

# SIMULASI SPREADSHEET UNTUK PREDIKSI JUMLAH KENDARAAN YANG MELEWATI PERSIMPANGAN JALAN

Joko Lianto Buliali <sup>1)</sup>, Chastine Fatichah <sup>2)</sup>, Ahmad Saikhu <sup>3)</sup>, Heru Tri Ahmanto <sup>4)</sup> Silvester Tena <sup>5)</sup>

<sup>1) 2) 3) 4)</sup> Jrs. Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Informasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Kampus ITS Keputih, Sukolilo, Surabaya - 60111, Indonesia

email: <sup>1)</sup>joko@cs.its.ac.id, <sup>2)</sup>chastine@if.its.ac.id, <sup>3)</sup>saikhu@its-sby.edu, <sup>4)</sup>h3ru\_3ahmanto@yahoo.co.id

<sup>5)</sup> Jrs. Teknik Elektro, Fak. Sains dan Teknik,

Kampus Universitas Nusa Cendana, Kupang - 85001, Indonesia

email: <sup>5)</sup>silvertena\_unc@yahoo.com

## ABSTRACT

*A number of methods can be used to determine the time setting of a traffic light in a road junction. This research proposes using spreadsheet as a tool for simulating vehicles passing through a road junction controlled by a traffic light. The simulation can be utilized to evaluate the effectiveness of a traffic light time setting. The result can then be compared with with another traffic light time setting. The spreadsheet model encompasses several factors: vehicle inter-arrival time, time setting of a traffic light (red, yellow, and green), the time when a vehicle approaches the road junction, vehicle speed, vehicle queue in a traffic light when it is red. Simulation using spreadsheet provides advantages, such as the ease of using and the ease of getting the already widely used spreadsheet program. Testing by using 2 scenarios shows that the tool can be used to determine which scenario is more appropriate for the given traffic condition.*

## Key words

*simulation, spreadsheet, vehicle, time setting, traffic light.*

## 1. Pendahuluan

Seiring dengan pertumbuhan penduduk, pengguna alat transportasi yang menyebabkan kemacetan lalu lintas di jalan raya semakin meningkat. Kemacetan lalu lintas banyak dijumpai di kota-kota di Indonesia maupun di negara lain.

Adanya persimpangan jalan, yaitu tempat berpindahnya kendaraan dari ruas jalan satu ke ruas jalan yang lain sesuai keperluan pengguna jalan, merupakan menjadi penyebab utama kemacetan lalu lintas. Lampu pengatur lalu lintas merupakan salah satu sarana di persimpangan jalan yang digunakan untuk menertibkan pengguna jalan

agar dapat melintasi persimpangan jalan secara bergiliran. Lampu pengatur lalu lintas terdiri dari tiga warna yaitu merah, kuning, dan hijau dengan nyala lampu bergantian dengan interval waktu tertentu.

Ada kalanya antrean yang panjang pada ruas jalan di persimpangan jalan dengan lampu lalu lintas. Hal ini potensial terjadi karena pembagian lama waktu nyala lampu merah dan hijau yang kurang tepat untuk persimpangan jalan tersebut.

Oleh karena itu perlu adanya pengaturan waktu untuk lampu merah dan hijau yang tepat agar kepadatan pada masing-masing ruas jalan menjadi minimal. Dengan kepadatan pada masing-masing ruas jalan menjadi minimal, maka pengguna jalan tidak perlu menunggu giliran nyala lampu hijau menjadi sesingkat mungkin, yang pada akhirnya dapat mengurangi antrean / kepadatan kendaraan yang terjadi di persimpangan tersebut.

