

ANTREAN KENDARAAN DI GERBANG TOL CIBUBUR UTAMA

Lis Lesmini
STMT Trisakti
lies.1969@yahoo.com

Dwika Ahadiputra
STMT Trisakti
dwika_adhadiputra@yahoo.co.id

Hendro Kuntohadi
STMT Trisakti
hkuntohadi2011@gmail.com

ABSTRACT

The purpose of this research is to find out and analyze the transport waiting line / vehicle queue at toll gate of Cibubur Utama. The analysis method used was Multiple Server Queue System - single stage. Based on the calculation and analysis obtained service time at the main cibubur toll gate is 9.064 seconds / vehicle. At the average level of business (ρ) reached 70 %. Peak Hours condition reached 170 % means that it is more than Over Utilized. Low Hours condition reached 39 %. The average number of vehicles queuing up (L_q) on average condition is 0.0241 vehicles. Peak Hours condition is 158 vehicles. Low Hours condition is 0.00003 vehicles. Average time vehicle queue (W_q) on average condition is for 0.028 seconds. Peak Hours condition is for 77 seconds. Low Hours condition is 0.00007 seconds. The average number of vehicles in the system (L) on the average condition is 7 vehicles. The condition of Peak Hours is 177 vehicles. Low Hours condition is as many as 4 vehicles. Average vehicle time is in system (W) at average condition for 9.092 seconds, Peak Hours condition for 86 seconds, and Low Hours condition for 9.064 seconds. In Peak Hours condition, the capacity of the main cibubur toll gate is not able to accommodate the number of vehicle arrival rates.

Keywords: vehicle queue; toll gate capacity

PENDAHULUAN

Perkembangan pembangunan jalan di Jakarta, bertambah pula kebutuhan masyarakat akan transportasi dapat dilihat dari naiknya angka penjualan kendaraan motor dan mobil setiap tahunnya. Banyaknya bermunculan motor dan mobil murah (*low city car*) dengan persyaratan kredit yang mudah yang menjadi faktor banyaknya orang memilih untuk membeli mobil.

Saat ini, ruas jalan di Jakarta menampung volume kendaraan yang lebih besar daripada kapasitas jalan, terutama pada jam-jam sibuk. Hal itu mengakibatkan menurunnya kapasitas jalan yang ditandai dengan turunnya kecepatan rata-rata kendaraan serta timbulnya kemacetan. Oleh karena itu,

PT Jasa Marga membuat jalan bebas hambatan atau yang dikenal sebagai jalan tol, dengan mengenakan biaya tol bagi pengguna jalan tersebut. Dalam hal ini, jalan tol harus memberi sarana dan prasarana yang lebih andal dari jalan non tol yang telah tersedia.

Pada ruas jalan ibukota Jakarta, jalan tol yang berada di Jakarta sudah tidak mampu menampung kendaraan yang berada di Jakarta. Baik pada jam sibuk yaitu jam berangkat kantor 05.00 - 09.00 wib dan jam pulang kantor 16.00 - 18.00 wib. Permasalahan penelitian ini adalah, Perkembangan antrian kendaraan gerbang tol cibubur utama, dan tingkat pelayanan di gerbang tol Cibubur Utama, serta utilitas atau tingkat kesibukan pelayanan rata-rata gerbang tol Cibubur Utama

KAJIAN PUSTAKA

Antrian (*waiting line*) adalah sebuah situasi dimana orang-orang atau barang dalam barisan yang sedang menunggu untuk dilayani. Sistem antrian tercipta jika pelanggan datang ke tempat pelayanan, pelanggan menunggu untuk dilayani jika pelayanan tidak segera dilakukan dan pelanggan meninggalkan sistem pelayanan jika sudah terlayani. Menurut Iqbal (2011) antrean terdapat pada kondisi obyek menuju suatu area untuk dilayani, namun kemudian menghadapi keterlambatan disebabkan oleh mekanisme pelayanan mengalami kesibukan.

Antrean timbul karena adanya ketidakseimbangan antara yang dilayani dengan pelayannya. Sistem antrian adalah kedatangan pelanggan untuk mendapatkan pelayanan, menunggu untuk dilayani jika fasilitas pelayanan (*server*) masih sibuk, mendapatkan pelayanan dan kemudian meninggalkan sistem setelah dilayani. Antrean merupakan fenomena yang lazim terjadi di sekitar masyarakat. Antrean timbul disebabkan oleh kebutuhan akan layanan melebihi kemampuan (kapasitas) pelayanan atau fasilitas layanan, sehingga pengguna fasilitas yang tiba tidak dapat segera mendapat layanan disebabkan oleh kesibukan layanan (Mehri & Djemel, 2007).

