

**PENERAPAN TEORI ANTRIAN PADA PERSIMPANGAN JALAN DENGAN TRAFFIC LIGHT YANG
MEMINIMALKAN WAKTU TUNGGU ANTAR FASE****Nabilla Qurrota A'yun**Jurusan Matematika, FMIPA, Universitas Negeri Surabaya
e-mail : nabillaayun@mhs.unesa.ac.id**Yuliani Puji Astuti**Jurusan Matematika, FMIPA, Universitas Negeri Surabaya
e-mail : yuliani.matunesa@gmail.com**Abstrak**

Persimpangan jalan adalah suatu daerah umum dimana dua atau lebih ruas jalan saling bertemu atau berpotongan yang mencakup fasilitas jalur jalan dan tepi jalan, dimana lalu lintas dapat bergerak di dalamnya. Pengendalian arus lalu lintas ditetapkan melalui aturan lalu lintas yang diatur oleh lampu lalu lintas. Penelitian ini bertujuan untuk meminimalkan waktu tunggu kendaraan di persimpangan lampu lalu lintas dimana persimpangan Polisi Istimewa terdiri dari 4 jalan yaitu jalan Raya Darmo (utara), Jalan Polisi Istimewa, Jalan Raya Darmo (selatan) dan jalan Dr. Soetomo dimana lampu lalu lintas Polisi Istimewa memiliki satu siklus yang terdiri dari tiga fase. Data diambil pada 17 Januari 2019 pada pukul 10.00-10.30. Analisa data volume kendaraan di persimpangan lampu lalu lintas Polisi Istimewa berdistribusi *Poisson* menggunakan software SPSS 22. Pada skripsi ini, hasil analisa kapasitas kendaraan pada jalan Raya Darmo Selatan adalah 54 mobil dan 100 motor, jalan Raya Darmo Utara menuju Raya Darmo Selatan pada fase pertama 36 mobil dan 75 motor, jalan Raya Darmo Utara menuju jalan Dr. Soetomo adalah 13 mobil dan 38 motor, untuk jalan Raya Darmo Utara pada fase kedua 26 mobil dan 38 motor, jalan Dr. Soetomo dan jalan Polisi Istimewa adalah 22 mobil dan 32 motor.

Kata kunci: Teori Antrian, Distribusi *Poisson*, Persimpangan Lampu lalu Lintas, waktu tunggu kendaraan, Polisi Istimewa

Abstract

Road intersection is a public area where two or more road segmentation or intersect which includes facilities for road and roadside, where traffic can move inside. Control of traffic flow is determined through traffic rules governed by traffic lights. This study aims to minimize vehicle waiting time at the traffic lights intersection where intersection Polisi Istimewa consists of 4 roads namely Jalan Raya Darmo (north), Jalan Polisi Istimewa, Jalan Raya Darmo (south) and road Dr. Soetomo, where the Polisi Istimewa traffic lights have one cycle consisting of three phases. Data was taken on January 17, 2019 at 10:00-10.30. Analysis of vehicle volume data at the intersection of traffic lights with Poisson distribution using SPSS 22 software. In this thesis, the results of the analysis of vehicle capacity on the Jalan Raya Darmo Selatan are 54 cars and 100 motorcycles, Jalan Raya Darmo Utara to Raya Darmo Selatan in the first phase of 36 cars and 75 motorcycles, Jalan Raya Darmo Utara heading to Dr. Soetomo is 13 cars and 38 motorbikes, for the Jalan Darmo Utara in the second phase 26 cars and 38 motorbikes, Dr. Soetomo and the Polisi Istimewa Road are 22 cars and 32 motorbikes.

Keywords : Queue Theory, *Poisson* Distribution, Traffic Light Intersection, vehicle waiting time, Polisi Istimewa

1. PENDAHULUAN

Jalan raya merupakan salah satu fasilitas transportasi yang sangat penting bagi kehidupan manusia. Saat ini, peningkatan penduduk di Indonesia berbanding lurus dengan peningkatan jumlah kendaraan di jalan raya. Khususnya mulai tahun 2010 hingga saat ini jumlah

kendaraan yang ada di Indonesia mengalami perkembangan jumlah yang sangat pesat. (BPS, 2016).

