

## **OPTIMALISASI WAKTU TUNGGU LAMPU LALU LINTAS MENGGUNAKAN SIMULASI MONTE CARLO DI SIMPANGAN TANAH HAJI KOTA MATARAM**

Santi Nur Anisa<sup>1</sup>, Amrullah<sup>2</sup>, Tabita Wahyu Triutami<sup>3</sup>, Nurul Hikmah<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Pendidikan Matematika, FKIP Universitas Mataram

[1santinuranisa14@gmail.com](mailto:santinuranisa14@gmail.com), [2amrullaq@unram.ac.id](mailto:amrullaq@unram.ac.id),

[3tabita.triutami@unram.ac.id](mailto:tabita.triutami@unram.ac.id), [4nurul.fkip@unram.ac.id](mailto:nurul.fkip@unram.ac.id)

### **ABSTRACT**

*Urban mobility is a crucial aspect of modern city life, where transportation systems play a vital role in supporting daily activities. The increasing use of transportation demands optimal traffic management to prevent congestion. One of the frequent congestion points of concern is the Tanah Haji intersection in Mataram City, which often experiences long queues due to inefficient traffic light management. To address this issue, the Monte Carlo simulation method was employed to evaluate and optimize the traffic light duration in each direction of the intersection. The study results indicate that the optimal green light duration is 22 seconds for the westbound direction with a vehicle flow difference of 3.56%, 20 seconds for the eastbound direction with a difference of 8.13%, 35 seconds for the southbound direction with a difference of 6.96%, and 30 seconds for the northbound direction with a difference of 14.56%.*

*Keywords: Traffic Lights, Optimization, Waiting Time, Monte Carlo Simulation*

### **ABSTRAK**

Mobilitas merupakan aspek krusial dalam kehidupan perkotaan modern, di mana sistem transportasi memainkan peran penting dalam mendukung aktivitas sehari-hari. Penggunaan transportasi yang semakin meningkat menuntut adanya pengaturan lalu lintas yang optimal untuk mencegah kemacetan. Salah satu titik kemacetan yang sering menjadi perhatian adalah simpangan Tanah Haji di Kota Mataram, yang kerap mengalami antrian panjang akibat pengaturan lampu lalu lintas yang kurang efisien. Untuk mengkaji hal ini, metode simulasi Monte Carlo digunakan untuk mengevaluasi dan mengoptimalkan durasi lampu lalu lintas di setiap arah simpangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa waktu optimal untuk lampu hijau adalah 22 detik untuk arah barat dengan selisih jumlah kendaraan lewat sebesar 3.56%, 20 detik untuk arah timur dengan selisih kendaraan lewat sebesar 8,13%, 35 detik untuk arah selatan dengan selisih kendaraan lewat sebesar 6.96%, dan 30 detik untuk arah utara dengan selisih kendaraan lewat sebesar 14.56%.

Kata Kunci: Lampu Lalu Lintas, Optimalisasi, Waktu Tunggu, Simulasi Monte Carlo

#### **A. Pendahuluan**

Dalam kehidupan perkotaan modern, mobilitas menjadi salah satu

aspek krusial untuk mendukung aktivitas sehari-hari. Salah satu faktor yang memengaruhi mobilitas adalah

sistem transportasi. Sarana transportasi menjadi kebutuhan dasar manusia bahkan hampir seluruh aktivitas manusia membutuhkan sarana transportasi. Saputra, Anggraini dan Isya (2017) menyatakan bahwa transportasi berfungsi untuk meningkatkan mobilitas penduduk dan sumber daya yang lain yang dapat mendukung pertumbuhan ekonomi dan pembangunan antara wilayah. Akibatnya, penggunaan transportasi meningkat seiring berjalannya waktu.

Peningkatan penggunaan transportasi di suatu daerah dapat menyebabkan berbagai masalah lalu lintas salah satunya adalah kemacetan. Hal ini dapat menghambat aktivitas sehari-hari dan menjadi sumber ketidaknyamanan. Herdiansyah dan Atika (2016) mengemukakan bahwa tingginya volume kendaraan yang tidak sebanding dengan kapasitas topologi jaringan lalu lintas, terbatasnya jalan atau jalur alternatif untuk melayani beban trafik lalu lintas dalam mengoptimasi perencanaan dan pengelolaan lalu lintas dapat menyebabkan kemacetan. Salah satu titik yang sering menjadi pusat perhatian adalah persimpangan jalan.

