

OPTIMALISASI KAPASITAS GERBANG TOL SEMANGGI I DAN SEMANGGI II TERHADAP PANJANG ANTRIAN KENDARAAN

ACHMAD NADJAM¹, NURRIFAI², ACHMAD ADYATMOKO³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta (PNJ)

Kampus Baru UIDepok

ABSTRACT

Research on optimization of the capacity of toll gate semanggi 1 and 2 to long queues of vehicles is done by the queue theory approach and the capacity of the toll gate. Calculation of additional substation on the optimal number of toll gate semanggi 1 and 2 uses multiserver queuing theory. To address the causes of the most dominant variable in the long queue of vehicles is done by statistical tests. Increasing the number of substations which is done must be adjusted by the number of long queues of vehicles that are allowed by the minister for state owned company is 5 vehicles. The research methodology used is to conduct a survey of service time, the volume of vehicular traffic, the caused of the long queues of vehicles and open-close timing of toll gate semanggi 1. Based on the analysis obtained by calculating the optimal number of substations, based on normal conditions, changes in payment mechanisms and arrangements open and close toll gates semanggi 1 variable causes the most dominant long queue which is dated within one month of the service time of the transaction, a large nominal payment to the substation as well as the date of service time in 1 month and non-normal behavior of users jointly affect the service time of transactions. The result is the calculation of the optimal number of substations based on the change in payment mechanism at toll gate semanggi 1 with 3 main substations, while the toll gate semanggi 2 with 4 main substations. The optimum number of substations based on normal conditions at toll gate semanggi 1 are 4 main substations, while the toll gate semanggi 2 are 2 main substations and 2 tandem substations, while the number of substations based on the optimal open-close system at toll gate semanggi 1, at toll gate clover 1 is 4 main substations, while at toll gate semanggi 2 by 4 main substations. The timing for the opening and closing of toll gate semanggi 1 is 11 minutes for closing time, and 49 minutes for every hour of time in the open condition.

Key words: optimization, toll gate capacity, queuing vehicles

ABSTRAK

Penelitian tentang optimalisasi kapasitas gerbang tol semanggi 1 dan 2 terhadap panjang antrian kendaraan ini dilakukan dengan pendekatan teori antrian dan kapasitas gerbang tol. Perhitungan penambahan jumlah gardu yang optimal pada gerbang tol semanggi 1 dan 2 menggunakan teori antrian multiserver. Untuk mengatasi variabel penyebab yang paling dominan dalam panjang antrian kendaraan dilakukan dengan uji statistik. Penambahan jumlah gardu yang dilakukan harus disesuaikan dengan jumlah panjang antrian kendaraan yang diijinkan oleh meneg bumn yaitu 5 kendaraan. Metodologi penelitian yang digunakan adalah dengan melakukan survey waktu pelayanan, volume lalu lintas kendaraan, penyebab panjang antrian kendaraan serta waktu buka tutup gerbang tol semanggi 1. Berdasarkan hasil analisa diperoleh perhitungan jumlah gardu yang optimal berdasarkan kondisi normal, perubahan mekanisme pembayaran dan pengaturan buka tutup gerbang tol semanggi 1. Variabel penyebab panjang antrian yang paling dominan yaitu tanggal dalam 1 bulan terhadap waktu pelayanan transaksi, besar nominal pembayaran terhadap waktu pelayanan gardu serta tanggal dalam 1 bulan dan perilaku non normal pengguna secara bersama-sama berpengaruh terhadap waktu pelayanan transaksi. Hasil penelitian didapat perhitungan jumlah gardu yang optimal berdasarkan perubahan mekanisme pembayaran pada gerbang tol semanggi 1 yaitu 3 gardu utama, sedangkan pada gerbang tol semanggi 2 sebanyak 4 gardu utama. Untuk jumlah gardu optimal berdasarkan kondisi normal pada gerbang tol semanggi 1 yaitu 4 gardu utama, sedangkan pada gerbang tol semanggi 2 sebanyak 2 gardu utama dan 2 gardu tandem, sedangkan jumlah gardu yang optimal berdasarkan pengaturan buka tutup gerbang tol semanggi 1, pada gerbang tol semanggi 1 yaitu 4 gardu utam, sedangkan pada gerbang tol semanggi 2 sebanyak 4 gardu utama. Pengaturan waktu buka tutup untuk gerbang tol semanggi 1 yaitu 11 menit untuk waktu tutup, dan 49 menit untuk waktu buka dalam setiap jam

PENDAHULUAN

Gerbang Tol Semanggi 1 dan Semanggi 2 terletak di jantung Kota Jakarta, yang mempertemukan antara Jalan Gatot Subroto-Sudirman-MH Thamrin. Untuk melayani volume lalu lintas kendaraan yang masuk, 2 (dua) Gerbang tersebut masing-masing mengoperasikan 2 gardu utama dan 1 gardu tandem. Khusus untuk Gerbang Tol Semanggi 1 merupakan gerbang yang sering dilintasi rombongan VVIP, Tamu Negara, rombongan Kepresidenan, Pejabat-pejabat tinggi Negara dan lain-lain.