Untuk mengatur lalu lintas pada jalan raya digunakan lampu lalu lintas dengan tujuan mengurangi terjadinya kemacetan dan kecelakaan lalu lintas. Hal ini dikarenakan kelancaran lalu lintas merupakan hal yang dibutuhkan hampir di setiap wilayah, baik di kota kecil dan kota besar seperti Surabaya. Apabila jumlah

PENERAPAN TEORI ANTRIAN PADA PERSIMPANGAN JALAN DENGAN *TRAFFIC LIGHT* YANG MEMINIMALKAN WAKTU TUNGGU ANTAR FASE

kendaraan berkembang berbanding lurus dengan jumlah peningkatan kendaraan, maka tingkat kesulitan untuk menciptakan kelancaran jalan raya juga semakin sulit. Kemacetan paling sering dijumpai pada lampu lalu lintas persimpangan. Persimpangan jalan adalah lokasi pertemuan atau persilangan dari dua atau lebih ruas jalan (Putri & Abusini, 2014).

Ada beberapa alternatif yang dapat digunakan untuk mengurangi terjadinya kemacetan, yaitu dengan melakukan perluasan jalan raya yang mengalami kemacetan atau dengan membangun jembatan layang. Namun dua alternatif ini memiliki kendala yaitu tidak semua wilayah jalan raya dapat diperluas karena lahan yang terbatas dan tidak semua wilayah dapat dibangun jembatan layang. Selain itu, perluasan jalan dan pembangunan jembatan layangan memerlukan banyak biaya dan waktu. Hal yang dapat kita lakukan adalah melakukan pengaturan nyala lampu lalu lintas dengan optimal, agar tidak menimbulkan antrian atau kemacetan.

Menurut (Babicheva, *The Use of Queuing Theory at Research and Optimization of Traffic on The Signal-Controlled Road Intersections*, 2015) pemodelan matematika arus lalu lintas saling berhubungan dengan peningkatan besar jumlah kendaraan dan dengan pertumbuhan infrastruktur perkotaan. Pada penelitian (Riana, 2014) membahas mengenai model waktu tunggu kendaraan pada salah satu jalan yang ada di persimpangan dengan kedatangan kendaraan berdistribusi *Poisson* dan memperhatikan sisa antrian.

Pada penelitian ini akan dibahas bagaimana model waktu tunggu dari persimpangan Polisi Istimewa dengan menggunakan teori antrian, dimana lampu lalu lintas persimpangan Polisi Istimewa pada tiap siklusnya terdiri dari tiga fase. Pada fase pertama dengan waktu lampu merah selama 90 detik dan lampu hijau 90 detik untuk mengatur kendaraan yang tiba dari jalan Raya Darmo Selatan menuju Raya Darmo Utara, Jalan Raya Darmo Selatan menuju jalan Dr. Soetomo dan jalan Raya Darmo Utara menuju jalan Raya Darmo Selatan. Pada fase kedua dengan waktu lampu merah selama 50 detik dan lampu hijau 130 detik untuk mengatur kendaraan yang tiba dari Jalan Raya Darmo Utara menuju jalan Dr. Soetomo dan jalan Raya Darmo Utara menuju jalan Raya Darmo Selatan. Pada fase ketiga dengan waktu lampu merah selama 40 detik dan lampu hijau 140 detik untuk mengatur gerakan kendaraan yang tiba dari jalan Dr. Soetomo menuju Jalan Polisi Istimewa dan Jalan Polisi Istimewa Selatan menuju jalan Dr. Soetomo. Kedatangan kendaraan pada persimpangan Polisi Istimewa berdistribusi *Poisson*. Adanya penelitian ini diharapkan dapat meminimalkan waktu tunggu antar fase sehingga dalam satu fase tidak meninggalkan sisa antrian.

2. KAJIAN TEORI Teori Antrian

Proses antrian adalah suatu proses yang berhubungan dengan waktu kedatangan kendaraan, menunggu dalam baris antrian, akhirnya datang waktu keberangkatan kendaraan. Tujuan dari teori antrian adalah meneliti proses antrian dalam rangkaian kejadian dari suatu sistem antrian yang terjadi. (Kakiay, 2004)

Sistem antrian adalah suatu himpunan pelanggan, pelayan, dan suatu aturan yang mengatur pelayanan kepada pelanggan (Kakiay, 2004). Pengendara yang tiba dapat bersifat tetap atau tidak tetap untuk memperoleh pelayanan. Apabila pengendara yang tiba dapat langsung masuk ke dalam sistem maka pengendara tersebut dapat dilayani atau berjalan terus. Sebaliknya jika harus menunggu maka harus membentuk antrian hingga tiba waktu pengendara untuk jalan.