Terutama apabila pengaturan waktu lalu lintas dan ruas jalan di simpangan tersebut tidak sesuai dengan banyaknya kendaraan yang melintas sehingga menyebabkan antrian kendaraan yang panjang pada salah satu arah dan arah lainnya cenderung normal. Permasalahan semacam ini sering kali terjadi karena perubahan pola lalu lintas yang tidak selaras dengan konfigurasi lampu lalu lintas yang ada. Oleh karena itu diperlukan pengaturan waktu lampu lalu lintas yang optimal sehingga kemacetan yang disebabkan oleh ketikoptimalan lampu lalu lintas dapat diatasi.

Menurut Jatmaika dan Andiko (2014) pengaturan arus lalu lintas dimaksudkan agar kendaraan dapat bergerak secara bergantian sehingga tidak saling mengganggu antar arus satu sama dan juga terdapat berbagai jenis kendali dengan menggunakan kondisi lalu lintas yaitu dengan mempertimbangkan situasi dan kondisi persimpangan yang ada seperti volume, geometrik simpang dan lain-lain. Oleh karena itu, pengaturan lalu lintas harus diperhatikan agar kondisi jalan tetap terkendali dan tidak mengalami kemacetan.

Simulasi Monte Carlo merupakan simulasi stokastik yang membangkitkan bilangan acak. Menurut Amrullah (2010) metode Monte Carlo adalah algoritma komputasi untuk mensimulasikan berbagai perilaku sistem fisika dan matematika menggunakan distribusi peluang. Dalam konteks pengaturan lalu lintas Monte Carlo menawarkan solusi yang inovatif, simulasi ini dapat digunakan untuk mensimulasikan berbagai skenario dan kondisi lalu lintas di simpangan, yang membantu mengidentifikasi konfigurasi optimal untuk mengurangi waktu tunggu lampu lalu lintas. Dengan menggunakan simulasi Monte Carlo, kita dapat menganalisis variasi parameter ini secara rinci dan merinci pengaruhnya terhadap waktu tunggu. Selain itu, pendekatan ini juga memungkinkan kita untuk mempertimbangkan variabilitas alamiah dalam pergerakan kendaraan dan faktor-faktor lain yang sulit diukur secara langsung.

Fenomena ini menjadi hal yang cukup menarik untuk dikaji lebih dalam melalui penelitian ilmiah untuk mengetahui dan memberikan saran terkait optimalisasi waktu tunggu di Simpangan Tanah Haji kota Mataram.

Oleh karena itu penelitian ini diangkat dengan judul "Optimalisasi waktu tunggu lampu lalu lintas menggunakan simulasi Monte Carlo di Simpangan Tanah Haji kota Mataram". Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan waktu optimal lampu lalu lintas di sisi barat, timur, selatan dan utara di simpangan Tanah Haji kota Mataram.

## **B. Metode Penelitian**

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian simulasi. Penelitian ini mencontoh suatu sistem menggunakan komputer atau software yang sesuai. Beberapa variabel dari model dikondisikan untuk mendapatkan kondisi optimal yang diinginkan. Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini adalah Observasi dan Dokumentasi. Observasi menurut Baidowi, Hikmah dan Amrullah (2019) adalah mencatat secara cermat. Observasi ini dilakukan untuk mencatat data kendaraan yang datang dan yang melewati simpangan. Observasi juga dilakukan oleh peneliti untuk mengetahui waktu padat kendaraan di simpangan secara langsung. Penelitian ini dilakukan di Simpangan Tanah Haji kota Mataram

pada waktu kendaraan padat yaitu di jam-jam sibuk di pagi hari sekitar pukul 07.00-08.00 WITA dan di sore hari sekitar pukul 16.00-17.30 WITA. Berdasarkan simulasi Monte Carlo menurut (Amrullah, 2010), berikut prosedur yang dilakukan dalam penelitian ini.

- 1) Pengumpulan data kendaraan yang datang dan yang melewati simpangan.
- 2) Pembuatan distribusi peluang berdasarkan data kendaraan.
- 3) Pembuatan distribusi peluang kumulatif.
- 4) Pembuatan interval bilangan acak
- 5) Pembuatan model simulasi.
- 6) Pengujian model simulasi.
- 7) Validasi model.