Banyaknya kendaraan yang ingin masuk ke Jalan Tol Ruas Dalam Kota Jakarta melalui Gerbang Tol Semanggi 1 mengakibatkan panjangnya antrian kendaraan yang akan masuk gerbang tersebut. Dalam beberapa kasus, untuk melakukan pengalihan kendaraan tersebut petugas polisi lalu lintas melakukan pengalihan lalu lintas kendaraan ke Gerbang Tol Semanggi 2 dengan cara menutup Gerbang Tol Semanggi 1.

Tingginya tingkat kedatangan kendaraan yang akan masuk Jalan Tol Ruas Dalam Kota Jakarta melalui Gerbang Tol Semanggi 1 dan Semanggi 2 menyebabkan panjangnya antrian kendaraan pada Gerbang Tol tersebut. Hal ini mengakibatkan berkurangnya lajur Jalan Arteri pada Ruas Jalan Gatot Subroto.

Mengingat keberadaan Jalan Tol harus memberikan pelayanan yang optimal berupa kelancaran arus kendaraan tanpa adanya hambatan seperti panjang antrian kendaraan, maka permasalahan yang mengakibatkan panjangnya antrian kendaraan yang akan masuk ke Gerbang Tol perlu diteliti lebih lanjut. Faktor yang sering menimbulkan antrian kendaraan yang panjang di Gerbang Tol yaitu masalah kondisi dan kapasitas Gerbang Tol itu sendiri.

Apabila Gardu Tol yang dioperasikan tidak seimbang dengan jumlah arus kendaraan yang masuk, maka kelancaran lalu lintas dapat terganggu akibat panjangnya antrian kendaraan di Gerbang Tol Semanggi 1 dan Semanggi 2. Tujuan dari penelitian ini adalah :

Mengetahui jumlah gardu yang optimal untuk memenuhi panjang antrian kendaraan pada gerbang Tol Semanggi 1 dan Semanggi 2 pada saat jam sibuk sehingga tidak menyebabkan antrian kendaraan yang panjang.

Mengetahui sistem pelayanan pada Gerbang Tol Semanggi 1 dan Semanggi 2 yang dapat bekerja secara optimal dan efektif.

Mengetahui cara mengurangi panjang antrian kendaraan Gerbang Tol Semanggi 1 dan Semanggi 2 PT. Jasamarga (Persero) Tbk Cabang Cawang-Tomang-Cengkareng

Tingkat Pelayanan

Tingkat pelayanan yang dinyatakan dengan notasi μ adalah jumlah kendaraan atau manusia yang dapat dilayani oleh satu tempat pelayanan dalam satu satuan waktu tertentu, biasa dinyatakan dalam satuan kendaraan/jam atau orang/menit.

Selain tingkat pelayanan, juga dikenal waktu pelayanan (WP) yang dapat didefinisikan sebagai waktu yang dibutuhkan oleh satu tempat pelayanan untuk dapat melayani satu kendaraan atau satu orang, biasa dinyatakan dalam satuan menit/kendaraan atau menit/orang, sehingga bisa disimpulkan bahwa:

$$WP = 1/\lambda \dots\dots\dots (1)$$

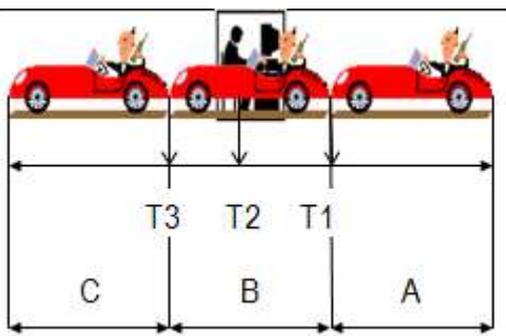
Selain itu dikenal juga notasi ρ yang didefinisikan sebagai nisbah antara tingkat kedatangan (λ) dengan tingkat pelayanan (μ) dengan persyaratan

bahwa nilai tersebut selalu harus lebih kecil dari 1,

$$\rho = \lambda / \mu < 1 \dots \dots \dots (2)$$

jika nilai $\rho > 1$, hal ini berarti bahwa tingkat kedatangan lebih besar dari tingkat pelayanan. Jika hal ini terjadi, maka dapat dipastikan akan terjadi antrian yang akan selalu bertambah panjang [1]

Aktivitas pelayanan yang dijanjikan oleh perusahaan kepada pengguna jalan (konsumen) yaitu waktu transaksi gardu dan waktu operasi gardu. Waktu transaksi gardu dilihat dari kecepatan waktu transaksi gardunya sedangkan waktu operasi gardu dapat diketahui dari pemenuhan jumlah transaksi waktu operasi gardu.[2]



Gambar 1 Proses waktu pelayanan gardu.