Inti dari analisis antrian adalah antri itu sendiri, timbul antrian terutama tergantung dari sifat kedatangan, proses pelayanan dan disiplin antrian. Disiplin antrian adalah aturan keputusan yang menjelaskan cara melayani pengantri. Misalnya, yang pertama memasuki antrian yang pertama dilayani atau disebut *First In First Out* (FIFO). Pada antrian terdapat dua bentuk dari saluran pelayanan yaitu sistem saluran tunggal apabila memiliki satu saluran pelayan dan sistem saluran majemuk apabila saluran pelayanan lebih dari satu dan beroperasi secara bersamaan.

Distribusi *Poisson*

Percobaan *Poisson* adalah percobaan yang menghasilkan nilai-nilai bagi suatu peubah acak x , yaitu banyaknya percobaan yang terjadi selama suatu selang waktu tertentu. Selang waktu dapat bermacam-macam, misalnya semenit, sejam, sehari, seminggu, sebulan atau bahkan setahun. Distribusi dari peubah acak *Poisson* x , yang menyatakan banyaknya hasil percobaan yang terjadi selama suatu selang waktu adalah

$$f(x) = \frac{e^{-\mu} \mu^x}{x!}, \text{ untuk } x = 1, 2, 3, \dots$$

Dimana μ adalah rata-rata banyaknya hasil percobaan yang terjadi selama selang waktu yang dinyatakan. (Sahoo, 2006)

Uji Distribusi Kolmogorov-Smirnov

Uji Kolmogorov-Smirnov merupakan uji secara umum dari fungsi ekuivalen F_A dan F_B , dan didasarkan pada perbandingan fungsi distribusi kumulatif sampel dengan fungsi distribusi kumulatif hipotesis. Uji Kolmogorov-Smirnov digunakan untuk mengetahui apakah distribusi nilai-nilai sampel yang teramati sesuai dengan distribusi teoritis tertentu (Normal, Uniform, *Poisson*, Eksponensial). Jika perbedaannya cukup besar

dibandingkan dengan apa yang diharapkan dari suatu ukuran sampel tertentu, model teoritisnya akan ditolak. (Hayter, 2002)

Deret Aritmatika

Deret aritmatika adalah penjumlahan dari suku-suku pada barisan aritmatika, jumlah n suku dari suatu deret matematika dilambangkan dengan S_n . (Heryadi, 2007)

Demikian diperoleh :

$$S_n = u_1 + u_2 + u_3, \dots + u_n$$

$$u_n = a + (n - 1)b$$

$$S_n = \frac{n}{2}(2a + (n - 1)b) \text{ atau } S_n = \frac{n}{2}(a + u_n)$$

dengan

$$a = \text{suku pertama} / u_1$$

$$b = \text{beda} / u_2 - u_1$$

$$n = \text{banyak suku}$$

$$u_n = \text{suku terakhir}$$

3. METODE

Jenis penelitian yang digunakan adalah studi kasus yang memfokuskan pada lampu lalu lintas persimpangan dengan mengambil data – data yang terkait dan mendukung untuk menentukan model waktu tungguntar fase pada persimpangan baik secara teoritis ataupun di lapangan dari beberapa sumber, diantaranya dari buku-buku yang ada di perpustakaan dan jurnal-jurnal penelitian yang serupa.

Setiap pengendara yang akan melewati persimpangan Polisi Istimewa harus melewati lampu lalu lintas yang terbagi menjadi lampu merah dan lampu hijau sehingga dalam sistem lampu lalu lintas mengakibatkan adanya antrian. Sistem antrian di lampu lalu lintas Polisi Istimewa menggunakan disiplin antrian FIFO yaitu pengendara yang tiba terlebih dahulu akan keluar terlebih dahulu. Dalam hal ini akan dicatat jumlah kedatangan kendaraan yang memasuki antrian pada lampu hijau dan lampu merah. Kemudian akan dikumpulkan pada tiap fase lampu hijau dan lampu merah untuk dianalisa.