Struktur Dasar Antrean a) saluran tunggal-satu tahap (*single channel-single phase*) saluran tunggal berarti bahwa hanya ada satu jalur untuk memasuki sistem pelayanan atau ada satu fasilitas pelayanan. Satu tahap menunjukkan bahwa hanya ada satu stasiun pelayanan atau sekumpulan tunggal operasi yang dilaksanakan. Setelah menerima pelayanan, individu keluar dari system, b) saluran Tunggal-Banyak Tahap (*single channel-multi phase*) istilah banyak tahap menunjukkan ada dua atau lebih pelayanan yang dilaksanakan secara berurutan (dalam tahap) sebagai contoh produksi massa, pengujian kendaraan bermotor, c) 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 antrean tunggal, d) banyak saluran-banyak tahap (*multi channel-multiphase*) sistem banyak saluran-banyak tahap ditunjukkan dalam 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. jaringan antrian ini terlalu rumit untuk dianalisis dengan teori antrean mungkin simulasi lebih sering digunakan untuk menganalisis sistem ini. (Tamin, 2003). Beberapa jenis disiplin antrian yang sering digunakan dalam bidang transportasi atau arus lalu lintas adalah FIFO (*first in first out*), FILO (*first in lastoOut*) dan FVFS (*first vacant first served*) (Tamin, 2003). Disiplin antrian FIFO sangat sering digunakan di bidang transportasi dimana orang dan atau kendaraan yang pertama tiba pada suatu tempat pelayanan akan dilayani pertama.

Menurut Tamin (2003) proses terjadinya antrian terdiri dari empat tahap ;1) tahap I: tahap dimana arus lalu lintas (kendaraan) bergerak dengan suatu kecepatan tertentu menuju suatu tempat pelayanan. Besarnya arus lalu lintas yang datang disebut tingkat kedatangan (λ). Jika digunakan disiplin antrian FIFO dan terdapat lebih dari 1 (satu) tempat pelayanan (multilajur), maka diasumsikan bahwa tingkat kedatangan (λ) tersebut akan membagi dirinya secara merata untuk setiap tempat pelayanan sebesar (λ/N) dimana N adalah tempat pelayanan. 2) tahap II: tahap dimana arus lalu lintas (kendaraan) mulai bergabung dengan antrean yang menunggu untuk dilayani. Jadi waktu antrian dapat didefinisikan sebagai waktu sejak kendaraan mulai bergabung dengan antrian sampai dengan waktu kendaraan mulai dilayani oleh suatu tempat pelayanan. 3) Tahap III: tahap

dimana arus lalu lintas (kendaraan) dilayani oleh suatu tempat pelayanan. Jadi waktu pelayanan (WP) dapat didefinisikan sebagai waktu sejak dimulainya kendaraan dilayani sampai dengan waktu kendaraan selesai dilayani. 4) Tahap IV: tahap dimana arus lalu lintas (kendaraan) meninggalkan tempat pelayanan melanjutkan perjalanan.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian menggunakan sistem antrian di gerbang tol cibubur utama menggunakan *multiple server single stage* (pelayanan ganda dan tahapan tunggal). *Multiple Server* berarti ada banyak jalur yang memasuki sistem pelayanan atau satu fasilitas pelayanan. *Single Stage* berarti hanya ada satu pelayanan sistem. Sistem ini adalah sistem yang paling sederhana. Antrian timbul disebabkan oleh kebutuhan akan layanan melebihi kemampuan (kapasitas) pelayanan atau fasilitas layanan, sehingga pengguna fasilitas yang tiba tidak dapat segera mendapat layanan disebabkan oleh kesibukan layanan (Mehri & Djemel, 2007). Dalam penelitian ini, data yang digunakan adalah data sekunder, yaitu data yang didapat dari laporan volume kendaraan dan waktu transaksi pelayanan pada tahun 2016.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Perkembangan antrian kendaraan gerbang tol cibubur utama.

