

ANALISIS SISTEM ANTRIAN GERBANG TOL PASTEUR BANDUNG DI PT JASA MARGA (PERSERO)TBK

I MADE ARYANTHA ANTHARA
Program Studi Teknik Industri—FTIK
Universitas Komputer Indonesia

Antrian adalah suatu kejadian yang biasa dalam kehidupan sehari-hari. Menunggu di depan loket untuk mendapatkan tiket kereta api atau tiket bioskop, gerbang tol tol, bank, kasir supermarket, dan situasi-situasi lain yang sering kita temui. 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.

Dalam penelitian ini, yang menjadi objek penelitian adalah system antrian di Gerbang Tol Pasteur yang berada di bawah naungan PT Jasa Marga,Tbk. Kita ketahui bahwa volume kendaraan yang melewati Gerbang Tol Pasteur dapat dikategorikan dalam jumlah yang banyak setiap harinya. Hal ini membuat sering terlihat antrian yang cukup panjang terutama di jam sibuk pada saat pagi dan menjelang sore hari. Fenomena ini terjadi dikarenakan sistem pelayanan yang dimiliki masih belum maksimal terutama jika kita lihat dari jumlah gardu tol dan juga pelayanan yang diberikan oleh operator. Di Gerbang Tol Pasteur, terdapat dua jenis gardu yaitu gardu tol Entrance yang khusus melayani mobil dari arah Bandung menuju luar sedangkan gardu tol Exit yang melayani mobil dari arah luar Bandung yang ingin masuk ke Bandung. Pintu gardu tol *entrance* memiliki 11 (sebelas) gardu yaitu *entrance-21*, *entrance-19*, *entrance-17*, *entrance-15*, s/d *entrance-1*, sedangkan untuk gardu tol *Exit* terdapat 9 gardu yaitu *exit-18*, *exit-16*, *exit-14*, *exit-12*, s/d *exit-2* sehingga total gardu yang ada sebanyak 20 (dua puluh) gardu. Dari 20 gardu tersebut, ada 7 gardu yang tidak dipergunakan lagi Sehingga gardu yang aktif saat ini ada sebanyak 13 gardu, 5 (lima) gardu tol *entrance* dan 8(delapan) gardu tol *exit*. Dalam penelitian ini, lebih difokuskan kepada gerbang tol Exit, dimana jumlahnya ada 8 unit yang dapat dioperasikan selama 24 jam. Salah satu ukuran performansi dari sebuah sistem antrian adalah faktor utilisasi, dimana suatu sistem antrian yang baik memiliki faktor utilisasi diatas 60%. Faktor utilisasi merupakan persentase waktu kerja efektif dari sebuah sistem selama rentang waktu tertentu.

Berdasarkan hasil penelitian ini, diperoleh bahwa factor utilisasi dari tiap gardu tol pada shiftnya masih belum maksimal sehingga salah satu dampaknya adalah kepadatan yang cukup signifikan di gerbang pintu tol. Ada dua alternative yang diusulkan dalam penelitian ini untuk memperbaiki kinerja dari gerbang tol tersebut yaitu penambahan gardu tol pada shift I dan II serta mengurangi gardu tol pada shift III. Selain itu, peningkatan kinerja bisa dilakukan dengan cara mempercepat proses pelayanan pada gerbang tol.

Kata kunci : Sistem antrian, utilisasi

PENDAHULUAN

Pelayanan yang dilakukan oleh suatu sistem sangat mempengaruhi orang yang menjadi konsumen dalam sistem tersebut. Pada kondisi saat ini, banyak sekali sistem yang tidak dirancang dengan baik sehingga konsumen merasa kecewa terhadap performansi dari sistem tersebut. Bagi setiap perusahaan yang bergerak di bidang jasa pelayanan, peranan konsumen sangat penting bagi kelangsungan dari usaha yang dilakukan perusahaan tersebut, dimana bagi mereka terdapat slogan **"Konsumen adalah raja"**. Dari slogan tersebut, jelas dinyatakan bahwa kepentingan konsumen berada di atas segalanya.

Antrian adalah suatu kejadian yang biasa dalam kehidupan sehari-hari. Menunggu di depan loket untuk mendapatkan tiket kereta api atau tiket bioskop, gerbang tol tol, bank, kasir supermarket, dan situasi-situasi lain yang sering kita temui. 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.

