

Sistem Antrian M/M/1 di Persimpangan Tugu Adipura Kota Tangerang

Rukmono Budi Utomo

¹ Universitas Muhammadiyah Tangerang, Indonesia

*Korespondensi: Email: sp.asr359@instruktur.belajar.id

Abstrak

Penelitian ini membahas mengenai sistem antrian yang berada di persimpangan tugu adipura Kota Tangerang. Latar belakang dilakukan penelitian ini adalah persimpangan tugu adipura Kota Tangerang merupakan lokasi padat kendaraan dikarenakan berada pada lokasi strategis Kota Tangerang. Tujuan penelitian ini untuk menentukan jumlah kendaraan ideal, waktu ideal kendaraan untuk menunggu, dan rata-rata jumlah kendaraan dalam sistem antrian. Metode yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan teori antrian M/M/1 dengan asumsi kedatangan kendaraan berdistribusi Poisson dan waktu layanan lampu lalu lintas diasumsikan berdistribusi eksponensial. Hasil penelitian ini memberikan saran bahwa waktu tunggu kendaraan sebaiknya kurang dari 2 menit untuk menghindari kemacetan. Hal ini dapat dilakukan pada jalur G2 dan A2. Lebih lanjut disampaikan pula untuk memberikan akses kendaraan dengan jalur yang berbelok ke kiri untuk menghindari kemacetan.

Kata kunci: *Antrian, Poisson, Eksponensial, Tugu, Adipura.*

PENDAHULUAN

Persimpangan Tugu Adipura, Kota Tangerang merupakan kawasan padat lalu lintas di Kota Tangerang. Kawasan ini terletak di lokasi strategis yakni kawasan pusat bisnis (*Business District*) Tangerang City, Pusat Pendidikan Cikokol, Kantor Imigrasi Kota Tangerang, Pusat Pemerintahan Kota Tangerang, Stadion Benteng Reborn dan wisata situ Cipondoh. Persimpangan Tugu Adipura Kota Tangerang memiliki empat buah simpang jalan yakni simpang barat, simpang timur, simpang utara dan simpang selatan. Simpang barat memiliki satu jalur yang dapat mengarah ke simpang timur, utara dan selatan, namun ke tiga simpang tersebut tidak dapat langsung menuju ke simpang barat dikarenakan sistem satu arah (*One Way*). Di simpang barat ini terdapat kawasan kuliner pasar lama, Pasar Anyer, stasiun Kota Tangerang dan Masjid Agung Kota Tangerang. Untuk menuju ke kawasan yang ada dibagian barat, kendaraan yang berasal dari simpang utara dan timur harus menuju ke simpang selatan untuk kemudian memutar dan mengambil arah barat.

Simpang timur memiliki dua arah jalan (*Two Ways*). Arah jalan pertama merupakan jalan yang dapat menuju ke simpang utara dan selatan sedangkan arah jalan kedua merupakan jalan menuju Wisata Situ Cipondoh, Kompleks Perumahan Banjar Wijaya, Ciledug dan Mall Ciledug yang berada di lokasi yang

semakin ketimur. Simpang arah utara akan mengantarkan pada kantor imigrasi Kota Tangerang, Kantor Kodim TNI, Pusat Pemerintahan Kota Tangerang dan Stadion Benteng Reborn. Lebih lanjut simpang arah selatan tentu saja dapat menuju kawasan pusat bisnis Tangerang City, pusat pendidikan cikokol dan jalan menuju pasar induk tanag tinggi. Pada pusat pendidikan Cikokol terdapat beberapa sekolah negeri dan swasta serta kampus Universitas Muhammadiyah Tangerang.

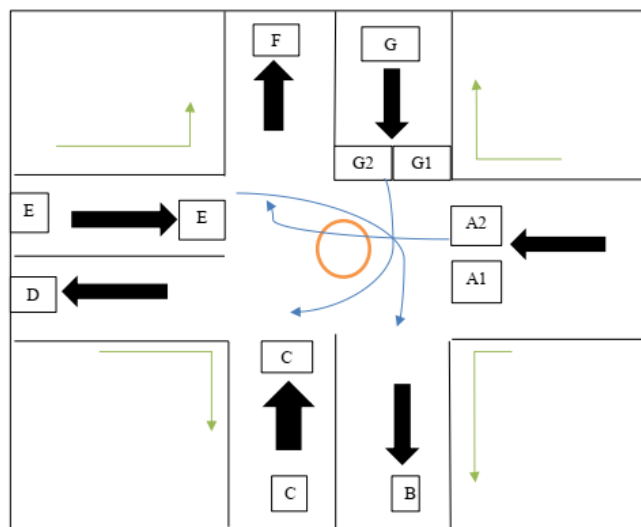
Simpang utara dan selatan juga memiliki dua arah jalan. Dari simpang utara dapat ditempuh jalan menuju simpang selatan dan timur, sedangkan dari arah selatan juga dapat ditempuh arah ke simpang utara dan timur. Pada simpang utara terdapat kantor imigrasi, pusat pemerintahan stadion benteng reborn, pusat pemerintahan Kota Tangerang, kantor KPU Tangerang dan Rumah Sakit Tangerang. Lebih lanjut pada simpang selatan terdapat pusat bisnis Tangerang City, dan arah jalan menuju pasar induk Tanah Tinggi.

Berdasarkan hasil pengamatan kurang lebih pada 3 bulan terakhir dengan pengamatan pada rentang hari senin, rabu, sabtu dan minggu terlihat bahwa pada pagi hari, arah menuju kantor atau pusat bisnis Tangerang City dan Pusat Pendidikan Cikokol sangat padat dipenuhi oleh kendaraan baik sepeda motor atau mobil yang hendak bekerja dan bersekolah. Bersamaan dengan hal tersebut, arah menuju kompleks perumahan Banjar Wijaya dan Wisata Situ Cipondoh tergolong lenggang. Adapun arah menuju kantor imigrasi Kota Tangerang, Pusat Pemerintahan Kota Tangerang juga dapat dikatakan lenggang tetapi tidak selenggang arah menuju pemukiman masyarakat dikarenakan pengendara bermotor yang mengarah ke tempat tersebut hanya diisi oleh Pegawai Negeri Sipil. Sebaliknya, pada sore hari arah jalan menuju pusat bisnis Tangerang City dan Pusat Pendidikan Cikokol sangat lenggang dikarenakan pekerja yang akan pulang kantor dan pelajar yang selesai belajar di sekolah. Sejalan dengan hal tersebut, arah menuju pemukiman Banjar Wijaya, Wisata situ Cipondoh, dan Ciledug sangat ramai. Arah menuju pemukiman di bagian utara juga dapat dikatakan padat kendaraan.

Lebih lanjut, Gambar 1 dan 2 di bawah ini merupakan gambaran mengenai persimpangan Tugu Adipura Kota Tangerang yang memiliki empat simpang utara, barat, timur dan selatan. Gambar 1 bersumber dari dinas perhubungan Kota Tangerang dan Gambar 2 merupakan gambar ilustrasi yang dibuat sendiri oleh peneliti. Gambar 1 bersifat riil berdasarkan keadaan yang sebenarnya, namun untuk keperluan penelitian dipandang perlu mengubah Gambar 1 menjadi gambar ilustrasi yang ditandai pada Gambar 2 dibawah.



Gambar 1. Persimpangan Tugu Adipura Kota Tangerang
(sumber: Dishub Kota Tangerang)



Gambar 2. Ilustrasi Persimpangan Tugu Adipura Kota Tangerang

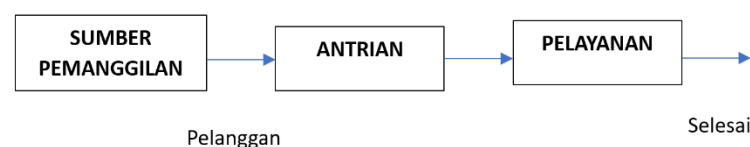
Pembahasan mengenai sistem antrian kendaraan di lampu lalu lintas sebenarnya telah banyak dilakukan beberapa peneliti, hanya saja perbedaannya terletak pada lokasi penelitian dan model antrian yang digunakan. Perbedaan lainnya yang mungkin terjadi antar penelitian satu dengan lainnya yakni asumsi kedatangan kendaraan dan waktu layanan lampu lalu lintas (Harahap, et al, 2016, 2017, 2028), (Adzikirani, et al, 2017), (Alem, 2025).