Ada sejumlah cara untuk melakukan pengaturan waktu nyala lampu merah dan hijau pada lampu pengatur lalu lintas dengan komputasi. [1] menerapkan metode machine learning dalam penentuan waktu nyala hijau pada lampu pengatur lalu lintas untuk meminimalkan waktu tunggu kendaraan di persimpangan jalan. Pada penelitian tersebut, neural network digunakan untuk menentukan waktu nyala pada lampu pengatur lalu lintas. Kinerja neural network dibandingkan dengan cara konvensional dalam pengaturan waktu nyala pada lampu pengatur lalu lintas. Disimpulkan bahwa metode yang diusulkan mengurangi waktu tunggu kendaraan secara keseluruhan bila dibandingkan cara konvensional dalam pengaturan waktu nyala pada lampu pengatur lalu lintas. [2] menunjukkan bahwa pengaturan waktu nyala pada lampu pengatur lalu lintas dapat meningkatkan kelancaran lalu lintas di kota. Terdapat hubungan antara waktu nyala pada lampu pengatur lalu lintas dengan arus lalu lintas. Penelitian tersebut mengusulkan model waktu nyala pada lampu pengatur lalu

lintas dan merancang sistem pengaturan lalu lintas secara real time menggunakan support vector regression. [3] menggunakan Petri nets dalam memodelkan sistem pengaturan lalu lintas. Keuntungan penggunaan metode ini adalah kemudahan diperolehnya model sinyal pengaturan lalu lintas dengan menggunakan modul yang dibuat. Dengan modul ini, dapat dimodelkan nyala lampu lalu lintas pada sejumlah persimpangan. Penelitian tersebut mengemukakan pemodelan dengan Timed Coloured Petri nets yang dinyatakan belum pernah digunakan sebelumnya.

Makalah ini membahas suatu kaskas penunjang (tool) untuk melakukan simulasi kendaraan yang lewat pada suatu persimpangan lalu lintas dengan lampu pengatur lalu lintas dengan menggunakan spreadsheet. Tujuan utama dari simulasi ini adalah untuk mengetahui banyaknya kendaraan yang dapat melewati suatu persimpangan jalan dengan lampu pengatur lalu lintas pada suatu periode waktu tertentu, misalnya 2 jam. Dengan melakukan sejumlah replikasi, jumlah kendaraan yang dapat melewati persimpangan tersebut dapat diprediksi dengan tingkat keyakinan yang diinginkan. Faktor-faktor yang diperhatikan pada penelitian ini adalah waktu antar kedatangan kendaraan, waktu nyala (merah, kuning, dan hijau) pada lampu pengatur lalu lintas, waktu kendaraan tiba di persimpangan jalan mulai dari titik pembangkitan kendaraan, kecepatan kendaraan, antrian kendaraan di lampu pengatur lalu lintas saat berwarna merah. Simulasi menggunakan spreadsheet memberikan keuntungan yaitu bahwa simulasi ini dapat dilakukan dengan relatif mudah, menggunakan perangkat lunak spreadsheet yang telah umum.

## 2. Pemodelan dan Simulasi dengan Spreadsheet

Pemodelan merupakan tindakan membuat model dari suatu sistem yang ada dengan tujuan model tersebut dapat dipelajari dan dieksekusi untuk menghasilkan parameter yang ingin diketahui. Simulasi sendiri merupakan suatu cara untuk memprediksi parameter yang ingin diketahui melalui eksekusi model simulasi. Dengan mengubah-ubah parameter pada model simulasi sesuai skenario, dapat diperoleh analisis *what-if*, yaitu suatu analisis yang dilakukan dengan mencoba sejumlah nilai pada parameter pada model simulasi. Hal ini dilakukan untuk mengetahui dampak perubahan parameter pada model simulasi. Dengan mengamati variabel luaran, dapat ditentukan parameter pada model simulasi yang paling sesuai untuk skenario yang dipilih.

Dalam model spreadsheet yang dibuat, kedatangan masing-masing kendaraan menuju persimpangan

