

ANALISIS KEMACETAN DI JALAN TOL LINGKAR DALAM KOTA JAKARTA (GERBANG TOL CILILITAN)

THE TRAFFIC JAM ANALYSIS IN JAKARTA INNER RING ROAD (CILILITAN TOLL GATE)

Chaniago Helmi Santoso¹, Hendy Tannady², Dino Caesaron³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Industri
Universitas Bunda Mulia, Jakarta 14430
²hendytannady@yahoo.com

Abstrak

Antrian adalah suatu kejadian yang biasa dalam kehidupan sehari-hari. Menunggu di depan loket untuk mendapatkan tiket kereta api atau tiket bioskop, gerbang tol, bank, kasir supermarket, dan situasi-situasi lain yang sering ditemui. Antrian terjadi disebabkan oleh kebutuhan akan layanan melebihi kemampuan (kapasitas) pelayanan atau fasilitas layanan, sehingga pengguna fasilitas tidak bisa segera mendapat layanan disebabkan kesibukan layanan. Penelitian ini membahas tentang sistem antrian di Gerbang Tol Cililitan, yang berada di bawah naungan PT Jasa Marga, Tbk. Volume kendaraan yang melewati Gerbang Tol Cililitan dapat dikategorikan padat setiap harinya. Hal ini membuat sering terlihat antrian yang cukup panjang, terutama pada jam sibuk di saat pagi dan menjelang sore hari. Fenomena ini terjadi dikarenakan sistem jalan tol yang belum maksimal, yaitu sebelum masuk gerbang tol terdapat empat jalur, kemudian setelah memasuki gerbang tol dari empat jalur tersebut meluas menjadi 18 jalur, untuk menuju masing-masing gardu, setelah selesai pembayaran dari 18 jalur kembali menyempit menjadi empat jalur lagi, sehingga terjadi *bottleneck* (sumber kemacetan). Salah satu ukuran performansi dari sebuah sistem antrian adalah faktor utilisasi, dimana suatu sistem antrian yang baik memiliki faktor utilisasi di atas 60%. Faktor utilisasi merupakan persentase waktu kerja efektif dari sebuah sistem selama rentang waktu tertentu. Berdasarkan hasil penelitian ini, diperoleh bahwa faktor utilisasi dari tiap gardu tol pada *shift*-nya masih belum maksimal sehingga salah satu dampaknya adalah kepadatan yang cukup signifikan di gerbang pintu tol. Terdapat beberapa alternatif yang diusulkan dalam penelitian ini untuk memperbaiki kinerja dari gerbang tol tersebut, yaitu peluasan ruas jalan tol setelah pembayaran, pemberlakuan sistem 'petugas tol asongan' pada *shift* 1 dan 2, serta mengurangi jumlah gardu tol pada *shift* 3.

Kata Kunci: sistem antrian, kemacetan, gerbang tol, utilisasi

Abstract

Queues are common occurrences in everyday life. Waiting in front of the booth to get train tickets or theater tickets, toll gate, bank, supermarket cashier, and other situations that we often encounter. Queues occur because the need for services exceeds the ability (capacity) of services or facility services, so that facility users can not immediately get the service due to the busy service. This study examines the queuing system at the Cililitan Toll Gate under the auspices of PT Jasa Marga Tbk. The vehicles volume passing through the Cililitan Toll Gate can be categorized as a large number daily. Especially during rush hours in the morning and in the afternoon, the queues appear very long. This phenomenon occurs because the toll road system has not been maximized resulting in a bottleneck like queues which become the source of congestion. One measure of the queuing system performance is the utilization factor. A good queuing system has a utilization factor of over 60%. Utilization factor is the percentage of the effective working

time of a system during a certain period of time. The study results suggest that the utilization factor of each toll booth in each shift is not yet maximum causing a significant density at the toll gate. There are several alternatives proposed in this study to improve the performance of the toll gate such as broadening toll roads after payment, imposing a system of 'toll attendant hawkers' on the first and second shifts, as well as reducing the number of toll booths on the third shift.

Keywords: *queuing system, congestion, toll booths, utilization*

Tanggal Terima Naskah : 06 Januari 2015
Tanggal Persetujuan Naskah : 16 Februari 2015

1. PENDAHULUAN

Jakarta adalah satu dari sekian banyak kota besar di Indonesia yang perkembangannya sangat pesat. Sebagai kota yang berfungsi sebagai pusat pemerintahan, pusat perkantoran, bisnis, dan perdagangan tidak mengherankan apabila Jakarta penuh sesak seperti saat ini. Sebuah artikel di majalah Time pada tahun 2009 bahkan menobatkan Jakarta sebagai kota terbaik untuk belajar melatih kesabaran karena tingkat kemacetannya yang sangat parah. Indikator semakin parahnya tingkat kemacetan di Jakarta adalah menurunnya kecepatan kendaraan dalam kota, dimana pada tahun 2008 rata-rata kecepatan kendaraan dalam kota masih bisa di atas 20 kilometer per jam, namun menurun menjadi 16 kilometer per jam pada tahun 2012. Berdasarkan hasil studi evaluasi biaya kemacetan lalu lintas DKI Jakarta pada tahun 2010, kemacetan di Jakarta menimbulkan kerugian yang mencapai Rp 45,198 triliun. Biaya kemacetan ini mencakup biaya pemakaian bahan bakar yang lebih tinggi, biaya kerusakan lingkungan yang muncul akibat penggunaan bahan bakar yang meningkat, dan yang terbesar adalah kerugian karena hilangnya nilai waktu, yaitu sebesar lebih dari Rp 14 Triliun.

