dan penghargaan setinggi-tingginya kepada Bapak

Ir. Imam Hagni Puspito, M.T., IPM dan Ibu Dr. Ir. A. R. Indra Tjahjani, M.T., IPM selaku dosen pembimbing dan Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Pancasila yang telah bersedia meluangkan waktu untuk memberikam ilmu, arahan dan bimbingannya selama proses penelitian ini berlangsung.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Della, R. H., Hanafiah, Arliansyah, J., & Artiansyah, R. (2015). Traffic Performance Analysis of u-turn and Fly Over u-turn Scenario; A Case Study at Soekarno Hatta Road, Palembang, Indonesia. *Procedia Engineering*, 125, 461–466.
- [2] Permata, D. Y., Della, R.H., Wahiputra, M. R., Ihsan, R. M., (2017). Analisa Perencanaan Bukaan Median Pada Ruas Jalan Mayjend Yusuf Singadekane Palembang, Seminar Nasional AvoER IX 2017, pp. 143-147, Palembang, 29 November 2017
- [3] Ivan, M. K., (2018). Analisis Pengaruh Fasilitas U-Turn terhadap Kinerja Ruas Jalan (Studi Kasus: U-Turn Jalan Laksda Adisucipto, Babarsari Junction). S1 Thesis, UAJY.
- [4] Departemen Pemukiman dan Prasarana, (2004), Perencanaan Median Jalan, Pd. T-17-2004-B, Jakarta: Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah