

SIMULASI ANTRIAN KENDARAAN PADA U-TURN DAN DAMPAK TERHADAP KINERJA JALAN PERKOTAAN

Muhammad Hadid
Student
Department of Civil Engineering,
Faculty of Civil Engineering and
Planning
Institut Teknologi Sepuluh
Nopember
Jln. Raya ITS, Kampus ITS,
Surabaya, 60111
Telp: (031) 5994251
el_hadid@outlook.com;

Hera Widyastuti
Lecturer
Department of Civil Engineering,
Faculty of Civil Engineering and
Planning
Institut Teknologi Sepuluh
Nopember
Jln. Raya ITS, Kampus ITS,
Surabaya, 60111
Telp: (031) 5994251
h_w_dyas2004@yahoo.co.uk;

Wahju Herijanto
Lecturer
Department of Civil Engineering,
Faculty of Civil Engineering and
Planning
Institut Teknologi Sepuluh
Nopember
Jln. Raya ITS, Kampus ITS,
Surabaya, 60111
Telp: (031) 5994251
Wahju.Herijanto@gmail.com

Abstract

The queue that occurs at U-turn is affecting its performance decreases of urban road performance. The maximum length of queue on Dr.Ir.H.Soekarno Street, Surabaya which is 102 meters decreases its performance. The Simulation is based on Poisson distribution using the arrival rate (λ). The time that used to turn is using formulation of cumulative frequency distribution of the time to turn. The result of the simulation was corrected by correction factor that add it to the turn time. The result of the simulation is length of the queue that is used on the analysis of road performance. The result of analysis is the maximum length of queue is 102 meter with the correction factor is 0.9 second. The capacity of weaving C is decreases from 3960 pcu/h to 3858 pcu/h and the decrease of V/C ration from 0.77 to 0.79 is caused by the length of the queue. In order to reduce the effect of queue is by expand the road width from 8 meter to 11.5 meter. In this condition, the capacity could increase from 3496 pcu/h into 5113 pcu/h and V/C ratio from 0.88 into 0.60.

Keywords: *Queue, Simulation, U-turn, Weaving, Performance*

Abstrak

Antrian yang terjadi pada fasilitas *U-turn* pada jalan perkotaan mengakibatkan penurunan kinerja ruas jalan. Pada *U-turn* yang terdapat pada Jalan Dr.Ir.H.Soekarno, Surabaya panjang antrian maksimum adalah 102 meter dan mengganggu kinerja jalinan jalan. Simulasi yang dilakukan berdasarkan pada Distribusi Poisson dan angka acak dengan menggunakan tingkat kedatangan (λ). Untuk waktu memutar digunakan perumusan yang diperoleh dari distribusi frekuensi komulatif waktu memutar. Untuk koreksi terhadap hasil digunakan angka koefisien yang ditambahkan pada waktu memutar sebagai waktu reaksi. Hasil simulasi adalah panjang antrian yang digunakan pada analisis kinerja jalan. Dari hasil analisis didapatkan panjang antrian maksimum hasil simulasi 102 meter dengan faktor koreksi 0.90 detik. Penurunan Kapasitas jalinan C dari 3960 smp/jam menjadi 3858 smp/jam dan penurunan V/C rasio 0.77 menjadi 0.79 akibat antrian. Dengan menambah lebar badan jalan dari 8 meter menjadi 11.5 meter didapatkan peningkatan kapasitas dari 3496 smp/jam menjadi 5113 smp/jam dan nilai V/C rasio dari 0.88 menjadi 0.60.