Kemacetan yang terjadi di Jakarta tidak hanya di jalan protokol, tetapi juga terjadi di dalam Jalan Tol Bebas Hambatan. Dengan adanya kemacetan, maka para pengguna jalan tol tentu merasa dirugikan karena uang yang dikeluarkan tidak sepadan dengan pelayanan yang diberikan oleh pihak jalan tol. Bila tidak dilakukan suatu upaya untuk mengurangi kemacetan di jalan tol, tentunya akan mengakibatkan menurunnya jumlah pengguna jalan tol. Hal ini tentunya akan berakibat buruk bagi pihak perusahaan karena pengembalian modal yang telah dikeluarkan untuk modal pembangunan terhambat [1].

Kejadian garis tunggu timbul disebabkan oleh kebutuhan akan layanan melebihi kemampuan pelayanan atau fasilitas pelayanan, sehingga pelayanan akan tertunda dan pelanggan yang baru datang tidak dapat langsung dilayani. Akan tetapi bila yang terjadi adalah sebaliknya, maka akan terjadi ketidakefisienan dimana waktu menganggur para pelayan menjadi lebih besar dan pengeluaran perusahaan juga menjadi lebih besar, yang mengakibatkan kerugian perusahaan dalam pengeluaran keuangan. Oleh karena itu, diperlukan fasilitas pelayanan yang optimal agar pelayanan tidak tertunda dan tidak menimbulkan pengeluaran biaya yang berlebihan. Hal ini yang menjadi latar belakang perlunya analisis mengenai teori antrian.

Dalam penelitian ini, yang menjadi objek penelitian adalah sistem antrian di Tol Lingkar Dalam Kota Jakarta (Jakarta *Inner Ring Road*), khususnya di Gerbang Tol Cililitan. Seperti diketahui bahwa volume kendaraan yang melewati Tol Dalam Kota dapat dikategorikan dalam jumlah yang besar setiap harinya. Hal ini membuat sering terjadi antrian yang cukup panjang, terutama pada jam sibuk di saat pagi dan menjelang sore hari. Hal ini terjadi dikarenakan sistem pelayanan yang masih belum maksimal, terutama jika dilihat dari jumlah gardu tol dan pelayanan yang diberikan oleh operator.

Dari model antrian ini diperoleh nilai-nilai performa yang dapat digunakan untuk menganalisis masalah antrian tersebut. Walaupun tidak secara langsung dapat menyelesaikan masalah, tetapi setidaknya dapat memberikan gambaran penyelesaian dan menyumbangkan informasi penting yang diperlukan untuk mengambil keputusan atau kebijaksanaan dalam upaya peningkatan jasa pelayanan yang lebih baik [2].

Salah satu ukuran performansi dari sebuah sistem antrian adalah faktor utilisasi, dimana suatu sistem antrian yang baik memiliki faktor utilisasi di atas 60% [3]. Faktor utilisasi merupakan persentase waktu kerja efektif dari sebuah sistem selama rentang waktu tertentu. Selain faktor utilisasi, terdapat beberapa ukuran performansi sistem antrian Tol Lingkar Dalam Jakarta yang akan diobservasi, diantaranya saat mobil menunggu dalam antrian dan juga jumlah mobil dalam antrian. Agar penelitian ini lebih efektif, maka penentuan ukuran performansi akan dibagi menjadi tiga bagian, sesuai dengan jumlah *shift* yang berlaku. Setelah mendapatkan performansi di setiap *shift*, selanjutnya akan diusulkan beberapa perbaikan untuk dapat meningkatkan performansi dari pelayanan di Tol Lingkar Dalam Kota ini.

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui dan mengukur performansi dari gardu Tol Cililitan pada saat ini, serta memberikan usulan perbaikan untuk dapat meningkatkan performansi dari gardu Tol Cililitan (masalah kemacetan).

2. KONSEP DASAR

Sistem adalah sekumpulan unsur dari suatu realistik yang terbatas [4]. Sistem bersifat relatif karena tergantung pada tujuan mempelajari sistem tersebut, sedangkan antrian adalah sebuah aktifitas dimana *customer* menunggu untuk memperoleh layanan [5]. Teori antrian (*Queueing Theory*) merupakan studi matematika dari antrian atau kejadian garis tunggu (*waiting lines*), yakni suatu garis tunggu dari pelanggan yang memerlukan layanan dari sistem yang ada. Sebuah sistem antrian adalah suatu himpunan pelanggan, pelayan, dan suatu aturan yang mengatur kedatangan para pelanggan dan pemrosesan masalahnya [6]. Pelanggan yang tiba dapat bersifat tetap atau tidak tetap untuk memperoleh pelayanan. Inti dari analisis antrian adalah antri itu sendiri. Tumbuhnya antrian terutama tergantung dari sifat kedatangan dan proses pelayanan. Penentu antrian lain yang penting adalah disiplin antrian. Disiplin antrian adalah aturan keputusan yang menjelaskan cara melayani pengantri, misalnya, yang pertama datang yang pertama dilayani, dan lain-lain. Jika tidak ada antrian berarti terdapat pelayan yang menganggur atau kelebihan fasilitas pelayanan [6].

Menurut Kakiay, Thomas J. terdapat empat model struktur dasar yang umum terjadi dalam sebuah sistem antrian, yaitu:

- 1) *Single Channel - Single Phase*
Sistem antrian dengan saluran dan operasi pelayanan tunggal adalah dimana suatu *entity* yang dilayani akan datang, masuk, dan membentuk aliran pada satu baris atau aliran pelayanan dan selanjutnya akan berhadapan dengan satu operasi pelayanan.
- 2) *Single Channel - Multi Phase*
Sistem antrian dengan saluran tunggal dan operasi pelayanan banyak yang dilaksanakan secara berurutan.
- 3) *Multi Channel - Single Phase*
Sistem antrian dengan saluran banyak dan operasi pelayanan tunggal.
- 4) *Multi Channel - Multi Phase*
Sistem antrian dengan saluran dan operasi pelayanan banyak.

2.1 Model Antrian

Model adalah penyederhanaan dari sistem dengan memperhatikan faktor-faktor yang dianggap penting serta mengabaikan faktor yang tidak dianggap penting. Model merupakan gambaran abstrak yang mewakili fenomena nyata yang ada beserta proses yang terjadi dalam fenomena tersebut. Model juga dapat didefinisikan sebagai representatif kualitatif dan kuantitatif dari suatu proses yang memperlihatkan pengaruh faktor-faktornya secara signifikan dari masalah yang dihadapi [4]. Terdapat empat jenis model berdasarkan model simbolik [7], yaitu:

- a. Model Stokastik adalah model yang mencakup distribusi kemungkinan untuk *input* dan memberikan serangkaian nilai dari sekurang-kurangnya satu variabel *output* dengan probabilitas yang berkaitan setiap hari.
- b. Model Deterministik adalah model yang digunakan untuk memecahkan suatu persoalan dalam situasi yang pasti.
- c. Model Statis adalah model yang berhubungan dengan keadaan sistem pada suatu saat tidak mempertimbangkan perubahan waktu. Model ini biasanya hanya melibatkan pembangkitan bilangan *random* untuk menjalankan simulasi.
- d. Model Dinamis adalah model yang berkaitan dengan keadaan sistem dalam waktu yang berkelanjutan, mengandung proses perubahan setiap saat akibat suatu aktivitas.

2.2 Simulasi

Simulasi merupakan proses perancangan model dari suatu sistem nyata dan pelaksanaan eksperimen-eksperimen dengan model ini untuk tujuan memahami tingkah laku sistem atau untuk menyusun strategi (dalam suatu batas yang ditentukan oleh satu atau beberapa kriteria) sehubungan dengan sistem operasi tersebut [8]. Beberapa keuntungan dalam melakukan simulasi [9], antara lain:

1. Tidak semua sistem dapat direpresentasikan dalam model matematis, simulasi merupakan alternatif yang tepat.
2. Dapat bereksperimen tanpa adanya resiko pada sistem nyata. Dengan simulasi dapat memungkinkan untuk dilakukan percobaan terhadap sistem tanpa harus menanggung resiko terhadap sistem yang berjalan.
3. Simulasi dapat mengestimasi kinerja sistem pada kondisi tertentu dan memberikan alternatif desain terbaik sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan.
4. Simulasi memungkinkan untuk melakukan studi jangka panjang dalam waktu relatif singkat.
5. Dapat menggunakan *input* data bervariasi.

Kekurangan dari model simulasi [9], antara lain: 1) Kualitas dan analisis tergantung dari pembuat model, serta 2) Hanya mengestimasi karakteristik sistem berdasarkan masukan tertentu. Umumnya terdapat lima langkah pokok yang diperlukan dalam menggunakan simulasi [10], yaitu: 1) Menentukan persoalan, 2) Memformulasikan model simulasi, 3) Menguji model dan membandingkan tingkah lakunya dengan tingkah laku dari sistem nyata, 4) Merancang percobaan – percobaan simulasi, 5) Menjalankan simulasi dan analisis data.

2.3 Pendekatan Distribusi Tingkat Kedatangan

Distribusi tingkat kedatangan adalah jumlah kendaraan sampai pada gardu gerbang tol pada periode waktu tertentu, dimana kendaraan mulai bergabung dengan kendaraan lain yang antri pada gerbang tol yang dihitung jumlah tingkat kedatangan kendaraan selama waktu survei [3]. Secara matematis volume lalu lintas atau jumlah kedatangan pada periode waktu tertentu adalah:

$$q = \frac{n}{t} \dots\dots\dots (1)$$

dimana:

q = volume lalu lintas atau jumlah kedatangan pada periode waktu tertentu.

n = jumlah kendaraan atau frekuensi.

t = waktu.

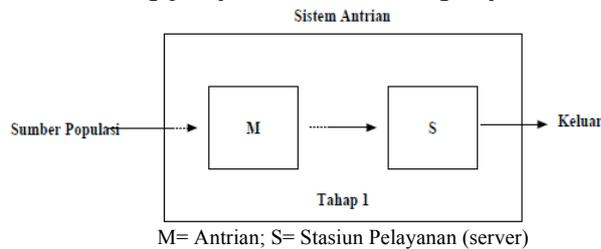
Jika kendaraan-kendaraan yang datang pada fasilitas pelayanan mempengaruhi kemungkinan *random* atau acak, maka pada n kedatangan kendaraan yang memberikan suatu waktu interval t. Untuk jumlah kelas n ditentukan oleh periode waktu yang dirancangan dengan pertimbangan arus lalu lintas pada jam sibuk. Terdapat beberapa pendekatan distribusi tingkat kedatangan secara teoritis yang lazim digunakan, yakni Distribusi Poisson, Distribusi Binomial, Distribusi Frekuensi Tingkat Kedatangan, dan Distribusi Tingkat Pelayanan.

2.4 Struktur Dasar Antrian

Terdapat empat model struktur dasar yang umum terjadi dalam sebuah sistem antrian [5].

2.4.1 Saluran Tunggal-Satu Tahap (*Single Channel -Single Phase*)

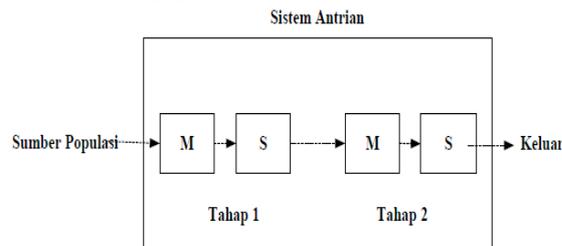
Seperti ditunjukkan pada Gambar 1, sistem ini adalah sistem yang paling sederhana. Saluran tunggal berarti bahwa hanya terdapat satu jalur untuk memasuki sistem pelayanan atau terdapat satu fasilitas pelayanan. Satu tahap menunjukkan bahwa hanya ada satu stasiun pelayanan atau sekumpulan tunggal operasi yang dilaksanakan. Setelah menerima pelayanan, individu-individu keluar dari sistem. Contoh untuk model struktur ini adalah seorang tukang cukur, pembelian tiket kereta api antarkota kecil yang dibayari oleh satu loket, seorang pelayan took, dan sebagainya.



Gambar 1. Struktur antrian saluran tunggal-satu tahap

2.4.2 Saluran Tunggal-Banyak Tahap (*Single Channel-Multi Phase*)

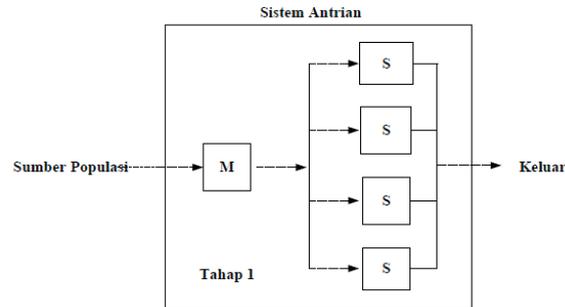
Model ini ditunjukkan pada Gambar 2, istilah banyak tahap menunjukkan ada dua atau lebih pelayanan yang dilaksanakan secara berurutan (dalam tahap-tahap). Sebagai contoh, lini produksi massa, pengujian kendaraan bermotor.



Gambar 2. Struktur antrian saluran tunggal-banyak tahap

2.4.3 Banyak Saluran – Satu Tahap (*Multi Channel – Single Phase*)

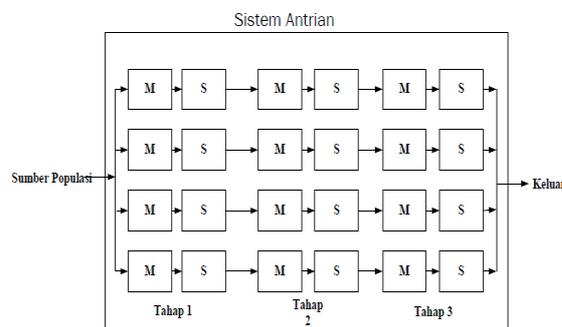
Sistem banyak saluran – satu tahap terjadi (ada) kapan saja dimana dua atau lebih fasilitas pelayanan dialiri oleh antrian tunggal, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Struktur antrian banyak saluran-satu tahap