Menguji distribusi yaitu distribusi jumlah kedatangan kendaraan yang memasuki antrian untuk memastikan hasil dugaan distribusi data sesuai dengan distribusi data yang diasumsikan pada teori antrian yaitu distribusi *Poisson* dengan bantuan software SPSS 22, software ini dipilih karena memiliki kemampuan analisa statistik yang cukup tinggi serta system manajemen data pada lingkungan grafis dengan menggunakan menu-menu deskriptif dan kotak-kotak dialog yang sederhana sehingga mudah untuk dipahami cara pengoperasiannya.

Kemudian menentukan kapasitas kendaran tiap fasenya di persimpangan Polisi Istimewa yang terbagi menjadi 3 fase dengan waktu yang steady-state. Dalam penelitian ini, pengambilan data dilakukan di persimpangan polisi Istimewa pada 17 Januari 2019 pada

pukul 10.00-10.30 melalui CCTV pada persimpangan. Data yang dikumpulkan adalah banyaknya kendaraan yang masuk ke dalam antrian, durasi lampu hijau dan durasi satu siklus.

4. PEMBAHASAN

Uji Distribusi Kendaraan Mobil

Data yang digunakan untuk melakukan uji distribusi terhadap kedatangan kendaraan pada saat lampu hijau dan lampu merah adalah data volume mobil dan data. Pengujian distribusi kedatangan kendaraan pada saat lampu hijau dan lampu merah dengan menggunakan uji Kolmogorov-Smirnov untuk memastikan data tersebut berdistribusi *Poisson*. Pengujian dibantu dengan software SPSS 22. Hipotesis untuk uji data kedatangan kendaraan pada saat lampu hijau dan lampu merah adalah :

H_0 : Volume mobil tiap siklus berdistribusi *Poisson*

H_1 : Volume mobil tiap siklus tidak berdistribusi *Poisson*

H_0 ditolak jika $Sig < 0.05$

Dari output SPSS 22 diperoleh hasil uji distribusi kedatangan kendaraan yang memasuki antrian sebagai berikut :

Tabel 4.1 Nilai Sig Uji Distribusi Volume Mobil

Nama Jalan	Nilai Sig
Raya Darmo Utara-Raya Darmo Selatan	0.857
Raya Darmo Selatan-Dr. Soetomo	0.985
Raya Darmo Selatan-Raya Darmo Utara	0.677
Raya Darmo Selatan-Raya Darmo Utara	0.677
Raya Darmo Selatan-Dr. Soetomo	0.997
Dr. Soetomo-Polisi Istimewa	0.879
Dr. Soetomo-Raya Darmo Utara	0.981
Polisi Istimewa-Dr. Soetomo	0.999
Polisi Istimewa-Raya Darmo Selatan	0.999

Dari tabel di atas diperoleh $Sig > 0.05$, dapat disimpulkan bahwa H_0 diterima. Dengan demikian distribusi volume kendaraan mobil tiap siklus berdistribusi *Poisson*.

Uji Distribusi Kendaraan Motor

Data yang digunakan untuk melakukan uji distribusi terhadap kedatangan kendaraan pada saat lampu hijau dan lampu merah adalah data volume motor dan data. Pengujian distribusi kedatangan kendaraan pada saat lampu hijau dan lampu merah dengan menggunakan uji Kolmogorov-Smirnov untuk memastikan data tersebut berdistribusi *Poisson*. Pengujian dibantu dengan software SPSS 22. Hipotesis untuk uji data kedatangan kendaraan pada saat lampu hijau dan lampu merah adalah :

H_0 : Volume motor tiap siklus berdistribusi *Poisson*

H_1 : Volume motor tiap siklus tidak berdistribusi *Poisson*

H_0 ditolak jika $Sig < 0.05$

PENERAPAN TEORI ANTRIAN PADA PERSIMPANGAN JALAN DENGAN *TRAFFIC LIGHT* YANG MEMINIMALKAN WAKTU TUNGGU ANTAR FASE

Dari output SPSS 22 diperoleh hasil uji distribusi kedatangan kendaraan yang memasuki antrian sebagai berikut :