Dalam penelitian ini, yang menjadi objek penelitian adalah system antrian di Gerbang Tol Pasteur yang berada di bawah naungan PT Jasa Marga,Tbk. Kita ketahui bahwa volume kendaraan yang melewati Gerbang Tol Pasteur dapat dikategorikan dalam jumlah yang banyak setiap harinya. Hal ini membuat sering terlihat antrian yang cukup panjang terutama di jam sibuk pada saat pagi dan menjelang sore hari. Fenomena ini terjadi dikarenakan sistem pelayanan yang dimiliki masih belum maksimal terutama jika kita lihat dari jumlah gardu tol dan juga pelayanan yang diberikan oleh operator. Di Gerbang Tol Pasteur, terdapat dua jenis gardu yaitu gardu tol Entrance yang khusus melayani mobil dari arah Bandung menuju luar sedangkan gardu tol Exit yang melayani mobil dari arah luar Bandung yang ingin masuk ke Bandung. Pintu gardu tol *entrance* memiliki 11 (sebelas) gardu yaitu *entrance-21, entrance-*

*19, entrance-17, entrance-15, s/d entrance-1, sedangkan untuk gardu tol Exit terdapat 9 gardu yaitu exit-18, exit-16, exit-14, exit-12, s/d exit-2 sehingga total gardu yang ada sebanyak 20 (dua puluh) gardu. Dari 20 gardu tersebut, ada 7 gardu yang tidak dipergunakan lagi Sehingga gardu yang aktif saat ini ada sebanyak 13 gardu, 5 (lima) gardu tol *entrance* dan 8(delapan) gardu tol *exit*. Dalam penelitian ini, lebih difokuskan kepada gerbang tol Exit, dimana jumlahnya ada 8 unit yang dapat dioperasikan selama 24 jam.*

Salah satu ukuran performansi dari sebuah sistem antrian adalah faktor utilisasi, dimana suatu sistem antrian yang baik memiliki faktor utilisasi diatas 60%. Faktor utilisasi merupakan persentase waktu kerja efektif dari sebuah sistem selama rentang waktu tertentu. Selain faktor utilisasi, terdapat beberapa ukuran performansi sistem antrian Gerbang Tol Pasteur yang akan diobservasi diantaranya waktu 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 kita mendapatkan performansi di setiap shiftnya, baru kita akan mengusulkan beberapa perbaikan untuk dapat meningkatkan performansi dari pelayanan di Gerbang Tol Pasteur ini.

Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini dilakukan adalah:

1. Mengetahui dan mengukur performansi dari gardu tol Exit di Gerbang Tol Pasteur pada saat ini.
2. Memberikan usulan perbaikan untuk dapat meningkatkan performansi dari gardu tol Exit di Gerbang Tol Pasteur.

STUDI LITERATUR

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. Secara matematis volume lalu lintas atau jumlah kedatangan pada periode waktu tertentu adalah:

$$q = \frac{n}{t}$$

Keterangan:

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 dirancangkan dengan pertimbangan arus lalu lintas pada jam sibuk. Ada beberapa pendekatan distribusi tingkat kedatangan secara teoritis yang lazim digunakan, yakni:

Distribusi Poisson

Model matematis yang telah dirumuskan untuk distribusi ini adalah:

$$P_{(n)} = \frac{(\lambda t)^n e^{-\lambda t}}{n!}$$

Keterangan:

λ = nilai tengah dari kedatangan (kendaraan/menit).

n = 0,1,2,... n.

t = interval waktu kedatangan.

E = bilangan napier.

$P_{(n)}$ = probabilitas n kendaraan.

Distribusi Binomial

Model matematis yang telah dirumuskan untuk distribusi ini adalah:

$$P_{(x)} = \frac{n!}{x!(n-x)!} p^x q^{n-x}$$

Keterangan:

$P_{(x)}$ = probabilitas x kejadian di n kendaraan.

n = jumlah pengamatan.

x = jumlah kejadian dalam pengamatan.

p = probabilitas suatu kejadian pada suatu pengamatan yang diberikan sama dengan kemungkinan kendaraan dalam interval waktu tertentu.