2.4.4 Banyak Saluran - Banyak Tahap (*Multi Channel – Multi Phase*)

Sistem banyak saluran-banyak tahap ditunjukkan pada Gambar 4, sebagai contoh registrasi para mahasiswa di universitas, pelayanan pasien di rumah sakit dari pendaftaran, diagnosa, penyembuhan, sampai pembayaran. Setiap sistem-sistem ini mempunyai beberapa fasilitas pelayanan setiap tahap, sehingga lebih dari satu individu dapat dilayani pada suatu waktu. Pada umumnya, jaringan antrian ini terlalu kompleks untuk dianalisis dengan teori antrian, sehingga simulasi lebih sering digunakan untuk menganalisis sistem ini.



Gambar 4. Struktur antrian banyak saluran-banyak tahap

Selain saluran empat model struktur antrian tersebut, sering terjadi struktur campuran (*mixed arrangements*) yang merupakan campuran dari dua atau lebih struktur antrian tersebut. Misalnya, toko-toko dengan beberapa pelayan (banyak saluran), namun pembayaran hanya pada seorang kasir (saluran tunggal).

2.5 Proses Dasar Antrian

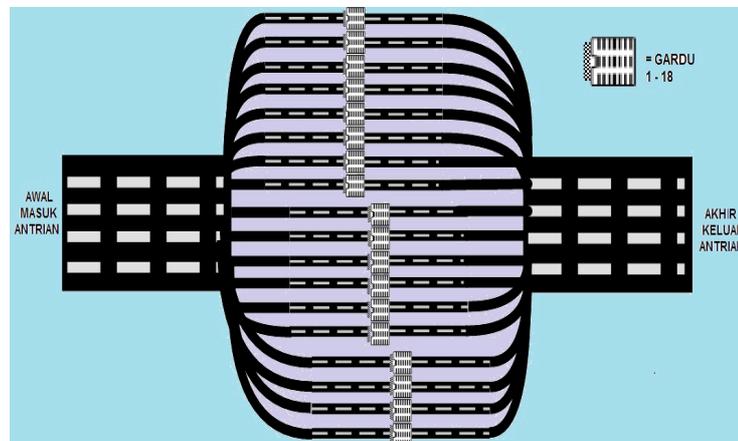
Proses dasar antrian yang diasumsikan oleh kebanyakan model-model antrian adalah satuan-satuan yang memerlukan pelayanan berasal dari sumber, dimana satuan-satuan ini memasuki sistem antrian dan kemudian memasuki antrian. Pada suatu saat dan pada kedudukan tertentu anggota antrian dilayani dengan suatu antrian tertentu pula yang biasanya disebut dengan disiplin pelayanan. Terdapat empat karakteristik atau variabel-variabel dari antrian yang ditentukan untuk mengevaluasi, yaitu:

1. Distribusi *headway* dari kedatangan kendaraan sumber tersebut bisa terbatas dan bisa tak terhingga.

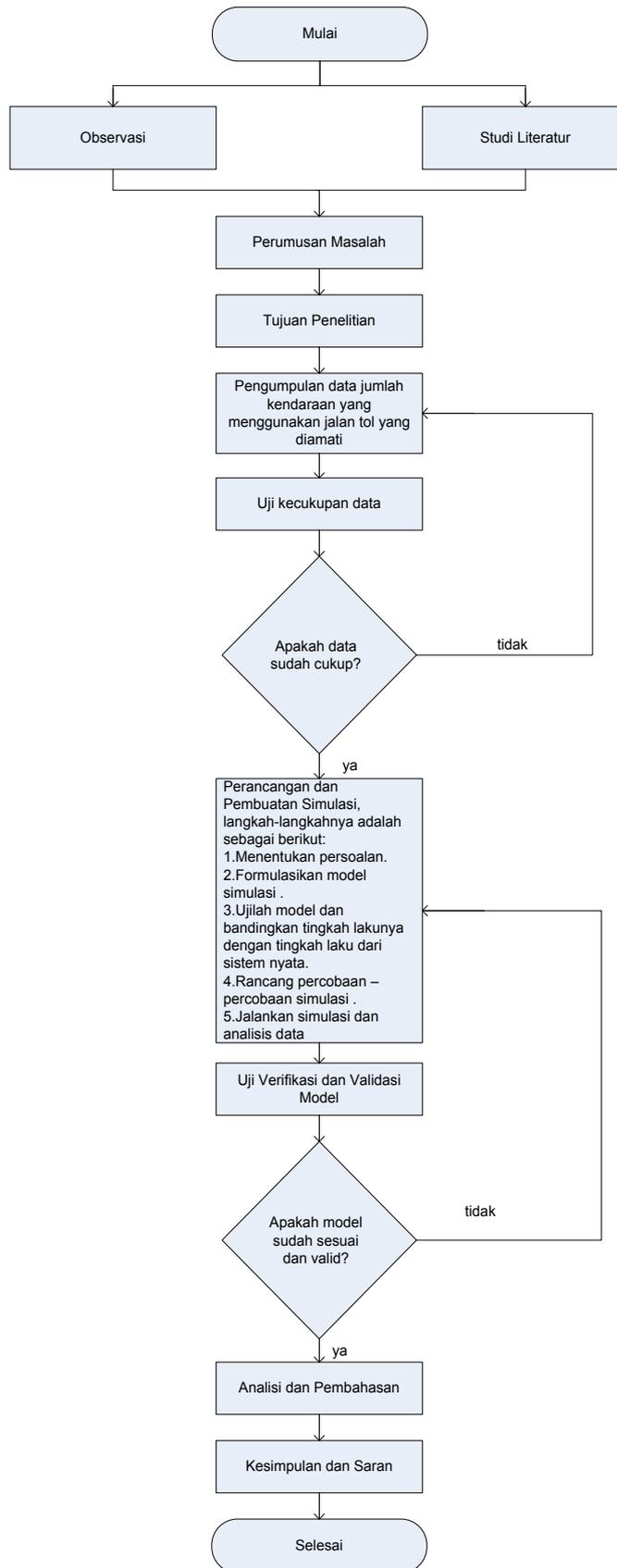
2. Distribusi dari waktu pelayanan, yaitu proses pembentukan suatu bentuk antrian akibat adanya waktu antara satuan-satuan kendaraan. Secara teori waktu kedatangan antara satuan-satuan kendaraan dengan satuan-satuan kendaraan berikutnya dianggap acak dan bebas. Bentuk umum dari proses ini sering digunakan dalam model antrian, yang dikenal proses eksponensial.
3. Pada saluran untuk pelayanan yang mekanisme pelayanannya terdiri atas satu atau beberapa saluran/fasilitas pelayanan waktu yang diperlukan sampai selesainya pelayanan disebut waktu pelayanan. Pada setiap model antrian harus dispesifikasikan distribusi waktu pelayanan untuk masing-masing saluran pelayanan. Terdapat beberapa distribusi waktu pelayanan yang banyak digunakan, yaitu distribusi eksponensial, distribusi *erlang*, dan distribusi *degenerate* (pelayanan konstan). Apabila kedatangan kendaraan ke dalam suatu antrian berdistribusi *poisson*, maka dapat dinyatakan bahwa distribusi dua kedatangan yang berurutan adalah eksponensial.
4. Disiplin antrian bentuk disiplin pelayanan yang biasa dipergunakan dalam persoalan antrian [11], yaitu:
 - a. *First-Come First-Served* (FCFS) atau *First-In First-Out* (FIFO), artinya lebih dulu datang (sampai) lebih dulu dilayani. Misalnya antrian pembelian tiket bioskop.
 - b. *Last-Come, First Served* (LCFS) atau *Last-In, First-Out* (LIFO), yaitu yang datang terakhir yang lebih dahulu dilayani.
 - c. *Service In Random Order* (SIRO), yaitu panggilan didasarkan pada peluang secara *random*, tidak mempersoalkan siapa yang lebih dahulu datang.
 - d. *General service Discipline* (GD), yaitu disiplin pelayanan secara umum yang mencakup ketiga disiplin pelayanan sebelumnya.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Jalan Tol Lingkar Dalam Kota Jakarta (*Jakarta Inner Ring Road*), tepatnya di Gerbang Tol Cililitan. Pada tempat ini akan ditemui 18 gardu pembayaran yang terbagi menjadi tiga bagian, yaitu gerbang tol Cililitan 1, gerbang tol Cililitan 2, dan gerbang tol Cililitan 3. Menjelang ke-18 gardu ini, lajur yang awalnya hanya empat lajur seketika melebar menjadi 18 lajur untuk dipilih oleh setiap pengemudi. Pada masing-masing gardu telah siap 18 pegawai *Jasamarga* untuk menerima pembayaran biaya jasa jalan bebas hambatan dari setiap pengemudi yang melintas. Objek yang diteliti dalam penelitian ini adalah antrian kendaraan yang terjadi sebelum dan sesudah membayar di Gardu Tol Cililitan. Sistem antrian yang terjadi dapat digambarkan pada Gambar 5 sedangkan metode penelitian dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 5. Sistem antrian di Gerbang Tol Cililitan



Gambar 6. Diagram alir penelitian

4. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Tingkat Kedatangan Kendaraan

Untuk dapat menentukan tingkat kedatangan kendaraan yang masuk ke dalam gerbang tol pada setiap *shift*-nya, maka terlebih dahulu dibutuhkan jumlah kedatangan yang masuk setiap hari pada tiap *shift*-nya. Berdasarkan pengamatan dan pengolahan data dari jumlah kedatangan mobil di 18 gardu tol tiap *shift*-nya diperoleh hasil rata-rata kedatangan kendaraan pada tiap *shift*-nya, yang dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Rata-rata jumlah kendaraan