### **C. Hasil Penelitian dan Pembahasan**

Data kendaraan pada penelitian ini diambil sebanyak dua kali di Simpangan Tanah Haji Kota Mataram yaitu di pagi hari jam 07.00-08.00 WITA dan sore hari pada jam 17.00-18.00 WITA. Data kendaraan diambil setiap 5 untuk setiap kendaraan yang datang dan melewati simpangan. Pengumpulan data dilakukan sebanyak 80 kali untuk setiap arah simpangan, Berdasarkan perhitungan, diperoleh banyaknya data kendaraan

yang datang dan melewati simpangan Tanah Haji pada setiap arah dapat dilihat pada Tabel 1 berikut ini.

**Tabel 1 Jumlah Kendaraan Yang Datang Dan Yang Melewati Simpangan**

No	Arah	Kedatangan	Melewati
1	Barat	171	749
2	Timur	143	759
3	Selatan	363	1075
4	Utara	253	1011
Jumlah		1030	3594

Pada Tabel 1 menunjukkan bahwa jumlah kendaraan terbanyak untuk kendaraan yang datang dan yang melewati simpangan terjadi di sisi selatan dengan jumlah kendaraan berturut-turut sebanyak 363 dan 1075 kendaraan.

Model simulasi dibuat berdasarkan data distribusi peluang dan distribusi peluang kumulatif dari setiap kendaraan yang kedatangan dan yang melewati simpangan. Selanjutnya model simulasi dibuat dengan menggunakan *Macros* pada *Excel*. model yang telah dibangun kemudian diuji menggunakan uji statistik *Student* (uji-t) untuk menguji apakah model yang dibangun sudah merepresentasikan sistem yang sebenarnya (hasil observasi) digunakan uji statistik (Sudjana, 2013) dengan syarat sebagai berikut:

$H_0$  : Rata-rata hitung hasil observasi sama dengan rata-rata hasil simulasi.

$H_a$  : Rata-rata hitung hasil observasi tidak sama dengan rata-rata hasil simulasi. Dengan kriteria pengujian,  $-t_{tabel} < t_{hitung} < t_{tabel}$  maka  $H_0$  diterima.

**Tabel 2 Uji Data Kendaraan yang datang**

No	Arah	T-hitung	T-tabel
1	Barat	-1.01	1.984
2	Timur	-0.33	1.984
3	Selatan	-0.53	1.984
4	Utara	0.48	1.984

Karena pengujian data hasil observasi dan hasil simulasi kendaraan yang datang sudah memenuhi kriteria  $-t_{tabel} < t_{hitung} < t_{tabel}$  maka  $H_0$  diterima.

**Tabel 3 Uji Data Kendaraan yang lewat**

No	Arah	T-hitung	T-tabel
1	Barat	-0.37	1.984
2	Timur	0.19	1.984
3	Selatan	0.84	1.984
4	Utara	1.09	1.984

Karena pengujian data hasil observasi dan hasil simulasi kendaraan yang lewat sudah memenuhi kriteria  $-t_{tabel} < t_{hitung} < t_{tabel}$  maka  $H_0$  diterima. Maka dilanjutkan dengan simulasi pada setiap arah di simpangan Tanah Haji.

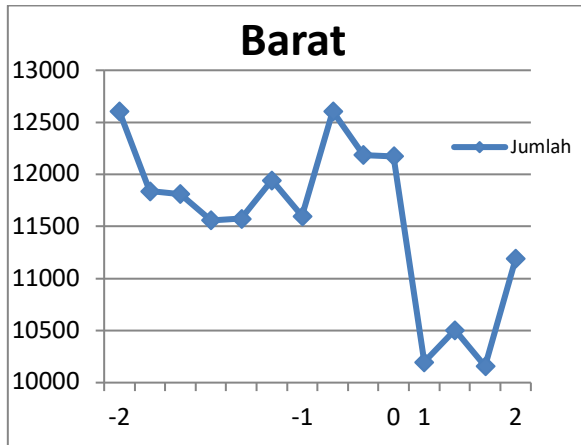
### 1. Hasil Simulasi Arah Barat

Dari proses simulasi menggunakan macro excel diperoleh tabel hasil simulasi sebagai berikut.