Tabel 4.1 Nilai Sig Uji Distribusi Volume Mobil

Nama Jalan	Nilai Sig
Raya Darmo Utara-Raya Darmo Selatan	0.970
Raya Darmo Selatan-Dr. Soetomo	0.280
Raya Darmo Selatan-Raya Darmo Utara Fase Pertama	0.850
Raya Darmo Selatan-Raya Darmo Utara Fase Kedua	0.850
Raya Darmo Selatan-Dr. Soetomo	0.993
Dr. Soetomo-Polisi Istimewa	0.977
Dr. Soetomo-Raya Darmo Utara	0.415
Polisi Istimewa-Dr. Soetomo	0.832
Polisi Istimewa-Raya Darmo Selatan	0.596

Dari tabel di atas diperoleh $Sig > 0.05$, dapat disimpulkan bahwa H_0 diterima. Dengan demikian distribusi volume kendaraan mobil tiap siklus berdistribusi Poisson.

Data Statistik pada Persimpangan Polisi Istimewa dalam Kondisi Steady-State

Pada penelitian ini, terdapat 2 jenis kendaraan yaitu mobil dan motor dengan ukuran kendaraan rata-rata :

- a. Mobil : $2 m \times 4,25 m$
- b. Motor : $0,7 m \times 2 m$

Dimana tiap kendaraan memiliki range aman yang mengelilingi kendaraan.

- a. Range depan : 0,4 m
- b. Range belakang : 0,4 m
- c. Range kanan : 0,2 m
- d. Range kiri : 0,2 m

Sehingga diperoleh dimensi kendaraan yaitu :

- a. Mobil : $x_A = 5,05 m \times 2,4 m = 12,12 m^2$
- b. Motor : $y_A = 2,8 m \times 1,1 m = 3,08 m^2$

Kapasitas Kendaraan Pada Fase Pertama

Dengan $\bar{v} = 5.55 m/s$, kemudian kita menghitung waktu setiap kendaraan melewati lampu lalu lintas.

$$\text{Mobil : } T_x = \frac{5,05 m}{5.55 m/s} = 0,909 s$$

$$\text{Motor : } T_y = \frac{2,8 m}{5.55 m/s} = 0,504 s$$

Diperoleh $T_x = 0,909 s$ dan $T_y = 0,504 s$. Sekarang akan ditentukan berapa banyak kendaraan yang bisa melaju saat lampu hijau dengan mempertimbangkan waktu tunggu kendaraan satu dengan kendaraan dibelakangnya dan seterusnya selama 0,5 detik untuk mobil dan 0.25 detik untuk motor. Jalan Raya Darmo Selatan memiliki lebar jalan 13 meter dan panjang antrian 100 meter. Berdasarkan ukuran kendaraan dan lebar jalan saat kondisi jalan padat, dalam satu baris

dapat menampung 3 mobil dan 4 motor. Sehingga, sepanjang 100 meter dapat memuat 20 mobil dan 35 motor. Sehingga secara maksimal luas Raya Darmo Selatan dapat terisi 60 mobil dan 140 motor. Sedangkan, untuk Jalan Raya Darmo Utara yang bertujuan lurus memiliki lebar jalan 8.5 meter dan panjang antrian 100 meter. Berdasarkan ukuran kendaraan dan lebar jalan saat kondisi jalan padat, dalam satu baris dapat menampung 2 mobil dan 3 motor. Sehingga, sepanjang 100 meter dapat memuat 20 mobil dan 35 motor. Sehingga secara maksimal luas Raya Darmo Selatan dapat terisi 50 mobil dan 105 motor. Untuk kendaraan yang akan belok kiri dan lurus, memiliki waktu kendaraan melaju saat lampu hijau adalah 90 s, akan dicari nilai $T_{HL} = 90s$ atau yang mendekati untuk satu barisan kendaraan dengan deret aritmatika., diperoleh hasil berikut :

Nama Jalan	Kapasitas Mobil	Kapasitas Motor
Raya Darmo Utara-Raya Darmo Selatan	54	100
Raya Darmo Selatan-Raya Darmo Utara Fase Pertama	36	75

Kapasitas Kendaraan Pada Fase Kedua

Dengan $\bar{v} = 5.55 m/s$, kemudian kita menghitung waktu setiap kendaraan melewati lampu lalu lintas.