Pada saat jam-jam sibuk dan hari libur kendaraan yang menuju gerbang tol cibubur utama sangat banyak sehingga timbul antrean kendaraan yang cukup panjang walaupun gardu tol sudah semua dioperasikan namun antrian tidak berkurang. Untuk itu dilakukan analisis tingkat kesibukan di Gerbang Tol Cibubur Utama pada tahun 2016. Jumlah kedatangan kendaraan rata-rata dalam setahun adalah 2.208.160 kendaraan. Sedangkan rata-rata kendaraan perjam 3066 kendaraan/jam. Untuk kondisi rata-rata 7.418 kendaraan ialah

saat jam sibuk atau *peak hours* pada tanggal 28 November 2016 pukul 18.00 – 19.00 WIB. Jumlah kendaraan pada jam rendah atau *low hours* pada tanggal 6 Juni 2016 antara pukul 23.00-24.00 WIB sebanyak 1.693 kendaraan, volume kendaraan terbanyak yang menuju gerbang tol Cibubur utama sebanyak 2.386.600 kendaraan pada bulan Desember, disebabkan adanya hari libur natal dan libur tahun baru, volume kendaraan terendah yang menuju gerbang tol cibubur utama sebanyak 2.038.126 kendaraan pada bulan Februari, disebabkan jumlah hari pada bulan Februari hanya 29 hari.

Analisis perkembangan volume kendaraan yang menuju Gerbang Tol Cibubur Utama tahun 2016; 1) Januari 2016, volume kedatangan yang menuju gerbang tol Cibubur Utama sebanyak 2.197.241 kendaraan; 2) Februari 2016, perkembangan volume kendaraan mengalami penurunan yang signifikan sebanyak $2.038.126 - 2.197.241 = -159.115$ kendaraan, penurunan dipengaruhi jumlah hari pada bulan Februari hanya sampai tanggal 29 sehingga aktivitas pengguna kendaraan melalui Ruas Jalan Tol Jagorawi menurun; 3) Maret 2016, perkembangan volume kendaraan mengalami kenaikan sebanyak $2.190.595 - 2.038.126 = 152.469$ kendaraan. Kenaikan ini karena dipengaruhi jumlah hari pada bulan Maret sampai tanggal 31 dan terdapat hari libur nasional pada hari jum'at tanggal 25 Maret sehingga aktivitas pengguna kendaraan melalui ruas jalan tol jagorawi meningkat; 4) April 2016, dimana perkembangan volume kendaraan mengalami penurunan sebanyak $2.172.902 - 2.190.595 = -17.693$ kendaraan. Penurunan ini karena dipengaruhi jumlah hari pada bulan April sampai tanggal 30 sehingga aktivitas pengguna kendaraan melalui ruas Tol Jagorawi menurun; 5) bulan Mei 2016, dimana perkembangan volume kendaraan mengalami kenaikan sebanyak $2.290.646 - 2.172.902 = 117.744$ kendaraan, kenaikan ini karena dipengaruhi terdapat hari Libur Nasional pada tanggal 5

dan 6 Mei yang menyebabkan *long weekend* sehingga aktivitas pengguna kendaraan melalui Ruas Tol Jagorawi meningkat; 6) bulan Juni 2016, dimana perkembangan volume kendaraan mengalami penurunan sebanyak $2.069.082 - 2.290.646 = -221.564$ kendaraan. Penurunan ini karena dipengaruhi pada bulan Juni adalah memasuki bulan Ramadhan (Puasa) sehingga aktivitas pengguna kendaraan melalui Ruas Jalan Tol Jagorawi menurun.

Selanjutnya 7) bulan Juli 2016, perkembangan volume kendaraan mengalami kenaikan sebanyak $2.213.329 - 2.069.082 = 144.247$ kendaraan, kenaikan ini karena pada tanggal 6 dan 7 Juli adalah Hari Raya Idul Fitri dan tanggal 4, 5 dan 8 Juli adalah hari libur cuti bersama sehingga aktivitas pengguna kendaraan melalui ruas jalan tol Jagorawi meningkat untuk berlibur; 8) bulan Agustus 2016, dimana perkembangan volume kendaraan mengalami kenaikan sebanyak $2.264.266 - 2.213.329 = 50.937$ kendaraan, kenaikan dipengaruhi pada masyarakat yang telah aktif kembali setelah libur panjang hari raya Idul Fitri sehingga aktivitas pengguna kendaraan melalui Ruas Jalan Tol Jagorawi meningkat. 9) bulan September 2016, dimana perkembangan volume kendaraan mengalami penurunan sebanyak $2.199.584 - 2.264.266 = -64.682$ kendaraan, penurunan ini karena pada tanggal 12 September adalah libur hari raya Idul Adha sehingga aktivitas pengguna kendaraan melalui ruas jalan Tol Jagorawi menurun; 10) bulan Oktober 2016, dimana perkembangan volume kendaraan mengalami kenaikan sebanyak $2.284.596 - 2.199.584 = 85.012$ kendaraan, kenaikan ini karena dipengaruhi pada bulan Oktober tidak ada hari Libur Nasional sehingga aktivitas pengguna kendaraan melalui Ruas Jalan Tol Jagorawi meningkat; 11) bulan November 2016, volume kendaraan mengalami penurunan sebanyak $2.190.953 - 2.284.596 = -93.643$ kendaraan, penurunan dipengaruhi berkurangnya pengguna kendaraan pribadi