Pada penelitian ini, peneliti menggunakan dasar sistem antrian M/M/1 dengan asumsi bahwa kedatangan kendaraan berdistribusi Poisson dan waktu layanan lampu lalu lintas berdistribusi eksponensial. Kedua distribusi tersebut dipakai karena banyak peneliti lain yang juga memanfaatkan kedua distribusi tersebut untuk melakukan penelitian antrian kendaraan di suatu lokasi tertentu. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui jumlah kendaraan dalam antrian, waktu tunggu dalam sistem antrian dan rata-rata kendaraan

dalam sistem. Ketiga hal tersebut di atas merupakan aspek yang menentukan terjadinya kemacetan yang terjadi pada simpang tugu adipura. Urgensi penelitian ini dapat dijelaskan dengan memandang bahwa perlunya kajian saintifik mengenai sistem antrian di lokasi strategis dalam hal ini persimpangan Tugu Adipura Kota Tangerang agar dapat diketahui beberapa hal yang menjadi tujuan di atas. Harapan kami selaku peneliti, kajian ini dapat menjadi bahan bacaan atau evaluasi dari antrian kendaraan yang berada di persimpangan Tugu Adipura Kota Tangerang agar mengantisipasi membludaknya kendaraan pada simpang tersebut dengan cara memperhatikan waktu tunggu kendaraan dan jumlah kendaraan yang keluar dan rata-rata kendaraan yang masuk sistem.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan teori sistem antrian. Teori antrian merupakan studi matematis mengenai antrian atau *waiting lines* yang di dalamnya disediakan beberapa alternatif model matematika yang dapat digunakan untuk menentukan beberapa karakteristik dan optimasi dalam pengambilan keputusan suatu sistem antrian. Lebih lanjut sistem antrian adalah himpunan pelanggan, pelayan, dan suatu aturan yang mengatur kedatangan para pelanggan dan pelayannya. Proses antrian adalah suatu proses yang berhubungan dengan kedatangan pelanggan ke suatu sistem antrian, kemudian menunggu dalam antrian hingga pelayan memilih pelanggan sesuai dengan disiplin pelayanan, dan akhirnya pelanggan meninggalkan sistem antrian setelah selesai pelayanan. Lebih lanjut proses antrian pada suatu sistem antrian dapat digambarkan dalam Gambar 3 sebagai berikut.



Gambar 3. Ilustrasi Sistem Antrian

Pada penelitian ini diasumsikan antrian lalu lintas di persimpangan Tugu Adipura Kota Tangerang mengikuti model antrian M/M/1, yaitu sistem antrian Markov dengan kedatangan dan layanan kendaraan dikatakan stabil dengan rata-rata tertentu. Kedatangan kendaraan diasumsikan mengikuti distribusi Poisson dan waktu layanan di lampu lalu lintas diasumsikan berdistribusi eksponensial. Kedua distribusi tersebut dianggap tepat untuk diaplikasikan dengan merujuk penelitian serupa yang juga memakai kedua distribusi ini. Selain itu dalam penelitian ini juga diasumsikan menggunakan layanan tunggal atau single. Karakteristik dari sistem antrian Markov yakni memiliki karakteristik yang sama pada rentang waktu yang cukup panjang, dan sistem antrian berada pada kondisi steady state atau stabil. Kedatangan kendaraan dilambangkan dengan variabel λ , dan layanan adalah μ [1]. Pada

model antrian M/M/1, rata-rata jumlah kendaraan (N) didalam sistem dirumuskan sebagai