Kata Kunci: *Antrian, Simulasi, U-turn, Jalinan, Kinerja*

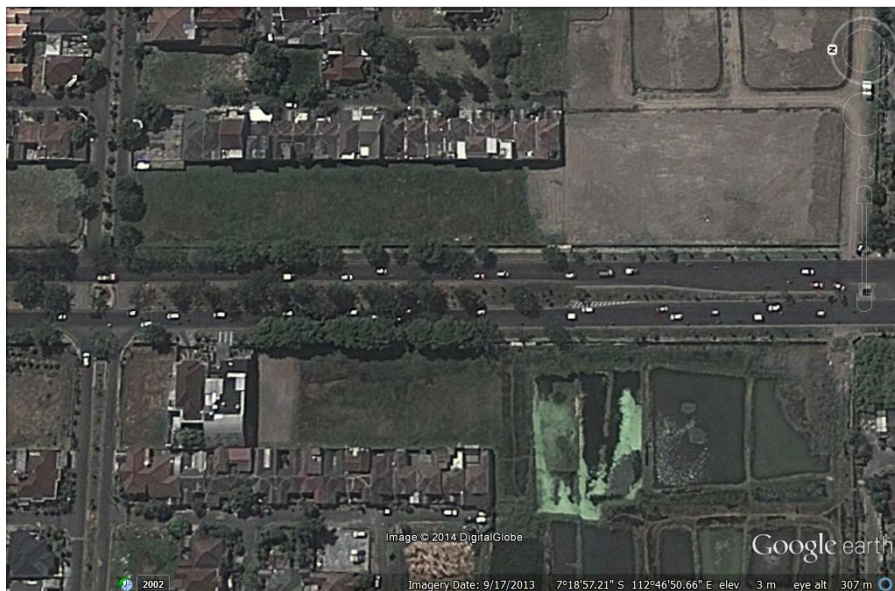
PENDAHULUAN

Untuk mengatur lalu lintas dibangun fasilitas-fasilitas pada jalan raya seperti Putaran U (*U-turn*). Putaran U merupakan fasilitas jalan yang berfungsi untuk perpindahan arah kendaraan. Putaran U sendiri untuk jalan terbagi hanya menggunakan marka, sedangkan untuk jalan terbagi digunakan ruang yang disediakan ruang atau bukaan dan tapper untuk maneuver tersebut. *U-Turn* untuk jalan terbagi menjadi *U-Turn* terlindung dan *U-Turn* tak terlindung. Pada *U-turn* dengan arus kendaraan memutar yang tinggi perlu digunakan lajur perlambatan untuk memisahkan arus kendaraan yang memutar agar tidak mengganggu arus

kendaraan lainnya. Lajur perlambatan juga berfungsi sebagai tempat antri kendaraan yang akan melakukan maneuver berputar.

Antrian kendaraan yang terjadi pada *U-turn* dengan arus kendaraan memutar yang besar akan mengganggu arus kendaraan lain. Apabila terjadi pada *U-turn* dengan lebar lajur perlambatan yang kecil, maka antrian akan mengurangi lebar badan jalan dan kapasitas serta kinerja jalan khususnya jalanan jalan. Dengan melihat permasalahan yang terjadi, maka diangkatlah penelitian ini yang membahas tentang simulasi antrian dan dampaknya terhadap kinerja jalan perkotaan khususnya pada jalanan jalan. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui pengaruh antrian terhadap kinerja dan kapasitas jalan perkotaan. Diharapkan prosedur simulasi antrian ini dapat bermanfaat dalam rekayasa lalu lintas.

Lokasi pengamatan adalah *U-turn* pada Jalan Dr.Ir.H.Soekarno, Surabaya. Lokasi sekitar *U-turn* merupakan lingkungan perumahan, tetapi sedikit akses masuk ke jalan utama. Hambatan samping pada Jalan Dr.Ir.H.Soekarno termasuk rendah karena sedikitnya akses masuk menuju jalan dan sedikitnya pengguna kendaraan tidak bermotor dengan rasio kendaraan tidak bermotor 0.009. Lokasi pengamatan *U-turn* ditunjukkan pada Gambar 1 berikut:



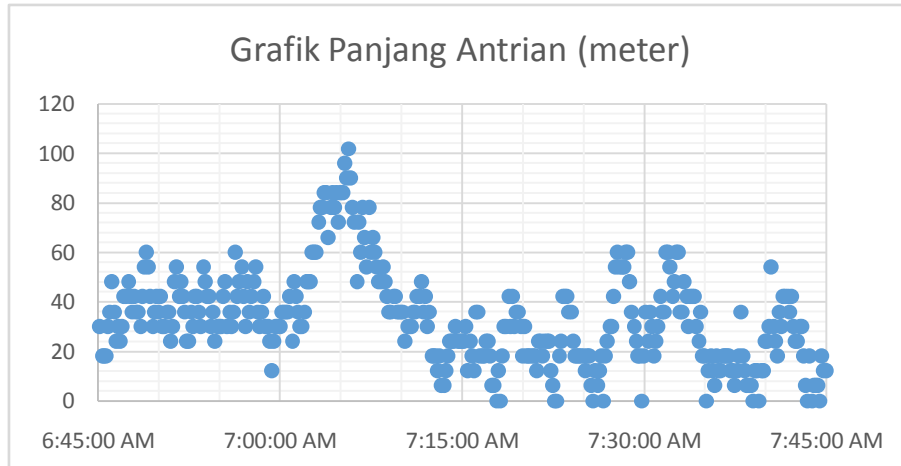
Gambar 1 Lokasi Pengamatan *U-turn*

PEMBAHASAN

Data

Data yang digunakan pada simulasi ini diantaranya adalah data lalu lintas, data antrian kendaraan, dan data waktu pelayanan kendaraan. Data lalu lintas digunakan untuk mendapatkan tingkat kedatangan (λ). Berdasarkan hasil survei yang dilakukan didapatkan tingkat kedatangan (λ) *U-turn* adalah 726 kendaraan/jam. Tingkat kedatangan ini pada simulasi akan diubah menjadi menjadi kendaraan per detik.

Data panjang antrian didapatkan dengan melakukan perhitungan langsung tiap 10 detik. Dari survei didapatkan grafik panjang antrian yang ditunjukkan oleh Gambar 1 berikut



Gambar 2 Grafik Panjang Antrian

Dari Gambar 1 didapatkan panjang antrian maksimum adalah 102 meter. Apabila asumsi panjang mobil pribadi adalah 6 meter, maka jumlah antrian maksimum yang terjadi adalah 17 kendaraan.

Simulasi Antrian

Simulasi antrian menggunakan Distribusi Poisson dengan menggunakan tingkat kedatangan dan angka acak. Persamaan Poisson (Law & Kelton, 1991) ditunjukkan pada persamaan [1] berikut:

$$t_i = t_{i-1} - \left(\frac{1}{\lambda}\right) \times \ln(U) \quad (1)$$

Dimana :

- t_i : waktu kedatangan kendaraan ke-(i)
- t_{i-1} : waktu kedatangan kendaraan ke-(i-1)
- λ : Angka Poisson
- U : Angka Acak (0,1)

Analisis antrian dilakukan dengan melakukan simulasi berdasarkan persamaan Distribusi Poisson. Simulasi dilakukan dengan menggunakan angka random. Angka random yang digunakan pada simulasi antrian ini memiliki 2 (fungsi) yakni:

1. Sebagai waktu kedatangan
2. Sebagai pemilihan lajur
3. Sebagai waktu kendaraan berputar (waktu layanan *U-turn*)

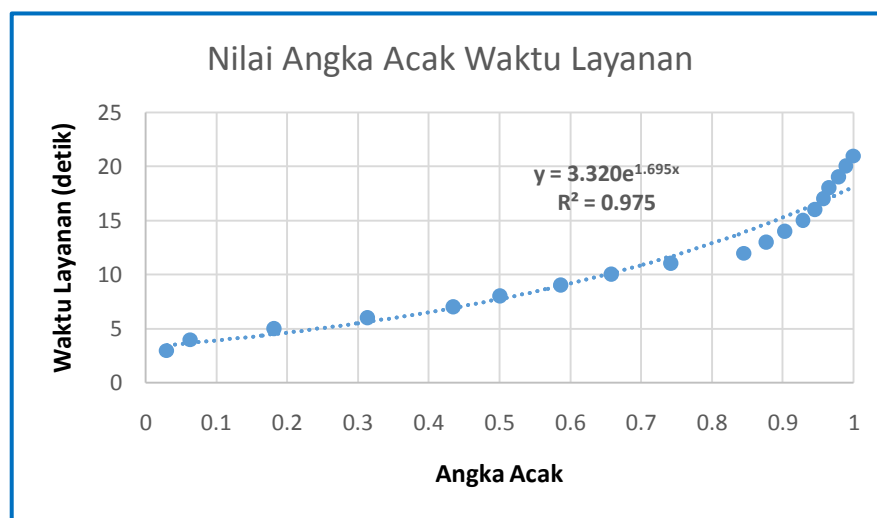
Hal pertama sebelum melakukan simulasi antrian adalah dengan menentukan waktu pelayanan yang mewakili setiap angka acak yang muncul. Nilai ini didapatkan dari distribusi frekuensi kumulatif waktu pelayanan pada *U-turn*. Distribusi frekuensi kumulatif waktu pelayanan *U-turn* ditunjukkan oleh Tabel 1 berikut:

Tabel 1 Distribusi Frekuensi Kumulatif Waktu Pelayanan *U-turn*

ST (detik)	Frek	Frek. Kom	Ratio	ST (detik)	Frek	Frek. Kom	Ratio
3	25	25	0.031210986	13	28	708	0.883895131
4	31	56	0.069912609	14	21	729	0.91011236
5	93	149	0.186017478	15	19	748	0.933832709

ST (detik)	Frek	Frek. Kom	Ratio	ST (detik)	Frek	Frek. Kom	Ratio
6	108	257	0.320848939	16	14	762	0.951310861
7	92	349	0.435705368	17	8	770	0.961298377
8	58	407	0.508114856	18	6	776	0.968789014
9	70	477	0.595505618	19	10	786	0.981273408
10	61	538	0.671660424	20	7	793	0.990012484
11	65	603	0.752808989	21	8	801	1
12	77	680	0.848938826				

Nilai dari rasio ini kemudian diplot pada grafik sehingga didapatkan persamaan untuk nilai waktu pelayanan yang ditunjukkan oleh Gambar 3.



Gambar 3 Nilai Angka Acak untuk Waktu Pelayanan *U-turn*

Dari Gambar 3 didapatkan persamaan untuk mendapatkan waktu pelayanan (detik) berdasarkan angka acak yang di-generate untuk *U-turn* ditunjukkan oleh persamaan [2] berikut:

$$y = 3.3202 \times e^{1.6958(x)} \quad (2)$$

Dimana:

y : Waktu Pelayanan *U-turn* (detik)

x : Angka acak

e : Angka eksponensial

Untuk mendapatkan simulasi antrian, perlu dilakukan simulasi kedatangan kendaraan dan pemilihan lajur. Kedatangan kendaraan dihitung berdasarkan tingkat kedatangan. Dengan menggunakan Persamaan Poisson [1], dilakukan simulasi interfal kedatangan kendaraan dengan berdasarkan generate angka acak. Berdasarkan persamaan Poisson [1], Interfal kedatangan didapatkan dengan persamaan [3] berikut:

$$I = -\left(\frac{1}{\lambda}\right) \times \ln(U) \quad (3)$$

Dimana

- I : Interval kedatangan (detik)
- λ : Tingkat kedatangan (kendaraan/detik)
- U : Angka Acak (Random Number)

Interval kedatangan diperoleh dengan menggunakan persamaan [3] berdasarkan tingkat kedatangan (λ) dan angka acak yang muncul (RN). Tingkat kedatangan (λ) adalah 726 kendaraan per jam yang senilai dengan (λ) 0.20167 kendaraan per detik. Berikut adalah perhitungan untuk Interval kedatangan dan waktu kedatangan dengan menggunakan persamaan [3].

$$I = -\left(\frac{1}{\lambda}\right) \times \ln(U) \tag{4}$$

$$I = -\left(\frac{1}{0.20167}\right) \times \ln(0.186739042) \rightarrow \text{kendaraan ke-1} \tag{5}$$

$$I = 8.32087 \text{ s} \tag{6}$$

Sehingga waktu kedatangan untuk kendaraan ke-1 adalah:

$$I = 0.0000 + 8.32087 \text{ s} \tag{7}$$

$$I = 8.32087 \text{ s} \tag{8}$$

Dengan menggunakan angka acak antara 1 dan 2 didapatkan lajur yang digunakan untuk kendaraan 1 adalah lajur 1. Perhitungan waktu kedatangan kendaraan dan pemilihan lajur dilakukan hingga kendaraan ke-726. Kutipan perhitungan waktu kedatangan dan pemilihan lajur ditunjukkan oleh Tabel 2 berikut:

Tabel 2 Perhitungan Waktu Kedatangan Kendaraan dan Pemilihan Lajur

Kend ke	Waktu Kedatangan	RN Kedatangan	Interval Kedatangan	RN Jalur	Kend ke	Waktu Kedatangan	RN Kedatangan	Interval Kedatangan	RN Jalur
	0	0.186739042	8.320875044		715	3538.909834	0.771299637	1.287661221	1
1	8.320875044	0.167157188	8.87018512	1	716	3540.197496	0.469607766	3.748053585	1
2	17.19106016	0.298449546	5.995806876	1	717	3543.945549	0.942208876	0.295181613	1
3	23.18686704	0.688564479	1.850312303	2	718	3544.240731	0.543417054	3.024189412	2
4	25.03717934	0.072610815	13.00483341	1	719	3547.26492	0.985179991	0.07403763	1
5	38.04201275	0.866820913	0.708708511	2	720	3547.338958	0.397985816	4.568622702	1
6	38.75072127	0.409549666	4.42659718	2	721	3551.907581	0.658175273	2.074135588	2
7	43.17731844	0.099867496	11.42435213	2	722	3553.981716	0.678126712	1.92605513	2
8	54.60167058	0.419739443	4.304732893	1	723	3555.907771	0.008376374	23.71408327	1
9	58.906403	0.0887493	12.009617	1	724	3579.6218	0.6773902	1.9314433	2

Kend ke	Waktu Kedatangan	RN Kedatangan	Interval Kedatangan	RN Jalur	Kend ke	Waktu Kedatangan	RN Kedatangan	Interval Kedatangan	RN Jalur
	47	11	95			55	4	7	
10	70.91602142	0.631773253	2.277147406	2	725	3581.553298	0.051388548	14.71904096	2
Seterusnya					726	3596.272339	0.522167802	3.221981571	1

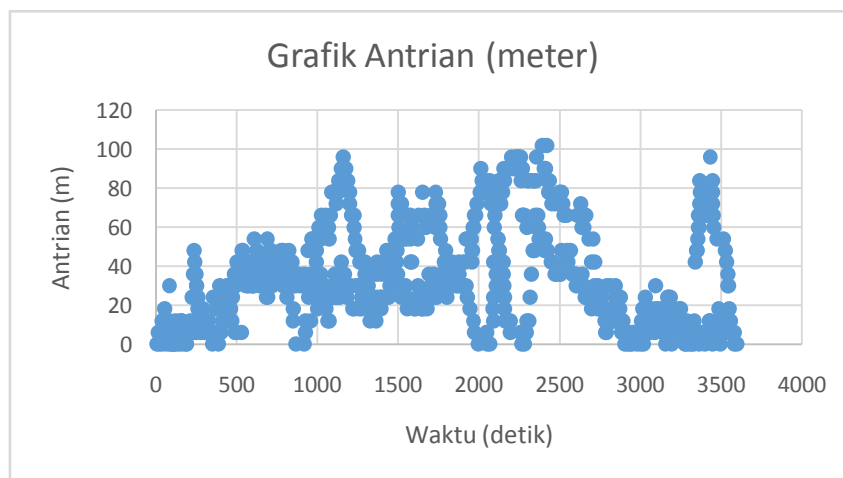
Setelah didapatkan waktu kedatangan kendaraan dan lajur yang digunakan, dilakukan perhitungan waktu layanan dan perhitungan antrian. Perhitungan waktu memutar berdasarkan persamaan [2] yang telah didapatkan sebelumnya dengan memasukkan angka acak. Perhitungan dilakukan sebanyak 726 kali sama dengan tingkat kedatangan kendaraan (λ) yakni 726 kendaraan/jam. Untuk faktor koreksi ditambahkan pada waktu layanan untuk kendaraan yang antri. Kutipan perhitungan waktu layanan untuk lajur 1 dan lajur 2 dengan faktor koreksi 0.9 detik ditunjukkan oleh Tabel 3 berikut:

Tabel 3 Perhitungan Waktu Memutar Kendaraan dengan Faktor Koreksi 0.9 detik

Kend ke	Lajur 1	Waktu Awal memutar (detik)	Random Waktu	Waktu Layanan (detik)	Waktu Akhir Memutar (detik)	Lajur 2	Waktu Awal memutar (detik)	Random Waktu	Waktu Layanan (detik)	Waktu Akhir Memutar (detik)
1	8.32	8.32	0.03	3.48	11.80	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00
2	17.19	17.1911	0.87	14.45	31.64	0.00	0.00	0.32	0.00	0.00
3	0.00	0.0000	0.14	0.00	0.00	23.19	23.19	0.33	5.85	29.03
4	25.04	32.5374	0.48	7.53	40.06	0.00	0.00	0.13	0.00	0.00
5	0.00	0.0000	0.19	0.00	0.00	38.04	38.04	0.49	7.66	45.70
6	0.00	0.0000	0.83	0.00	0.00	38.75	46.60	0.28	5.31	51.91
7	0.00	0.0000	0.60	0.00	0.00	43.18	52.81	0.55	8.43	61.23
8	54.60	54.6017	0.33	5.83	60.44	0.00	0.00	0.11	0.00	0.00
9	58.91	61.3354	0.39	6.40	67.74	0.00	0.00	0.83	0.00	0.00
10	0.00	0.0000	0.46	0.00	0.00	70.92	70.92	0.47	7.39	78.30
<i>Seterusnya</i>										
716	3540.20	3643.2758	0.80	12.87	3656.14	0.00	0.00	0.28	0.00	0.00
717	3543.95	3657.0419	0.27	5.21	3662.26	0.00	0.00	0.99	0.00	0.00
718	0.00	0.0000	0.19	0.00	0.00	3544.24	3553.23	0.39	6.47	3559.70
719	3547.26	3663.1550	0.83	13.62	3676.77	0.00	0.00	0.96	0.00	0.00
720	3547.34	3677.6734	0.14	4.18	3681.85	0.00	0.00	0.66	0.00	0.00
721	0.00	0.0000	0.47	0.00	0.00	3551.91	3560.60	0.70	10.86	3571.46
722	0.00	0.0000	0.05	0.00	0.00	3553.9	3572.3	0.49	7.57	3579.9

Kend ke	Lajur 1	Waktu Awal memutar (detik)	Random Waktu	Waktu Layanan (detik)	Waktu Akhir Memutar (detik)	Lajur 2	Waktu Awal memutar (detik)	Random Waktu	Waktu Layanan (detik)	Waktu Akhir Memutar (detik)
						8	6			3
723	3555.91	3682.7485	0.35	6.00	3688.75	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
724	0.00	0.0000	0.81	0.00	0.00	3579.62	3580.83	0.10	3.91	3584.73
725	0.00	0.0000	0.84	0.00	0.00	3581.55	3585.63	0.11	3.97	3589.61
726	3596.27	3689.6517	0.65	10.02	3699.68	0.00	0.00	0.19	0.00	0.00

Pada simulasi ini, terjadinya antrian harus memenuhi kondisi dimana waktu kedatangan kendaraan kurang dari waktu akhir memutar (layanan) kendaraan yang berada di depannya. Dari perhitungan berdasarkan kondisi tersebut didapatkan jumlah antrian kendaraan maksimum adalah 17 kendaraan. Dengan asumsi panjang kendaraan mobil pribadi adalah 6 meter maka didapatkan panjang antrian maksimum adalah 102 meter dengan faktor koreksi 0.9 detik. Nilai faktor koreksi 0.9 detik didapatkan dengan cara *try and errors* sampai mende. Grafik antrian pada *U-turn* ditunjukkan oleh Gambar 4.