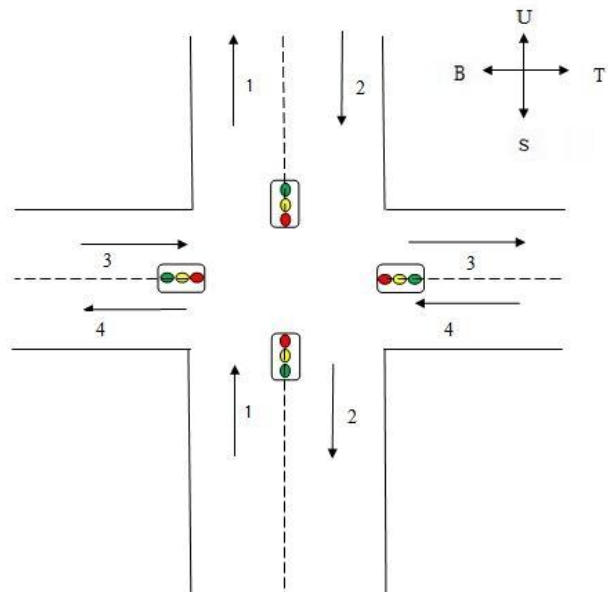
dimodelkan dengan munculnya kendaraan tersebut di titik awal di ruas jalan yang ditinjau. Tergantung kecepatannya, kendaraan di titik awal tersebut memerlukan sejumlah waktu untuk mencapai persimpangan.

Setibanya di persimpangan, kendaraan akan memantau nyala lampu pengatur lalu lintas. Jika nyala lampu pengatur lalu lintas berwarna merah, kendaraan harus berhenti, apabila ada kendaraan lain telah berhenti di depannya, kendaraan harus mengantre dengan berhenti di belakangnya. Jika nyala lampu pengatur lalu lintas berwarna hijau, kendaraan dapat berjalan melewati persimpangan jalan.

Batasan-batasan permasalahan pada pemodelan ini adalah:

- Kendaraan yang dimodelkan hanya mobil.
- Tidak ada kendaraan saling mendahului.
- Pada suatu waktu hanya ada satu jalur yang nyala lampu lalu lintas berwarna hijau dan nyala lampu untuk lajur yang lain berwarna merah.
- Banyaknya kendaraan dalam setiap waktu antar kedatangan adalah satu.
- Gerakan kendaraan adalah konstan.
- Jarak antar kendaraan adalah sama.

Gambar 1 menunjukkan persimpangan jalan yang sederhana, dengan kendaraan di satu ruas jalan hanya diperkenankan berjalan lurus setelah persimpangan.



Gambar 1. Persimpangan Jalan Sederhana

Persimpangan yang lebih rumit, seperti persimpangan yang membolehkan kendaraan berbelok ke kanan dengan

pengaturan nyala lampu lalu lintas tersendiri, persimpangan yang membolehkan kendaraan berbelok ke kiri dengan berjalan terus, dapat dimodelkan dengan melakukan penyesuaian pada model spreadsheet.

Informasi yang diperlukan untuk dapat mensimulasikan kendaraan yang melewati persimpangan adalah:

- Waktu antar kedatangan kendaraan.
- Waktu nyala merah pada lampu pengatur lalu lintas
- Waktu nyala kuning pada lampu pengatur lalu lintas
- Waktu nyala hijau pada lampu pengatur lalu lintas

Informasi tersebut dimasukkan dalam spreadsheet.

Untuk mendapatkan nilai yang merupakan variabel, digunakan formula untuk menghitung nilai variabel tersebut sesuai keadaan lalu lintas pada saat yang ditinjau. Adapun nilai yang merupakan variabel adalah:

- Waktu kedatangan kendaraan datang di titik awal.
- Waktu kendaraan tiba di persimpangan jalan, mulai dari titik pembangkitan kendaraan.

Untuk pemodelan yang disederhanakan, waktu kedatangan kendaraan datang di titik awal dapat diambil suatu nilai yang tetap, dan kecepatan kendaraan dapat diambil suatu nilai yang tetap. Untuk pemodelan yang lebih nyata, nilai-nilai ini dapat dibangkitkan dengan menggunakan pembangkit dengan suatu distribusi probabilitas, sehingga lebih sesuai dengan keadaan sebenarnya.