No	Shift	Tingkat Kedatangan	
		(Unit /Shift)	(Unit/jam)
1	shift 1 (06.00-14.00)	88726	11090,75
2	shift 2 (14.00-22.00)	78867,333	9858,42
3	shift 3 (22.00-06.00)	29575,333	3696,92
	Jumlah	197168,67	

4.2 Tingkat Pelayanan Kendaraan

Rata-rata waktu pelayanan para petugas gardu tol adalah 7 detik per pelanggan pada saat jam sibuk (keadaan macet) dan pada jam lenggang (*shift* 3) didapat rata-rata waktu pelayanan petugas tol adalah 4 detik per pelanggan. Rata-rata tingkat pelayanan petugas gardu tol per jam dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Rata-rata tingkat pelayanan petugas tol

No	Shift	Tingkat Pelayanan		
		(Unit/jam/gardu)	Jumlah Gardu yang aktif	(Unit/jam)xgardu yang aktif
1	shift 1 (06.00-14.00)	514,29	18	9257,14
2	shift 2 (14.00-22.00)	514,29	18	9257,14
3	shift 3 (22.00-06.00)	900,00	8	7200

4.3 Tingkat Utilitas

Tingkat utilitas merupakan salah ukuran performansi dari pelayanan antrian mobil yang melewati tiap gardu pada setiap *shift*-nya, dimana utilitas merupakan Jumlah Pelanggan yang datang dalam periode tertentu/Jumlah Pelanggan yang dilayani dalam periode tertentu. Tingkat utilitas ini dipengaruhi oleh tingkat kedatangan dan pelayanan yang ada pada setiap gardunya. Berdasarkan hasil yang diperoleh sebelumnya, tingkat utilitas dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Rata-rata tingkat utilitas petugas tol

No	Shift	Tingkat Utilitas (%)
1	shift 1 (06.00-14.00)	119,81
2	shift 2 (14.00-22.00)	106,50
3	shift 3 (22.00-06.00)	51,35

4.4 Analisis Sistem Antrian

Adapun model sistem antrian di gerbang tol cililitan ini mempunyai karakter sebagai fasilitas pelayanan ganda, distribusi kedatangan *poisson*, distribusi waktu pelayanan *eksponensial*, disiplin pelayanan bersifat umum, serta jumlah antrian dalam sistem terbatas sedangkan besarnya populasi sumber tak terhingga. Pelanggan yang datang terlebih dahulu akan dilayani terlebih dahulu juga atau sering disebut FIFO (*First In-First Out*).

4.5 Analisis Faktor Utilisasi

Utilitas merupakan persentase waktu kerja efektif terhadap waktu keseluruhan. Jika tingkat utilitas besar maka suatu performansi kerja suatu sistem juga baik. Namun pada penelitian ini utilitas bukan faktor utama karena perlu memperhatikan faktor lain yang mendukung agar terjadi keseimbangan.

4.6 Utilisasi Shift 1

Jam kerja *shift* 1 dimulai dari pukul 06.00-14.00 WIB, dengan jumlah gardu yang aktif sebanyak 18 gardu. Utilitas sebesar 119,81%, hal ini dapat diartikan bahwa performansi kerja sistem melebihi rata-rata, akibatnya para pekerja dapat mengalami kelelahan. Hal ini dapat terjadi karena kemacetan yang terjadi sangat panjang sehingga pekerja harus bekerja lebih keras. Kemacetan yang terjadi karena volume kendaraan yang melewati jalan ini sangat besar jumlahnya sehingga mengakibatkan antrian kendaraan yang sangat padat pada jam berangkat kerja seperti *shift* 1 ini. Hal ini menyebabkan laju kendaraan yang akan membayar terhambat/tidak lancar.

4.7 Utilisasi Shift 2

Jam kerja *shift* 2 dimulai dari pukul 14.00-22.00 WIB, dengan jumlah gardu yang aktif sebanyak 18 gardu. Utilitas sebesar 106,50%, hal ini dapat diartikan bahwa performansi kerja sistem melebihi rata-rata, akibatnya para pekerja dapat mengalami kelelahan. Hal ini dapat terjadi karena kemacetan yang terjadi sangat panjang sehingga pekerja harus bekerja lebih keras. Kemacetan yang terjadi karena volume kendaraan yang melewati jalan ini sangat besar jumlahnya sehingga mengakibatkan antrian kendaraan yang sangat padat pada jam berangkat kerja seperti *shift* 2 ini. Hal ini menyebabkan laju kendaraan yang akan membayar terhambat/tidak lancar.