Penjelasan gambar 1 Proses waktu pelayanan gardu yaitu :

Waktu Pelayanan Gardu, dihitung saat kendaraan pada posisi A mulai bergerak menuju posisi B untuk melakukan transaksi, kemudian bergerak menuju posisi C (sehingga kendaraan yang dibelakangnya dapat melakukan transaksi selanjutnya).

Waktu Transaksi, dihitung saat pemakai jalan mulai berinteraksi dengan pengumpul tol untuk melakukan transaksi, sampai dengan pemakai jalan menerima tanda terima.

Waktu Pelayanan Gerbang, dihitung saat kendaraan masuk ke dalam antrian kemudian bergerak menuju posisi A

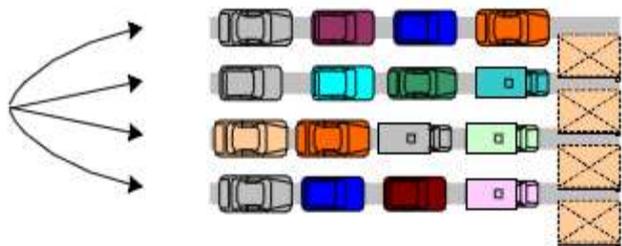
lalu B untuk melaksanakan transaksi kemudian bergerak menuju posisi C.

Waktu pelayanan gardu yaitu jumlah total waktu dari T1 ditambah T2 ditambah T3 detik sedangkan waktu transaksi gardu yaitu hanya T2 detik. [2]

Disiplin Antrian

Disiplin antrian mempunyai pengertian tentang bagaimana tata cara kendaraan atau manusia mengantri. Beberapa jenis disiplin antrian yang sering digunakan dalam bidang transportasi atau arus lalulintas adalah FIFO (First In First Out), FILO (First In Last Out) 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. Sebagai contoh disiplin antrian FIFO adalah antrian kendaraan yang terbentuk di pintu Gerbang Tol [4]



Gambar 2 Antrian kendaraan di Pintu Gerbang Tol dengan disiplin antrian FIFO.

Karakteristik Sistem Antrian

Karakteristik antrian adalah bahwa terdapat kedatangan, pelayanan, antrian. Untuk dapat menjelaskan proses antrian dengan baik, diperlukan penjelasan mengenai 4 (empat) komponen utama dalam teori antrian yang harus benar-benar diketahui dan dipahami, yaitu :

1. Kedatangan populasi, yang meliputi tingkat kedatangan rata-rata dan probabilitas distribusi pelayanan.
2. Tingkat pelayanan, yang meliputi tingkat layanan rata-rata dan probabilitas distribusi waktu pelayanan.
3. Jumlah dan susunan Gerbang pelayanan.
4. Disiplin antrian, yaitu menentukan antrian dimana satuan lalu lintas yang tiba akan dilayani.

METODE PENDEKATAN

Metodologi penelitian yang digunakan dalam penelitian ini, mengikuti bagan alir/ flow chart gambar 3.

Dalam penelitian ini, metode yang digunakan dalam pelaksanaan penelitian adalah sebagai berikut : Pengambilan data-data di lapangan dengan melakukan survey langsung di lokasi Gerbang Tol Semanggi 1 & Semanggi 2 PT. Jasamarga (Persero) Tbk Cabang Cawang–Tomang–Cengkareng.

Data sekunder yang diperlukan seperti data volume lalu lintas transaksi pada Gerbang Tol Semanggi 1 dan Semanggi 2 perjam, perhari, perbulan dalam 1 tahun terakhir dan Layout Gerbang Tol Semanggi I dan Semanggi II.

Data primer, yaitu data yang diperoleh secara langsung dari lapangan. Pengumpulan data primer dilakukan dengan cara survey, yaitu:

1. Volume lalu-lintas kedatangan kendaraan yang melintas masuk ke Gerbang Tol Semanggi I & II PT Jasamarga(Persero) Tbk Cabang Cawang –Tomang – Cengkareng.
2. Waktu pelayanan (service time) saat mengadakan transaksi.
3. Variabel yang dapat menyebabkan antrian kendaraan pada Gerbang.

Analisis Data

- a. **Analisis Perhitungan Kebutuhan Gardu,** Analisis perhitungan kebutuhan gardu ini digunakan untuk mengetahui berapa jumlah gardu yang optimal pada Gerbang Tol Semanggi 1 dan Gerbang Tol Semanggi 2. Analisis untuk menghitung jumlah kebutuhan gardu menggunakan model teori antrian multi server.
- b. **Uji Normalitas Data,** Pengujian normalitas menggunakan program SPSS 17 . Metode pengujian yang digunakan dalam uji normalitas yaitu uji Lilifors.
- c. **Uji Analisis Regresi ,** dilakukan untuk mengetahui kondisi hubungan antar variabel yaitu hubungan antara satu variabel dependen dengan satu variabel independen
- d. **Uji F,** digunakan untuk uji ketepatan model, apakah nilai prediksi mampu menggambarkan kondisi sesungguhnya.