Selang waktu kendaraan untuk menempuh jarak mulai titik awal sampai di persimpangan jalan dapat dihitung dengan jarak termpuh (sampai antrian kendaraan terakhir) dibagi kecepatan rata-rata kendaraan. Terdapat dua kemungkinan yaitu:

- Saat tidak ada antrian  
waktu tiba di persimpangan jalan = waktu kedatangan kendaraan + selang waktu kendaraan untuk menempuh jarak mulai titik awal sampai di persimpangan jalan
- Saat ada antrian  
waktu tiba di persimpangan jalan = waktu kedatangan kendaraan + selang waktu kendaraan untuk menempuh jarak mulai titik awal sampai di persimpangan jalan – (jumlah antrian \* jarak antar kendaraan)
- Formula untuk kedua kondisi diatas adalah sebagai berikut:  
=if(jumlah antrian = 0), waktu kedatangan kendaraan + selang waktu kendaraan untuk menempuh jarak mulai titik awal sampai di persimpangan jalan, waktu kedatangan kendaraan + selang waktu kendaraan untuk menempuh jarak mulai titik awal sampai di persimpangan jalan – (jumlah antrian \* jarak antar kendaraan)

- Waktu tunggu hijau selanjutnya waktu dimana kendaraan berada dalam antrian dan menunggu hijau selanjutnya untuk dapat melintasi lampu pengatur lalu lintas. Formulasnya adalah sebagai berikut:  
=if(waktu tiba = "merah",  
abs(mod(waktu tiba di depan,siklus nyala lampu lalu lintas)+jumlah antrian \*3)

### 3. Hasil Percobaan

Percobaan dilakukan dengan menetapkan proporsi nyala lampu pengatur lalu lintas dengan 2 skenario yaitu:

- Skenario 1: percobaan pertama dilakukan dengan menetapkan waktu nyala lampu hijau selama 20 detik, dan kuning selama 3 detik dan merah selama 60 detik
- Skenario 2: percobaan kedua dilakukan dengan menetapkan waktu nyala lampu hijau selama 30 detik, kuning selama 3 detik, dan merah selama 60 detik.

Parameter penting untuk dapat menghitung jumlah kendaraan yang melewati lampu pengatur lalu lintas ditunjukkan pada Tabel 1 dan Tabel 2. Tabel 1 menunjukkan potongan spreadsheet yang dapat digunakan untuk mengetahui jumlah kendaraan yang melewati lampu lalu lintas sesuai Skenario 1. Sedangkan Tabel 2. menunjukkan potongan spreadsheet yang dapat digunakan untuk mengetahui jumlah kendaraan yang melewati lampu lalu lintas sesuai Skenario 2

Tabel 1. Jumlah Kendaraan yang Dapat Melewati Lampu Lalu Lintas sesuai Skenario 1

hasil mod	lampu LL	status	waktu melintasi lampu lalu lintas (detik ke)
15	hijau	Hijau	15
25	merah	Hijau	83
32	merah	Hijau	86
39	merah	Hijau	89
46	merah	Hijau	92
53	merah	Hijau	95
60	merah	Hijau	98
67	merah	Hijau	101
74	merah	Hijau	104
81	merah	merah	Tunggu
5	hijau	Merah	Tunggu
15	hijau	Merah	Tunggu

Dari Tabel 1 terlihat bahwa dalam satu siklus lampu hijau, jumlah kendaraan yang dapat melewati persimpangan adalah sejumlah 9 kendaraan, karena lampu lalu lintas berwarna hijau saat kendaraan tersebut berada di

persimpangan jalan. Sedangkan 2 kendaraan harus menunggu lampu hijau berikutnya untuk melewati persimpangan tersebut, karena lampu lalu lintas berwarna merah saat kendaraan tersebut berada di persimpangan jalan.

Tabel 2. Jumlah Kendaraan yang Dapat Melewati Lampu Lalu Lintas sesuai Skenario 2

hasil mod	lampu LL	status	waktu melintasi lampu lalu lintas (detik ke)
15	hijau	hijau	15
25	hijau	hijau	25
35	merah	hijau	93
42	merah	hijau	96
49	merah	hijau	99
56	merah	hijau	101
63	merah	hijau	104
70	merah	hijau	107
77	merah	hijau	111
84	merah	hijau	114
91	merah	hijau	117
5	hijau	hijau	120
15	hijau	hijau	123
25	hijau	merah	tunggu

Serupa dengan Tabel 1, dari Tabel 2 terlihat bahwa dalam satu siklus lampu hijau, jumlah kendaraan yang dapat melewati persimpangan adalah sejumlah 13 kendaraan, karena lampu lalu lintas berwarna hijau saat kendaraan tersebut berada di persimpangan jalan. Sedangkan 1 kendaraan harus menunggu lampu hijau berikutnya untuk melewati persimpangan tersebut, karena lampu lalu lintas berwarna merah saat kendaraan tersebut berada di persimpangan jalan.