**Tabel 4 Hasil Simulasi Arah Barat**

Periode	Jumlah	Rata-rata	
<b>-2</b>	12606	252.12	
	11838	236.76	
	11810	236.2	
	11559	231.18	
	11575	231.5	
<b>-1</b>	11944	238.88	
	11598	231.96	
	<b>12607</b>	<b>252.14</b>	
	12187	243.74	
	<b>0</b>	12174	243.48
<b>1</b>	10198	203.96	
	10506	210.12	
	10158	203.16	
	<b>2</b>	11190	223.8
	11641	232.82	
<b>2</b>	12307	246.14	
	10775	215.5	
	12176	243.52	
	11738	234.76	

Berdasarkan Tabel 4, rata-rata kendaraan yang lewat pada waktu normal yaitu 243.48 dengan jumlah kendaraan yang lewat 12174 sedangkan saat dilakukan simulasi sebanyak 50 kali waktu optimal terjadi pada periode -1 yakni waktu normal dikurangi 5 detik menjadi 22 detik, maka didapatkan rata-rata optimal kendaraan yang lewat sebesar 252.24 dengan jumlah 12607 kendaraan yang lewat.



Gambar 1 Grafik Simulasi Arah Barat

## 2. Hasil Simulasi Arah Timur

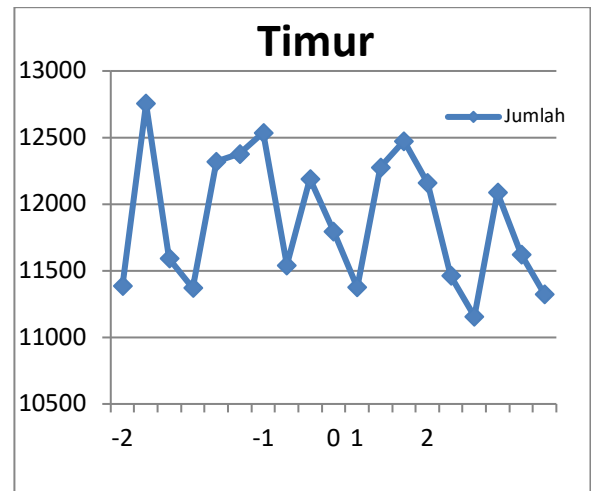
Dari proses simulasi menggunakan macro excel diperoleh tabel hasil simulasi sebagai berikut.

Tabel 5 :Hasil Simulasi Lampu Arah Timur

Periode	Jumlah	Rata-rata
-2	11387	227.74
	<b>12754</b>	<b>255.08</b>
	11592	231.84
	11370	227.4
	12320	246.4
-1	12378	247.56
	12537	250.74
	11541	230.82
	12190	243.8
0	11795	235.9
1	11376	227.52
	12277	245.54
	12473	249.46
	2	12159
2	11461	229.22
	11157	223.14
	12086	241.72
	11622	232.44
	11322	226.44

Berdasarkan Tabel 5, rata-rata kendaraan yang lewat pada waktu normal yaitu 239.9 dengan jumlah kendaraan yang lewat 11795 sedangkan saat dilakukan simulasi

sebanyak 50 kali waktu optimal terjadi pada periode -2 yakni waktu normal kurang 10 detik menjadi 20 detik, maka didapatkan rata-rata optimal kendaraan yang lewat sebesar 255.08 dengan jumlah 12754 kendaraan yang lewat.



Gambar 2 Grafik Simulasi Arah Timur

## 3. Hasil Simulasi Arah Selatan

Dari proses simulasi menggunakan macro excel diperoleh tabel hasil simulasi sebagai berikut.

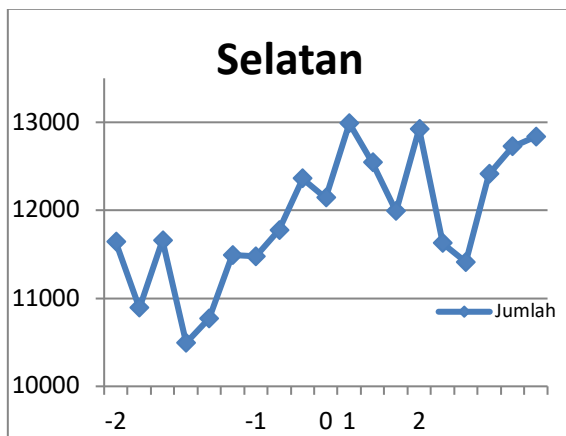
Tabel 6 :Hasil Simulasi Lampu Arah Selatan