yang melalui ruas tol Jagorawi; dan 12) bulan Desember 2016, volume kendaraan mengalami kenaikan yang signifikan sebanyak $2.386.600 - 2.190.953 = 195.647$ kendaraan, kenaikan ini karena dipengaruhi hari libur nasional pada tanggal 12 dan 26 Desember yang menyebabkan *long weekend* dan bulan Desember sebagai akhir tahun, sehingga aktivitas masyarakat yang menggunakan kendaraan meningkat untuk berlibur.

B. Tingkat Pelayanan Di Gerbang Tol Cibubur Utama

Gerbang Tol Cibubur Utama memiliki 11 Gardu Tol Otomatis (GTO) yang berupa Ambil Tiket Kartu Tanda Masuk Elektronik (KTME) atau disebut Gardu GTO Ambil Kartu dan Gardu GTO E-Toll. Waktu pelayanan rata-rata Gardu GTO E-Toll adalah 7,4308 detik/kendaraan. Hitungan waktu pelayanan rata-rata seluruh gardu adalah 9,064272727 detik/kendaraan. Jumlah kendaraan yang dilayani adalah 0,110323 kendaraan/detik. Tingkat pelayanan rata – rata gardu adalah sebesar 397,1637 perkendaraan/jam.

C. Utilitas atau Tingkat Kesibukan pelayanan Rata-rata Gerbang Tol Cibubur Utama.

Pendekatan yang dapat digunakan untuk mengetahui nilai-nilai dari indikasi tersebut adalah dengan disiplin antrian FIFO. Hasil utilisasi adalah sebesar 70%. Dengan nilai $\rho = 70\%$, maka, *over utilized* yang berarti akan terjadi antrian kendaraan yang cukup panjang, sehingga untuk mendapatkan jumlah kendaraan berada di dalam sistem, jumlah kendaraan dalam mengantri, waktu kendaraan dalam antrian, waktu kendaraan berada didalam sistem tidak mudah di dapat ditentukan. Berdasarkan perhitungan di atas telah diketahui rata – rata jumlah kendaraan yang mengantri tidak terjadi antrian yang signifikan dengan rata – rata waktu kendaraan mengantri tidak lebih dari 1 detik. Diketahui rata – rata jumlah kendaraan berada didalam

sistem sebanyak 7 kendaraan dengan rata – rata kendaraan berada didalam sistem selama 9 detik. Berdasarkan perhitungan dapat diketahui bahwa rata-rata jumlah kendaraan yang mengantre adalah sebanyak 158,770466786219 kendaraan atau 14 kendaraan pada setiap gardu tol, artinya 14 kendaraan yang mengantri sudah tidak memenuhi Standar Pelayanan Minimum (SPM) karena maksimal panjang antrian 10 kendaraan per gardu tol. Berdasarkan data perhitungan tingkat kedatangan kendaraan pada *low hours* adalah 1.693 kendaraan per jamnya. Metode *multiple server single stage* (pelayanan ganda dan tahapan tunggal) pada Gerbang Tol Cibubur Utama tahun 2016 berdasarkan, 1) utilisasi atau tingkat kesibukan pelayanan (ρ) tingkat kesibukan pelayanan pada rata-rata adalah 70%, pada saat jam sibuk (*peak hours*) adalah 170% artinya terjadi antrian kendaraan yang panjang dan sudah melebihi kapasitas dari Gerbang Tol Cibubur Utama. Saat *low hours* dengan tingkat kesibukan pelayanan 39% artinya tidak terjadi antrian kendaraan yang mengantri maupun kendaraan didalam sistem karena tingkat kedatangan kendaraan pada saat *low hours* menurun. 2) probabilitas kendaraan dalam sistem (P_0) hasil probabilitas diketahui saat rata - rata adalah 0,0004 artinya probabilitas terdapat 0 kendaraan dalam sistem. Pada saat jam sibuk diketahui hasil probabilitas adalah 1,91861 atau 1% Artinya probabilitas terdapat 1 kendaraan dalam sistem terjadi dalam kondisi jam sibuk (*peak hours*); 3) jumlah kendaraan rata-rata dalam antrian (L_q); 4) rata-rata jumlah kendaraan yang mengantri pada kondisi jam rata-rata adalah 0,024 kendaraan, artinya tidak terjadi antrean yang panjang. Sedangkan saat *low hours* di dapat hasil rata-rata jumlah kendaraan yang mengantri adalah 0,00003 kendaraan, artinya pada kondisi *low hours* tidak terjadi antrian kendaraan di setiap gardu yang berarti memenuhi Standar Pelayanan Minimum (SPM); 5) waktu rata-rata kendaraan dalam antrian (W_q) rata-rata