Uji Korelasi, Untuk menganalisis hubungan masing-masing variabel bebas dengan variabel terikat.

ANALISIS DATA

a. Kebutuhan gardu Gerbang Tol Semanggi 1.

1. Kebutuhan Gardu dengan Gardu Utama (tanpa Gardu Tandem).

Tabel 1 Perhitungan Jumlah Optimal Gardu Utama (tanpa Gardu Tandem) Gerbang Tol Semanggi 1.

No	Jumlah Gardu	ρ	P_0	L_q	Syarat
	(c)	($\lambda / c \cdot \mu$)		(kend)	
1	1	2.71	1.709	4.29	not ok
2	2	1.35	0.151	5.95	not ok
3	3	0.90	0.024	7.66	not ok
4	4	0.68	0.057	0.83	ok
5	5	0.54	0.064	0.20	ok
6	6	0.45	0.066	0.05	ok
7	7	0.39	0.066	0.01	ok

Sumber : Hasil Analisis

2. Kebutuhan Gardu dengan Gardu Utama dan Gardu Tandem.

Tabel 2 Perhitungan Jumlah Optimal Gardu Utama dan Gardu Tandem Gerbang Tol Semanggi 1.

No	Jumlah Gardu	ρ	Po	Lq	Syarat
	(c)	($\lambda / c \cdot \mu$)		(kend)	
1	1	2.13	1.127	4.01	not ok
2	2	1.06	0.031	18.30	not ok
3	3	0.71	0.092	1.23	ok
4	4	0.53	0.113	0.23	ok
5	5	0.43	0.118	0.06	ok
6	6	0.35	0.119	0.01	ok
7	7	0.30	0.119	0.00	ok

Sumber : Hasil Analisis.

b. Kebutuhan Gardu pada Gerbang Tol Semanggi 2.

1. Kebutuhan Gardu dengan Gardu Utama (tanpa Gardu Tandem).

Tabel 3 Perhitungan Jumlah Optimal Gardu Utama (tanpa Gardu Tandem) Gerbang Tol Semanggi 2.

No	Jumlah Gardu	ρ	Po	Lq	Syarat
	(c)	($\lambda / c \cdot \mu$)		(kend)	
1	1	2.74	1.742	4.32	not ok
2	2	1.37	0.156	5.86	not ok
3	3	0.91	0.021	8.94	not ok
4	4	0.69	0.054	0.89	ok
5	5	0.55	0.062	0.21	ok
6	6	0.46	0.064	0.06	ok
7	7	0.39	0.064	0.02	ok

Sumber : Hasil Analisis.

2. Kebutuhan Gardu dengan Gardu Utama dan Tandem.

Tabel 4 Perhitungan Jumlah Optimal Gardu Utama dan Gardu Tandem Gerbang Tol Semanggi 2.

No	Jumlah Gardu	ρ	Po	Lq	Syarat
	(c)	($\lambda / c \cdot \mu$)		(kend)	
1	1	2.15	1.153	4.02	not ok
2	2	1.08	0.037	15.70	not ok
3	3	0.72	0.088	1.32	ok
4	4	0.54	0.110	0.25	ok
5	5	0.43	0.115	0.06	ok
6	6	0.36	0.116	0.01	ok
7	7	0.31	0.116	0.00	ok

Sumber : Hasil Analisis.

c. Kebutuhan Gardu yang Optimal untuk Gerbang Tol Semanggi 1 dan Semanggi 2 dengan Cara Pengaturan Buka Tutup pada Gerbang Tol Semanggi 1.

1. Kebutuhan jumlah Gardu yang Optimal pada Gerbang Tol Semanggi 1.

Berdasarkan hasil analisis menunjukkan bahwa Gerbang Tol Semanggi 1 lebih optimal menggunakan 4 unit Gardu Utama (tanpa Gardu Tandem). Dengan menggunakan 4 Gardu Utama (tanpa termasuk Gardu Tandem) sudah dapat menampung volume lalu lintas kedatangan kendaraan pada Gerbang Tol Semanggi 1 sebesar 1145 kend/jam pada saat jam sibuk dengan rata-rata panjang antrian 0.83 kendaraan.

2. Kebutuhan Jumlah Gardu yang Optimal pada Gerbang Tol Semanggi 2.

Berdasarkan hasil analisis menunjukkan bahwa Gerbang Tol Semanggi 2 lebih optimal menggunakan 4 Gardu Utama (tanpa Gardu Tandem). Dengan menggunakan 4 Gardu Utama (tanpa Gardu Tandem) sudah dapat

menampung volume lalu lintas kedatangan 1130 kendaraan per jam pada saat jam sibuk dengan rata-rata panjang antrian 0.89 kendaraan.

d. Sistem pelayanan transaksi yang dapat bekerja lebih optimal yang dapat mengurangi panjang antrian kendaraan pada Gerbang Tol Semanggi 1 dan Semanggi 2

Dilakukan berdasarkan analisis perubahan mekanisme pembayaran dan analisis pengaturan waktu buka tutup Gerbang Tol Semanggi 1.