Distribusi Frekuensi Tingkat Pelayanan

Distribusi frekuensi tingkat pelayanan merupakan frekuensi lama pelayanan terhadap kendaraan pada proses pembayaran pada proses pembayaran atau penyerahan tiket. Lama pelayanan ini diketahui dari selisih waktu keberangkatan kendaraan yang satu dengan keberangkatan yang sebelumnya dari gardu pembayaran. Waktu keberangkatan yang dimaksud merupakan waktu akhir dilayani oleh petugas gardu atau waktu awal untuk keluar dari gardu pembayaran. Waktu pelayanan ini terdiri dari waktu tempuh dari titik tunggu ke titik transaksi dan waktu transaksi penyerahan tiket atau pembayaran. Titik tunggu dalam hal ini adalah suatu titik berhenti kendaraan, dimana titik tersebut merupakan titik kendaraan yang melakukan transaksi setelah kendaraan di depannya selesai melakukan transaksi di titik transaksi. Secara eksplisit adalah sebagai berikut:

$$t = t_i - t_{i+1}$$

Keterangan:

t = lama atau waktu pelayanan.

T_i = waktu akhir kendaraan i (1,2,3,...dst) dilayani.

t_{i+1} = waktu akhir kendaraan i +1 (1+1, 2+1, 3+1... dst).

atau

$$t = t_h - t_t$$

t_h = waktu atau lama tempuh dari titik tunggu ke titik transaksi.

t_t = waktu atau lama transaksi pembayaran atau penyerahan tiket.

Lama pelayanan akan berbeda-beda pada tiap-tiap kendaraan, atau lama pelayanan sama dengan selisih kendaraan yang satu dengan yang lain. Untuk itu pada table distribusi tingkat pelayanan adalah jumlah kendaraan yang dilayani dalam interval waktu tertentu.

Struktur Dasar Antrian

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

Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1, sistem ini adalah yang paling sederhana. 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-individu keluar dari system. Contoh untuk model struktur ini adalah seorang tukang cukur, pembelian tiket kereta api antar kota kecil yang dibayari oleh satu loket, seorang pelayan took dan sebagainya.

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

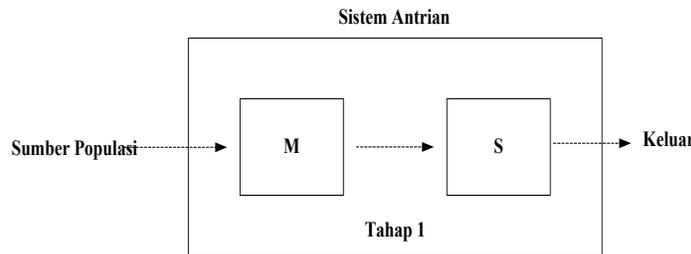
Model ini ditunjukkan oleh Gambar 2, istilah banyak tahap menunjukkan ada dua atau lebih pelayanan yang dilaksanakan secara berurutan (dalam tahap-tahap). Sebagai contoh, lini produksi massa, pengujian kendaraan bermotor.

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 oleh Gambar 3.

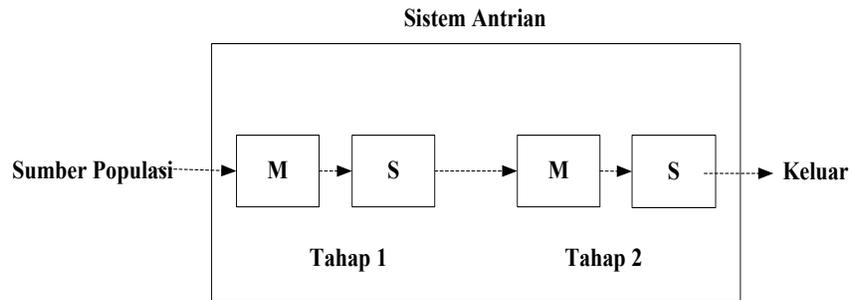
Banyak Saluran- Banyak Tahap (Multichannel-Multiphase)

Sistem banyak saluran-banyak tahap ditunjukkan dalam 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, mungkin simulasi lebih sering digunakan untuk menganalisis sistem ini.