$$\text{Mobil : } T_x = \frac{5,05 m}{5.55 m/s} = 0,909 s$$

$$\text{Motor : } T_y = \frac{2,8 m}{5.55 m/s} = 0,504 s$$

Diperoleh $T_x = 0,909 s$ dan $T_y = 0,504 s$. Sekarang akan ditentukan berapa banyak kendaraan yang bisa melaju saat lampu hijau dengan mempertimbangkan waktu tunggu kendaraan satu dengan kendaraan dibelakangnya dan seterusnya selama 0,5 detik untuk mobil dan 0.25 detik untuk motor. Jalan Raya Darmo Utara memiliki lebar jalan 13 meter dan panjang antrian 100 meter. Lebar jalan dibagi menjadi 2 tujuan kendaraan yaitu 6 meter untuk kendaraan yang akan belok kanan dan 7 meter untuk kendaraan yang lurus. Berdasarkan ukuran kendaraan dan lebar jalan saat kondisi jalan padat, pada jalan Raya Darmo Utara bertujuan ke jalan Dr. Soetomo, dalam satu baris dapat menampung 1 mobil dan 2 motor. Sehingga, sepanjang 100 meter dapat memuat 20 mobil dan 35 motor. Sehingga secara maksimal luas jalan Raya Darmo Utara dan Raya Darmo Selatan dapat terisi 20 mobil dan 70 motor. Sedangkan untuk kendaraan yang bertujuan ke Jalan Raya Darmo Utara, dalam satu baris dapat menampung 2 mobil dan 2 motor. Sehingga, sepanjang 100 meter dapat memuat 40 mobil dan 70 motor. Untuk kendaraan yang akan belok kanan dan lurus, memiliki waktu kendaraan melaju saat lampu hijau adalah 50 s, akan dicari nilai $T_{HL} = 50s$ atau yang mendekati untuk

satu barisan kendaraan dengan deret aritmatika., diperoleh hasil berikut :

Nama Jalan	Kapasitas Mobil	Kapasitas Motor
Raya Darmo Selatan-Dr.Soetomo	13	38
Raya Darmo Selatan-Raya Darmo Utara Fase Kedua	26	38

Kapasitas Kendaraan Pada Fase Kedua

Dengan $\bar{v} = 5.55 \text{ m/s}$, kemudian kita menghitung waktu setiap kendaraan melewati lampu lalu lintas.

Mobil : $T_x = \frac{5,05 \text{ m}}{5.55 \text{ m/s}} = 0,909 \text{ s}$

Motor : $T_y = \frac{2,8 \text{ m}}{5.55 \text{ m/s}} = 0,504 \text{ s}$

Diperoleh $T_x = 0,909 \text{ s}$ dan $T_y = 0,504 \text{ s}$. Sekarang akan ditentukan berapa banyak kendaraan yang bisa melaju saat lampu hijau dengan mempertimbangkan waktu tunggu kendaraan satu dengan kendaraan dibelakangnya dan seterusnya selama 0,5 detik untuk mobil dan 0.25 detik untuk motor. Jalan Dr. Soetomo dan jalan Polisi Istimewa memiliki lebar jalan sama yaitu 7.5 meter dan panjang antrian 100 meter. Berdasarkan ukuran kendaraan dan lebar jalan saat kondisi jalan padat, dalam satu baris dapat menampung 2 mobil dan 2 motor. Sehingga, sepanjang 100 meter dapat memuat 20 mobil dan 35 motor. Sehingga secara maksimal luas jalan Raya Darmo Utara dan Raya Darmo Selatan dapat terisi 40 mobil dan 70 motor. Untuk kendaraan yang akan belok kanan dan lurus, memiliki waktu kendaraan melaju saat lampu hijau adalah 50 s, akan dicari nilai $T_{HL} = 50\text{s}$ atau yang mendekati untuk satu barisan kendaraan dengan deret aritmatika., diperoleh hasil berikut :

Nama Jalan	Kapasitas Mobil	Kapasitas Motor
Dr.Soetomo-Polisi Istimewa dan Raya Darmo Utara	22	32
Polisi Istimewa- Dr.Soetomo dan Raya Darno Selatan	22	32

5. PENUTUP

Simpulan

Volume kendaraan mobil dan motor di persimpangan Polisi Istimewa mengikuti berdistribusi *Poisson* berdasar Uji Kolmogorov-Sminorv. Hasil analisa kapasitas kendaraan pada jalan Raya Darmo Selatan menuju jalan Raya Darmo Utara dan jalan Dr. Soetomo yaitu 54 mobil dan 100 motor terbagi menjadi 3 lajur mobil dan 4 lajur motor. Pada jalan tersebut kapasitas mobil lebih besar

dari volume mobil, sedangkan kapasitas motor lebih kecil dari volume motor dengan rata-rata sisa antrian 8 motor.