4.8 Utilisasi Shift 3

Jam kerja *shift* 3 dimulai dari pukul 22.00-06.00 WIB, dengan jumlah gardu yang aktif sebanyak delapan gardu. Utilitas sebesar 51,35%, hal ini dapat diartikan bahwa petugas lebih banyak waktu menganggur pada *shift* ini, karena petugas mampu melayani pelanggan rata-rata dengan waktu 4 detik/pelanggan dan dalam waktu satu jam setiap gardu mampu melayani 900 pelanggan, dan jumlah gardu yang aktif ada delapan gardu, sehingga kemampuan seluruh gardu untuk melayani pelanggan per jam adalah 7.200. Pelanggan yang datang hanya 3697 pelanggan. Hal ini terjadi karena volume kendaraan yang melewati jalan ini sudah mulai menurun sehingga laju kendaraan yang akan membayar tidak terhambat.

4.9 Analisis Perbaikan Peningkatan Kinerja Gerbang Tol

Untuk meningkatkan kinerja gerbang tol Cililitan terdapat beberapa alternatif yang dapat dilakukan. Dalam hal ini, yang menjadi masalah adalah kemacetan yang terjadi pada *shift* 1 (jam berangkat kerja) dan *shift* 2 (jam pulang kerja). Berikut adalah analisis alternatif untuk meningkatkan kinerja gerbang (mengurangi kemacetan):

1. Melebarkan jalan setelah gardu pembayaran, karena hal ini yang menyebabkan *bottleneck*. Setelah melewati 18 gardu pembayaran, ruas jalan langsung mengecil menjadi empat ruas lagi, sehingga para pengguna jalan akan saling berebutan untuk masuk ke dalam jalur. Hal inilah yang menyebabkan antrian sangat panjang, karena laju kendaraan akan terhambat untuk masuk ke dalam jalur. Tentunya biaya yang dikeluarkan akan sangat besar untuk melakukan pelebaran jalan ini, namun bila diukur dengan tingkat kepuasan pelanggan yang melewati jalan tol ini maka biaya tersebut bisa dipahami.
2. Menerapkan sistem ‘petugas tol asongan’ pada *shift* 1 dan 2, maksudnya adalah dalam setiap gardu tol akan ditambahkan beberapa personil. Tugas dari personil baru ini adalah menerima pembayaran dari pengguna jalan, namun bukan di gardu tol, melainkan petugas mendatangi mobil-mobil pelanggan yang sedang mengantri untuk membayar.
3. Untuk perbaikan pada *shift* 3 adalah dengan mengurangi jumlah gardu tol, sehingga biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan untuk membayar gaji karyawan dapat ditekan. Karena dengan jumlah gardu tol yang sekarang ditetapkan sebanyak 8 gardu, lebih banyak waktu menganggur dibanding bekerja bagi para petugas tol.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan ukuran performansi dari antrian yang ada, diperoleh tingkat utilitas masih termasuk rendah untuk sebuah sistem antrian, khususnya pada *shift* 1 dan 2. Namun hal ini bukan sepenuhnya terjadi karena rendahnya kinerja petugas melainkan masalah volume kendaraan yang terlalu besar yang melewati jalan tol ini setiap harinya. Untuk itu, perlu dilakukan beberapa langkah perbaikan.

REFERENSI

- [1]. Regiana, Ririn. “Penentuan Loket Yang Optimal Pada Gerbang Selatan Tol Pondok Gede Barat Dengan Menggunakan Teori Antrian Untuk Meminimasi Biaya. *Jurnal Keilmuan Teknik Industri* Vol. 1, No. 3, 2011
- [2]. Susanto, Tri. *Analisis dan Simulasi Sistem Antrian Bus Rapid Transit (BRT) Trans-Jakarta Pada Halte Transit BNN*. Jakarta, 2012.
- [3]. Made, I. “Analisis Sistem Antrian Gerbang Tol Pasteur Bandung Di PT Jasa Marga (PERSERO) TBK”. *Majalah Ilmiah UNIKOM* Vol.12, No. 1, 2007
- [4]. Hasan, M. Iqbal. *Pokok – Pokok Materi: Teori Pengambilan Keputusan*, Jakarta, 2002
- [5]. Kakiay, Thomas J. *Dasar-dasar teori antrian untuk kehidupan nyata*. Yogyakarta, 2004.
- [6]. Mulyono, Sri. *Riset Operasi*. Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia, Jakarta, 2004
- [7]. Arifin, Miftahol. *Simulasi Sistem Industri*, Graha Ilmu, Yogyakarta, 2009.
- [8]. Djati, Bonett S. L. *Simulasi, Teori dan Aplikasinya*. Yogyakarta, 2007
- [9]. Suryani, Erma. *Pemodelan Simulasi Antrian*. Yogyakarta, 2006.
- [10]. Levin, Richard I,dkk. *Quantitative Approache to Management (SeventhEdition)*. McGraw-Hill, Inc, New Jersey, 2002.

- [11]. Siagian, P. *Penelitian Operasional: Teori dan Praktek*, Universitas Indonesia Press: Jakarta, 1987.