1. Analisis Sistem Pelayanan Transaksi dengan Perubahan Mekanisme Pembayaran.

Berdasarkan survey waktu pelayanan gerbang yang diambil secara acak, diperoleh jumlah transaksi pembayaran dengan berbagai nominal pembayaran, sehingga dapat diketahui rata-rata persentase transaksi dari berbagai nominal dalam waktu 1 hari. Berdasarkan tabel sebelumnya maka dapat diketahui bahwa rata-rata penggunaan nominal pembayaran uang pas pada pembayaran Gerbang Tol Semanggi 1 dan 2 dalam 1 hari yaitu sebesar 27.19% dan penggunaan nominal pembayaran dengan *Etol Card* yaitu 16.25%. Untuk penggunaan nominal pembayaran selain uang pas dan *Etol Card* yaitu sebesar 56.56%.

Berdasarkan hasil analisis tersebut maka perubahan mekanisme pembayaran yaitu Gerbang Tol Semanggi 1 dikhususkan untuk transaksi menggunakan uang pas dan *electronic payment card* sedangkan Gerbang Tol Semanggi 2 dikhususkan untuk transaksi menggunakan selain uang pas dan *electronic payment card* dapat mengoptimalkan kapasitas pada Gerbang Tol Semanggi 1 dan semanggi 2.

2. Analisis Sistem Pelayanan Transaksi Dengan Pengaturan Buka Tutup Gerbang Tol Semanggi 1.

Untuk mengurangi panjang antrian pada Gerbang Tol Semanggi 1, akan dianalisis dengan pengaturan buka tutup Gerbang Tol Semanggi 1 sehingga volume lalu lintas kendaraan yang masuk ke Gerbang Tol Semanggi 1 dan Semanggi 2 terbagi rata dan volume lalu lintas kendaraan tidak jenuh pada Gerbang Tol Semanggi 1 saja, karena pada kondisi normal tanpa adanya pengaturan buka tutup Gerbang Tol Semanggi 1 memiliki volume lalu lintas kedatangan kendaraan sebesar 62% dan Gerbang Tol Semanggi 2 sebesar 38% dan Gerbang Tol Semanggi 1 dan Semanggi 2 memiliki volume lalu lintas kedatangan (λ) sebesar 2275 kend/jam. Maka dapat diketahui volume lalu lintas kedatangan pada Gerbang Tol Semanggi 1 dan Semanggi 2 permenitnya yaitu.

$$\begin{aligned} \text{Volume lalu lintas kedatangan} &= \frac{2275}{60} \\ &= 37.92 \text{ kend/menit} \end{aligned}$$

Sehingga dapat diperoleh juga volume lalu lintas kedatangan permenit pada masing-masing Gerbang Tol Semanggi 1 dan Semanggi 2 adalah sebagai berikut :

$$\text{Gerbang Tol semanggi 1} =$$

$$37.92 * 62\% = 23.36 \text{ kend permenit}$$

$$\text{Gerbang Tol semanggi 2} =$$

$$37.92 * 38\% = 14.56 \text{ kend permenit}$$

Maka dari volume lalu lintas kedatangan kendaraan permenit untuk Gerbang Tol Semanggi 1 dan semanggi 2 dapat diketahui lamanya penutupan Gerbang Tol Semanggi 1 dalam waktu 1 jam agar Gerbang Tol Semanggi 1 dan

Semanggi 2 memiliki proporsi volume lalu lintas kedatangan yang seimbang.

Berdasarkan perhitungan tabel 5.54 dapat diketahui bahwa lamanya waktu buka Gerbang Tol Semanggi 1 adalah 49 menit dan waktu Tutup Gerbang Tol Semanggi 1 adalah 11 menit. Hasil perhitungan ini adalah hasil hitungan secara rata-rata, maka lamanya waktu tutup Gerbang Tol Semanggi 1 dapat disesuaikan dengan kondisi lalu lintas yang ada yaitu waktu penutupan dilakukan 11 menit setiap jamnya.

Berdasarkan hasil analisis sistem pelayanan transaksi yang telah dilakukan maka diperoleh hasil sistem pelayanan transaksi yang dapat bekerja lebih optimal pada Gerbang Tol Semanggi 1 dan Semanggi 2. Sistem pelayanan transaksi dengan perubahan mekanisme pembayaran yaitu Gerbang Tol Semanggi 1 dikhususkan untuk transaksi menggunakan uang pas dan electronic payment card sedangkan Gerbang Tol Semanggi 2 dikhususkan untuk transaksi menggunakan selain uang pas dan electronic payment card dan sistem pelayanan transaksi dengan pengaturan buka tutup Gerbang Tol Semanggi 1 dengan waktu buka 49 menit dan waktu tutup 11 menit dalam setiap jamnya.