Gambar 4 Grafik Antrian dengan faktor koreksi 0.9

Pada grafik antrian Gambar 4 terdapat selisih antrian yang besar antara waktu kedatangan. Hal ini berarti terjadi antrian pada lajur berbeda. Hasil simulasi yang dilakukan antrian maksimum terjadi pada lajur 1 yakni lajur perlambatan dengan panjang antrian 102 meter atau 17 kendaraan.

Dampak

Perhitungan dampak antrian terhadap kinerja jalanan merujuk pada prosedur perhitungan jalanan tunggal dari Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997. Analisa kinerja jalanan tunggal menurut MKJI 1997 dibagi menjadi 3 (tiga) bagian, yakni:

1. Perhitungan parameter geometrik jalan;
2. Kapasitas;

3. Perilaku lalu lintas.

Untuk mendapatkan dampak dari antrian kendaraan, perhitungan kinerja jalinan tunggal dibagi menjadi 2 jenis perhitungan. Jenis perhitungan jalinan tunggal yang dilakukan adalah perhitungan berdasarkan kondisi atau geometrik asli. Pada perhitungan ini tidak mempertimbangkan panjang antrian dari *U-turn*. Perhitungan lainnya adalah perhitungan yang memperhitungkan panjang antrian kendaraan pada *U-turn*. Dampak dari antrian kendaraan pada *U-turn* pada perhitungan ini adalah berkurangnya panjang jalinan dari jalinan tunggal. Hal ini tampak pada perhitungan parameter geometrik jalan. Perhitungan parameter geometrik jalan untuk jalinan tunggal Jalan Dr. Ir. H. Soekarno ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4 Perhitungan Parameter Geometrik Jalan

Bagian Jalinan	Lebar masuk		Lebar masuk rata-rata We	Lebar Jalinan Ww	We/Ww	Panjang Jalinan Lw	Ww/Lw
	Pendekat 1	Pendekat 2					
Kondisi Normal	7	4	5.5	8	0.6875	290	0.03
Kondisi tereduksi	7	4	5.5	8	0.6875	188	0.04

Pada Tabel 4 untuk perhitungan ke-2 panjang jalinan dikurangi panjang antrian kendaraan pada *U-turn*. Akibat dari pengurangan panjang antrian berdampak pada penurunan kapasitas jalinan *C* yang ditunjukkan oleh Tabel 5 di bawah ini.

Tabel 5 Perhitungan Kapasitas

Bagian Jalinan	Faktor- Ww	Faktor- We/Ww	Faktor- Pw	Faktor- Wa	Kapasitas dasar Co	Faktor Penyesuaian		Kapasitas C
						Ukuran Kota FCS	Lingk. Jalan FRS	
Kondisi Normal	2015	2.19	0.96	0.95	4041	1	0.98	3960
Kondisi tereduksi	2015	2.19	0.96	0.93	3937	1	0.98	3858

Dari Perhitungan Kapasitas jalinan tunggal Tabel 5 didapatkan penurunan kapasitas jalinan tunggal *C* dari 3960 smp/jam menjadi 3858 smp/jam atau berkurang sebesar 2.57%. Pengurangan kapasitas jalinan berdampak pula pada penurunan kinerja yang ditandai oleh peningkatan nilai *V/C* rasio atau derajat kejenuhan *DS*. Perhitungan perilaku lalu lintas ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 6 Perilaku Lalu Lintas

Bagian Jalinan	Arus bagian jalinan Q smp/jam	Derajat Kejenuhan DS	Kecepatan Arus bebas Vo= Faktor Pw	Kecepatan tempuh V		Waktu temp. Rata-rata TT det
				Faktor DS	V km/jam	
Kondisi Normal	3064	0.77	39.7	0.74	29.27	35.67
Kondisi Tereduksi	3064	0.79	39.7	0.73	28.84	23.47

Berdasarkan Tabel 6 tentang perilaku lalu lintas didapatkan penurunan kinerja atau V/C rasio dari 0.77 menjadi 0.79. Akan tetapi, untuk waktu tempuh didapatkan peningkatan waktu tempuh dari 35.67 detik menjadi 23.47 detik. Peningkatan waktu tempuh ini karena panjang jalinan menjadi lebih pendek.