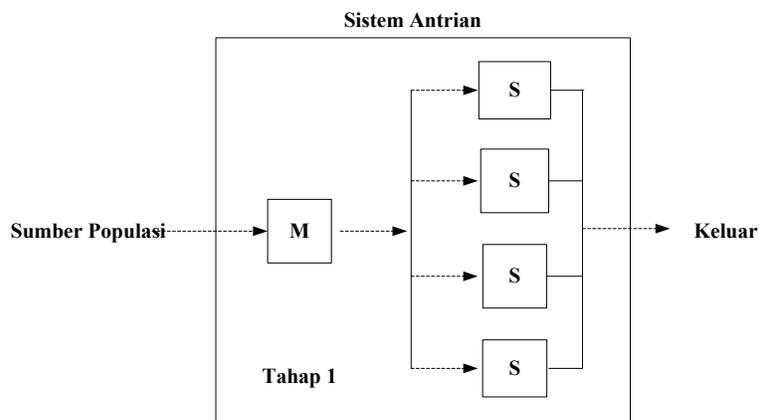


Gambar 1. Struktur Antrian Saluran Tunggal-Satu Tahap

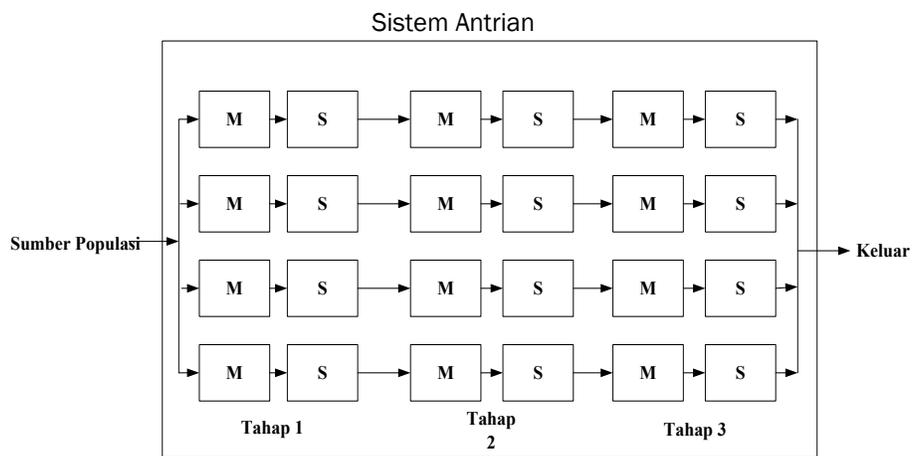
M= Antrian; S= Stasiun Pelayanan (server)



Gambar 2. Struktur Antrian Saluran Tunggal-Banyak Tahapan



Gambar 3. Struktur Antrian Banyak Saluran -Satu Tahap



Gambar 4. Struktur Antrian Banyak Saluran-Banyak Tahapan

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

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 system antrian dan kemudian memasuki antrian. Dan pada suatu saat dan pada kedudukan tertentu anggota antrian dilayani dengan suatu antrian tertentu pula yang biasanya disebut dengan disiplin pelayanan. Terdapat 4 (empat) karakteristik atau variable-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 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 yaitu yang dikenal proses *eksponensial*.
3. Pada saluran untuk pelayanan yang mekanisme pelayanan terdiri dari 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. Ada beberapa distribusi waktu pelayanan yang banyak digunakan yaitu distribusi *eksponensial*, distribusi *erlang* dan distribusi *degenerate* (pelayanan konstan). Apabila kedatangan kendaraan

kedalam 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 yaitu: (“P. Siagian H-395”)
 - *First-Come First-Served (FCFS)* atau *First-In First-Out (FIFO)* artinya, lebih dulu datang (sampai) lebih dulu dilayani. Misalnya antri beli tiket bioskop.
 - *Last-Come, First Served (LCFS)* atau *Last-In, First-Out (LIFO)* yaitu yang datang terakhir yang lebih dahulu dilayani.
 - *Service In Random Order (SIRO)* yaitu panggilan didasarkan pada peluang secara random, tidak mempersoalkan siapa yang dulu datang.
 - *General service Discipline (GD)* yaitu disiplin pelayanan secara umum yang mencakup ketiga disiplin pelayanan sebelumnya.