Dengan sistem pelayanan transaksi tersebut diharapkan mampu menyeimbangkan volume lalu lintas kedatangan kendaraan yang ingin masuk ke dalam Gerbang Tol Semanggi 1 dan Semanggi 2.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan untuk mengoptimalkan kapasitas Gerbang Tol Semanggi 1 dan Semanggi 2 yaitu sebagai berikut:

- a) Analisis variabel Penyebab Panjang Antian Kendaraan pada Gerbang Tol Semanggi 1 dan Semanggi 2.

- b) Analisis Kebutuhan Jumlah Gardu Optimal pada Gerbang Tol Semanggi 1 dan Semanggi 2.

- c) Analisis Sistem Pelayanan Transaksi pada Gerbang Tol Semanggi 1 dan Semanggi 2.

Dengan pengoptimalan kapasitas gerbang tol tersebut maka antrian kendaraan yang terjadi pada Gerbang Tol Semanggi 1 dan Semanggi 2 tidak lagi mengganggu arus lalu lintas yang ada pada Ruas Jalan Arteri Gatot Subroto dan panjang antrian pada Gerbang Tol Semanggi 1 dan Semanggi 2 menjadi kurang dari 5 kendaraan,

Dengan hasil penelitian ini maka diharapkan pengguna jalan dapat merasakan kenyamanan dalam pelayanan transaksi yang lebih cepat dan lebih mudah sehingga tidak menunggu lama dalam proses waktu antrian kendaraan. Bagi pihak pengelola Gerbang Tol Semanggi 1 dan 2 maka dapat meningkatkan jumlah transaksi kendaraan yang masuk ke Jalan Tol melalui gerbang tersebut sehingga dapat meningkatkan pendapatan yang diperoleh PT Jasa Marga (Persero) Tbk. Cabang Cawang Tomang Cengkareng selaku pengelola gerbang tersebut.

KESIMPULAN

Kesimpulan

Untuk mengurangi panjang antrian kendaraan pada Gerbang Tol Semanggi 1 dan 2 dapat dilakukan sebagai berikut,

1. Jumlah gardu yang optimal untuk Gerbang Tol Semanggi 1 dan Semanggi 2 yaitu sebagai berikut:
 - a) Kebutuhan jumlah gardu yang optimal dengan cara menyesuaikan kondisi volume lalu lintas yang ada tanpa memberi perlakuan khusus diperoleh pada Gerbang Tol Semanggi 1 menggunakan 4 gardu utama (tanpa gardu tandem) sedangkan pada Gerbang Tol Semanggi 2 dapat menggunakan

- masing-masing 2 unit gardu utama dan gardu tandem.
- b) Kebutuhan jumlah gardu yang optimal dengan cara mengubah mekanisme pembayaran diperoleh pada Gerbang Tol Semanggi 1 menggunakan 3 gardu utama (tanpa gardu tandem) sedangkan pada Gerbang Tol Semanggi 2 menggunakan 4 gardu utama (tanpa gardu tandem).
 - c) Kebutuhan jumlah gardu yang optimal dengan cara pengaturan buka tutup Gerbang Tol Semanggi 1 maka diperoleh jumlah kebutuhan gardu yang optimal pada Gerbang Tol Semanggi 1 menggunakan 4 gardu utama (tanpa gardu tandem) sedangkan pada Gerbang Tol Semanggi 1 menggunakan 4 gardu utama (tanpa gardu tandem).
2. Proses sistem pelayanan transaksi pada Gerbang Tol Semanggi 1 dan Semanggi 2 dapat beroperasi lebih optimal yaitu dengan cara mekanisme pembayaran pada Gerbang Tol Semanggi 1 diubah menjadi gerbang tol khusus pembayaran uang pas dan *electronic payment card* dan Gerbang Tol Semanggi 2 dikhususkan untuk pembayaran selain uang pas dan *electronic payment card* dan pengaturan lamanya waktu buka tutup pada Gerbang Tol Semanggi 1 yaitu 49 menit waktu buka dan 11 menit waktu tutup. Lamanya waktu penutupan dilakukan 11 menit setiap jamnya disesuaikan dengan kondisi lalu lintas yang ada.

Saran

Saran yang dapat diberikan dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagi para pengguna Jalan Tol.
Pada saat transaksi para pengguna jalan diharapkan menggunakan uang pas atau uang bernominal rendah agar dapat memperlancar lalu lintas di Gerbang Tol.

2. Bagi Pengelola Jalan Tol PT. Jasamarga (Persero) Tbk. Cabang Cawang – Tomang – Cengkareng.
 - a) Melakukan penambahan jumlah gardu yang optimal pada Gerbang Tol Semanggi 1 dan 2 sesuai dengan hasil analisa yang telah dilakukan.
 - b) Memasang VMS (*Variable Message Sign*) di depan Gerbang Tol dengan ukuran yang besar yang berisikan “GUNAKAN UANG PAS” dan informasi-informasi mengenai keadaan lalu lintas didalam jalan tol serta kondisi Gerbang Tol berikutnya.