$$N = \frac{\rho}{1-\rho} = \frac{\lambda}{\mu-\lambda} \quad (1)$$

Perlu diperhatikan bahwa ρ adalah utilization atau tingkat kepadatan kendaraan dengan $0 < \rho < 1$ dan untuk model M/M/1, nilai ρ harus kurang dari 1. Lebih lanjut, rata-rata waktu kendaraan menunggu dalam sistem (T) dirumuskan sebagai

$$T = \frac{N}{\lambda} = \frac{1}{\mu-\lambda} \quad (2)$$

dan rata-rata jumlah kendaraan dalam sistem antrian dirumuskan sebagai

$$Q = \frac{\lambda^2}{\mu(\mu-\lambda)} \quad (3)$$

Penelitian ini juga dilakukan dengan pengamatan langsung dan bukan memanfaatkan sumber sekunder lain. Data dikumpulkan melalui kegiatan pengamatan untuk memantau kendaraan yang melintas pada simpang tugu adipura tersebut. Hasil penelitian ini selanjutnya dituangkan pada bagian "Hasil Penelitian dan Pembahasan" di bawah ini.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan gambar 2 di atas, maka akan dijabarkan mengenai durasi lampu lalu lintas satu siklus pada G1 dan G2, A2, C dan E. Kendaraan dari A2 dapat mengarah ke E dan F (A2-E dan A2-F), Kendaraan C hanya dapat mengarah ke F (C-F), Kendaraan dari E hanya dapat ke B atau (E-B), dan kendaraan dari G2 hanya dapat mengarah ke E (G2-E) serta kendaraan G1 hanya mengarah ke B (G1-B). Terlihat bahwa persimpangan lampu lalu lintas di Tugu Adipura ini unik karena pada jalur G terdapat dua lampu lalu lintas yakni G1 dan G2 yang pada umumnya untuk satu jalur hanya ada satu lampu lalu lintas. Tabel 1 di bawah ini menunjukkan Durasi Lampu Lalu Lintas, Jumlah kendaraan keluar antrian dan jumlah kendaraan dalam sistem kurang yang diamati pada suatu waktu dengan asumsi bahwa lampu lalu lintas berwarna kuning sama dengan lampu lalu lintas berwarna hijau yang kurang lebih sebagai berikut.

Tabel 1. Durasi Lampu Lalu Lintas Tiap Jalur (menit)

Jalur	Lampu Merah	Lampu Hijau
G1	3,6	2,4
G2	4,2	3,4
A2	4,6	2,8
C	4,2	1,8
E	3,8	2,2

Lebih lanjut tabel 2 di bawah ini menunjukkan banyaknya kendaraan yang keluar dari sistem antrian kurang lebih disajikan sebagai berikut.

Tabel 2. Banyaknya kendaraan keluar dari sistem antrian
(satuan kendaraan)

Jalur	Jumlah Kendaraan Keluar Antrian
G1	75
G2	125
A2	105
C	185
E	225

Lebih lanjut tabel 3 berikut ini menunjukkan rata-rata kendaraan dalam sistem antrian yang kurang lebih disajikan sebagai berikut.

Tabel 3. Banyaknya kendaraan keluar dari sistem antrian
(satuan kendaraan)