Model-Model Sistem Antrian Bentuk Umum Antrian

Beberapa model antrian yang diklasifikasikan berdasarkan format berikut adalah (*P Siagian 1986 H 408*):

Format umum (a/b/c);(d/e/f)

- a. bentuk distribusi kedatangan, yaitu jumlah kedatangan persatuan waktu.
- b. bentuk distribusi waktu pelayanan pemberangkatan yaitu selang waktu antar satuan-satuan yang dilayani berangkat.
- c. jumlah saluran parallel dalam sistem.
- d. disiplin pelayanan.
- e. jumlah maksimum yang diperkenankan berada dalam sistem.
- f. besarnya populasi.

Model Antrian (M/M/I); (FIFO/∞/∞)

Model antrian ini menyatakan kedatangan yang didistribusikan secara *eksponensial*, stasiun pelayanan tunggal, disiplin antrian antrian adalah FIFO dan antrian tidak terhingga serta sumber populasinya tidak terhingga pula.

Formulasi matematisnya dalah adalah sebagaiberikut:

Distribusi peluang dari langganan dalam sistem.

Intensitas lalu lintas $\rho = \lambda/\mu$.

Bila ρ merupakan peluang bahwa sistem antrian adalah sibuk, maka $(1 - \rho)$ merupakan peluang bahwa sistem tidak dalam keadaan sibuk pada sembarang waktu, artinya $(1 - \rho)$ merupakan peluang bahwa sistem antrian tidak mempunyai antrian.

Misalkan $P(n)$ merupakan peluang adanya n langganan dalam antrian, maka untuk $n=0$:

$$P_0 = (1 - \rho)$$

$$P_n = \rho^n \cdot (1 - \rho)$$

Jumlah rata-rata konsumen dalam sistem adalah:

$$E(n_t) = \bar{n} = \frac{\lambda}{\mu - \lambda} = \frac{\rho}{1 - \rho} \quad \dots\dots\dots (1)$$

Bila $\rho = 1$ atau jumlah laju kedatangan mendekati jumlah laju pelayanan μ , maka jumlah rata-rata dalam sistem kedatangan menjadi lebih besar bila $\lambda = \mu$ atau $\rho = 1$, maka $E(n_t) = \infty$, jumlah rata-rata dalam sistem antrian menjadi besar tidak terhingga. Secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut ini:

Jumlah rata-rata konsumen dalam antrian adalah:

$$E(n_s) = n = \frac{\lambda}{\mu} = \frac{\lambda}{\mu - \lambda} = \rho \left(\frac{\lambda}{\mu - \lambda} \right) \quad \dots\dots\dots (2)$$

Ini diperoleh karena panjang antrian = jumlah dalam sistem dikurangi satu untuk $n > 0$ oleh karena itu:

$$E(n_w) = 0 \cdot P_0 - \sum_{n=1}^{\infty} (n-1) P_n$$

$$E(n_w) = \sum_{n=1}^{\infty} n \cdot P_n - \sum_{n=1}^{\infty} P_n$$

$$= E(n_w) - (1 - P_0) = \frac{\lambda}{\mu - \lambda} - \frac{\lambda}{\mu}$$

Sehingga jumlah kendaraan dalam antrian adalah:

$$E(n_w) = \frac{\rho}{1 - \rho}$$

Atau

$$E(n_t) = \frac{\lambda^2}{\mu(\mu - \lambda)} = \frac{\rho^2}{1 - \rho} \quad \dots\dots\dots (3)$$

Jumlah rata-rata yang menerima layanan adalah:

$$E(n_t) = E(n_t) - E(n_w)$$

Waktu rata-rata dalam sistem adalah:

$$E(n_t) = \frac{\lambda}{\mu - \lambda} - \frac{\lambda^2}{\mu(\mu - \lambda)} = \frac{\lambda}{\mu} = \rho \quad \dots\dots\dots (4)$$

Apabila $E(T_t)$ merupakan waktu rata-rata yang dihabiskan dalam sistem, maka:

$$E(T_t) = \frac{E(n_t)}{\lambda}$$

Karena:

$$E(n_w) = \frac{\lambda}{\mu - \lambda} \quad \text{maka,}$$

Waktu rata-rata dalam antrian adalah:

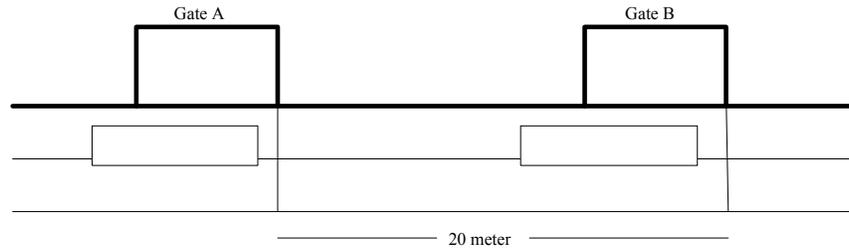
$$E(T_s) = \frac{\lambda / \mu - \lambda}{\lambda} = \frac{1}{\mu - \lambda} \quad \dots\dots\dots (5)$$

Apabila $E(T_w)$ merupakan panjang rata-rata waktu yang dihabiskan oleh seorang langganan dalam antrian, maka:

Waktu pelayanan rata-rata adalah:

$$E(T_w) = E(T_s) \cdot \frac{1}{\mu} = \frac{\lambda}{\mu(\mu - \lambda)} \quad \dots\dots\dots (6)$$

Apabila $E(T_1)$ merupakan panjang rata-rata dari waktu yang diperlukan langganan untuk menerima pelayanan yang benar-benar, maka:



Gambar 5. Gerbang Tol Sistem Tandem

$$E(T_1) = \frac{E(n_i)}{\lambda} = \frac{\lambda/\mu}{\lambda} = \frac{1}{\mu} \dots\dots(7)$$

Model Antrian Sistem Tandem

Bentuk dasar dari sistem *tandem* adalah dua kendaraan bergerak pada dua gerbang tol yang beruntun secara seri depan belakang dan setiap pengumpulan tol akan melakukan transaksi tol masing-masing satu kendaraan pada waktu masuk kendaraan yang sama

Yang perlu diperhitungkan pada sistem ini, jika transaksi pada gerbang tol B lebih lama daripada di gerbang tol A, maka penambahan waktu menunggu dalam antrian untuk gerbang A bertambah lebih lama, apabila ada sebuah *trailer* yang melakukan transaksi pada gerbang B akan menghalang kendaraan lain yang akan melakukan transaksi pada gerbang A. Untuk mengatasi hal ini maka sebaiknya diberi suatu daerah penghalang dengan jarak sekitar 20 meter dari gerbang yang satu ke gerbang yang lain.

Dengan adanya daerah penghalang dengan jarak 20 meter, jika ada kelambatan waktu pelayanan pada gerbang B, maka sementara itu di gerbang A dapat dilayani dan kendaraan, kemudian tiga kendaraan tadi bias keluar dari gerbang secara bersamaan. Juga memecahkan masalah jika ada *trailer* yang melakukan digerbang B, karena jarak 20 meter tetap akan memberikan ruang untuk kendaraan lain antri dibelakangnya untuk

melakukan transaksi. Prosedur pada sistem *tandem* hampir sama dengan waktu pelayanan sistem *single*, hanya bedanya dapat dilayani dua sampai tiga kendaraan sekaligus, baru kemudian meneruskan perjalanan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tingkat kedatangan kendaraan

Untuk dapat menentukan tingkat kedatangan kendaraan yang masuk ke dalam gerbang tol pada setiap shiftnya, maka terlebih dibutuhkan jumlah kedatangan yang masuk setiap hari pada tiap shiftnya. Berdasarkan pengamatan dan pengolahan data dari jumlah kedatangan mobil di 10 gardu tol tiap shiftnya diperoleh hasil rata-rata kedatangan kendaraan pada tiap shiftnya dapat dilihat pada tabel 1 berikut ini.

Tabel 1 Tingkat kedatangan kendaraan tiap shift

No	Shift	Tingkat kedatangan (unit/jam)
1	I	1739
2	II	1551
3	III	337

Tingkat pelayanan kendaraan

Tingkat pelayanan kendaraan menyatakan berapa banyak unit mobil yang dapat dilayani oleh setiap gardu yang ada pada tiap

shiftnya. Berdasarkan pengamatan di lapangan dan setelah dilakukan pengolahan data, diperoleh tingkat pelayanan kendaraan untuk tiap shiftnya seperti yang dapat dilihat pada tabel 2 berikut ini.