Hasil analisa kapasitas kendaraan pada jalan Raya Darmo Utara menuju Raya Darmo Selatan pada fase pertama yaitu 36 mobil dan 75 motor terbagi menjadi 2 lajur mobil dan 3 lajur motor. Pada jalan tersebut kapasitas mobil dan motor lebih besar dari volume mobil dan motor, sehingga tidak ada sisa antrian.

Hasil analisa kapasitas kendaraan pada jalan Raya Darmo Utara menuju Dr. Soetomo yaitu 13 mobil dan 38 motor terbagi menjadi 1 lajur mobil dan 2 lajur motor. Pada jalan tersebut kapasitas mobil dan motor lebih kecil dari volume mobil dan motor dengan rata-rata sisa antrian 8 mobil dan 10 motor.

Hasil analisa kapasitas kendaraan pada jalan Raya Darmo Utara menuju Raya Darmo Selatan pada fase kedua yaitu 26 mobil dan 38 motor terbagi menjadi 2 lajur mobil dan 2 lajur motor. Pada jalan tersebut kapasitas mobil lebih besar dari volume mobil, sedangkan kapasitas motor lebih kecil dari volume motor dengan rata-rata sisa antrian 27 motor.

Hasil analisa kapasitas kendaraan pada jalan Dr. Soetomo dan jalan Polisi Istimewa dan jalan Raya Darmo Utara yaitu 22 mobil dan 32 motor terbagi menjadi 2 lajur mobil dan 2 lajur motor. Pada jalan tersebut kapasitas mobil lebih besar dari volume mobil, sedangkan kapasitas motor lebih kecil dari volume motor dengan rata-rata sisa antrian 5 motor.

Hasil analisa kapasitas kendaraan pada jalan Polisi Istimewa menuju jalan Dr. Soetomo dan jalan Raya Darmo Selatan yaitu 22 mobil dan 32 motor terbagi menjadi 2 lajur mobil dan 2 lajur motor. Pada jalan tersebut kapasitas mobil dan motor lebih besar dari volume mobil dan motor, sehingga tidak ada sisa antrian.

Saran

Pada jalan yang tidak terdapat sisa antrian bisa mengurangi waktu lampu hijau untuk ditambahkan ke jalan yang terdapat sisa antrian. Akan lebih baik jika pengaturan lampu lalu lintas menggunakan sinyal otomatis bergantung kedatangan kendaraan di tiap fase.

DAFTAR PUSTAKA

Babicheva, T. (2015). The Use of Queuing Theory at Research and Optimization of Traffic on The Signal-Controlled Road Intersections. *Procedia Computer Science*, 469-478.

BPS, B. P. (2016, 12 31). 2018 *Badan Pusat Statistik*. Retrieved 12 30, 2018, from Badan Pusat Statistik Web Site: <https://www.bps.go.id/linkTableDinamis/view/id/1133>

**PENERAPAN TEORI ANTRIAN PADA PERSIMPANGAN JALAN DENGAN *TRAFFIC LIGHT* YANG
MEMINIMALKAN WAKTU TUNGGU ANTAR FASE**

- Hayter, A. J. (2002). *Probability and Statistics for Engineers and Scientist*. United State of America: Duxbury.
- Heryadi, D. (2007). *Modul Matematika Untuk SMK Kelas XI*. Jakarta: Yudhistira.
- Kakiay, T. J. (2004). *Dasar Teori Antrian untuk Kehidupan Nyata*. Yogyakarta: ANDI.
- Putri, D. B., & Abusini, S. (2014). Analisis Tingkat Pelayanan Persimpangan Jalan Dengan Model Antrian M/D/1 Dan Metode Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI). *Universitas Brawijaya* , 109.
- Riana, M. (2014). Model Antrian Waktu Tunggu Kendaraan di Persimpangan Lampu Lalu Lintas Condong Catur dengan Compound Poisson Arrivals dan Memperhatikan Sisa Antrian Sebelumnya. *Universitas Negeri Yogyakarta* .
- Sahoo, P. (2006). *Probability and Mathematical Statistic*. USA: University of Louisville.