Jalur	Jumlah Kendaraan di Antrian
G1	20
G2	35
A2	30
C	45
E	55

Rata-rata laju kedatangan kendaraan (λ) diasumsikan mengikuti distribusi Poisson dengan waktu antar kedatangan kendaraan berdistribusi eksponensial. Lebih lanjut rata-rata layanan (μ) juga diasumsikan terdistribusi secara eksponensial. Berdasarkan hal tersebut dari Tabel 1, 2 dan 3, dapat ditentukan lama waktu menunggu dalam antrian. Hal ini dilakukan dengan kalkulasi menggunakan persamaan (1) hingga (3). Berdasarkan hal tersebut, total waktu lampu lalu lintas dalam satu siklus berturut-turut untuk ruas jalan G1, G2, A2, C dan E, masing-masing berturut-turut adalah 4 menit, 7,6 menit, 7,4 menit, 6 menit, dan 6 menit. Hal demikian ini menurut kami kurang efektif pada pagi dan sore hari untuk simpang tertentu yang mengarah opada perkantoran, sekolah, atau universitas. Selanjutnya pada simpang selain itu justru dapat dibuat lebih lama karena memprioritaskan kendaraan yang mengarah ke tempat-tempat seperti diutarakan di atas. Lebih lanjut, dengan menggunakan jumlah keberangkatan kendaraan pada masing-masing jalur atau ruas jalan dibagi dengan masing-masing total waktu satu siklus, diperoleh rata-rata layanan atau ratarata jumlah kendaraan keluar dari sistem antrian (μ) per menit yang disajikan dalam Tabel 4 berikut.

Tabel 4. Jumlah Kendaraan Keluar Sistem Antrian

Jalur	Rata-Rata Jumlah Kendaraan Keluar Sistem Antrian Per menit μ
G1	18,75
G2	16,44
A2	14,18
C	30,83
E	37,5

Lebih lanjut dengan menggunakan persamaan (3) akan ditentukan rata-rata laju kedatangan kendaraan λ untuk jalur G1,G2,A2,C, dan E dan hasil perhitungannya disajikan dalam tabel 5 sebagai berikut. Untuk penelitian ini, yang digaris bawahi yakni sistem antrian pada simpang tugu adipura dan bukan membandingkan dengan data yang lain. Lebih lanjut tabel 5 di bawah ini merupakan rata-rata laju kedatangan kendaraan.

Tabel 5. Rata-Rata Laju Kedatangan Kendaraan

Jalur	Rata-Rata Laju Kedatangan Kendaraan λ (satuan kendaraan)
G1	17,89
G2	15,99
A2	13,73
C	30,17
E	36,84

Selanjutnya dengan menggunakan persamaan (2), akan dicari rata-rata waktu menunggu tiap kendaraan pada masing-masing ruas jalan didalam sistem perempatan lampu lalu lintas (T) dalam satuan menit yang disajikan dalam Tabel 6 sebagai berikut.

Tabel 6. Rata-Rata Waktu Tunggu Kendaraan

Jalur	Rata-Rata Waktu Tunggu Kendaraan T (menit)
G1	1,16
G2	2,22
A2	2,22
C	1,51
E	1,51

Berdasarkan tabel 6 di atas terlihat bahwa Jalur atau ruas jalan G2 dan A2 sama-sama membutuhkan rata-rata waktu tunggu kendaraan selama 2.22 menit dan kedua jalur ini yang membutuhkan rata-rata waktu tunggu paling lama dari ke lima jalur yang ada. Selanjutnya jalur C dan E juga sama-sama membutuhkan waktu 1.51 menit dan waktu rata-rata tunggu kendaraan yang paling sedikit terletak pada jalur G1 dengan waktu 1.16 menit. Jalur G2 dan A2 memiliki waktu tunggu melebihi 2 menit disebabkan jumlah kendaraan yang

keluar termasuk paling sedikit dibandingkan jalur yang lain yakni masing-masing sebesar 16,44 dan 14,18 kendaraan. Oleh karena itu, untuk menanggulangi kemacetan dapat diterapkan waktu tunggu kendaraan pada kedua jalur tersebut dibawah 2 menit.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil dari perhitungan menggunakan teori antrian dengan asumsi model M/M/1, dapat disimpulkan bahwa hasil perhitungan rata-rata waktu tunggu kendaraan pada kelima jalur atau ruas jalan cukup dapat diterima dengan melihat tidak ada jarak atau selisih waktu yang cukup besar diantara kelima jalur tersebut. Bahkan untuk jalur G2 dan A2 memiliki rata-rata waktu tunggu yang sama yakni 2.22. Hal ini juga diikuti untuk jalur C dan E dengan rata-rata waktu tunggu yang sama yakni 1.51 menit dan jalur G1 memerlukan waktu rata-rata menunggu selama 1.16 menit.