Dengan melakukan perubahan nilai waktu nyala (merah, kuning, dan hijau) pada spreadsheet seperti, maka dapat dilakukan analisis *what-if*. Dengan demikian dapat diketahui kebijakan penentuan waktu nyala lampu pengatur lalu lintas yang tepat untuk kondisi yang ada (waktu antar kedatangan kendaraan, dan kecepatan kendaraan, dsb).

Spreadsheet selengkapnya untuk melakukan penghitungan jumlah kendaraan yang dapat melewati lampu pengatur lalu lintas dapat dilihat pada Tabel 3 dan Tabel 4 yang sebenarnya merupakan satu kesatuan, namun pada makalah ini dipisahkan karena keterbatasan lebar kolom penulisan. Pada Tabel 3 dan Tabel 4 tersebut, selai kolom-kolom yang telah ditunjukkan pada Tabel 1 dan Tabel 2, terdapat sejumlah kolom pembantu yang digunakan untuk mencatat posisi dan kondisi masing-masing kendaraan yang ada pada jalan.

Dengan menghitung jumlah kendaraan yang mendapat status "lewat" pada kolom U (kolom paling kanan) pada

Tabel 2, dapat diketahui banyaknya kendaraan yang berhasil melewati persimpangan tersebut pada suatu periode waktu tertentu, misalnya 2 jam. Hal seupa dapat dilakukan pada ruas-ruas jalan yang lain pada persimpangan yang ditinjau. Dengan demikian secara keseluruhan dapat diketahui banyaknya kendaraan yang melewati persimpangan tersebut pada suatu periode waktu tertentu, dengan lama waktu nyala lampu hijau, kuning, dan merah seperti yang ditetapkan pada skenario yang digunakan.

Tabel 3. Spreadsheet Lengkap (bagian 1)

Simulasi nyala lampu pengatur lalu Lintas (bagian 1)								
hijau								
hijau				20				
kuning				3	23			
merah				60				
siklus				83				
jarak titik acuan ke lampu lalu lintas				15				
jarak antar mobil ( nunggu depannya)				3				
jumlah mobil lewat				7.66666667	8			
mobil ke	waktu antar kedatangan mobil	waktu datang mobil	jarak titik acuan ke lampu lalu lintas	jarak titik acuan ke lampu lalu lintas (baru)	jarak antar mobil	waktu tiba di depan	selisih waktu m1 dan m2	hasil mod
1	10	0	15	15	3	15	0	15
2	10	10	15	15	3	25	10	25
3	10	20	15	15	3	32	7	32
4	10	30	15	15	3	39	7	39
5	10	40	15	15	3	46	7	46
6	10	50	15	15	3	53	7	53
7	10	60	15	15	3	60	7	60
8	10	70	15	18	3	70	10	70
9	10	80	15	21	3	80	10	80
10	10	90	15	24	3	90	10	7
11	10	100	15	15	3	112	22	29
12	10	110	15	15	3	119	7	36
13	10	120	15	15	3	126	7	43
14	10	130	15	15	3	133	7	50
15	10	140	15	15	3	140	7	57
16	10	150	15	18	3	150	10	67
17	10	160	15	21	3	160	10	77
18	10	170	15	24	3	170	10	4
19	10	180	15	15	3	192	22	26
20	10	190	15	15	3	199	7	33
21	10	200	15	15	3	206	7	40
22	10	210	15	15	3	213	7	47
23	10	220	15	15	3	220	7	54
24	10	230	15	18	3	230	10	64
25	10	240	15	21	3	240	10	74

Tabel 4. Spreadsheet Lengkap (bagian 2)