Tabel 2 Tingkat pelayanan kendaraan tiap shift

No	Shift	Tingkat kedatangan (unit/jam)
1	I	569
2	II	569
3	III	569

Tingkat utilitas

Tingkat utilitas merupakan salah satu ukuran performansi dari pelayanan antrian mobil yang melewati tiap gardu pada setiap shiftnya. 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 berikut ini.

Tabel 3 Tingkat utilitas tiap shift

No	Shift	Tingkat utilitas (%)
1	I	38.20
2	II	34.07
3	III	7.41

Analisis sistem antrian Tol Pasteur

Berdasarkan pengamatan yang dilakukan, diperoleh informasi bahwa terdapat dua tipe gerbang tol yang ada di pintu Tol Pasteur yaitu gerbang tol *entrance* dan gerbang tol *exit*. Pintu gerbang tol *entrance* memiliki 11 (sebelas) gardu yaitu *entrance-21*, *entrance-19*, *entrance-17*, *entrance-15*, s/d *entrance-1* sedangkan untuk pintu tol *exit* terdapat 9 gardu yaitu *exit-18*, *exit-16*, *exit-14*, *exit-12*, s/d *exit-2* sehingga total gardu yang ada sebanyak 20 (dua puluh) gardu. namun ada 7 gardu yang tidak diper-

gunakan lagi sehingga gardu yang aktif saat ini ada sebanyak 13 gardu, 5 (lima) gardu *entrance* dan 8 gardu *exit*.

Adapun model sistem antrian yang digunakan adalah $M/M/c/GD/\infty/\infty$. Model antrian 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. Dimana pelanggan yang datang terlebih dahulu maka akan dilayani terlebih dahulu juga atau sering disebut FIFO (*First In-First Out*).

Analisis faktor utilisasi

Utilitas merupakan persentasi 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 tidak terjadi ketidakseimbangan. Untuk itu lebih jelas berikut adalah analisis dari setiap *shift*:

Utilisasi Shift I

Jam kerja *shift I* dimulai dari pukul 06.00-14.00 WIB, dengan jumlah gardu yang aktif sebanyak 8 gardu. Utilitas sebesar 38.20% hal ini dapat diartikan bahwa performansi kerja sistem masih kurang baik. Namun jika untuk meningkatkan utilitas maka jumlah gardu bisa dikurangi namun ada kendala yang dihadapi yaitu antrian yang cukup panjang.

Utilisasi Shift II

Jam kerja *shift II* dimulai dari pukul 14.00-22.00 WIB, dengan jumlah gardu yang aktif sebanyak 8 gardu dan utilitas yang diperoleh sebesar 34.72% hal ini dapat diartikan bahwa performansi kerja sistem masih kurang baik. Namun jika untuk meningkatkan utilitas maka jumlah gardu bisa dikurangi namun ada kendala yang

dihadapi yaitu antrian yang cukup panjang.

Utilisasi Shift III

Jam kerja *shift* I dimulai dari pukul 22.00-06.00 WIB, dengan jumlah gardu yang aktif sebanyak 8 gardu dan utilitas yang diperoleh sebesar 7.403% hal ini dapat diartikan bahwa performansi kerja sistem masih kurang baik. Namun jika untuk meningkatkan utilitas maka jumlah gardu bisa dikurangi namun ada kendala yang dihadapi yaitu antrian yang cukup panjang.

Analisis Untuk Perbaikan Peningkatan Kinerja Gerbang Tol

Untuk meningkatkan kinerja gerbang tol Pasteurada dua alternatif yang dilakukan yaitu jumlah gardu tol dan alternatif kedua adalah waktu pelayanan. Berikut adalah analisis alternatif untuk meningkatkan kinerja gerbang tol Pasteur.

Alternatif 1 Jumlah Gardu Tol Pasteur

Untuk alternative 1 ini, proses perbaikan kinerja dilihat dari penambahan gardu tol yang ada di pintu Tol Pasteur. Jumlah gardu tol yang diusulkan untuk ditambahkan adalah berjumlah 2 unit sehingga total terdapat 10 unit gardu tol (pada shift I dan II) yang dioperasikan pada pintu Tol Pasteur ini. Sedangkan untuk shift III, jumlah gardu tol nya dikurangi menjadi 2 unit. Hasil perbaikannya dapat dilihat pada tabel 4 berikut ini.