waktu yang dihabiskan kendaraan menunggu didalam antrian pada kondisi jam rata-rata adalah selama 0,028 detik. Pada kondisi jam sibuk atau *peak hours* diketahui rata-rata waktu yang dihabiskan kendaraan menunggu didalam antrean selama 77,052 detik yang berarti kendaraan menunggu cukup lama di dalam antrian; dan 6) jumlah kendaraan rata-rata berada di dalam sistem (L) rata-rata jumlah kendaraan yang di dalam sistem pada kondisi jam rata-rata sebanyak 7,746 kendaraan, artinya tidak terjadi antrian di gardu tol. Pada kondisi jam sibuk atau *peak hours* sebanyak 177,447 kendaraan, artinya dengan jumlah 16 kendaraan setiap gardu sehingga akan terjadi antrian kendaraan. Waktu kendaraan rata- rata berada didalam sistem rata-rata waktu kendaraan didalam sistem pada kondisi jam rata-rata adalah 9,092 detik. Pada kondisi jam sibuk atau *peak hours* rata-rata waktu kendaraan didalam sistem adalah 86,116 detik. Sedangkan pada saat *low hours* di dapat hasil rata-rata waktu kendaraan didalam sistem adalah 9,064 detik.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan, maka dapat disimpulkan bahwa tingkat kedatangan kendaraan menuju Gerbang Tol Cibubur Utama tahun 2016 berjumlah 26.497.920 kendaraan dengan rata – rata 2.208.160 kendaraan per bulan dan 3066,888 kendaraan/jam. Jumlah kendaraan tertinggi terjadi pada bulan Desember yaitu sebanyak 2.386.600 kendaraan dan jumlah terendah terjadi pada bulan Februari yaitu sebanyak 2.038.126 kendaraan. Rata – rata waktu kendaraan yang mengantri selama 77,052 detik atau lebih dari 1 menit. Rata-rata jumlah kendaraan berada dalam sistem sebanyak 177,447 unit atau 16 kendaraan pada setiap gardu tol sehingga terjadi antrian yang panjang dengan rata-rata waktu kendaraan berada dalam sistem selama 86,116 detik atau lebih dari 1 menit.

Hasil analisis kapasitas Gerbang Tol Cibubur Utama tahun 2016 pada kondisi *low hours* diketahui tingkat kedatangan sebanyak 1.693 kendaraan/jam dengan tingkat kesibukan pelayanan 39% maka *normally utilized* yang berarti tidak akan terjadi antrian kendaraan. Hasil perhitungan rata – rata jumlah kendaraan yang mengantri sebanyak 0,00003 dengan rata-rata waktu mengantri selama 0,00007 detik. Rata-rata jumlah kendaraan berada dalam sistem sebanyak 4,262 dengan rata-rata waktu berada dalam sistem selama 9,064 detik. Penggunaan kartu E-Toll diharapkan dapat membantu mengurangi waktu transaksi dan melakukan operasi Jemput Kendaraan (JKR) dengan petugas menghampiri pengemudi untuk membagikan Kartu Tol Masuk Elektronik (KTME), diperlukan juga penambahan jumlah gardu tol di Gerbang Tol Cibubur Utama untuk mengantisipasi tingkat kedatangan kendaraan pada kondisi *peak hours*.

DAFTAR PUSTAKA

- Mehri, H., & Djemel, T. (2007). *Study and Simulation of Queuing Theory in the Toll Motorway*. Tunisia: University of Sfax.
- Iqbal, M. (2011). *Analisis Kinerja Sistem Pendekatan Teori dan Praktek*. Depok: Gunadarma.
- Tamin, O.Z. (2003). *Perencanaan dan Pemodelan Transportasi : Contoh soal dan Aplikasi Edisi Kedua*. Bandung: Departemen Teknik Sipil ITB.