Bagi Petugas Polisi Lalu lintas apabila ingin melakukan pengaturan lalu lintas pada Gerbang Tol Semanggi 1 sebaiknya dilakukan dengan pengaturan waktu buka tutup pada Gerbang Tol Semanggi 1 dengan waktu buka selama 49 menit dan waktu tutup selama 11 menit selama setiap 1 jam yang disesuaikan dengan kondisi lalu lintas yang ada.

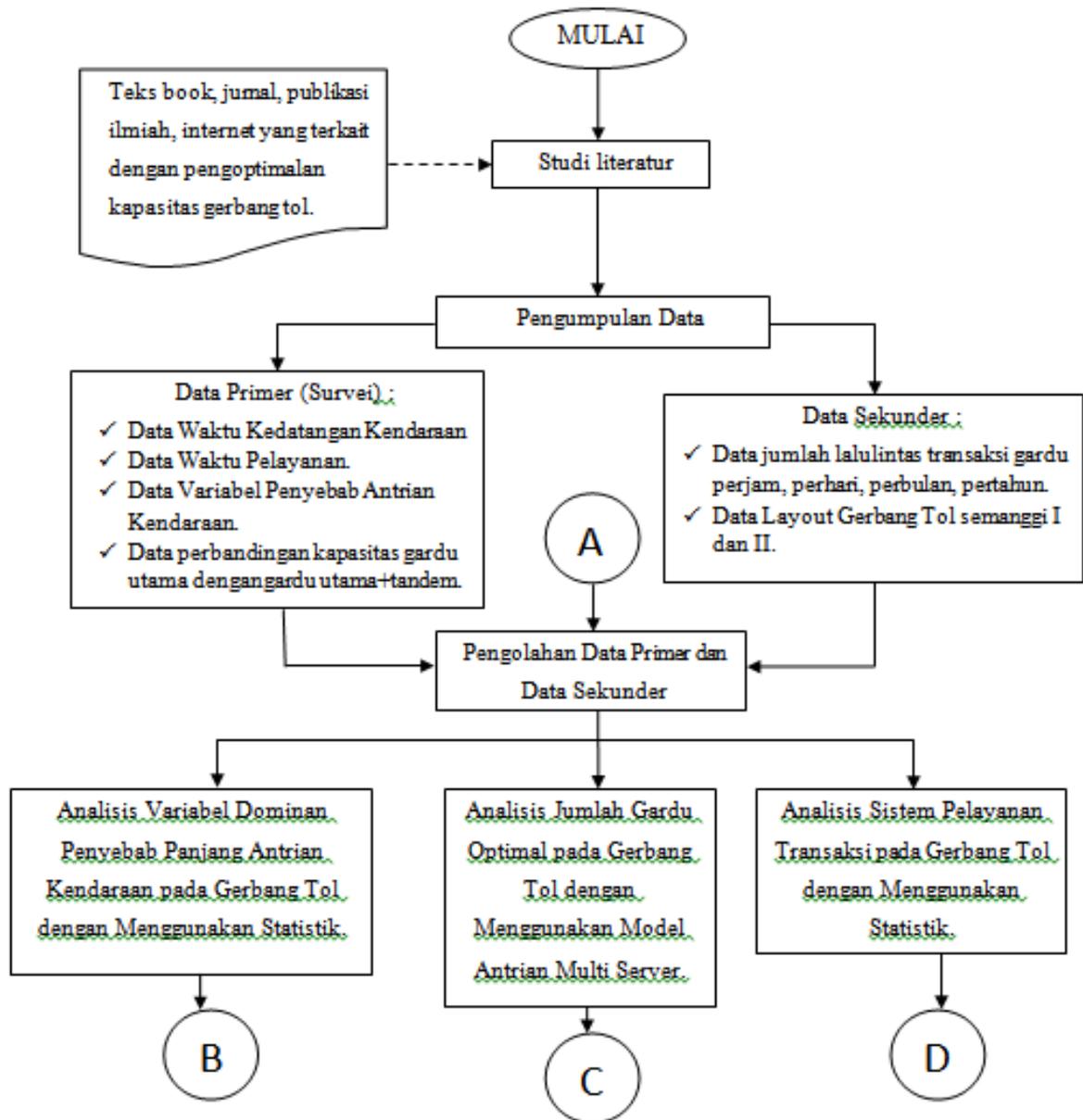
DAFTAR PUSTAKA

- [1] Divisi Manajemen Operasi. 2008. *Buku Ajar Perencanaan Kebutuhan Gardu Operasi (Jasa Marga)*. Jakarta.
- [2] Divisi Manajemen Operasi. 2011. *Buku Ajar Sistem Pengumpulan Tol (Jasa Marga)*. Jakarta.
- [3] Divisi Manajemen Operasi. 2008. *Buku Ajar Sistem Pentarifan Pada Pengoperasian Jalan Tol (Jasa Marga)*. Jakarta.
- [4] Divisi Manajemen Operasi. 2008. *Buku Ajar Sistem Transaksi (Jasa Marga)*. Jakarta.
- [5] Keputusan Direksi PT Jasa Marga (Persero) Tbk No. 48/KPTS/2006 Tentang Pedoman Sistem Pengumpulan Tol.
- [6] Purnama, Cahaya Agung. 2012. *Analisis Pengaruh Daya Tarik Promosi, Persepsi Kemudahan,*