Tabel 4. Alternatif 1 usulan perbaikan

No	Shift	Jumlah gardu	Tingkat utilitas (%)
1	I	10	30.56
2	II	10	27.25
3	III	2	29.61

Dari Tabel 4 diatas, kita dapat melihat bahwa dengan menggunakan gardu seban-

yak 10 gardu pada saat jam kerja yang terdapat pada *shift* I, *shift* II maka tingkat utilitasnya menurun, sedangkan pada *shift* III gardu dari 8 (delapan) gardu dikurangi menjadi 2 gardu. Pada saat *shift* I utilitas diperoleh sebesar 30.56%, *shift* II utilitas diperoleh sebesar 27.25% sedangkan saat *shift* III utilitas yang diperoleh sebesar 29.61% dengan mengurangi menjadi 2 gardu.

Alternatif 2 Waktu Pelayanan Kendaraan

Untuk alternative 2 ini membutuhkan peranan operator yang cukup signifikan. Untuk dapat meningkatkan pelayanan kepada konsumen, maka waktu pelayanan operator harus dapat ditingkatkan. Ada beberapa cara yang dapat dilakukan untuk mempercepat waktu pelayanan operator yang ada di gardu tol, diantaranya :

- Memberikan pelatihan terhadap operator hal ini dilakukan agar kecepatan waktu melayani lebih terlatih dan lebih professional.
- Memberikan jalur khusus untuk uang pas sehingga tidak memakan waktu yang lebih lama.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang didapatkan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Gerbang Tol Pasteur merupakan salah satu gerbang tol yang dapat dikategorikan padat yang ada di kota Bandung, karena merupakan pintu akses para wisatawan yang akan masuk ke kota Bandung.
2. Berdasarkan ukuran performansi dari antrian yang ada, diperoleh tingkat utilitas masih termasuk rendah untuk sebuah system antrian.
3. Kondisi kepadatan di gerbang Tol Pasteur juga disebabkan oleh tata letak gerbang tol yang kurang strategis, dimana jarak antara gerbang tol dengan lampu lalu lintas yang ada di perempatan Pasteur masih termasuk kategori dekat se-

hingga lalu lintas terlihat padat di pintu tol tersebut.

4. Salah satu alternative perbaikan yang bisa dilakukan untuk dapat memperbaiki kinerja pintu Tol Pasteur adalah dengan menambah jumlah gardu.

Saran

Ada beberapa saran yang dapat diusulkan untuk dapat meningkatkan kinerja gerbang Tol Pasteur ini diantaranya :

1. Memberikan pelatihan terhadap operator hal ini dilakukan agar kecepatan waktu melayani lebih terlatih dan lebih professional.
2. Memberikan jalur khusus untuk uang pas sehingga tidak memakan waktu yang lebih lama. Persyaratan harus terealisasi jika ada yang melanggar yaitu dengantidak memberikan uang pas maka resiko dari penggunaanya adalah uang sisa uangnya tidak dikembalikan, hal ini bertujuan juga untuk mendisiplinkan para pengguna jalan tol.
3. Pihak PT. Jasa Marga (Persero). Tbk membuat suatu spanduk saat adanya event besar. Sehingga para pengguna jalan tol dapat mengetahui informasi gerbang tol sehingga tidak terjadi penumpukan pada satu jalur tol seperti halnya di gerbang tol Pasteur.

DAFTAR PUSTAKA

- Dajan, Anto. 1996. *Pengantar Metode Statistik Jilid I dan II*. :P3ES.
- J. Supranto.2001. *Statistik Teori dan Aplikasi Jilid 5*.Jakarta :Penerbit Erlangga.
- Marlok, Edward K.1985. *Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Siagian, P. 1987. *Penelitian Operasional: Teori dan Praktek*. UniversitasIndonesia Press: Jakarta.
- Siegel, Sidney.1997. *Statistika Non Parametrik untuk Ilmu -Ilmu Sosial*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Taha, Hamdy A.1996. *Riset Operasi Edisi Kelima*. Jakarta: Penerbit Binarupa Aksara.