Periode	Jumlah	Rata-rata	
-2	11639	232.78	
	10891	217.82	
	11659	233.18	
	10494	209.88	
	10770	215.4	
	11491	229.82	
	-1	11477	229.54
	11775	235.5	
0	12358	247.16	
	12143	242.86	
1	<b>12988</b>	<b>259.76</b>	
	12540	250.8	

	11989	239.78
2	12923	258.46
	11624	232.48
	11412	228.4
	12409	248.18
	12722	254.44
	12838	256.76

Periode	Jumlah	Rata-rata
-2	11904	238.08
	11655	233.1
	11036	220.72
	12461	249.22
	11439	228.78
	12707	254.14
-1	11190	223.8
	11278	225.56
	11692	233.84
0	11588	231.76
1	11791	235.82
	13361	267.22
	10511	210.22
2	12824	256.48
	12041	240.82
	11323	226.46
	<b>13275</b>	<b>265.5</b>
	12398	247.96
	11995	239.9

Berdasarkan Tabel 6, rata-rata kendaraan yang lewat pada waktu normal yaitu 242.86 dengan jumlah kendaraan yang lewat 12143 sedangkan saat dilakukan simulasi sebanyak 50 kali waktu optimal terjadi pada periode +1 yakni waktu normal ditambah 5 detik menjadi 35 detik, maka didapatkan rata-rata optimal kendaraan yang lewat sebesar 259.76 dengan jumlah 12988 kendaraan yang lewat.



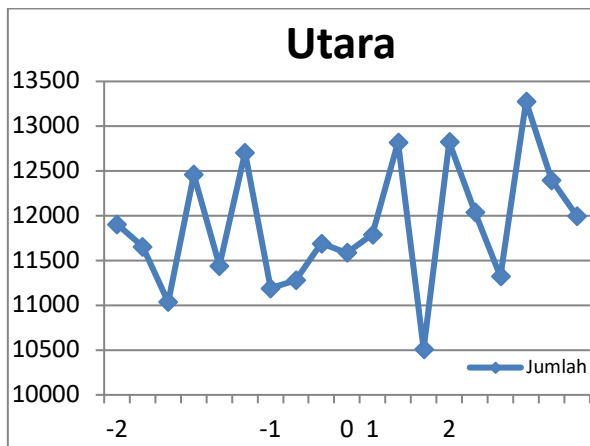
Gambar 3 Grafik Simulasi Arah Selatan

#### 4. Hasil Simulasi Arah Selatan

Dari proses simulasi menggunakan macro excel diperoleh tabel hasil simulasi sebagai berikut.

Tabel 7 :Hasil Simulasi Lampu Arah Utara

Berdasarkan Tabel 7, rata-rata kendaraan yang lewat pada waktu normal yaitu 231.76 dengan jumlah kendaraan yang lewat 11588 sedangkan saat dilakukan simulasi sebanyak 50 kali waktu optimal terjadi pada periode +2 yakni waktu normal ditambah 10 detik menjadi 30 detik, maka didapatkan rata-rata optimal kendaraan yang lewat sebesar 265.5 dengan jumlah 13275 kendaraan yang lewat.



Gambar 4 Grafik Simulasi Arah Utara

Simulasi ini dilakukan untuk mendapatkan waktu optimal berdasarkan waktu layanan terbanyak. Selaras dengan pendapat Hidayat dan Irvanda (2022) bahwa optimalisasi adalah proses untuk mengoptimalkan agar ditemukannya solusi terbaik dari sekumpulan alternative solusi yang ada. Simulasi ini didasarkan pada periode perhitungan kendaraan yang dilakukan setiap 5 detik, di mana penyesuaian waktu nyala lampu dilakukan dengan menambah atau mengurangi durasi sebesar kelipatan 5 detik. Tujuan utamanya adalah untuk mengoptimalkan arus lalu lintas dan mengurangi potensi kemacetan.

Model simulasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah simulasi Monte Carlo karena pembuatan simulasi ini melalui proses pembangkitan bilangan acak untuk mendapatkan waktu yang optimal

menggunakan distribusi peluang. Seperti yang dikemukakan oleh Amrullah (2010) Metode Monte Carlo merupakan algoritma komputasi untuk mensimulasikan berbagai perilaku sistem fisika dan matematika menggunakan distribusi peluang.