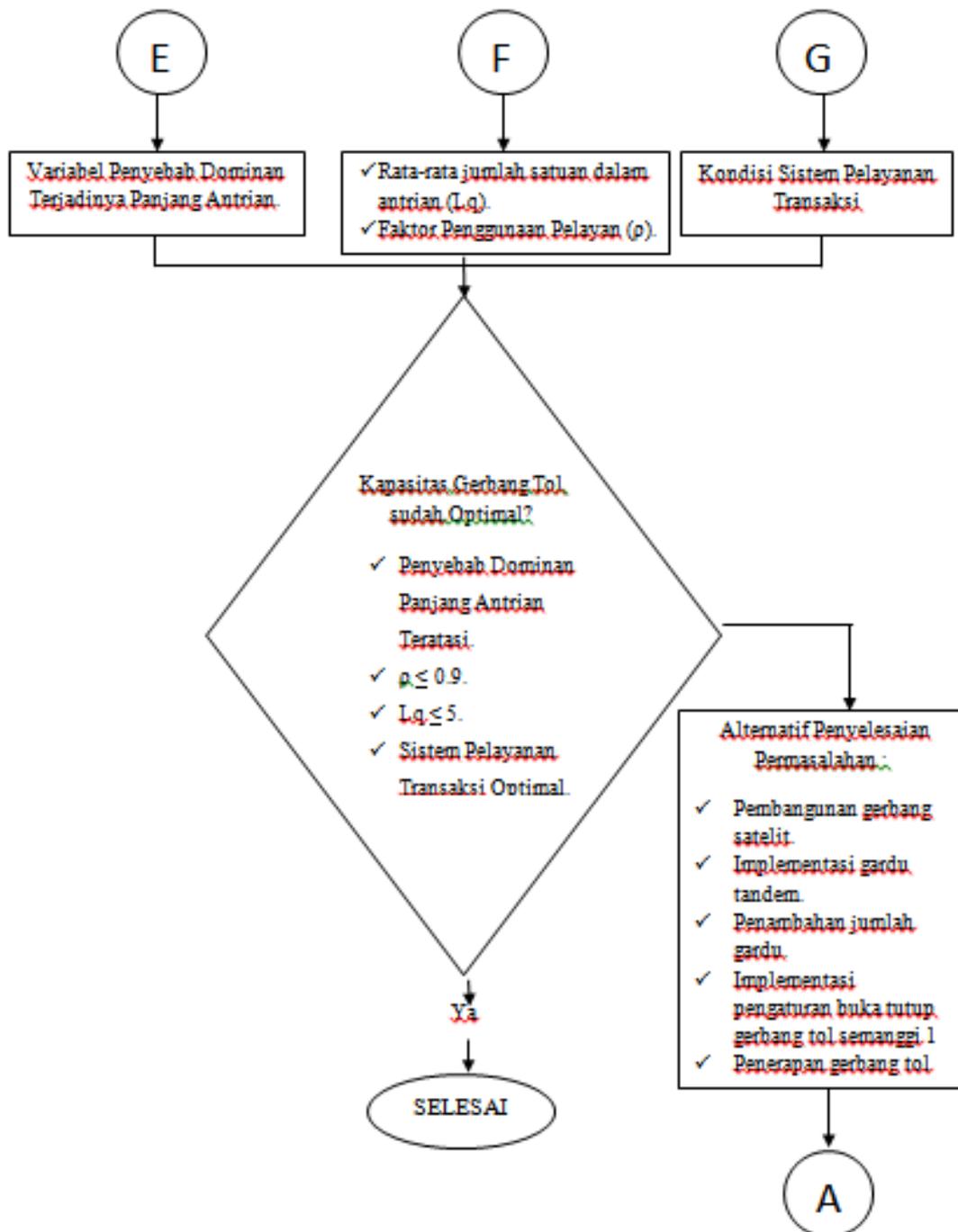
Persepsi Kemanfaatan dan Harga Terhadap Minat Beli E-Toll Card Bank Mandiri. Semarang.

Tol Konvensional Terhadap Rancangan Sistem Pengumpulan Tol Elektronik. Tesis. Universitas Diponegoro. Semarang.

[7] Sodikin. 2006. Kajian Masalah Antrian Pada Sistem Pengumpulan



Gambar 3 Metodologi Penelitian



Gambar 3 Metodologi Penelitian (lanjutan)