Solusi

Solusi untuk mengurangi dampak dari antrian kendaraan pada U-turn adalah dengan melakukan penambahan lajur. Lebar badan jalan yang semula adalah 8 meter dilebarkan menjadi 11.5 meter. Pelebaran dimaksudkan untuk memberi ruang kendaraan menjalin sehingga diharapkan dapat meningkatkan kinerja jalinan tunggal. Perhitungan parameter geometrik jalinan tunggal untuk kondisi solusi ditunjukkan pada Tabel 7 berikut

Tabel 7 Perhitungan Parameter Geometrik Kondisi Alternatif

Bagian Jalinan	Lebar masuk		Lebar masuk rata-rata We	Lebar Jalinan Ww	We/Ww	Panjang Jalinan Lw	Ww/Lw
	Pendekat 1	Pendekat 2					
Kondisi Alternatif	7	4	5.5	11.5	0.4783	188	0.06

Perhitungan kapasitas dan kinerja untuk jalinan tunggal berdasarkan MKJI 1997 untuk jalinan tunggal ditunjukkan pada Tabel 8 dan Tabel 9 berikut

Tabel 8 Perhitungan Kapasitas Kondisi Alternatif

Bagian Jalinan	Faktor -Ww	Faktor-We/Ww	Faktor -Pw	Faktor -Wa	Kapasitas dasar Co	Faktor Penyesuaian		Kapasitas C
						Ukuran Kota FCS	Lingk. Jalan FRS	
Kondisi Alternatif	3230	1.80	1.00	0.90	5217	1	0.98	5113

Tabel 9 Perilaku Lalu lintas Kondisi Alternatif

Bagian Jalinan	Arus bagian jalinan Q smp/jam	Derajat Kejenuhan DS	Kecepatan Arus bebas Vo= Faktor Pw	Kecepatan tempuh V		Waktu temp. Rata-rata TT det
				Faktor DS	V km/jam	
Kondisi Alternatif	3067	0.60	32.6	0.82	29.59	25.45

Dari Tabel 8 dan Tabel 9 dengan menambah lebar badan jalan didapatkan peningkatan kinerja dari 3496 smp/jam menjadi 5113 smp/jam atau naik 46% dan nilai V/C rasio dari 0.88 menjadi 0.60 atau naik 32% dari kinerja sebelumnya dengan mempertimbangkan panjang antrian kendaraan pada U-turn.

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari pembahasan di atas didapatkan hasil simulasi antrian U-turn yakni panjang antrian maksimum U-turn adalah 102 meter dengan faktor koreksi 0.9 detik. Akibat panjang antrian hasil simulasi terjadi penurunan kapasitas jalanan tunggal dari 3960 smp/jam menjadi 3858 smp/jam. Akibat penurunan kapasitas berakibat pada penurunannya kinerja jalanan tunggal yang ditandai oleh nilai V/C rasio dari 0.77 menjadi 0.79. Untuk mengurangi dampak dari antrian kendaraan pada U-turn dilakukan pelebaran badan jalan dari 8 meter menjadi 11.3 meter dan diperoleh peningkatan kapasitas jalanan tunggal dari 3496 smp/jam menjadi 5113 smp/jam dan nilai V/C rasio dari 0.88 menjadi 0.60.

Sebagai saran untuk mendapatkan akurasi yang tinggi pada simulasi diperlukan asumsi-asumsi sebagai parameter simulasi. Pada penelitian ini penurunan kapasitas dan kinerja tidak menunjukkan penurunan yang signifikan karena panjang jalanan relatif panjang yakni 290 meter. Penurunan kapasitas dan kinerja jalanan akan signifikan bila diterapkan pada jalan dengan panjang jalanan relatif lebih pendek atau dibawah 150 meter dengan panjang antrian yang mencapai setengah dari panjang jalanan.

DAFTAR PUSTAKA

- Law, A. M; Kelton, W. D. 1991. *Simulation Modeling & Analysis* (2nd ed.). USA: McGraw-Hill, Inc.
- DJBM. 1997. *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*. Jakarta: Direktorat Jendral Bina Marga Direktorat Bina Jalan Kota.