Berdasarkan hal tersebut, untuk mencegah penumpukkan kendaraan, sebaiknya waktu tunggu diusahakan dibawah 2 menit. Hal ini dapat dilakukan pada ruang G2 dan A2. Lebih lanjut sebagai saran untuk penelitian lebih ke depannya bagi peneliti lain yang tertarik mengkaji topik penelitian sistem antrian di persimpangan Tugu Adipura Kota Tangerang agar dapat mempertimbangkan faktor lainnya yang terkait dengan antrian di persimpangan Tugu Adipura agar pembahasan semakin sesuai dengan kejadian riil di lapangan.

Saran juga disampaikan agar untuk menghindari kemacetan perlu memberikan akses kendaraan yang berbelok ke kiri dengan mengabaikan lampu lalu lintas

REFERENSI

- Alem, M. B. (2025). Queuing analysis and optimization of public vehicle transport stations: A case of South West Ethiopia region vehicle stations. *International Journal of Industrial Optimization*, 5(1), 31-44. <https://doi.org/10.12928/ijio.v5i1.7963>
- Adzikirani, R Andrie Asmara, D Kusbiantoro. (2017). Sistem Pengaturan Lampu Lalu Lintas Berdasarkan Estimasi Panjang Antrian Menggunakan Pengolahan Citra. (2017). *Jurnal Informatika Polinema.*, Vol 3 No 3. h.20-26
- E. Harahap, A. A. Nurrahman and D. Darmawan. (2016a). A Modeling Approach for Event-Based Networking Design Using MATLAB-SimEvents. *International Multidisciplinary Conference (IMC)*. Jakarta, Indonesia
- E. Harahap, F. H. Badruzzaman and M. Y. Fajar. (2016b). Model dan Simulasi Sistem Transportasi Dengan Teori Antrian. *Matematika - Jurnal Teori dan Terapan Matematika*, vol. 15, no. 1
- E. Harahap, I. Sukarsih, G. Gunawan, M. Y. Fajar, D. Darmawan and H. Nishi (2016c). A Model-Based Simulator For Content Delivery Network using SimEvents MATLAB-Simulink. *INSIST: International Series on Interdisciplinary Science and Technology*, vol. 1, no. 1, pp. 30-33

- E. Harahap, I. Sukarsih, H. Farid and M. Y. Fajar. (2017d). Model Antrian Dengan Pengalihan Dinamis untuk Mengurangi Kemacetan Jalan Raya. *ETHOS (Jurnal Penelitian dan Pengabdian)*, vol. 5, no. 2, pp. 182-185
- E Harahap, A Suryadi, Ridwan, D Darmawan, R Ceha. (2017e). Efektifitas Load Balancing Dalam Mengurangi Kemacetan Jalan Raya. *Matematika Teori dan Terapan Matematika*, Vol 16 No 2, h .47-53
- E Harahap, A Harahap, A Suryadi, D Darmawan, R Ceha. (2018f). LINTAS: Sistem simulasi lalu lintas menggunakan SimEvents MATLAB. *Jurnal Ilmiah Informatika dan Komputer (ISSN: 2339-188X)*, vol. 10, no. 1, pp. 8-16
- E Harahap et. Al. (2018g). Improving Road Traffic Management by a Model-Based Simulation. *IEEE International Conference on Science and Technology (ICST 2018)*. Yogyakarta, Indonesia
- E Harahap, Y Permanasari, FH Badruzzaman, E Marlina, D Suhaedi, M Yusuf Fajar.(2018h). Analisis Antrian Lalu Lintas Pada Persimpangan Buah Batu- Soekarno Hatta Bandung. *Jurnal Matematika*.,Vol 17 No 2. h.79-85
- R Fadhillah, I Sukarsih. (2016). Simulasi Pengaturan Lampu Lalu Lintas Menggunakan Fuzzy Interference System Metode Mamdani Pada Matlab. *Prosiding Matematika SPeSIA Universitas Islam Bandung*., Vol 2 No 2, h.172-179