Simulasi nyala lampu pengatur lalu Lintas (bagian 2)										
nyala lampu	jalan /tidak	siklus	menuju hijau berikutnya	antrian	tunggu /lewat	antrian sebelumnya	antrian sekarang	jumlah antrian	pada saat lampu hijau	lewat tidak
hijau	berjalan	0	0	0	0	0	0	0	0	
merah	berhenti	0	58	1	0	0	1	1	23	lewat
merah	berhenti	0	54	1	0	1	1	2	23	lewat
merah	berhenti	0	50	1	0	2	1	3	11.5	lewat
merah	berhenti	0	46	1	0	3	1	4	7.6666667	lewat
merah	berhenti	0	42	1	0	4	1	5	5.75	lewat
merah	berhenti	0	38	1	0	5	1	6	4.6	lewat
merah	berhenti	0	31	1	0	6	1	7	3.8333333	lewat
merah	berhenti	0	24	1	0	7	1	8	3.2857143	lewat
hijau	berjalan	1	0	0	tunggu	1	0	1	2.875	tunggu
merah	berhenti	1	57	1	0	1	1	2	2.5555556	tunggu
merah	berhenti	1	53	1	0	2	1	3	2.3	tunggu
merah	berhenti	1	49	1	0	3	1	4	2.0909091	tunggu
merah	berhenti	1	45	1	0	4	1	5	1.9166667	tunggu
merah	berhenti	1	41	1	0	5	1	6	1.7692308	tunggu
merah	berhenti	1	34	1	0	6	1	7	1.6428571	tunggu
merah	berhenti	1	27	1	0	7	1	8	1.5333333	tunggu
hijau	berjalan	2	0	0	tunggu	1	0	1	1.4375	tunggu
merah	berhenti	2	60	1	0	1	1	2	1.3529412	tunggu
merah	berhenti	2	56	1	0	2	1	3	1.2777778	tunggu
merah	berhenti	2	52	1	0	3	1	4	1.2105263	tunggu
merah	berhenti	2	48	1	0	4	1	5	1.15	tunggu
merah	berhenti	2	44	1	0	5	1	6	1.0952381	tunggu
merah	berhenti	2	37	1	0	6	1	7	1.0454545	tunggu
merah	berhenti	2	30	1	0	7	1	8	1	tunggu

#### 4. Kesimpulan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan spreadsheet dapat digunakan untuk melakukan simulasi pergerakan kendaraan melewati persimpangan jalan yang diatur dengan lampu pengatur lalu lintas. Secara keseluruhan dapat diketahui banyaknya kendaraan yang melewati persimpangan tersebut pada suatu periode waktu tertentu, dengan lama waktu nyala lampu hijau, kuning, dan merah seperti yang ditetapkan pada skenario yang digunakan. Dengan demikian efektivitas pengaturan lama waktu nyala lampu hijau, kuning, dan merah pada skenario yang satu dapat dibandingkan dengan efektivitas pengaturan lama waktu nyala lampu hijau, kuning, dan merah pada skenario-skenario yang lain.

Dari hasil kedua percobaan dengan 2 skenario, terlihat bahwa dengan penetapan proporsi lampu hijau 30 detik, kuning 3 detik dan merah 60 detik menghasilkan jumlah kendaraan yang melintasi lampu lalu lintas lebih banyak dibandingkan dengan penetapan proporsi hijau sebesar 20 detik, kuning,3 detik dan merah sebanyak 60 detik yang hanya mampu melintasi jumlah kendaraan sebanyak 10 kendaraan dalam satu siklus nyala lampu lalu lintas.

#### REFERENSI

- [1] Araghi, Sahar., Khosravi, Abbas., Johnstone, Michael., Creighton Doug., *Intelligent Traffic Light Control of Isolated Intersections Using Machine Learning Methods*, 2013, IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics.
- [2] Yang Caixia., Lu Xinhua., Liu Kecheng., *Research of Intelligent Control Model and System on Traffic Light Time*, Proceedings of the 30th Chinese Control Conference July 22-24, 2011, Yantai, China.
- [3] Yi Sheng Huang., Ta Hsiang Chung., *Modeling and Analysis of Urban Traffic Lights Control Systems Using Timed CP-nets*, 2008, Journal of Information Science and Engineering 24, 875-890.