Berdasarkan data pada Tabel 1 jumlah kendaraan yang datang dan lewat dari setiap arah pada simpangan ini bervariasi. Arah selatan mencatat jumlah kendaraan datang tertinggi, yaitu sebanyak 363 kendaraan, dan jumlah kendaraan lewat tertinggi, yaitu 1075 kendaraan. Sebaliknya, arah barat menunjukkan jumlah kendaraan datang terendah, yaitu 171 kendaraan, dan jumlah kendaraan lewat terendah, yaitu 749 kendaraan. Ketidakseimbangan ini disebabkan oleh beberapa faktor, seperti kurangnya jalur alternatif dan lokasi fasilitas penting seperti Universitas Mataram, Epicentrum Mall, dan Islamic Center, yang semuanya terletak di sisi selatan. Kondisi ini menyebabkan volume kendaraan di arah selatan lebih tinggi dibandingkan arah lainnya.

Hasil simulasi Monte Carlo menunjukkan bahwa pengaturan waktu nyala lampu lalu lintas harus disesuaikan dengan volume



kendaraan yang datang dan yang lewat dari setiap arah. Perubahan durasi lampu hijau yang tidak sesuai dengan kondisi nyata dapat mengakibatkan kemacetan, sehingga optimalisasi ini sangat penting untuk memastikan kelancaran arus lalu lintas. Setelah penerapan metode ini, ditemukan waktu optimal yang spesifik untuk simpangan Tanah Haji, yang dapat mengurangi kepadatan kendaraan dan meningkatkan efisiensi lalu lintas.

#### **D. Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa:

1. Hasil dari 50 kali simulasi, diperoleh waktu tunggu lampu lalu lintas di Simpangan Tanah Haji menunjukkan hasil yang belum optimal.
2. Hasil optimal yang diperoleh adalah sebanyak 22 detik waktu lampu hijau di sisi barat, 20 detik sisi timur, 35 detik sisi selatan dan 30 detik sisi utara.
3. Jumlah kendaraan di sisi barat diperoleh selisih 3,56% dengan total sebanyak 12.607 kendaraan dan rata-rata sebesar 252,24. Sisi timur diperoleh selisih 8,13%

dengan total 12.754 kendaraan dan rata-rata sebesar 255,14. Sisi selatan diperoleh selisih 6,96% dengan total 12.988 kendaraan dan rata-rata sebesar 259,76. Kemudian, untuk sisi utara diperoleh selisih 14,56% dengan total 13.275 kendaraan dan rata-rata sebesar 265,5.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- Amrullah. (2010). Simulasi Penyebrangan Penumpang Kapal Menggunakan Monte Carlo Pada Pelabuhan Lembar NTB. *Jurnal ORYZA*, 1(9), 183-195.
- Baidowi. Hikmah, N., & Amrullah. (2019) Peningkatan kasil belajar matematika siswa kelas VIII smpn 13 Mataram tahun ajaran 2017/2018 melalui *Lesson study*. *MANDALIKA: Mathematic and Education Journal*, 1(1), 1-12.
- Budianto, H., Amrullah., Wahidaturrahmi., & Arjudin. (2022). Optimalisasi waktu tunggu lampu lalu lintas menggunakan simulasi Monte Carlo di simpang lima Ampenan kota Mataram. *GRIYA:Griya Journal of Mathematics Education and Application*, 2(3). 691-699.
- Fauzi, A., Amrullah, & Kurniati, N. (2020). Optimalisasi Pelayanan Pengisian Bahan Bakar Menggunakan Simulasi Monte

Carlo Pada SPBU di Kota Mataram. *Indonesian Journal of Applied Science and Technology*, 4(1), 174–181.

Herdiansyah, M. I., & Atika, L. (2016). Pengaturan lampu lalu lintas menggunakan pendekatan sistem pakar. *MATRIK: Jurnal Ilmiah*, 8(3), 241-250.

Jatmaika, S., & Andiko, I. (2014). Simulasi pengaturan lampu lalu lintas berdasarkan data image processing kepadatan kendaraan berbasis mikrikontroler atmega16. *Jurnal Ilmiah Teknologi dan Informas Asia*. 8(2), 81-96.

Saputra, R. Anggraini, R. Isya, M. (2017). Analisa faktor-faktor yang mempengaruhi pemilihan moda menuju tempat kerja menggunakan metode analytic hierarchy process. *Jurnal Teknik Sipil*, 1(1), 199-218.

Sudjana. (2013). *Metode Statistika Edisi 7*. Bandung: PT.Tarsito Bandung.

Sudjana. (2005). *Metoda Statistika Edisi 6*. Bandung: PT.Tarsito Bandung.